



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS BENEDITO BENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

MARCOS JAVIER ALARCÓN GALLARDO

UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA DISCIPLINA DE
TERMODINÂMICA: ESTRATÉGIAS PARA PROMOÇÃO DE AUTONOMIA
DISCENTE NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO

Maceió

2026

MARCOS JAVIER ALARCÓN GALLARDO

**UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA DISCIPLINA DE
TERMODINÂMICA: ESTRATÉGIAS PARA PROMOÇÃO DE AUTONOMIA
DISCENTE NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo campus Benedito Bentes do Instituto Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes

Maceió

2026



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Avançado Benedito Bentes
Biblioteca

370

G163u

Gallardo, Marcos Javier Alarcón.

Utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação e aprendizagem baseada em problemas na disciplina de termodinâmica: estratégias para promoção de autonomia discente no ensino médio integrado / Marcos Javier Alarcón Gallardo. –2026.

78 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes.

Dissertação - (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) Instituto Federal de Alagoas, Campus Avançado Benedito Bentes, Maceió, 2026.

1. Educação Profissional e Tecnológica. 2. Termodinâmica. 3. Letramento Digital. 4. TDIC. I. Título.

MARCOS JAVIER ALARCÓN GALLARDO

**UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA DISCIPLINA DE
TERMODINÂMICA: ESTRATÉGIAS PARA PROMOÇÃO DE AUTONOMIA
DISCENTE NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado em 10 de abril de 2026.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes
Instituto Federal de Alagoas
Orientador

Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima
Instituto Federal de Alagoas

Profa. Dra. Deise Juliana Francisco
Universidade Federal de Alagoas

MARCOS JAVIER ALARCÓN GALLARDO

**UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA DISCIPLINA DE
TERMODINÂMICA: ESTRATÉGIAS PARA PROMOÇÃO DE AUTONOMIA
DISCENTE NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 10 de abril de 2026.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes
Instituto Federal de Alagoas
Orientador

Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima
Instituto Federal de Alagoas

Profª. Dra. Deise Juliana Francisco
Universidade Federal de Alagoas

Dedico este trabalho à minha família, a todos que contribuíram nesta caminhada, e
àqueles que buscam uma sociedade mais justa.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Gisele e ao meu filho Raul, pelo apoio, paciência e compreensão.

Ao meu orientador, pela orientação e pelos valiosos ensinamentos que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

Aos professores e professoras do programa, pelos conhecimentos compartilhados, pelas lições e pela contribuição para a compreensão sobre a educação profissional e tecnológica.

Aos colegas de curso, pelas trocas de experiências, apoio mútuo e companheirismo compartilhado durante o mestrado.

Ao PROFEPT, que me ensinou valiosos conhecimentos que permitiram mudar positivamente minha prática profissional docente.

À minha amiga e colega de trabalho Maria, que me presenteou com a diagramação do meu produto educacional.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

Quando você compartilha o saber,o saber só cresce. É como as águas que “confluenciam”: quando o rio encontra outro rio, ele não deixa de ser o rio, ele passa a ser um rio maior.

Quanto mais você ensina, mais você aprende.

(Nego Bispo, 2022)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar as contribuições de uma estratégia de ensino, na forma de sequência didática, para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, utilizando a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de ferramentas das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais, estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação reflexiva e crítica dos discentes da segunda série no curso de ensino médio integrado ao técnico em Mecânica. A investigação partiu da necessidade de superar o uso meramente tradicional e recreativo das TDIC em sala de aula, direcionando-as para o desenvolvimento do letramento digital e da autonomia intelectual, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A pesquisa tem o caráter de uma pesquisa-ação, com o tratamento dos dados quali-quantitativos, e se enquadra na linha de pesquisa 1 (práticas educativas em EPT) do macroprojeto 1 (propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT) do programa de mestrado profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT). A análise dos dados iniciais serviu como base para a elaboração de um produto educacional em forma de sequência didática, que utilizou a técnica 3C3R para elaboração da situação problema da ABP. O produto educacional foi aplicado em duas turmas da segunda série do curso técnico integrado ao médio de Mecânica, num total de 56 pessoas, que estavam cursando a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas. Os resultados e discussões demonstraram que a intervenção pedagógica alcançou os objetivos satisfatoriamente. A avaliação final revelou que 74,3% dos alunos assinalaram uma melhor compreensão dos conceitos físicos e 82% sentiram-se estimulados pela ABP. Ademais, evidenciou-se que a incorporação de ferramentas digitais comuns (como plataformas de vídeo e inteligências artificiais) ocorreu de maneira crítica e reflexiva, promovendo competências atitudinais de liderança, oralidade e cooperação. Conclui-se que a integração entre a ABP e as TDIC configura-se como uma estratégia potencial para a consolidação da formação humana integral no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT).

Palavras-Chave: Termodinâmica; Aprendizagem baseada em problemas; TDIC; Letramento digital. Educação profissional e tecnológica.

ABSTRACT

This study aims to analyze the contributions of a teaching strategy—structured as a didactic sequence—for the Thermodynamics and Thermal Machines course. It employs the active learning methodology known as Problem-Based Learning (PBL) alongside digital information and communication technology (DICT) tools. The goal is to enhance meaningful learning of conceptual and procedural content while fostering self-directed learning, autonomy, cooperation, and the development of reflective, critical thinking among second-year students in the integrated high school and technical program in Mechanics. The investigation stemmed from the need to move beyond the merely traditional or recreational use of DICT in the classroom, instead directing these tools toward the development of digital literacy and intellectual autonomy, as advocated by the National Common Curricular Base (BNCC). The study adopts an action-research approach involving qualitative data analysis and falls under Research Line 1 (educational practices in Vocational and Technological Education—VTE) of Macro-project 1 (methodological proposals and didactic resources in formal and non-formal VTE settings) within the Professional Master's Program in Vocational and Technological Education (PROFEPT). Analysis of the initial data provided the foundation for developing an educational product in the form of a didactic sequence, utilizing the 3C3R technique to design the PBL problem scenario. This educational product was implemented with two second-year classes in the integrated Mechanics program—totaling 56 students—who were taking the Thermodynamics and Thermal Machines course. Results and discussions demonstrated that the pedagogical intervention successfully met its objectives. The final evaluation revealed that 74.3% of the students reported a better understanding of physics concepts, and 82% felt motivated by the PBL approach. Furthermore, it became evident that the incorporation of common digital tools (such as video platforms and artificial intelligence) took place in a critical and reflective manner, fostering attitudinal competencies related to leadership, oral communication, and cooperation. It is concluded that the integration of PBL and ICTs constitutes a potential strategy for consolidating holistic human development within the context of

Professional and Technological Education (PTE).

Keywords: Thermodynamics; Problem-based learning; DICT. Digital literacy.
Vocational and technological education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Competências Gerais da Educação Básica, conforme BNCC.....	40
Figura 2: Endereços eletrônicos de simuladores computacionais de Física.....	44
Figura 3: Ciclo da ABP.....	48
Figura 4: Estrutura do modelo 3C3R.....	51
Figura 5: Aplicação do questionário diagnóstico com as turmas.....	63
Figura 6: Gráfico “Em sua opinião, o que é Termodinâmica?”.....	64
Figura 7: Gráfico “Importância na sua vida em conhecer Termodinâmica?”.....	66
Figura 8: Gráfico “Conceituação de termos utilizados na Termodinâmica”.....	67
Figura 9: Gráfico “Conceituação de metodologias ativas”.....	68
Figura 10: Gráfico “Conceituação da ABP”.....	69
Figura 11: Utilização de ferramentas TDIC para o ensino de Física.....	70
Figura 12: Ferramentas mais utilizadas para aprendizagem.....	71
Figura 13: Percepção sobre desempenho acadêmico após decreto presidencial 12.385/2025.....	72
Figura 14: Ciclo de refrigeração de um aparelho de ar condicionado.....	87
Figura 15: Apresentação dos resultados pelos grupos, no 4º encontro.....	92
Figura 16: Explicação de como o ventilador promove conforto térmico.....	93
Figura 17: Apresentação dos resultados pelos grupos, no 4º encontro.....	95
Figura 18: Simulação “Propriedade dos gases”.....	98
Figura 19: Simulação “Formas de transferência de energia”.....	98
Figura 20: Respostas quantitativas consolidadas, em porcentagem.....	99
Figura 21: Uso de TDIC de forma crítica.....	101
Figura 22: Estímulo no uso da ABP.....	102
Figura 23: Estímulo ao trabalho em conjunto.....	104
Figura 24: Contribuição de outros grupos no processo de aprendizagem.....	106
Figura 25: Atividades e comunicação facilitaram a compreensão das atividades.....	109
Figura 26: Tempo de aula utilizado na proposta.....	110
Figura 27: Compreensão dos conceitos da Termodinâmica.....	111
Figura 28: Autoavaliação de participação dos estudantes.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Simuladores/ferramentas TDIC para ensino de Física.....	42
Tabela 2: 9 passos para criação da situação- problema, segundo Hung.....	51
Tabela 3: Revisão narrativa/estado da arte utilizada na pesquisa.....	55
Tabela 4: Sequência Didática.....	76
Tabela 5: Relatos selecionados - Utilização ferramentas TDIC.....	102
Tabela 6: Relatos selecionados - Experiência com ABP.....	103
Tabela 7: Relatos selecionados - Estímulo ao trabalho em conjunto.....	104
Tabela 8: Relatos selecionados - Organização das tarefas na ABP.....	105
Tabela 9: Relatos selecionados - Soluções de outros grupos contribuem para o processo de aprendizagem.....	106
Tabela 10: Relatos selecionados - Autonomia intelectual (“Aprender a aprender”).....	107
Tabela 11: Relatos selecionados - Adequação ao contexto dos estudantes.....	107
Tabela 12: Relatos selecionados - Adequação ao contexto dos estudantes.....	108
Tabela 13: Relatos selecionados - Linguagem, atividades e duração da proposta.....	110
Tabela 14: Relatos selecionados - Sugestões de melhoria da proposta.....	113
Tabela 15: Quadro resumo.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAAE – Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CEPSH – Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo Seres Humanos

EMI – Ensino Médio Integrado

EPT – Educação Profissional e Tecnológica

IA – Inteligência Artificial

IFAL – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas

PBL – Problem Based Learning

PE – Produto Educacional

PROFEPT – Programa de Pós Graduação em Educação Profissional e Tecnológica

RFEPCT – Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica

SD – Sequência didática

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

VARC – *Visual, aural, read/write and kinesthetic*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. BASES TEÓRICAS DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	19
2.1.1. Formação humana integral/omnilateralidade	20
2.1.2. Politecnia	22
2.1.3. Trabalho como princípio educativo	22
2.1.4. Pesquisa como princípio pedagógico	23
2.1.5. Ensino Médio Integrado (EMI)	24
2.2. TERMODINÂMICA E A SUA IMPORTÂNCIA	25
2.2.1. Temperatura	27
2.2.2. Calor (Q)	27
2.2.3. Mecanismos de transferência de calor	27
2.2.4. Trabalho (W)	28
2.2.5. Energia Interna (U)	28
2.2.6. Primeira Lei da Termodinâmica ($U=Q-W$)	28
2.3. TEORIAS DE APRENDIZAGEM	29
2.3.1. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel	31
2.3.2. A teoria da mediação de Vygotsky e a autonomia discente	33
2.4. TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDIC)	36
2.5. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)	45
2.5.1. Etapas para aplicação da ABP	46
2.5.2. Funções de cada participante na ABP	48
2.5.3. Situação Problema na ABP	49
2.5.4. Técnica 3C3R para elaboração de situação problema	50
2.6. TRABALHOS RELACIONADOS/ESTADO DA ARTE	53
3 METODOLOGIA	58
4 ANÁLISE DOS DADOS	62
4.1. Questionário diagnóstico	62
4.2. Elaboração/Aplicação do Produto Educacional	74
4.2.1. Produto Educacional (PE) e sua elaboração	74
4.2.2. Elaboração da Situação Problema, a partir da técnica 3C3R	79
4.2.3. Situação problema elaborada	89
4.2.4. Aplicação do Produto Educacional	89
4.3. Avaliação do Produto Educacional	99
5 CONCLUSÕES	116
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	120
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (ETAPA 1)	128
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	

(ETAPA 4)	133
APÊNDICE C - SITUAÇÃO PROBLEMA UTILIZADA NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	139
APÊNDICE D - AMOSTRA DO PRODUTO EDUCACIONAL DIAGRAMADO	140
ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	141

1 INTRODUÇÃO

O arranjo social contemporâneo que vivemos, proporcionado pelas tecnologias dos computadores, é muitas vezes chamado de “sociedade da informação”. Segundo Werthein, sociedade da informação “refere-se a uma sociedade ‘informacional’ influenciada pelo surgimento de novas tecnologias com maior ênfase na flexibilidade, agilidade e mobilidade das informações produzidas, consumidas e compartilhadas por todos os integrantes dessa sociedade” (WERTHEIN, 2000). Nesse contexto de sociedade baseada nas informações, a escola precisa acompanhar os avanços tecnológicos para que possa desempenhar seu papel de formação de indivíduos conscientes e situados no momento histórico em que vivem, promovendo letramento digital em seu currículo. Apesar do letramento digital ser uma habilidade importante nos dias atuais, sendo incentivada em documentos presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e em programas como Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (ENEC), o uso de ferramentas e dispositivos tecnológicos (instrumento das chamadas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC) em sala de aula, como por exemplo smartphones, divide opiniões quanto ao seu uso, pois ao mesmo tempo que pode potencializar o aprendizado, também desconcentra e interfere nos processos pedagógicos, tendo seu uso durante as aulas e intervalos restringido em 2025 pelo decreto presidencial nº 12.385/2025, com o objetivo de “preservar a saúde mental, física e psíquica de crianças e adolescentes.” (BRASIL, 2025).

As TDIC estão inseridas no contexto da sala de aula, mas muitas vezes são tratadas apenas como uma adaptação dos recursos tradicionais docentes para o meio digital (SCHUARTZ & SARMENTO, 2020), sem aproveitar as potencialidades de tais ferramentas e sem estimular adequadamente a apropriação pelos discentes, para que os mesmos consigam utilizá-la de forma crítica e reflexiva. No meu papel de professor de estudantes adolescentes, percebo que muitas vezes a utilização das TDIC é feita ainda como uma adaptação de ferramentas tradicionais, não sendo uma prática exclusiva dos discentes. Também noto a dualidade na utilização dos estudantes, pois o mesmo aparelho que proporciona acesso a conteúdos úteis para a aprendizagem, em outras ocasiões é utilizada em assuntos que nada tem a ver

com a sala de aula. Na maioria das vezes, vejo que a utilização na sala de aula não se alinha ao que é sugerido nas Competências Gerais da BNCC, principalmente no seu item 5, que preconiza “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais” (BRASIL, 2018).

Como proposta para estimular o engajamento dos estudantes na sala de aula, este estudo foi realizado em uma das disciplinas que leciono no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (Ifal). A disciplina em questão é “Termodinâmica e Máquinas Térmicas”, que faz parte do currículo do curso de ensino médio integrado ao técnico em mecânica, e é uma matéria que trata das relações físicas que permitem compreender leis gerais do cotidiano e sua aplicação em máquinas. A pesquisa faz uso de metodologias ativas – mais especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – que são práticas que estimulam o protagonismo do estudante, invertendo a lógica da educação tradicional, em que o estudante desempenha o papel de receptor de conhecimento vindo do professor. Algumas das vantagens da utilização da metodologia da ABP estão alinhadas com as habilidades objetivadas na EPT (Educação Profissional e Tecnológica), do qual o Ifal faz parte.

É importante nesta apresentação do trabalho contextualizar que a utilização de metodologias ativas no contexto da EPT só foi possível graças ao programa de mestrado profissional, não no sentido de objetivar o título de mestre, mas porque o programa permitiu me aprofundar nas bases teóricas da EPT, que serão discutidas mais adiante, e isso mudou completamente minha visão sobre ensino, alterando significativamente minha prática docente. Antes de fazer parte do programa, minhas aulas eram mera repetição do ensino tradicional a que sempre fui exposto, já que minha formação acadêmica de bacharel em engenharia mecânica não me permitiu contato com teorias de aprendizagem ou qualquer assunto que tratasse sobre ensino e pedagogia, e minha experiência profissional antes da carreira docente no Ifal foi na indústria e no ramo petrolífero, longe de qualquer experiência de lecionar.

Com isso, a presente pesquisa tem como pergunta direcionadora: É possível potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais da termodinâmica, utilizando aprendizagem baseada em problemas (ABP), juntamente com o uso de TDIC, de modo a estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação crítica de alunas (os) da Educação Profissional e Tecnológica?

Podemos também definir os seguintes objetivos para este trabalho:

- Objetivo geral:
 - Analisar as contribuições de uma estratégia utilizando a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de ferramentas das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais, estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação reflexiva e crítica dos discentes da segunda série no curso de ensino médio integrado ao técnico em Mecânica.
- Objetivos específicos:
 - Elaborar uma sequência didática (P.E.) que forneça maneiras de se trabalhar em sala de aula utilizando ferramentas das TDIC, em atendimento ao item 5 das Competências Gerais da Educação Básica, conforme consta na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)
 - Elaborar uma sequência didática (P.E.) que utilize a metodologia da ABP em sala de aula
 - Estimular com estratégias Ativas de Ensino e Aprendizagem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais
 - Criar um material educativo com uma linguagem adequada ao público alvo e que estimule uma visão crítica dos estudantes

- Validar uma estratégia educacional que sirva de modelo ou referência para outros/as docentes de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos
- Pesquisar, validar e listar ferramentas TDIC que podem ser utilizadas para potencializar o aprendizado na disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas

O presente capítulo apresenta a contextualização da pesquisa. No capítulo 2, é apresentado o referencial teórico utilizado, com informações sobre as bases teóricas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), termodinâmica, teorias de aprendizagem, TDIC, ABP e os trabalhos relacionados ao tema da pesquisa. O capítulo 3 apresenta a metodologia, trazendo as quatro etapas da pesquisa e discutindo brevemente o que foi planejado e os objetivos das etapas mencionadas. O capítulo 4 aborda a análise dos dados, dividindo para isso nos subcapítulos questionário diagnóstico, elaboração/aplicação do produto educacional e avaliação do produto educacional. A análise dos dados do questionário diagnóstico serviram, juntamente com os trabalhos relacionados, para a elaboração do produto educacional e da situação problema criada. Após a aplicação do PE, na forma de sequência didática, foi feita a avaliação do PE. O capítulo 5 apresenta as conclusões do trabalho, demonstrando a relevância da utilização da ABP juntamente com as ferramentas TDIC, e o capítulo 6 traz as considerações finais da pesquisa.

A pesquisa desenvolvida adquire relevância pois seus resultados servem como análise sobre como podemos potencializar o aprendizado de alguns conceitos da Termodinâmica, utilizando TDICs e a metodologia da ABP. A discussão dos resultados também pretende complementar a discussão sobre como as TDIC e ABP devem ser trabalhadas, servindo de base não somente à disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, mas se estendendo a outras disciplinas ministradas no Ensino Profissional e Tecnológico. A presente pesquisa foi realizada com discentes da segunda série do ensino médio integrado ao técnico em Mecânica, no campus Coruripe do Ifal, e se assume como uma pesquisa-ação, com tratamento de dados quali-quantitativos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta pesquisa se estrutura na validação de uma estratégia, através da elaboração de um Produto Educacional, que promova uma aprendizagem significativa de conteúdos na disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, dentro do contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT). Para melhor entendimento das proposições desta pesquisa, o presente capítulo fará uma contextualização, trazendo para isso uma discussão sobre:

- A EPT e suas bases conceituais;
- A disciplina de Termodinâmica e sua importância;
- Teoria de aprendizagem segundo David Ausubel;
- Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC);
- Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP);
- Trabalhos relacionados/estado da arte

A Educação no Brasil sempre foi influenciada por disputas de poder existentes, e notamos em diferentes momentos da nossa história que os princípios que guiam os rumos de nossa educação já se alteraram significativamente.

2.1. BASES TEÓRICAS DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

A história da educação no Brasil é marcada por disputas políticas entre visões distintas e muitas vezes antagônicas. No campo da educação profissional também existem desavenças: por um lado existe um grupo que defende uma formação humana integral e no outro lado os que defendem uma educação apenas voltada para o mercado de trabalho. Essa visão antagônica na educação profissional, emergiu, mais especificamente, a partir de 1930 com a revolução burguesa no Brasil, e que instigou, por consequência, uma formação qualificada para atendimento do mercado de trabalho. Anteriormente a essa época, a formação profissional tinha um cunho social, de atendimento aos mais desvalidos (RAMOS, 2014).

Na época de industrialização do país, pelos idos de 1940, os rumos da educação também foram alterados para priorizar uma formação de classe trabalhadora que se engajasse no discurso desenvolvimentista da época. Mais recentemente, em 2016, a educação básica voltou às discussões devido à reforma do ensino médio, com seu caráter neoliberal e que desfavorece a população carente de um ensino de qualidade. Nessa pequena introdução já se percebe como os rumos da educação profissional se alteram. Em 2008, a criação dos Institutos Federais trouxe importantes mudanças, investindo em uma educação baseada no tripé do ensino, pesquisa e extensão.

A Educação Profissional e Tecnológica está incluída nas pautas das políticas públicas do país e se organiza na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPT). Esta pesquisa de mestrado é fruto do programa de mestrado profissional em rede da RFEPT, se enquadrando na linha de pesquisa 1 (práticas educativas em EPT) do macroprojeto 1 (propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT) do programa de mestrado profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROEPT). As bases teóricas da EPT, e por consequência do referido programa de mestrado, serão apresentadas a seguir.

2.1.1. Formação humana integral/omnilateralidade

Para um melhor entendimento sobre as características que se buscam na formação daqueles que passam pela EPT, primeiramente, devemos compreender o termo formação humana integral, também chamada de formação omnilateral do ser humano. A formação humana integral “tem como objetivo superar o ser humano dividido historicamente pela divisão social do trabalho entre a ação de executar e a ação de pensar, dirigir ou planejar” (RAMOS, 2014, p.84). Além disso, “o que se busca é garantir ao adolescente, ao jovem e ao adulto trabalhador o direito a uma formação completa para a leitura do mundo e para a atuação como cidadão pertencente a um país, integrado dignamente à sua sociedade política. Formação que, neste sentido, supõe a compreensão das relações sociais subjacentes a todos

os fenômenos (CIAVATTA, 2005, p. 85).

É importante ressaltar que a formação humana integral parte dos pressupostos filosóficos que caracterizam os seres humanos como históricos e sociais, e também entendem a realidade concreta como síntese de múltiplas relações (RAMOS, 2014). Esses pressupostos filosóficos permitem “compreender o conhecimento como uma produção do pensamento pela qual se apreende e se representam as relações que constituem e estruturam a realidade objetiva” (RAMOS, 2014, p. 84). Além disso, trabalho, ciência e cultura são indissociáveis na formação humana.

[...] O trabalho compreendido como realização humana inerente ao ser (sentido ontológico) e como prática econômica (sentido histórico associado ao modo de produção); a ciência compreendida como os conhecimentos produzidos pela humanidade que possibilita o contraditório avanço das forças produtivas; e a cultura, que corresponde aos valores éticos e estéticos que orientam as normas de conduta de uma sociedade. (RAMOS, 2014, p. 87).

Segundo Saviani (2007), a essência do homem é o trabalho, e o que o homem é, é-o pelo trabalho. O ato de modificar a natureza para satisfazer as próprias necessidades é conhecido por trabalho. Portanto, o autor defende que esse não é um processo natural, já que diferente de outros animais que se adaptam à natureza, o homem a modifica para ajustá-la às suas necessidades. Dito isto, o trabalho possui importância basilar no processo de formação do homem.

[...] Partimos do conceito de trabalho pelo fato de o compreendermos como uma mediação de primeira ordem no processo de produção da existência e objetivação da vida humana. A dimensão ontológica do trabalho é, assim, o ponto de partida para a produção de conhecimentos e de cultura pelos grupos sociais. (RAMOS, 2014, p. 88).

Com isso, podemos concluir que a formação humana integral (formação do ser humano na sua integralidade física, mental, cultural, política, científico-tecnológica) busca romper as relações histórico-sociais que fazem a separação entre o trabalho manual, operado principalmente pela população das classes historicamente desfavorecidas, e o trabalho intelectual, que é principalmente

exercido pelos indivíduos pertencentes às classes mais abastadas. No cerne desse projeto de formação omnilateral está um outro elemento de extrema relevância, que é o trabalho como princípio educativo.

2.1.2. Politecnia

A politecnia significa o domínio dos fundamentos científicos das diversas técnicas utilizadas na produção moderna, permitindo ao estudante compreender como a ciência se converte em força produtiva (SAVIANI, 2003, p. 40). É a partir dela que se possibilita a compreensão dos princípios científico-tecnológicos e históricos da produção moderna, de modo a orientar os estudantes à realização de múltiplas escolhas (RAMOS, 2008, p.2).

A politecnia busca romper a dicotomia entre trabalho manual e trabalho intelectual, de forma que o ensino não se concentre em “adestrar” o indivíduo em habilidades específicas que o mercado de trabalho busca, mas sim que se concentre em promover a autonomia e desenvolvimento de todas as potencialidades humanas.

[...]o ideário da politecnia buscava romper com a dicotomia entre educação básica e técnica, resgatando o princípio da formação humana em sua totalidade; em termos epistemológicos e pedagógicos, esse ideário defendia um ensino que integrasse ciência e cultura, humanismo e tecnologia, visando ao desenvolvimento de todas as potencialidades humanas. (RAMOS, 2014, p. 38).

A politecnia é vista na EPT quando se orienta que o currículo não se limite a preparar o aluno para o mercado de trabalho, mas sim que forneça uma formação com múltiplas habilidades, de modo a potencializar a formação crítica e consciente dos estudantes.

2.1.3. Trabalho como princípio educativo

O Trabalho como Princípio Educativo é instrumento pedagógico para a formação omnilateral dos sujeitos, no sentido de superar a dicotomia trabalho

manual/trabalho intelectual (CIAVATTA, 2014).

Além disso, “o trabalho é princípio educativo à medida que proporciona a compreensão do processo histórico de produção científica e tecnológica”, (...) “coloca exigências específicas para o processo educacional, visando a participação direta dos membros da sociedade no trabalho socialmente produtivo” (RAMOS, 2014, p. 91-92).

Para Saviani (2007), o trabalho é “a base ontológica do ser social e o princípio educativo por excelência” (SAVIANI, 2007, p. 153), pois é por meio dele que o homem transforma a natureza e a si mesmo. O autor defende que a educação deve ser orientada por esse princípio, de modo que os sujeitos possam compreender os fundamentos históricos e sociais das atividades produtivas e, assim, desenvolver consciência crítica sobre seu papel na sociedade. Nesse sentido, o trabalho como princípio educativo torna-se eixo estruturador do Ensino Médio Integrado, pois “coloca exigências específicas para o processo educacional, visando à participação direta dos membros da sociedade no trabalho socialmente produtivo” (RAMOS, 2014, p. 92).

2.1.4. Pesquisa como princípio pedagógico

A pesquisa como princípio pedagógico está intimamente ligada ao trabalho como princípio educativo e é importante para a formação humana integral dos sujeitos, servindo como motor da curiosidade e inquietude para um pensamento crítico, devendo estar orientada para o estudo e a busca de soluções para questões teóricas e práticas da vida cotidiana dos sujeitos trabalhadores.

[...] Ela instiga o estudante no sentido da curiosidade em direção ao mundo que o cerca, gera inquietude, para que não sejam incorporados “pacotes fechados” de visão de mundo, de informações e de saberes, quer sejam do senso comum, escolares ou científicos. (RAMOS, 2014, p. 93).

Na EPT, a pesquisa como princípio pedagógico é bem estabelecida quando referenciamos o tripé ensino-pesquisa-extensão. Também a vemos fortemente nos projetos de pesquisa, nas iniciações científicas, e em metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que tem como fator primordial na

metodologia a pesquisa que precisa ser realizada na busca de soluções.

2.1.5. Ensino Médio Integrado (EMI)

O Ensino Médio Integrado (EMI) constitui uma das expressões mais significativas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) desenvolvida nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Criados pela Lei no 11.892/2008, esses institutos têm como finalidade articular ensino, pesquisa e extensão, promovendo uma formação humana, científica e tecnológica de caráter emancipador. O EMI busca romper com a histórica dualidade estrutural da educação brasileira — que destinava à elite uma formação intelectual e às classes trabalhadoras uma formação meramente instrumental — e propõe uma educação integral, omnilateral e politécnica.

De acordo com Ramos (2014), a EPT fundamenta-se na perspectiva da formação humana integral, cujo objetivo é “superar o ser humano dividido historicamente pela divisão social do trabalho entre a ação de executar e a ação de pensar, dirigir ou planejar” (RAMOS, 2014, p. 84). Essa concepção busca a formação plena do sujeito em suas dimensões física, intelectual, cultural, política e social. Para a autora, o conhecimento deve ser compreendido como resultado da produção humana e, portanto, como instrumento de transformação da realidade concreta. Assim, o EMI constitui uma estratégia para concretizar uma formação que una ciência, cultura, trabalho e tecnologia, preparando o estudante para compreender e intervir criticamente no mundo.

Nos Institutos Federais, o EMI é concebido como um projeto formativo omnilateral, que articula conhecimentos científicos, tecnológicos e culturais de maneira interdisciplinar. Essa proposta curricular favorece a aprendizagem significativa, estimula a pesquisa como princípio pedagógico e reforça o compromisso com a formação crítica e cidadã dos estudantes. O tripé ensino, pesquisa e extensão, presente nos Institutos Federais parte da indissociabilidade das três áreas com vistas à formação omnilateral dos sujeitos.

Dessa forma, o Ensino Médio Integrado praticado na EPT dos Institutos

Federais configura-se como uma proposta educacional que transcende o ensino técnico voltado apenas à empregabilidade. Trata-se de um modelo comprometido com a formação plena do ser humano, que reconhece o trabalho como fundamento da vida social e a educação como instrumento de emancipação e transformação.

2.2. TERMODINÂMICA E A SUA IMPORTÂNCIA

A Termodinâmica é um importante ramo do conhecimento da Física, e também das ciências da Engenharia, que tem seu desenvolvimento relacionado com pesquisas empíricas e teóricas, além de outros fatores, como os estudos sobre calor e o aprimoramento de máquinas após a Revolução Industrial. Segundo Berry (2019), “o principal impacto da termodinâmica em nossa vida diária reside nas diversas maneiras pelas quais ela nos mostra como usar a energia de forma eficiente e minimizar os desperdícios que inevitavelmente acompanham seu uso”. A palavra Termodinâmica origina-se das palavras gregas *therme* (calor) e *dynamis* (força) (...) e se inicialmente seu estudo estava relacionado com a capacidade de os corpos quentes produzirem trabalho, hoje em dia é mais abrangente, tratando de energia e relações entre as propriedades da matéria (MORAN, 2000, p.12). A termodinâmica também pode ser descrita como um ramo da física que estuda a energia e o trabalho de um sistema, com análises em larga escala (macroscópica) do mesmo (WHAT IS THERMODYNAMICS, 2023). Por muitos anos imaginou-se que o calor era uma substância invisível e inerente aos corpos, e que poderia fluir de um corpo para outro. Essa explicação foi base para uma teoria já ultrapassada que era conhecida como “teoria do calórico”. Através de estudos e experimentos chegou-se a um outro entendimento utilizado até os dias de hoje, que trata o calor como uma forma de energia (DA SILVA; ERROBIDART, 2019). Além disso, existe uma grande dificuldade no aprendizado da termodinâmica.

A área da termodinâmica, por ter origens fenomenológicas, é considerada uma das vertentes mais complexas da Física, pois, muitas vezes os alunos não conseguem imaginar como os fenômenos termodinâmicos ocorrem somente com a explicação teórica passada pelo professor em sala de aula (...). (BISPO, 2020, p. 110,111).

Da Silva & Errobidart (2019) também comentam que algumas confusões sobre termos básicos que são utilizados no estudo da termodinâmica (“calor”, por exemplo), aparecem em livros de física básica e alguns livros didáticos. Os autores argumentam que a utilização de tais livros podem causar confusão na concepção de termos e no futuro entendimento do assunto.

O trabalho de Gomes (2012) alertou também em relação à presença da teoria do calórico nos livros didáticos de Física para o Ensino Médio. Nesse artigo o autor apontou que os docentes devem ter cuidados com a utilização dos livros didáticos, que podem propiciar a formação de concepções incorretas nos discentes do Ensino Médio.. (DA SILVA, ERROBIDART, 2019, p. 566).

Além disso, elucidou-se que as concepções espontâneas, não são facilmente substituídas pelas científicas.

Essa dificuldade no aprendizado de alguns conteúdos da Termodinâmica também foi motivo de estudo de GRINGS et. al. (2006). Os autores focaram a pesquisa na dificuldade de alunos durante o aprendizado de conceitos termodinâmicos. Essa confusão também é citada por da Silva (2023), ao apontar que a noção de “calor” apresentada em livros de física básica contém muitas ambiguidades conceituais.

Uma maneira interessante de propagar o conhecimento de Termodinâmica seria utilizando a concepção histórica. Outra seria utilizar experimentos, assim como citado por BISPO *et al.* (2019) e DA SILVA *et al.* (2022).

A teoria da termodinâmica é vista no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica, na segunda série do referido curso. Em sua ementa são trabalhados os conceitos de energia (Calor e Trabalho), propriedades de substâncias (temperatura, pressão, volume específico, energia interna, entalpia), Primeira Lei da Termodinâmica, ciclos termodinâmicos, dentre outros. O conhecimento tratado na disciplina serve de pré-requisito para outras disciplinas da série seguinte do curso.

A seguir serão abordados brevemente alguns conceitos que dão suporte para o entendimento da Primeira Lei da Termodinâmica e que serão utilizados no Produto

Educacional (PE).

2.2.1. Temperatura

Temperatura é uma grandeza física que indica o nível de agitação das partículas de um sistema. Na disciplina de Termodinâmica, tratamos a temperatura como uma propriedade, assim como pressão, volume específico, massa, entalpia, e outras. No Brasil, a escala de temperatura utilizada é o grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$). No sistema internacional (SI), a escala de temperatura utilizada é Kelvin (K).

2.2.2. Calor (Q)

O calor é definido como a energia térmica em trânsito. Ele flui espontaneamente de um corpo com temperatura mais alta para um de temperatura mais baixa. O contrário ocorre através da adição de energia ao processo. O processo de transferência de energia por calor ocorre enquanto o gradiente de temperatura (diferença de temperatura) entre os dois corpos se mantém. A partir do momento que as temperaturas de dois corpos distintos se igualam ou equivalem, a transferência de energia por calor se encerra. Geralmente há uma confusão entre os termos calor e temperatura: calor é o processo de transferência de energia, enquanto a temperatura é uma propriedade de estado. Por convenção, o calor que entra em um sistema termodinâmico tem sinal positivo ($Q > 0$), enquanto o calor que sai de um sistema termodinâmico tem sinal negativo ($Q < 0$).

2.2.3. Mecanismos de transferência de calor

O calor pode ser transferido de um corpo a outro, ou entre sistemas, através de três modos distintos. São eles:

- **Condução:** transferência de energia através do contato direto entre partículas ou átomos de um mesmo meio material (exemplo: aquecimento de um cabo de panela quando a panela está em contato com a chama de um fogão);
- **Convecção:** transferência de energia entre superfícies sólidas e líquidos ou gases (exemplo: transferência de energia entre uma xícara

quente e o ar ambiente em volta, fazendo com que a temperatura da xícara diminua);

- **Radiação:** transferência de energia sem a necessidade de um meio físico, a partir de ondas eletromagnéticas (exemplo: transferência de energia entre o Sol e a Terra).

2.2.4. Trabalho (W)

Trabalho é a transferência de energia associada a uma força (F) que atua através de um deslocamento (d), cuja fórmula é: $W = F \times d$. Em sistemas termodinâmicos, o trabalho está relacionado à variação de volume (ΔV) sob uma determinada pressão (p), cuja fórmula pode ser reescrita como $W = p \times \Delta V$. Quando analisamos por exemplo a expansão de gás em um êmbolo, convencionamos que a expansão do gás é positiva ($W > 0$), enquanto a compressão é negativa ($W < 0$).

2.2.5. Energia Interna (U)

A energia interna é a soma de todas as energias microscópicas de um sistema (energias cinética e potencial das moléculas). Em um gás ideal, ela depende exclusivamente da temperatura. Ela pode ser entendida como a energia “armazenada” em um sistema, sendo que essa energia pode aumentar ou diminuir de acordo com as transferências de energia por calor e/ou trabalho que ocorrem.

2.2.6. Primeira Lei da Termodinâmica ($\Delta U = Q - W$)

A Primeira Lei da Termodinâmica é também conhecida como princípio da conservação da energia. Ela estabelece que a variação da energia interna (ΔU) de um sistema é o balanço entre o calor (Q) trocado com o meio e o trabalho (W) realizado ou sofrido.

2.3. TEORIAS DE APRENDIZAGEM

A relação que se estabelece em um ambiente escolar, principalmente quando pensamos na interação docente-discente, é cheia de nuances. O cotidiano da sala de aula é dinâmico, e por muitas vezes exigem do docente habilidades para lidar com diferentes situações. O saber docente, segundo Tardif, pode ser definido “como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais” (TARDIF, 2010, p. 36). O mesmo autor, dentre os saberes apresentados anteriormente, aponta que o saber experiencial é o de maior importância, pois o mesmo permite ao professor interpretar, compreender e orientar sua profissão.

Pode-se chamar de saberes experienciais o conjunto de saberes atualizados, adquiridos e necessários no âmbito da prática da profissão docente e que não provêm das instituições de formação nem dos currículos. Estes saberes não se encontram sistematizados em doutrinas ou teorias. São saberes práticos (...) e formam um conjunto de representações a partir dos quais os professores interpretam, compreendem e orientam sua profissão e sua prática cotidiana em todas as suas dimensões. Eles constituem, por assim dizer, a cultura docente em ação. (TARDIF, 2010, p. 48,49).

O saber docente, que embasa a prática educativa, deve ser sempre reflexivo, fazendo com que nos voltemos sempre a analisar nosso modo de trabalhar e interagir na sala de aula, o que tende a levar um maior conhecimento e melhora da nossa própria prática. Segundo Zabala, “necessitamos de meios teóricos que contribuam para que a análise da prática seja verdadeiramente reflexiva” (ZABALA, 2010, p.16). Com isso, argumenta o autor que devemos nos apropriar da teoria e sempre fazer a reflexão crítica do cotidiano da sala de aula. Além de Zabala, outros autores também trazem a preocupação com a reflexão da prática. Freire, por exemplo, em sua Pedagogia da Autonomia, diz: “A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo” (FREIRE, 2004, p. 22). Portanto, notamos que a reflexão sobre a prática é essencial na profissão docente, e além disso, que o

fundamento teórico também é importante, já que teoria e prática devem se complementar.

Faz-se necessário introduzir o assunto teorias de aprendizagem, que servem como apoio para o exercício de pensar a prática docente. Partindo do pressuposto que uma teoria “é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas” (MOREIRA, 2023, p.15), utilizamos a definição de Moreira para abordarmos algumas teorias de aprendizagem que se relacionam com o problema de pesquisa.

Uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Ela representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem e quais são as variáveis independentes, dependentes e intervenientes, tentando explicar o que é aprendizagem, porque ela funciona e como funciona. (MOREIRA, 2023, p. 14).

Com o que já foi exposto até então, podemos relacionar algumas teorias de aprendizagem que fundamentam a elaboração da pesquisa e do produto educacional deste trabalho. Segundo Mizukami (1986), podemos agrupar as teorias de aprendizagem segundo 5 abordagens: tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural. Em linhas gerais, podemos assim caracterizar as 5 abordagens:

- tradicional: abordagem que é a referência para as outras, ainda persistindo no tempo. Nessa situação, o ensino é centrado no professor, e se considera que o aluno deve apenas receber as instruções do docente.
- comportamentalista: o conhecimento é uma “descoberta” para o indivíduo, resultado direto da experiência.
- humanista: o sujeito tem um papel principal, sendo o grande elaborador do conhecimento humano. Relações interpessoais, psicológicas e emocionais são fatores importantes para o aprendizado.

- cognitivista: abordagem científica que tenta explicar como o aprendizado acontece na estrutura cognitiva. Se baseia na interação de um novo conhecimento com a estrutura cognitiva já existente.
- sócio cultural: as relações sociais, históricas e culturais têm papel fundamental no aprendizado dos sujeitos, e dessas interações dependem as apropriações que são feitas internamente em cada indivíduo.

A pesquisa e o produto educacional estão relacionadas com as abordagens cognitivista, e sociocultural, mais especificamente com as teorias de Ausubel (cognitivista) e Vygotsky (sócio cultural). Estas teorias serão apresentadas a seguir, para posteriormente serem relacionadas a este trabalho.

2.3.1. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel

A teoria de aprendizagem de Ausubel deriva dos estudos de David Ausubel, que foi professor emérito da Universidade de Columbia e médico psiquiatra de formação. Ausubel é um representante do cognitivismo, e portanto relaciona o aprendizado com o armazenamento organizado de informações na mente da pessoa que está aprendendo. No entanto, reconhece a influência da experiência afetiva no aprendizado. Como explica Moreira, “aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele baseia-se na premissa de que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização ou o conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos. É o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento.” (MOREIRA, 2013, p. 147).

Um ponto importante da teoria de Ausubel é o peso que é dado, no processo de aprendizagem, para aquilo que o aluno já sabe. Ou seja, Ausubel afirma em seus estudos que um dos pontos principais para o êxito do processo de aprendizagem é conhecer o que o aprendiz (aluno) tem armazenado de conhecimento e que pode

servir como um “ponto de ancoragem” para as novas informações e conhecimentos que se pretendem transmitir.

O conceito de *aprendizagem significativa* é o processo central da teoria de Ausubel. Como explica Moreira:

aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, esse processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação é ancorada em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 2013, p. 148).

Com relação à ideia central da aprendizagem significativa, fica claro que os subsunçores adquirem papel relevante no processo de aprendizagem, e são justamente os conhecimentos prévios já citados anteriormente. A partir das interações que são realizadas durante a vida do indivíduo, os subsunçores se modificam, podendo se expandir (o que permite que se torne mais abrangente e que tenha mais capacidade de ancorar novas informações) ou até diminuir sua abrangência, isso tudo, mais uma vez, dependendo das interações que são realizadas. Uma observação importante é que durante o processo de aprendizagem significativa, tanto a nova informação quanto o subsunçor em que ela se ancora são modificados após a interação.

Uma recomendação de Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa é o uso de organizadores prévios, que serviriam de ponte entre o conhecimento presente na estrutura cognitiva do indivíduo e a nova informação que é apresentada. Os organizadores prévios serviriam como uma espécie de apoio para relacionar a nova informação com os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Utilizando os principais conceitos da teoria de aprendizagem significativa, é destacado a importância de descobrir os conhecimentos prévios que os alunos possuem. De posse dessa informação, é possível traçar estratégias que valorizem

esse conhecimento para que o mesmo possa servir de subsunção para a nova informação que se pretende apresentar, cujo conteúdo está distribuído no produto educacional. Essa etapa de identificação dos conhecimentos prévios está presente em uma das etapas da sequência didática proposta.

2.3.2. A teoria da mediação de Vygotsky e a autonomia discente

A teoria da mediação de Vygotsky explica o desenvolvimento cognitivo através da interação com o meio, ou seja, o desenvolvimento cognitivo deve ser contextualizado em relação ao meio histórico, social e cultural em que está inserido.

Vygotsky teve vasta e variada formação. Foi professor de Literatura e Psicologia, e mais tarde interessou-se pela Medicina. A análise social e histórica é um reflexo de sua influência marxista.

Segundo Vygotsky, os processos mentais superiores, como fala, pensamento e linguagem, têm origem em processos sociais.

não se trata apenas de considerar o meio social como uma variável importante no desenvolvimento cognitivo. Para ele, desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar: é por meio da socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores. (DRISCOLL, 1995).

Além disso, existe um processo de mediação por instrumentos e signos. Mediação é um processo pelo qual acontece a internalização de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais (Moreira, 2013, p. 96). Instrumento e signos podem ser assim definidos:

Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa (MOREIRA, 2013, p. 96).

Para Vygotsky, “As sociedades criam não só instrumentos, mas também sistemas de signos; ambos são criados ao longo da história dessas sociedades e modificam, influenciam, seu desenvolvimento social e cultural” (MOREIRA, 2013,

p.111). Esse uso de símbolos é característica dos seres humanos e servem para diferenciá-los de outros animais. Portanto:

instrumentos e signos são construções sócio-históricas e culturais; por meio da apropriação (internalização) destas construções, via interação social, o sujeito se desenvolve cognitivamente. Quanto mais o indivíduo vai utilizando signos, tanto mais vão se modificando fundamentalmente as operações psicológicas das quais é capaz. Da mesma forma, quanto mais instrumentos vai aprendendo a usar, tanto mais se amplia, de modo quase ilimitado, a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções psicológicas. (MOREIRA, 2013, p. 97).

Vygotsky afirma que no desenvolvimento do indivíduo (criança), toda função aparece primeiro socialmente para depois serem internalizadas pela criança. Com isso, as interações são inicialmente entre pessoas (interpessoal, interpsicológica) para depois se tornarem interiores à própria criança (intrapessoal, intrapsicológica), ou seja, todas as funções mentais se originam entre relações entre seres humanos (VYGOTSKY, 1987).

Um ponto importante que deve sempre ser enfatizado quando se fala na teoria de Vygotsky é a importância que é dada para a interação social. A interação social promove a transmissão do conhecimento social, histórico e socialmente construído para o interior do indivíduo. Como já dito anteriormente, é a partir da interação social que os conceitos de signos e instrumentos são primeiramente aprendidos pelo indivíduo para depois serem internalizados (transmissão dinâmica de inter para intrapessoal). Essa interação social ocorre no contato com outras pessoas, e acontecem entre crianças e adultos na mesma família, na escola, etc.

Um outro conceito importante na teoria vygotskyana é a zona de desenvolvimento proximal. A zona de desenvolvimento proximal é entendido como a distância entre duas regiões no desenvolvimento cognitivo de um indivíduo. Ou seja, ela representa a distância entre uma região de desenvolvimento cognitivo real de um indivíduo (o indivíduo é capaz de resolver um problema sozinho) e uma região de desenvolvimento potencial de um indivíduo (o sujeito é capaz de resolver um problema apenas com o auxílio de outra pessoa).

A zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem; representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre; é dinâmica, está constantemente mudando. (MOREIRA, 2013, p. 100).

Quando trazemos as ideias de Vygotsky para a educação, é importante trazer a importância do papel do professor para o desenvolvimento cognitivo do aluno. O professor, que já tem uma base consolidada dos instrumentos e signos, tem um papel de mediador e deve analisar o nível de desenvolvimento do aluno para intervir na região de desenvolvimento proximal, estimulando que o indivíduo consolide novos aprendizados.

Podemos também relacionar a zona de desenvolvimento proximal com a autonomia na aprendizagem dos sujeitos, ou seja, com a capacidade de desenvolvimento de sua própria aprendizagem.

(...)“zona proximal” é o potencial de desenvolvimento de autonomia, a ser trabalhado no processo de aprendizagem. Sendo assim, a autonomia para aprender continuamente é conquistada ao longo do tempo, a partir de sucessivos aprendizados. Ela será fruto de diferentes estratégias didáticas intencionais e sistematizadas que propiciarão o desenvolvimento das competências essenciais para este fim. (BRASIL, 2026).

A teoria de Vygotsky traz uma abordagem diferente de outras teorias pois afirma que a aprendizagem se converte em condição para o desenvolvimento das funções mentais superiores, “desde que se situe precisamente na zona de desenvolvimento potencial do sujeito” (RIVIÈRE, 1987). Essa conclusão é diferente de outras teorias que defendem que o desenvolvimento cognitivo é necessário para a aprendizagem.

A teoria de Vygotsky é importante para o desenvolvimento da pesquisa e do produto educacional pois, assim como a teoria de Ausubel, trabalha com a análise e identificação de possibilidades para possibilitar o aprendizado. A zona de desenvolvimento proximal, como já foi discutido anteriormente, representa uma possibilidade onde a mediação do professor permite que novos conceitos sejam significados aos indivíduos. Além disso, a relevância que é dada aos contextos sociais, históricos e culturais na aprendizagem dialoga com o materialismo histórico

dialético e com a formação humana integral de sujeitos cientes e críticos, que percebem a sua importância na sociedade e conseguem ter uma visão crítica das relações sociais existentes.

2.4. TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDIC)

No modelo de sociedade capitalista em que vivemos, a palavra tecnologia geralmente está vinculada a avanços tecnológicos e a associamos a uma ideia de moderno e atual. É comum também pensarmos na palavra tecnologia agrupando-a com o uso de computadores e equipamentos que utilizam graus avançados de conhecimentos produzidos pela ciência, sendo difundida ultimamente a ideia relacionada com equipamentos inteligentes e que usam os conceitos de inteligência artificial (IA). O avanço tecnológico está diretamente ligado à ideia de desenvolvimento de um país, no modelo de sociedade capitalista em que vivemos. A associação que fizemos até então com a palavra tecnologia não está incorreta, mas ela é mais abrangente. As tecnologias estão presentes em toda parte e se desenvolveram desde quando o ser humano passou a ter necessidades nas mais variadas situações, ou seja, a palavra tecnologia não faz referência apenas a aparelhos e recursos tecnológicos, pois máquinas, ferramentas e até a própria linguagem são consideradas tecnologias (KENSKI, 2021).

É importante destacar o entendimento que a tecnologia nas suas mais diferentes formas, “são construções culturais e não apenas operações técnicas” (PEIXOTO, 2011), ou seja, busca-se contextualizar a utilização e criação de tecnologias a partir das necessidades de determinada época, relacionando seu uso a partir da necessidade do sujeito, e sabendo que o sujeito é livre para reconstruir os esquemas de utilização de um artefato, e nesse processo o sujeito também acaba se modificando. (PEIXOTO, 2011).

Como já dito anteriormente, a linguagem é uma forma de tecnologia. A linguagem oral e a linguagem escrita estão no mesmo grupo denominado Tecnologias da Informação e Comunicação (KENSKI, 2021). As Tecnologias da Informação e Comunicação, que pode ser abreviada por TIC, fazem referências a

formas de comunicação que tem como objetivo transmitir informações ou mensagens. Podemos citar como exemplo o rádio, a televisão, jornais e revistas, que são meios tecnológicos, ou *mídias*, que permitem que uma mensagem seja transmitida para um número maior de pessoas. Como afirma Kenski:

As tecnologias de Informação e Comunicação, mais conhecidas pela abreviatura 'TICs' são muitas. O jornal, o rádio, a televisão, o cinema e mesmo o computador são exemplos de TICs. A comunicação que elas possibilitam é unidirecional, ou seja, de um comunicador para muitos leitores, ouvintes, espectadores. Não há trocas e nem interação entre os que 'falam' e os que 'ouvem' ou 'veem' a informação (...) compreende, assim, as tecnologias que já existiam para a comunicação e informação antes da presença do digital. (KENSKI, 2021, p. 17-18).

Segundo Kenski, a popularização do uso dos computadores, fruto da revolução tecnológica iniciada a partir dos anos 1950 e do avanço da microeletrônica a partir dos anos 1970, permitiu a associação entre informática e comunicação, o que ajudou a cunhar um novo termo para designar essas tecnologias: tecnologia digital de informação e comunicação, cuja sigla é TDIC (KENSKI, 2021).

As TDICs ou Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação baseiam-se em uma linguagem específica em que todas as informações são armazenadas, manipuladas e transmitidas por meio de código binário (representado por 0 (Zero) e 1 (Um)). Esse processo gera uma nova gramática que possibilita o armazenamento, uso, criação e recriação de informações com os mais diferentes formatos (escritos, imagens, vídeos, mapas, fotos etc.) em uma única linguagem, a digital. (KENSKI, 2021, p. 22-23).

Uma diferença importante entre TIC e TDIC está no fato de que a comunicação proporcionada pela TIC é unidirecional, ou seja, de um comunicador para muitos espectadores, e sem haver uma interação entre esses dois grupos. Já na TDIC, a comunicação se caracteriza por permitir a interação e o compartilhamento entre pessoas e outros dispositivos digitais, situação essa que é possibilitada pela internet.

É importante ressaltar que a utilização de TDIC e outras formas de tecnologia podem ser entendidas como letramento digital, conforme definido por Buzato.

Letramentos digitais (LDs) são conjuntos de letramentos (práticas sociais) que se apóiam, entrelaçam, e apropriam mútua e continuamente por meio de dispositivos digitais para finalidades específicas, tanto em contextos socioculturais geograficamente e temporalmente limitados, quanto naqueles construídos pela interação mediada eletronicamente (BUZATO, 2006, p.6).

A grande utilização que fazemos das tecnologias se reflete também em sala de aula. As ferramentas e disponibilizadas nos últimos anos permitem mudanças até na interação entre professores e alunos, já que é muito comum, principalmente devido à pandemia de Covid-19, as chamadas aulas de ensino à distância, remotas e virtuais. Mas alguns defendem que estas tecnologias não são devidamente exploradas, pois em muitos casos o uso de tais ferramentas não modificaram a prática pedagógica docente, e o que se percebe é apenas uma adaptação do modo antigo de se ministrar uma aula (utilizando a lousa escura, o giz, a leitura de cópias impressas de algum texto, etc.) para um outro que agora utiliza recursos mais avançados, mas que tem a mesma função (a lousa escura pelo quadro branco com apresentação de slides, as cópias impressas pela utilização de alguma tela, etc.). Schuartz & Sarmiento, em pesquisa realizada com professores dos cursos de Serviço Social, apontam “um uso instrumental das TDIC nos processos de ensino e aprendizagem” (SCHUARTZ & SARMENTO, 2020), sem utilizar o potencial que tais tecnologias podem propiciar no ensino-aprendizagem. Essa visão é compartilhada por Oliveira e Moreira, em pesquisa similar realizada com os professores do curso de pedagogia de uma universidade particular do Estado do Rio Grande do Sul, e também por LOPES *et al.* (2023) em uma pesquisa realizada com professores do ensino de ciências que estavam realizando um curso de pós-graduação a nível de especialização em Ensino de Ciências.

O uso das TDIC em sala de aula também pode facilitar a aprendizagem significativa dos alunos. Um vídeo introdutório combinado com outros materiais pode servir como um organizador prévio de um assunto a ser apresentado (LIMA, 2016).

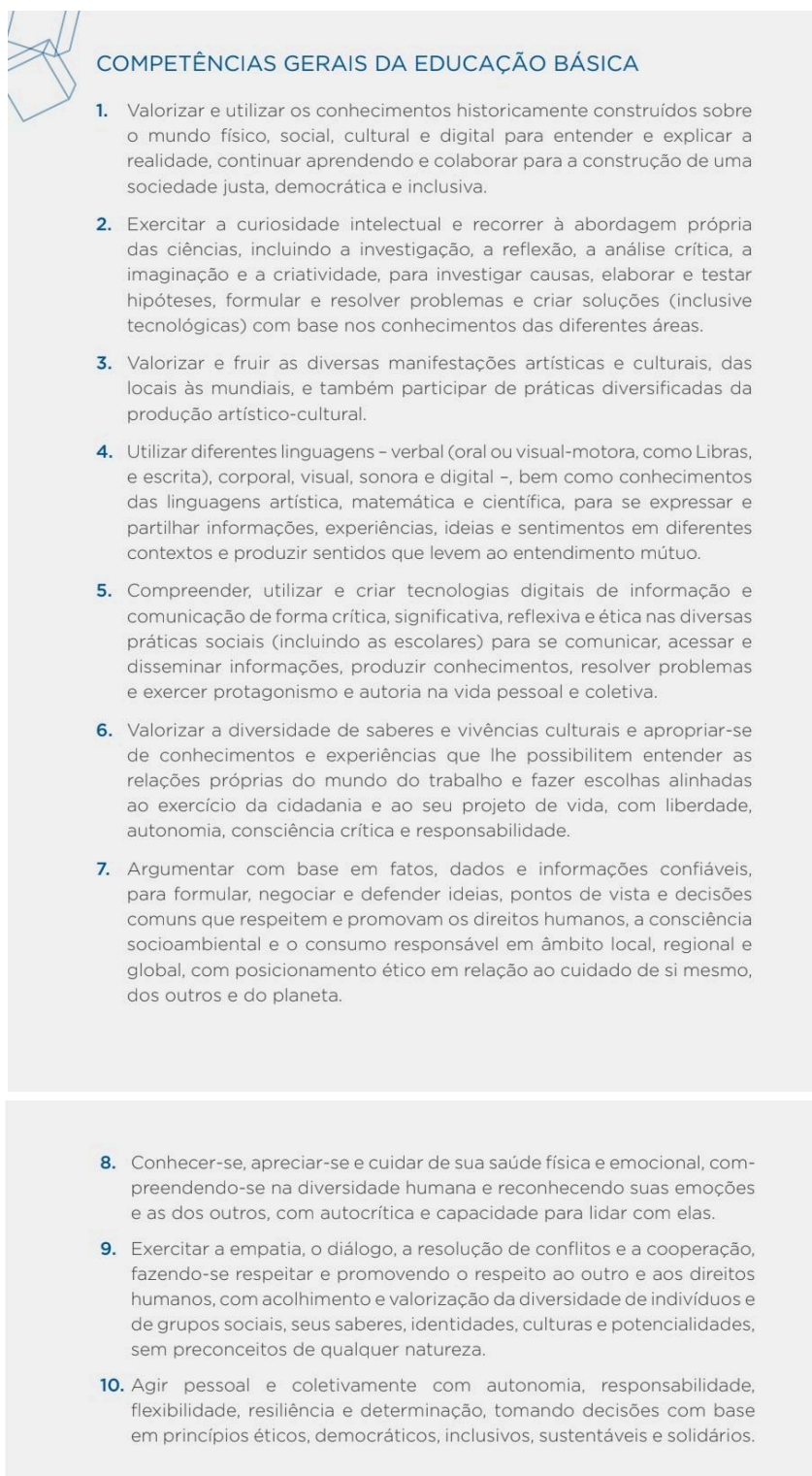
Um outro ponto importante quando tratamos de letramento digital é a forma como esse assunto é tratado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é um documento elaborado pelo Ministério da Educação que normatiza o conjunto

de aprendizagens iniciais que todos os alunos da Educação Básica devem desenvolver.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurado seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2018, p.7).

Na BNCC são definidas dez competências gerais que devem ser asseguradas aos estudantes. Competência, nesse documento, é definida como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

Figura 1: Competências Gerais da Educação Básica, conforme BNCC



Fonte: Ministério da Educação

Vale destacar que o item 5 do referido documento descreve como uma das competências gerais que devem ser asseguradas, o seguinte: “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). O item transcrito está de acordo com as definições discutidas até então sobre letramento digital, e percebe-se ainda a atenção dada para a visão crítica, reflexiva e ética, que são características de um entendimento de letramento com uma visão com prática social. Um documento complementar datado do ano de 2022, define normas sobre computação na educação básica em complemento à BNCC. No ensino médio, as premissas envolvem o "desenvolvimento de projetos para investigar desafios do mundo contemporâneo, construir soluções e tomar decisões éticas" (BRASIL, 2022, eletrônico).

Como a presente pesquisa se sustenta na utilização de ferramentas TDIC que auxiliem no processo de ensino, promovendo uma aprendizagem significativa, faremos inicialmente uma listagem de algumas ferramentas disponíveis que ajudem no ensino de Termodinâmica, com o objetivo de compará-las, demonstrando vantagens e desvantagens para cada uma. Os critérios utilizados para essa comparação serão:

- Tipo de ferramenta
- Gratuidade
- Vantagens de uso
- Limitações

Para melhor organização, foi montada uma tabela com as principais características das ferramentas pesquisadas. Cabe ressaltar que ‘simulação computacional, aplicada à experimentação em Física, consiste no “processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com

este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para a sua operação' (MEDEIROS; MOSER; SANTOS, 2014).

Tabela 1: Simuladores/ferramentas TDIC para ensino de Física

NOME	TIPO	INVESTIMENTO	DESCRIÇÃO
Laboratório Virtual Ifal	Simulador		Os Labs Virtuais são espaços de realização de atividades práticas de experimentação propícios às aprendizagens e, caracteriza-se como uma importante alternativa para favorecer a construção do conhecimento, colaborando para uma aprendizagem significativa e formação de conhecimentos científicos.
Phet	Simulador	Gratuito	oferece simulações de ciência e matemática divertidas, gratuitas, interativas e baseadas em pesquisa.
Simufísica	Simulador	Gratuito	coleção de aplicativos de simulação computacional para pesquisa e aprendizagem de Física e de outras ciências, podendo ser usada como apoio em sala de aula de Ensino Médio e de Ensino Superior.
Vascak.cz	Simulador	Gratuito	coleção de simuladores de Física gratuitos

Fonte: Próprio autor (2026)

Na presente pesquisa, será estimulada a utilização do simulador Phet durante a aplicação da sequência didática, devido à sua facilidade no uso e popularidade.

O trabalho de DA SILVA & MERCADO (2019) faz uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de experimentos virtuais no ensino da Física, apresentando diversas plataformas, entre simuladores e animações, que podem ser utilizadas em sala de aula, com o objetivo de estimular o aprendizado dessas disciplinas. Segundo os autores, “os resultados dessa revisão sistemática de literatura indicam que o desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo favorece aos professores

explorarem uma ampla gama de recursos digitais que têm sido desenvolvidos, explorados e avaliados com vistas à experimentação virtual ou que podem a ela ser subvertidos”, porém deve-se levar em consideração que “embora seja um recurso didático poderoso, por sua própria natureza, essas construções simplificam a realidade para tentar explicá-la e por isso os resultados visualizados, embora possam se aproximar em muito da realidade natural, não devem ser confundidos com ela” (DA SILVA; MERCADO, 2019).

ALVES (2014), em seu trabalho, também lista e comenta algumas ferramentas das TDIC, no caso específico simulações computacionais para o ensino de física, que podem ser usadas em sala de aula. São elas:

- LabVirt, ligado à Universidade de São Paulo;
- Merlot, da *California State University*;
- Phet, da Universidade Colorado;
- graxaim.org

Como exemplo do trabalho de DA SILVA & MERCADO (2019), a figura 2 apresenta parte do levantamento de simulações computacionais de Física apresentados pelos autores.

Figura 2: Endereços eletrônicos de simuladores computacionais de Física

- ACDLabs <<http://www.acdlabs.com>>
- Animaciones de Física
<<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/animaciones.html>>
- Associação Ensino Livre <<http://ensinolivre.pt/>>
- BBC Schools Science Clips <http://www.bbc.co.uk/schools/scienceclips/index_flash.shtml>
- Biblioteca de Simulações
<<http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm?newwindow=true>>
- Ciclo de Carnot <<http://www.cs.sbccc.net/~physics/flash/heatengines/Carnot%20cycle.html>>
- Ciclo de Carnot <<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm>>
- Ciclo de Otto <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termodinamica/motor.html>>
- Ciclo Diesel <<http://www.shermanlab.com/xmwang/myGUI/DieselG.html>>
- Ciência a Mão <<http://www.cienciamao.usp.br/>>
- e-Física <<http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/>>
- e-on <<http://www.eon-uk.com/EnergyExperience/661.htm>>
- Experimentos de cargas elétricas
<<http://www.dcc.uchile.cl/~sebrodri/JAVA/Proyecto/Proyecto.html>>
- Fichero virtual de la biblioteca a distância <<http://www.una.edu.ve/~crmbd>>
- Física Vivencial <<http://www.fisicavivencial.pro.br/>>
- Fisicanimada.net.br <<http://www.fisicanimada.net.br>>
- FisLab <<http://www.fislab.net/>>
- Freezeray <<http://www.freezeray.com/physics.htm>>
- How Stuff Works? (<<http://www.hsw.uol.com.br/>>)
- Hyper Physics <<http://hyperphysics-physics-astr.gsu.edu/hbase/vesc.html>>
- iPhysics (<<http://www.physicslessons.com/iphysics.htm>>)
- Khan Academy (<<https://pt.khanacademy.org>>)
- KS2 Bitesize <http://www.bbc.co.uk/schools/ks2bitesize/science/physical_processes/>
- Laboratório de Dilatação Térmica <<http://cref.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm#linear>>
- Laboratório de Física <<http://www.laboratoriodefisica.com.br/simulacoes.html>>
- Laboratório de MCU <<http://midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0073>>
- Laboratório de Termologia
<http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/cursos/materiales/estados/cambios.htm>
- Laboratorio virtual de la Universidad de Oregon <<http://jersey.uoregon.edu/vlab/>>
- Le Chat <http://www.fis.uc.pt/~spf/Soft_c/soft_chnl>
- Learners TV <<http://www.learnerstv.com/animation/animationcategory.php?cat=physics&page=2>>
- Medida de la densidad relativa de un líquido
<<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/densidad/densidad.htm>>
- Modelab2 <<http://modelab2.modelab.org/>>
- Molecular Expressions <<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/>>
- Laboratório de Motores <<http://www.k-wz.de/vmotor/dieselme.html> ; http://www.k-wz.de/vmotor/v_omotore.html ; <http://www.k-wz.de/vmotor/dampfme.html> ; http://www.k-wz.de/vmotor/z_omotore.html ; <http://www.k-wz.de/vmotor/dieselme.html> >

Fonte: Da Silva e Mercado (2019)

2.5. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

A aprendizagem baseada em problema (ABP) surgiu na década de 60 do século XX, como uma estratégia para melhorar o baixo desempenho dos estudantes da *McMaster University's Faculty of Health Sciences*, no Canadá, tendo resultados satisfatórios após a sua implementação. Nas décadas seguintes, outras instituições de ensino replicaram essa inovadora tecnologia, como por exemplo a Maastricht (Holanda) e Newcastle (Austrália). (BARROS, 2019). Ou seja, a aprendizagem baseada em problemas começou a ser aplicada a partir da década de 1970, sendo desenvolvida na década anterior no Canadá (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

Quando pensamos na educação e nas formas de estimular o aprendizado, sem incorrer a métodos tradicionais que tendem a ser “mecanizados”, podemos analisar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como uma alternativa interessante, pois ela parte de um problema que se aproxima da realidade (laboral, cotidiana), para estimular o autoaprendizado e a busca por soluções, e com isso faz um sentido inverso ao que estamos acostumados, que é a apresentação da teoria para posterior fixação do assunto com a resolução de problemas. Esse método de aprendizagem tem relações com as teorias construtivistas.

Segundo Borochovicus & Tortella (2014), “(...) A ABP tem como premissa básica o uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do discente”.

O questionamento sobre a forma tradicional de ensinar também é vista fora da academia. Como exemplo, tem-se a frase do pensador quilombola Nego Bispo, que costumava, em suas palestras sobre anticolonialismo, citar a formação dada nas escolas que não se conectam com a realidade dos estudantes.

Tem que acabar com essa história de educação nos moldes atuais. Porque educação e adestramento e colonização é a mesma coisa. O que as escolas fazem? Adestram as pessoas para trabalhar. Nós temos que acabar com a educação e aplicar a formação. E a formação só pode se dar dos ensinamentos e saberes resolutivos. Porque um saber que não resolve nada não é um saber. (SANTOS, 2020, p.17).

A metodologia da Aprendizagem baseada em Problemas tende a estimular algumas características importantes quando pensamos em uma formação que estimula o pensamento crítico. Como citado por Ribeiro (2008) ao elencar as vantagens do método na formação de profissionais da engenharia, cita como características conseguidas “(...) a adaptabilidade a mudanças, habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, pensamento crítico e criativo, adoção de uma abordagem sistêmica ou holística, trabalho em equipe”.

O método utiliza a resolução de problemas como estratégia de aprendizagem, e a partir da análise de um problema os estudantes são levados a encontrar uma solução, a partir de pesquisas e discussões.

A ABP é uma estratégia instrucional que se organiza ao redor da investigação de problemas do mundo real. Estudantes e professores se envolvem em analisar, entender e propor soluções para situações cuidadosamente desenhadas de modo a garantir ao aprendiz a aquisição de determinadas competências previstas no currículo escolar. As situações são, na verdade, cenários que envolvem os estudantes com fatos de sua vida cotidiana, tanto da escola como de sua casa ou de sua cidade. (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019, p. 49).

Ou seja, a escolha de um problema relevante para os alunos é um ponto essencial para o bom desenvolvimento do método, sendo que essa metodologia tende a ser bem sucedida quando permite conexões com conhecimentos já existentes. Como descrito por LOPES et. al (2019), “(...) um problema bem elaborado deve, como já enfatizamos, possibilitar conexões com o conhecimento prévio dos estudantes, ser relevante para eles, de modo a tornar os conteúdos relacionados potencialmente significativos”. A elaboração de uma situação-problema que desperte o interesse dos participantes da ABP deve buscar uma contextualização com o cotidiano dos mesmos, ou também ser uma situação que os estudantes poderiam enfrentar no seu trajeto profissional. (LOPES et al, 2019; BARROS, 2020).

2.5.1. Etapas para aplicação da ABP

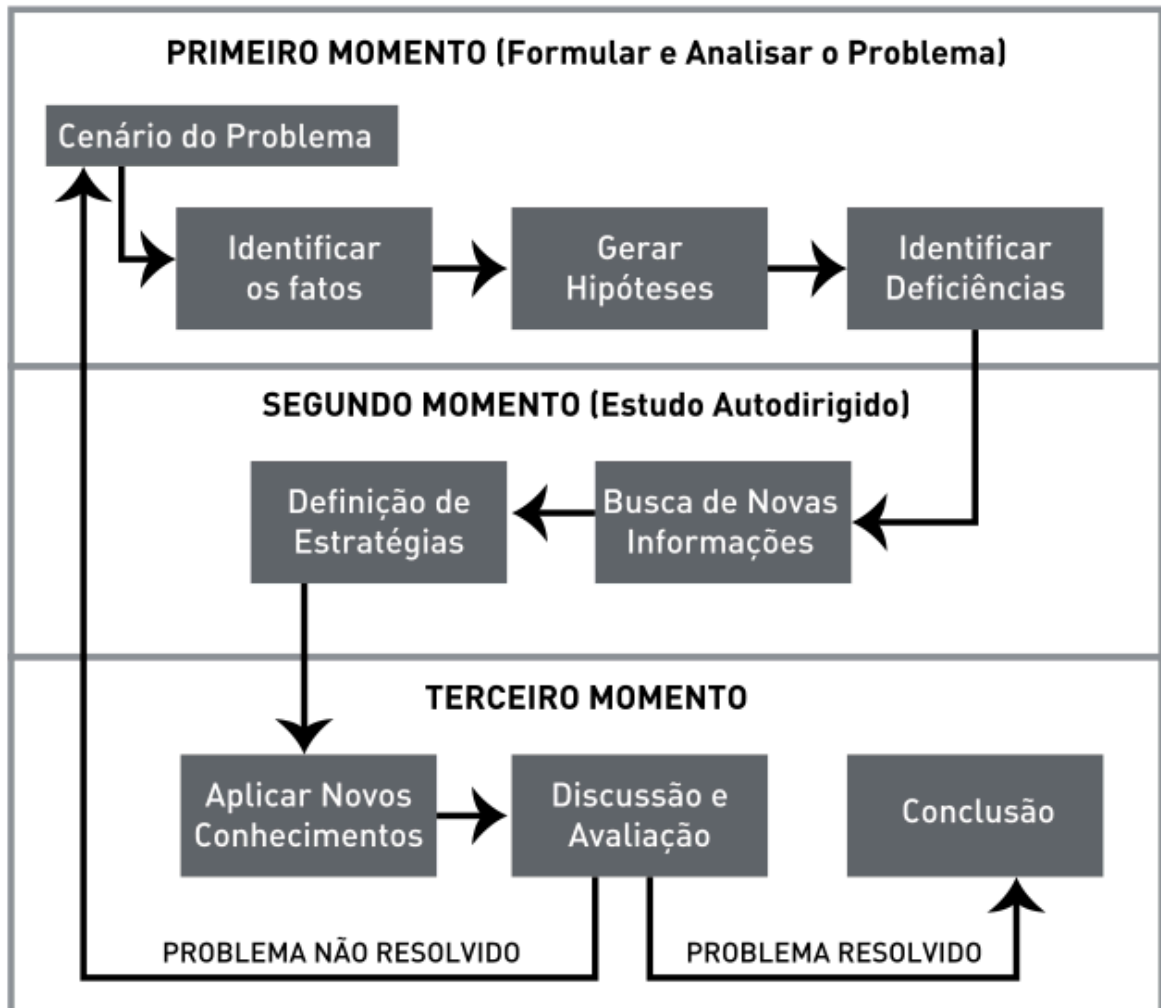
Para a aplicação da metodologia, alguns passos devem ser seguidos. É

essencial apresentar detalhadamente a forma de se trabalhar aos estudantes, e explicar o objetivo da metodologia e as vantagens que se pode conseguir ao aplicá-la. Essa explanação é necessária pois essa metodologia difere da forma que muitos de nós estamos acostumados e fomos formados durante nossa vida escolar. Podemos resumir a aplicação da ABP nas seguintes etapas (SOUZA; DOURADO, 2015):

- Elaboração do cenário problemático: professor tutor elabora uma situação-problema que leve em consideração o interesse dos estudantes e que possa ser investigado e pesquisado;
- Recebimento do problema por parte dos grupos e levantamento de hipóteses: com o grupo formado, os participantes discutem sobre o problema sugerido, fazendo uma leitura detalhada do mesmo; também levantam as primeiras hipóteses e planejam como será feita a pesquisa;
- Investigação com os recursos disponíveis: os grupos realizam pesquisas separadamente entre si, e nesse processo são assessorados pelo professor (tutor), que adquire um papel de orientador nessa pesquisa;
- Síntese do processo de investigação: após o processo de pesquisa e investigação serem realizados, a solução encontrada é apresentada para a turma. Ao final da etapa são realizadas avaliações individuais e, caso a solução apresentada não seja satisfatória, o processo pode ser retomado.

A figura 3 apresenta uma outra perspectiva do ciclo da ABP, e que ajuda a compreender como a aprendizagem autônoma dos estudantes é alcançada

Figura 3: Ciclo da ABP



Fonte: Lopes et al, 2019, p. 51

2.5.2. Funções de cada participante na ABP

- **Aluno**: papel ativo do aluno no processo de aprendizagem. Ao contrário de métodos tradicionais em que o professor tem o papel de reprodutor de conteúdos e o aluno um papel de receptor, na ABP o aluno é exposto ao problema antes do processo de aprendizagem e acúmulo de saberes (HUNG; JONASSEN; LIU, 2008);
- **Professor/tutor**: papel de estimular os alunos a construírem o seu próprio conhecimento, mediando e orientando os alunos no processo

de desenvolvimento de habilidades interpessoais. Como o professor domina os conteúdos disciplinares, nesse processo de mediação é importante que possua conhecimentos sobre métodos e estratégias de ensino (BARROS, 2020).

2.5.3. Situação Problema na ABP

A elaboração da situação problema, na metodologia da ABP, possui um caráter de extrema importância, pois é a partir dela que a aprendizagem significativa irá se desenvolver. A situação-problema da ABP é conhecida na língua inglesa como *ill-structured problem*, e pode ser entendida como um problema com uma estruturação incompleta, ou semiestruturado (o contrário de um problema bem estruturado, em que a aplicação de uma fórmula ou a utilização de um algoritmo de resolução pré-definido terá como resultado uma resposta única), em que nem todas as informações estão disponíveis, podendo existir mais de um caminho para se chegar a uma resposta, sendo que também não existe uma resposta única (assim como ocorre em situações reais). A situação problema da ABP estimula outros olhares na resolução de problemas e os alunos devem encarar essa experiência com atitudes diferentes das quais muitos estão acostumados.

Na abordagem desses problemas do mundo real, os aprendizes precisam se preocupar com 'pontos de vista' e criar argumentos que 'justifiquem' a sua hipótese. (...) alguém responde (...) a um *ill-structured problem* com uma declaração e uma justificativa, que pode ser discutida até que se chegue a uma conclusão. (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019, p. 55).

Deve-se buscar um problema que desperte a curiosidade no aluno, pois a partir da apresentação desse problema todo o processo da ABP, com suas várias etapas e suas características, irá se desenvolver. Uma situação problema com pouca complexidade pode desmotivar os alunos no processo, enquanto o oposto também produz o mesmo efeito de desmotivação. Portanto, é necessário se debruçar sobre esse item com muito cuidado para estimular o aluno durante seu percurso. O trabalho de LEITE *et. al* (2019) se debruça sobre a importância desse

item na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, e descreve as características que um bom problema a ser utilizado na ABP deve ter:

- deve ser complexo;
- semiestruturado;
- aberto (várias soluções possíveis);
- realístico e conectado com o cotidiano profissional e/ou vida dos estudantes a que se direciona;
- adaptado aos conhecimentos prévios e ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

A criação de uma situação problema que possibilite o engajamento dos alunos, trazendo consigo uma aproximação da realidade vivida e que estimule a busca por soluções é primordial na metodologia da ABP e foi abordada nesta pesquisa de mestrado.

2.5.4. Técnica 3C3R para elaboração de situação problema

A técnica 3C3R é uma metodologia sistemática que auxilia na elaboração de um problema na ABP. Ela tem essa denominação devido às iniciais desses componentes na língua inglesa, a saber:

- **3C (Componentes Centrais)**
 - Conteúdo (*Content*)
 - Contexto (*Context*)
 - Conexão (*Connection*)
- **3R (Componentes Processuais)**
 - Pesquisa (*Research*)
 - Raciocínio (*Reasoning*)
 - Reflexão (*Reflecting*)

Essa metodologia foi criada por Woei Hung, da *University of North Dakota*, e se baseia em componentes centrais (**3C**), que tratam da adequação do conteúdo, sua contextualização próxima ao cotidiano dos estudantes e a possibilidade de

conexão com outras situações, e processuais (**3R**), em que os componentes processuais se concentram em facilitar a participação e o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem.

Figura 4: Estrutura do modelo 3C3R



Fonte: Hung (2006) - adaptado em Lopes et. al, 2019, p. 79

O autor também explicita nove passos para a criação de um problema na ABP:

Tabela 2: 9 passos para criação da situação- problema, segundo Hung

Passo	Tarefa
1	Criar metas e objetivos
2	Conduzir uma análise de conteúdo
3	Analisar o contexto do problema
4	Formular a versão inicial do problema
5	Conduzir uma análise de adequação do problema

6	Conduzir uma análise de correspondência
7	Conduzir processos de “calibração”
8	Construir componentes reflexivos
9	Examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R

Fonte: Próprio autor (2026) - adaptado em Lopes et. al, 2019

Os nove passos da metodologia são descritos resumidamente a seguir:

- Passo 1: Criar metas e objetivos

Estabelecer objetivos de aprendizagem, observando a profundidade do conteúdo, e quais competências devem ser desenvolvidas.

- Passo 2: Conduzir uma análise de conteúdo

Mapear os conceitos fundamentais que o aluno precisa encontrar para durante a resolução, explicitando também quais são os pré-requisitos necessários.

- Passo 3: Analisar o contexto do problema

Selecionar um cenário real e relevante para o aluno de forma a engajá-lo na pesquisa.

- Passo 4: Formular a versão inicial do problema

Criar uma narrativa que leve em conta os passos anteriores, transformando os objetivos de aprendizagem em uma situação problema de origem prática. A formação profissional futura pode ser um item que potencializa a curiosidade.

- Passo 5: Conduzir uma análise de adequação do problema

Descrever o problema por completo, descrevendo as variáveis conhecidas e desconhecidas, os processos de resolução e os domínios de conhecimento necessários. Essa fase serve para verificar a semi estruturação do problema.

- Passo 6: Conduzir uma análise de correspondência

Verificar se o problema proposto permite alcançar os objetivos de conteúdo e as habilidades pretendidas. No final da análise é possível o apontamento de itens que necessitam ser calibrados.

- Passo 7: Conduzir processos de “calibração

Corrigir os problemas apontados na fase anterior, com o objetivo de dar clareza aos objetivos de aprendizagem propostos e manter o engajamento dos alunos.

- Passo 8: Construir componentes reflexivos

Criar momentos para o aluno pensar sobre o que aprendeu e como aprendeu, de modo que o aluno possa refletir sobre seu processo de aprendizagem.

- Passo 9: Examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R

Verificar se os componentes processuais (pesquisa, raciocínio e reflexão) dão suporte ao componente conteúdo. O componente contexto deve fornecer suporte aos componentes processuais. Por fim, a componente conexão deve possuir relação de suporte mútuo com cada componente processual. (Lopes et. al., 2019, p. 90).

2.6. TRABALHOS RELACIONADOS/ESTADO DA ARTE

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica em trabalhos anteriores (Etapa 1 da pesquisa) que tem correlação com os assuntos abordados nesta pesquisa, com o objetivo de compreender o estado da arte sobre o tema pesquisado, fazendo levantamentos sobre o que já foi publicado, permitindo uma compreensão mais aprofundada e contextualizada do que se tem discutido ultimamente, conforme apontam Romanowski & Ens.

Estados de arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a

pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada. (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39).

Para esta exploração inicial, foi realizado uma revisão narrativa da literatura utilizando como base de dados:

- Repositório ProfEPT;
- Biblioteca digital de teses e dissertações (BDTD);

Para a realização desta pesquisa sobre temas relacionados, foram utilizados os seguintes descritores: “Aprendizagem baseada em problemas (ABP)”, “*Problem Based Learning (PBL)*”, “Termodinâmica”, “Mecânica”, “Tecnologias de Informação e Comunicação”, “Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação”. A grande maioria dos trabalhos utilizados para o estado da arte abrangem trabalhos publicados no intervalo de 2019 até os dias atuais, sendo que 2 trabalhos foram publicados em datas mais antigas (2014). O tema ABP/PBL no repositório ProfEPT forneceu 13 trabalhos nas mais diversas áreas, porém nenhum dos trabalhos apontados foi realizado na área de Física ou Termodinâmica. A busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações forneceu 3 resultados quando combinados os descritores “aprendizagem baseada em problemas” e “termodinâmica”. Ao se combinar os descritores “aprendizagem baseada em problemas” e “tecnologias digitais de informação e comunicação”, a pesquisa trouxe 12 resultados, principalmente em assuntos ligados à biologia e computação. Os trabalhos escolhidos nesta revisão narrativa levaram em conta a experiência de utilização de ferramentas das TDIC (focando em simuladores gratuitos), os indicadores da utilização de TDIC na educação, também aqueles que foram realizados no ensino médio, e por último trabalhos que tratavam sobre dificuldades no ensino de termodinâmica e a utilização de termodinâmica com ferramentas das TDIC.

A relação de trabalhos encontrados na base de dados “Observatório ProfEPT”, se apresenta reunida na tabela 3.

Tabela 3: Revisão narrativa/estado da arte utilizada na pesquisa

Título	Tipo	Instituto	Amostragem de pessoas	Metodologia utilizada	Descritores
Atividades didáticas inovadoras de Termodinâmica baseadas em resolução de problemas e TIC	Dissertação	Universidade Federal de Santa Maria	18 Estudantes da Segunda Série do EM.	TDIC	Termodinâmica, TDIC
Aprendizagem baseada em problemas: um roteiro para o ensino de Termodinâmica na educação básica	Dissertação	Universidade Federal de São Carlos	60 estudantes. Três turmas	ABP (PBL)	Termodinâmica, ABP
Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas	Artigo	PUC-Campinas	9 grupos	ABP	Avaliação, Ensino Superior, ABP
Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de física	Artigo	Universidade Federal de Alagoas (UFAL)			Experimentos Virtuais, Possibilidades didáticas, Ensino de Física.
Ensino de Termodinâmica através de animações e simulações	TCC	Universidade Federal de Rondônia (UNIR)		Revisão bibliográfica	Ensino. Física. Simulação
Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica	Artigo	Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, UBU, UFRGS	99 estudantes	Questionário	Conceitos termodinâmicos, invariantes operatórios, campos conceituais
Sociedade Tecnológica: tecnologia digital da informação e	E-book	UNEB			

comunicação (TDIC)					
Sequência didática para o ensino da termodinâmica	Dissertação	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	26 alunos	TDIC. Simuladores. Vídeos	Ensino de Física. Recursos Didáticos. Termodinâmica.
Ensino de física com uso de simuladores virtuais: potencial de utilização em sala de aula	Artigo	IFRN			Simulação virtual. Ensino de Física. Ferramenta computacional.
Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores	Livro			ABP	
Mapeamento sobre a incorporação das TDIC no ensino médio nos últimos 8 anos	Artigo	CEFET-MG		Revisão bibliográfica	TDIC. Ambiente de Aprendizagem. Ensino Médio. Educação Tecnológica
A produção científica nacional em periódicos sobre o ensino de termodinâmica	Artigo	UFMS		Levantamento bibliográfico	Levantamento Bibliográfico; História da Ciência; História do Calor.
Metodologias ativas que empregam tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ensino médio integrado	Artigo	IFNMG, IFMG		Revisão sistemática da literatura (sala de aula invertida, gamificação, ABP)	Métodos Ativos. Educação Profissional Integrada. Mapeamento Sistemático
Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e	Artigo	Universidade Federal do Paraná; Universidade	77 professores	TDIC	Docência; TDIC; Formação Profissional;

processo de ensino		Federal de Santa Catarina			Serviço Social
--------------------	--	---------------------------	--	--	----------------

Fonte: Próprio autor (2026)

Os trabalhos apresentados na tabela 3 possuem descritores que se relacionam com o tema pesquisado. Dos trabalhos que compõem este estado da arte, 8 são artigos publicados em revistas, 3 são dissertações de mestrado, 1 é trabalho de conclusão de curso (TCC) de graduação, e ainda temos 1 livro e 1 *e-book*.

ALVES (2014) focou em seu trabalho a “implementação de atividades didáticas inovadoras baseadas em resolução de problemas e TIC” na disciplina de Termodinâmica, com objetivo de trabalhar os conteúdos procedimentais e atitudinais com o público-alvo de sua pesquisa, que foram alunos da segunda série do Ensino Médio. Barros (2020) utilizou a metodologia da ABP na disciplina de Termodinâmica, criando um produto educacional para ser utilizado por professores que ministram a disciplina, ressaltando a eficácia do método, porém destacando a necessidade dos conhecimentos prévios dos estudantes e uma boa estrutura de internet e computadores para potencializar os resultados. A utilização de ferramentas TDIC foi relatada em 8 dos trabalhos citados, como por exemplo nos trabalhos de ALVES (2014), DA SILVA & MERCADO (2019), BOROCHOVICIUS & TORTELLA (2014). Resumidamente, a utilização de TDIC e simuladores no ensino de Física/Termodinâmica é apresentada como uma ferramenta de grande potencial para o ensino/aprendizagem, pois facilitam o entendimento e a compreensão de problemas mais complexos, e também facilitam a comunicação e a obtenção de novos conhecimentos. MACHADO & RAMOS (2019), em seu mapeamento sistemático realizado sobre a incorporação das TDIC no ensino médio, no intervalo entre 2010 a 2018, apontam vantagens e desvantagens na utilização. Segundo os autores, “A maior parte dos professores reconheceu que as TDIC podem transformar a maneira como eles podem ensinar e os estudantes podem aprender” (MACHADO & RAMOS, 2019), no entanto “(...) faz-se necessário a intervenção do professor como mediador dos conteúdos e o aprofundamento por parte dos estudantes”. Além

disso, os autores concluíram que os professores, em sua maioria, não possuem formação/capacitação para inclusão das TDIC em sala de aula, sendo necessário promover espaços formativos.

O ensino da Termodinâmica foi abordado nos trabalhos de ALVES (2014), LIMA (2016), BARROS (2020), FISCHER (2022) e SILVA & ERROBIDART (2019). SILVA & ERROBIDART (2019) fizeram um mapeamento sistemático entre os anos de 2013 e 2016 para elucidar como alguns termos utilizados na Termodinâmica (que são de difícil compreensão devido às concepções espontâneas que esses termos carregam em si) são trabalhados em sala de aula. O trabalho focou muito sobre o termo calor, e nesse estudo ficou demonstrado que concepções espontâneas sobre termos termodinâmicos estão presentes em estudantes e até mesmo no discurso de professores, e que essas concepções não são facilmente substituídas pelas científicas. O uso de simulações estimula o aprendizado da disciplina (FISCHER, 2022). GRINGS et. al (2006) realizaram um estudo inicial para identificar dificuldades na aprendizagem de conceitos da termodinâmica e que possam ser relacionados com a teoria de invariantes operatórios.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa se assume como uma pesquisa-ação, com tratamento de dados quali-quantitativos. Segundo Tripp (2005), “pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática” (TRIPP, 2005, p. 447). Essa metodologia escolhida, que tem como característica a participação dos sujeitos no processo, converge com o objetivo da pesquisa, já que pretende, a partir da apresentação de um problema, elaborar de forma participativa uma sequência didática que promova maior autonomia dos participantes, tendo maior aderência com seu público-alvo (LEITE, 2018).

A pesquisa-ação promove a participação dos usuários do sistema escolar na busca de soluções aos seus problemas. Este processo supõe que os pesquisadores adotem uma linguagem apropriada. Os objetivos teóricos da pesquisa são constantemente reafirmados e afinados no contato com as

situações abertas ao diálogo com os interessados, na sua linguagem popular. (THIOLLENT, 1986, p. 75).

A pesquisa-ação será dividida em quatro etapas:

- Etapa 1: Fase exploratória/diagnóstica;
- Etapa 2: Elaboração do Produto Educacional (P.E.)
- Etapa 3: Aplicação do P.E.
- Etapa 4: Avaliação e validação do P.E.

Durante a etapa 1, a fase exploratória/diagnóstica objetivou compreender o estado da arte sobre o tema pesquisado através de uma revisão bibliográfica, como já discorrido no item 2.6 do presente trabalho. Também nessa fase foi aplicado um formulário (questionário diagnóstico) aos participantes para coletar informações. Esse formulário permitiu algumas análises, a saber:

- Como os estudantes perceberam a importância da Termodinâmica em suas vidas, e se alguns conceitos importantes da disciplina estavam compreendidos corretamente;
- Quais ferramentas das TDIC os estudantes costumavam utilizar quando precisam adquirir novos conhecimentos;
- Informações a respeito do conhecimento ou utilização de simuladores virtuais de Física, que poderiam ser utilizados na disciplina de Termodinâmica;
- Conhecimentos sobre metodologias ativas, principalmente a ABP.

Vale ressaltar que a pesquisa teve início após a aprovação da mesma pelo Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEPSH) do Ifal, e que o estudo teve início com a entrega dos convites de participação da pesquisa, TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido) aos participantes e suas/seus respectivas/os responsáveis, onde foi feita uma explicação sobre os objetivos da pesquisa e suas etapas. O parecer consubstanciado do CEPSH possui CAAE (Certificado de Apresentação de

Apreciação Ética) número 86558524.0.0000.0195 e parecer número 7.578.757, e se encontra no Anexo A da dissertação.

A análise dos dados coletados serviu para a elaboração do Produto Educacional, que representa a etapa 2 da pesquisa. Produto educacional pode ser caracterizado como “um processo ou produto educativo e aplicado em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino. (...) Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeo-aulas, um equipamento, uma exposição, entre outros.” (BRASIL, 2019, p. 15). O produto educacional da presente pesquisa é classificado em sua tipologia como um material didático/instrucional, em forma de sequência didática, sendo elaborado utilizando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), juntamente com a utilização de ferramentas tecnológicas das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). A definição do problema a ser trabalhado foi feita a partir da análise das respostas do formulário da etapa diagnóstica, tendo o foco em trazer situações do cotidiano com potencial para ser explorado na metodologia da ABP, que trouxesse engajamento dos estudantes, e que estivesse alinhada às bases teóricas da EPT. Ainda na etapa de elaboração da pesquisa, é demonstrada a aplicação da técnica 3C3R para criação da situação problema, apresentando detalhadamente os nove passos da técnica que serviram de apoio para o problema trabalhado durante a sequência didática.

A etapa 3 da pesquisa refere-se à aplicação do Produto Educacional, cuja aplicação nas duas turmas (matutino e vespertino) da segunda série do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica aconteceu entre os dias 29/10/2025 e 19/11/2025, durante as aulas da disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, com a participação de 60 alunos, aproximadamente. O detalhamento da metodologia, as etapas dos encontros/atividades, o material utilizado e o relato da experiência será detalhado na seção 4.2.4. referente à aplicação do Produto educacional.

A etapa 4 consiste na avaliação do Produto Educacional e na validação do mesmo. Finalizada a etapa de aplicação do Produto Educacional, os participantes

da pesquisa fizeram a avaliação do P.E. através de um questionário padronizado (Apêndice B). O questionário utilizado para avaliar o PE trouxe questionamentos dos seguintes temas:

- Ferramentas TDIC foram utilizadas de forma crítica?
- A metodologia da ABP estimulou os participantes?
- Os conceitos de Termodinâmica ficaram mais compreensíveis?
- A linguagem utilizada na proposta didática, o tempo de aula e os objetivos da proposta foram razoáveis?
- Como foram organizadas as tarefas entre os participantes?
- As discussões das soluções entre os grupos permitiu uma aprendizagem significativa?

Devido à natureza do questionário avaliativo do PE, com formato quanti-qualitativo, a análise dos resultados foi feita utilizando relatos dos estudantes que corroboraram as respostas quantitativas.

A validação do Produto Educacional foi feita pela banca examinadora, na defesa do mestrado.

Os materiais físicos e digitais coletados, para fins da pesquisa, serão armazenados durante um prazo de 5 (cinco) anos. Os materiais físicos incluem questionários, formulários, anotações de aulas, relatórios, etc. e serão armazenados em uma pasta física, na residência do pesquisador. Os materiais digitais coletados incluem questionários respondidos no formato online, TCLE, TALE, imagens, etc. e serão armazenados em um dispositivo eletrônico (pendrive ou HD externo) de posse do pesquisador. Imediatamente após o encerramento da coleta de dados em ambiente virtual, os materiais digitais coletados serão baixados e armazenados em um dispositivo eletrônico (pendrive ou HD externo) de posse do pesquisador, e qualquer registro da coleta de dados realizada em ambiente virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem", será deletado. Passado o período de 5 anos, os dados físicos e digitais serão destruídos ou apagados.

4 ANÁLISE DOS DADOS

A etapa de coleta e análise dos dados da pesquisa adquire caráter de extrema importância, já que tanto a forma de se realizar a coleta quanto o ato de se debruçar sobre o que foi obtido deve ser realizado com cuidado para obter dados confiáveis. A seguir será feita uma descrição do processo de coleta de dados, partindo do questionário diagnóstico, em seguida demonstrando o processo de elaboração do produto educacional, e finalizando com a avaliação do mesmo produto.

4.1. Questionário diagnóstico

O questionário diagnóstico (Apêndice A) utilizado na primeira fase da pesquisa objetivou obter dados que pudessem servir de base para a elaboração de um produto educacional, na forma de sequência didática, que estimulasse a aprendizagem significativa e a autonomia dos participantes. As perguntas do formulário perguntaram sobre:

- o conhecimento de determinados conceitos da disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas e que estão presentes no cotidiano das pessoas que participaram da pesquisa;
- conhecimento de metodologias ativas;
- utilização de TDIC pelos participantes,
- ferramentas utilizadas quando estão no processo de aprendizagem de algum assunto específico.

Juntamente com a apuração dos trabalhos relacionados, as respostas do questionário diagnóstico serviram de suporte para a elaboração da situação problema da ABP.

O formulário foi enviado de forma online para os estudantes. As duas turmas que responderam o diagnóstico foram de alunos que estavam cursando a disciplina no ano de 2025. O total de alunos que responderam às perguntas foi de 56 pessoas, todos concordando em participar. A maioria dos respondentes tinha 17 anos (58,5%

do total, 31 pessoas), 18 anos ou mais foi representado por 39,6% do total (21 pessoas) e 1,9% tinha 16 anos (1 pessoa). A grande maioria se declarou como pertencente ao gênero masculino (33 pessoas, 62,3% do total) e o restante se declarou como pertencente ao gênero feminino (20 pessoas, 37,7% do total).

Figura 5: Aplicação do questionário diagnóstico com as turmas



Fonte: Próprio autor (2025)

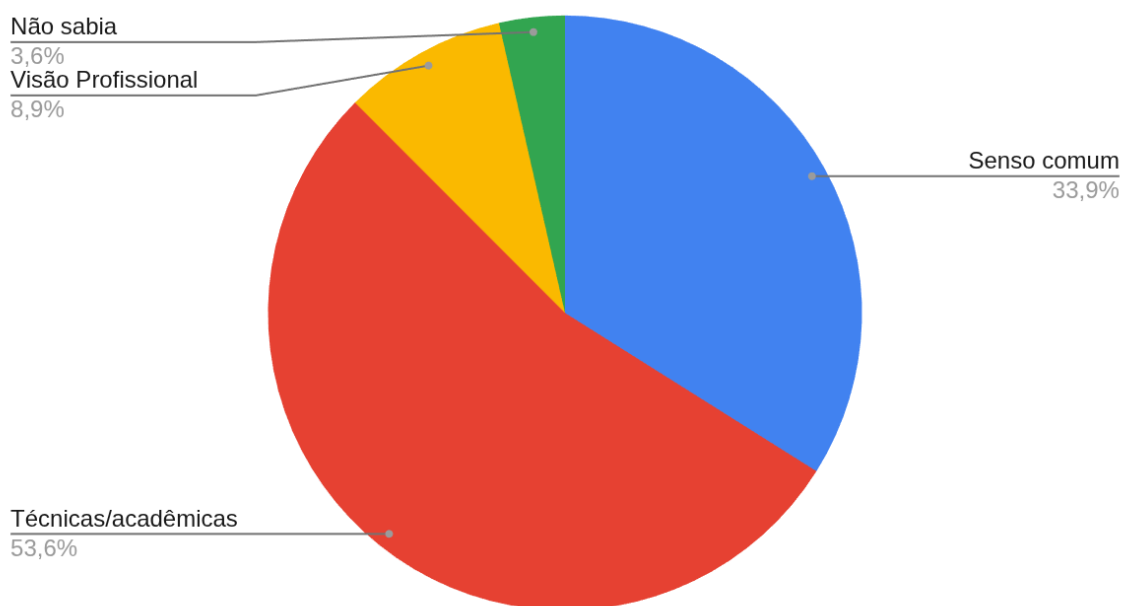
Nas questões que abordaram o conhecimento sobre Termodinâmica, foi perguntado o que as pessoas compreendiam por Termodinâmica. As respostas coletadas, de forma aberta (visto que foi solicitado respostas com as próprias

palavras do entrevistado), foram agrupadas em 4 grupos, que são:

- Definições de senso comum: nesse grupo estão respostas que associavam a Termodinâmica com “o estudo de temperatura” “se relaciona com o funcionamento da panela de pressão”, “algo relacionado a calor, temperatura, pressão e sistema”;
- Definições técnicas ou acadêmicas: nesse grupo estão respostas que associavam a Termodinâmica com “parte da física que estuda as relações entre calor, trabalho, energia e temperatura, e como essas grandezas afetam o comportamento das substâncias”, “Uma matéria que explica algumas propriedades através de um sistema (o corpo estudado) e a sua interação com a vizinhança (o espaço que está ao redor do corpo estudado)”;
- Definições de utilização na vida profissional: nesse grupo estão respostas que associavam a Termodinâmica com “o estudo de algo que transforma energia (energia térmica) em forma de trabalho e capacidade desta máquina de realizar o trabalho”;
- Não sabia responder.

Figura 6: Gráfico “Em sua opinião, o que é Termodinâmica?”

Em sua opinião, o que é Termodinâmica?



Fonte: Próprio autor (2025)

Dessa pergunta, 53,6% do total (30 pessoas) responderam que compreendiam a Termodinâmica com as definições mais próximas da área técnica e acadêmica, 33,9% do total (19 pessoas) fizeram uma associação com o senso comum, relacionando principalmente a disciplina com o estudo de temperatura (essa conceituação está próxima do relato de confusão que existe entre os termos calor e temperatura), 8,9% do total (5 pessoas) responderam associando com “estudo/aplicação em máquinas térmicas”, e 3,6% do total (pessoas) não souberam responder. As concepções do senso comum sobre calor e temperatura são subsunções que tem potencial de servir como ancoragem para aprimorar o entendimento e o conhecimento.

Ainda sobre o tema da Termodinâmica, foi perguntado sobre qual seria a importância de conhecer a teoria de Termodinâmica. Essa pergunta, também realizada de forma discursiva, teve respostas que, para facilitar a análise foram agrupadas nos seguintes itens:

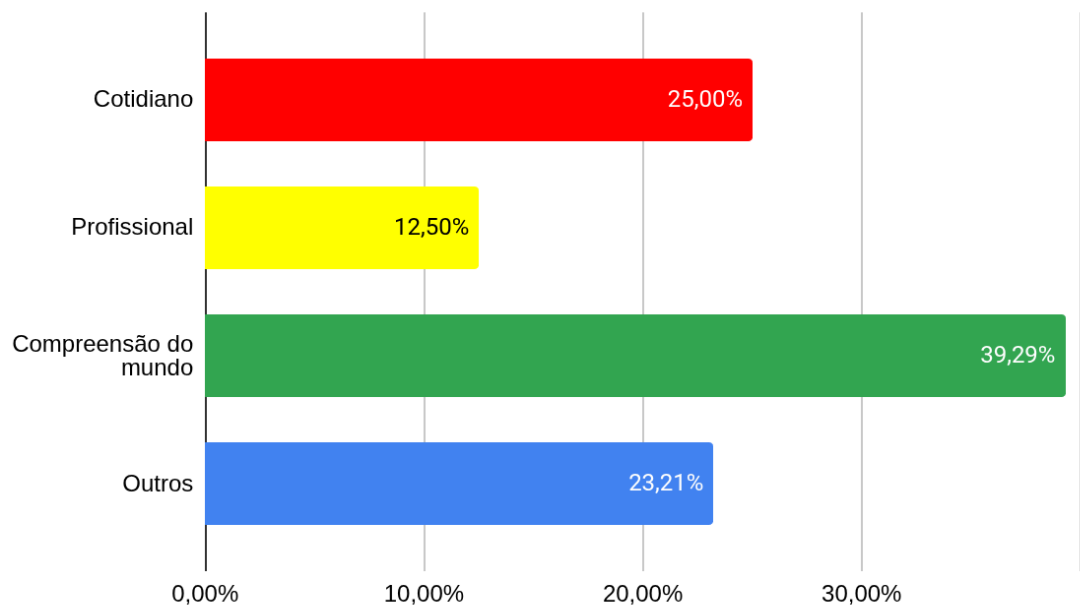
- Utilização na vida cotidiana: ajuda a entender fenômenos que

acontecem no dia-a-dia (funcionamento de uma panela de pressão, porquê o metal esquenta, como os eventos térmicos acontecem, etc.)

- Utilização na vida profissional: conhecimento para ajudar em algum projeto futuro, conhecimento para vida profissional de quem vai seguir na área de mecânica.
- Utilização para compreensão de fenômenos do mundo: entender como as transformações de energia ocorrem em diferentes situações, como ocorrem em processos naturais do corpo e do ambiente.
- Outros: respostas como “não sei” ou que não vê importância na disciplina.

Figura 7: Gráfico “Importância na sua vida em conhecer Termodinâmica?”

Importância na sua vida em conhecer Termodinâmica?



Fonte: Próprio autor (2025)

Dessa pergunta, 25% do total (14 pessoas) responderam que acreditam que o conhecimento de Termodinâmica é relevante para a vida cotidiana, 12,50% do total (7 pessoas) acreditam que é importante para a vida profissional, 39,29% do total (22 pessoas) responderam que a Termodinâmica é importante para ter uma

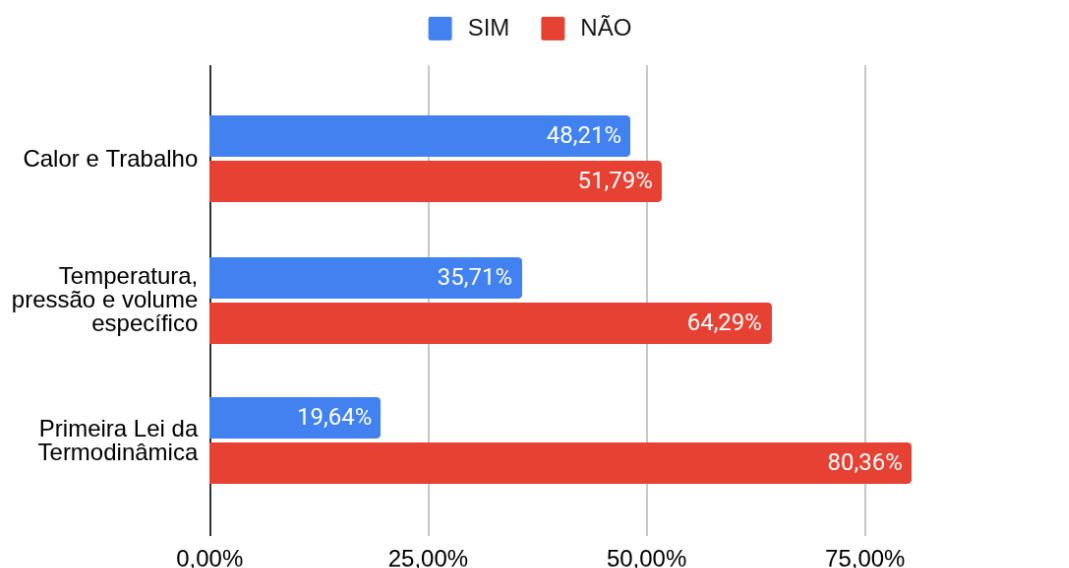
melhor compreensão do mundo, e 23,21% do total (13 pessoas) responderam não saber a resposta ou não notar relevância no conhecimento de Termodinâmica.

A análise dessas duas perguntas permite inferir que uma parcela significativa dos alunos faz uma associação correta ao compreender a Termodinâmica com o estudo das transformações entre formas de energia, e também é interessante notar que é relevante a proporção de alunos que a associam com situações do cotidiano e que permitem explicar muitos acontecimentos ao nosso redor. Apesar de alguns estudantes associarem o conhecimento da Termodinâmica apenas com situações da vida profissional, percebe-se também que a associação com o estudo de máquinas térmicas não é tratada como algo que faz parte apenas de vivências laborais, e que mostra que muitos já associam o conteúdo teórico com situações práticas.

Três perguntas do questionário foram feitas para mensurar o conhecimento específico da disciplina de Termodinâmica, verificando se os estudantes sabiam conceituar os termos Calor e Trabalho (formas de transferência de energia), temperatura, pressão e volume específico (propriedades das substâncias) e Primeira Lei da Termodinâmica (lei de conservação de energia). Essas três questões foram feitas solicitando que os respondentes explicassem os termos, e após análise essas respostas foram consolidadas na figura 8. É possível identificar uma lacuna no conhecimento dos estudantes, o que demonstra que alguns conceitos básicos da disciplina não estavam ainda consolidados. As conceituações sobre formas de energia foram razoáveis, mas ao serem utilizadas em uma aplicação direta (Primeira Lei da Termodinâmica), notou-se que não houve uma correta apropriação dos conceitos. De acordo com o que foi apontado anteriormente, nota-se que apesar dos estudantes fazerem uma associação da disciplina com situações que ajudam a explicar fenômenos do cotidiano, as respostas apontam para um conhecimento com pouca base teórica, aparentando ser um conhecimento intuitivo e que necessita ser melhor estruturado para que possa servir de apoio para a aquisição de novos conhecimentos.

Figura 8: Gráfico “Conceituação de termos utilizados na Termodinâmica”

Você consegue conceituar os seguintes termos utilizados na Termodinâmica?

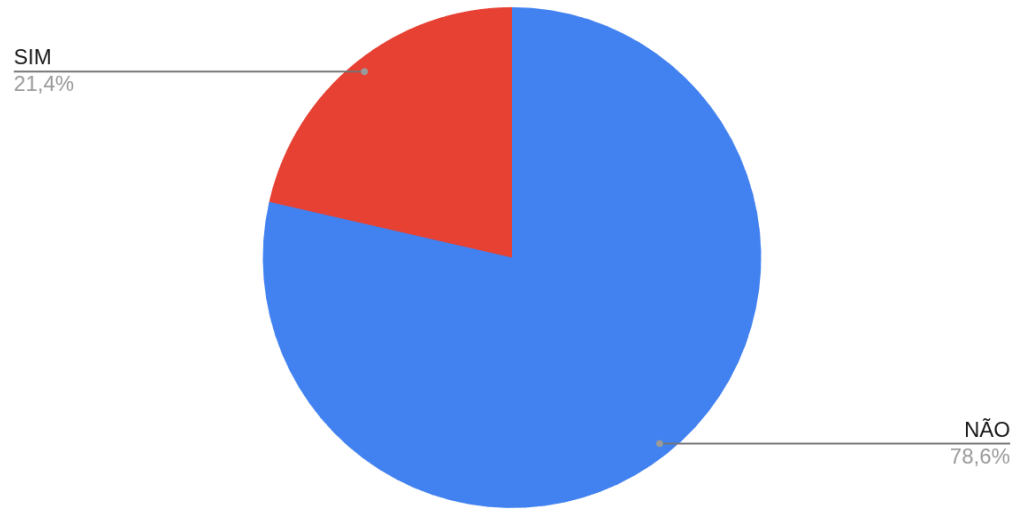


Fonte: Próprio autor (2025)

Sobre a pergunta se o/a entrevistado/a já tinha ouvido falar ou saberia conceituar metodologias ativas (figura 9), a maioria (78,6% - 44 pessoas) não souberam conceituar ou citar, enquanto 12 pessoas (21,4%) responderam “sim”. Essa proporção também é percebida na pergunta específica sobre a metodologia ativa ABP (figura 10), que é um dos pilares deste trabalho, visto que 8 pessoas responderam “sim”, 6 pessoas tinham uma resposta muito bem elaborada e que se repetia, e por isso foram classificadas como “talvez” e 42 pessoas responderam “não”. As duas respostas demonstram que a grande maioria não conhece ou não tem experiência sobre metodologias ativas, inclusive a ABP, e isso indicou que a utilização dessa metodologia, por seu caráter de estimular a autonomia dos alunos, seria uma estratégia interessante para potencializar o aprendizado dos alunos.

Figura 9: Gráfico “Conceituação de metodologias ativas”

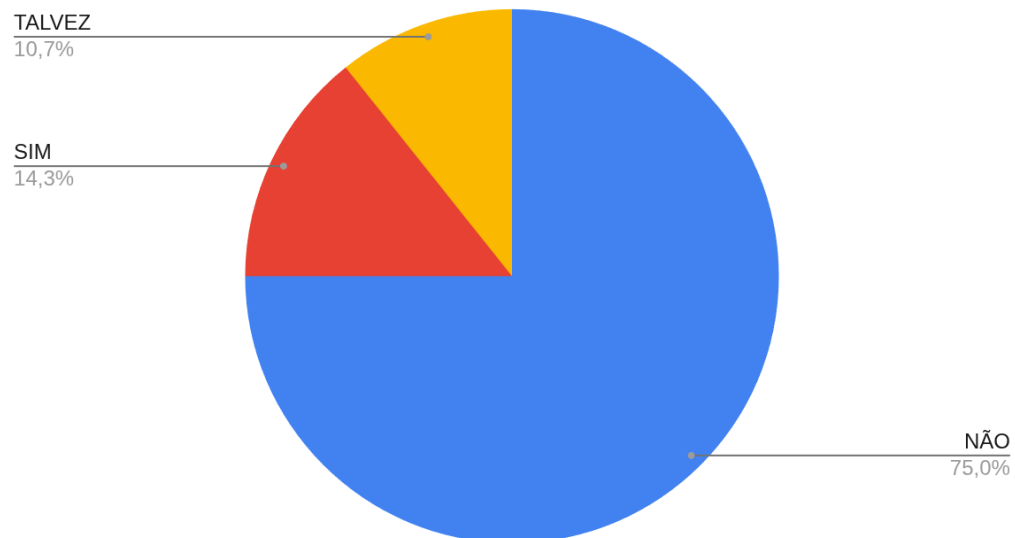
Você saberia conceituar metodologias ativas? Saberìa citar alguns exemplos?



Fonte: Próprio autor (2025)

Figura 10: Gráfico “Conceituação da ABP”

Você sabe conceituar a ABP? Se sim, cite um exemplo



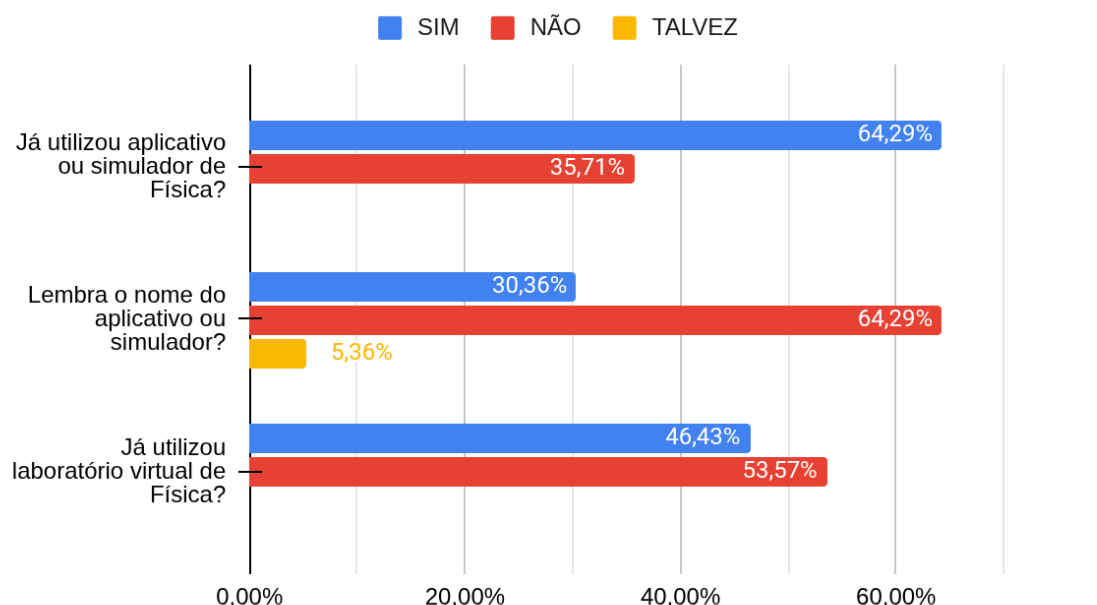
Fonte: Próprio autor (2025)

Relativo ao uso de softwares de conteúdos de física (aplicativos, simuladores)

ou laboratórios virtuais, a figura 11 apresenta a consolidação dos resultados, em que 36 pessoas (64,29%) disseram que já usaram algum software/aplicativo, enquanto 20 pessoas (35,71%) disseram que nunca usaram. Quando perguntado se sabiam o nome do software, a grande maioria (64,29%) disse “não”, 30,36% responderam SIM (a maioria descreveu o simulador *Phet*), enquanto 3 pessoas (5,36%) responderam aplicativos de IA (Inteligência Artificial), e por isso foram marcados como “talvez”. Na pergunta sobre o uso de laboratórios virtuais, 30 pessoas (53,57%) disseram nunca ter usado, enquanto 26 pessoas (46,43%) disseram “sim” na sua resposta, porém esse número deve ser menor porque muitos apontaram novamente o aplicativo *Phet* em sua resposta. Portanto, a análise das respostas demonstra que a maioria conhece simulador de física (principalmente o simulador *Phet*), mas não pôde ser percebido nas respostas o grau de familiaridade com o uso dessas ferramentas das TDIC, mas já é um ponto positivo o conhecimento das mesmas.

Figura 11: Utilização de ferramentas TDIC para o ensino de Física

Utilização de ferramentas TDIC para o ensino de Física

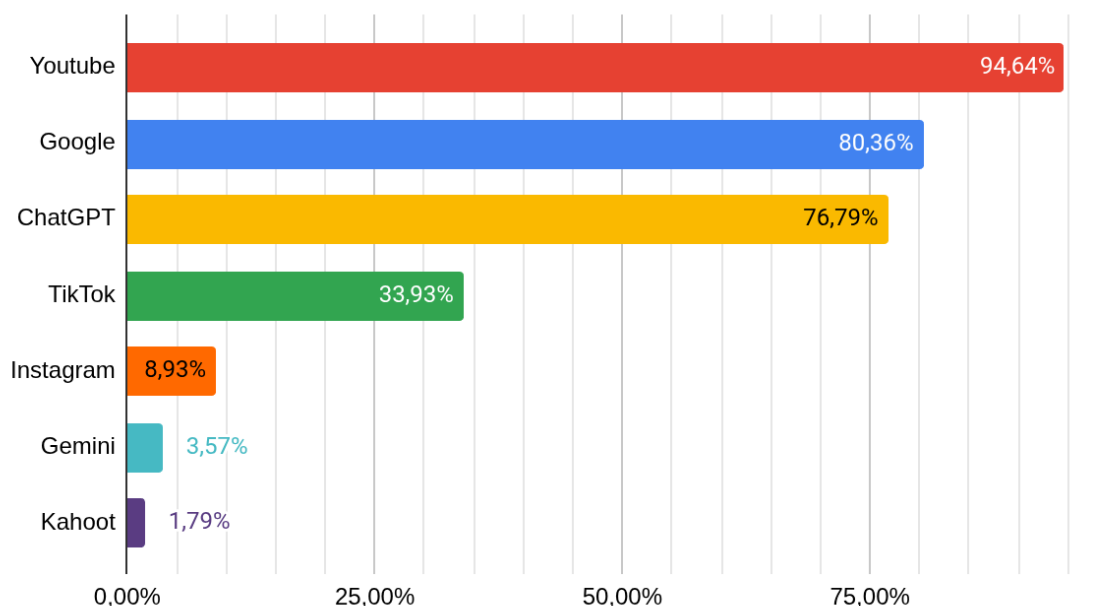


Fonte: Próprio autor (2025)

No questionário diagnóstico também foi perguntado quais são as ferramentas que os estudantes mais utilizam quando pretendem conhecer algo novo, ou quando precisam reforçar algum aprendizado. Foi utilizado uma caixa com mais de uma opção, e as respostas aparecem na figura 12, onde é possível verificar que a plataforma de vídeos *Youtube* é a ferramenta mais utilizada (94,64%), seguida pela ferramenta de pesquisa *Google* (80,36%). A terceira ferramenta mais utilizada é a plataforma de IA *Chat GPT* (76,79%), a quarta mais utilizada é o TikTok (33,93%), em seguida *Instagram* (8,93%). A sexta ferramenta mais utilizada é a ferramenta de IA *Gemini* (3,57%), e por último foi apontada a ferramenta *Kahoot* (1,79%). O grande uso de vídeos pelos estudantes, conforme mostrado na figura 12, pode estar atrelado à facilidade de absorção desse tipo de conteúdo, e pela grande quantidade de canais dessa plataforma que fazem explicações de conteúdos de física, matemática, biologia, etc. A ferramenta *Google* continua sendo a ferramenta de pesquisa mais utilizada, e percebe-se também o percentual elevado de ferramentas de IA (*Chat GPT* e *Gemini*). Essas respostas apontam para um elevado uso de TDIC para a obtenção de conhecimento. Foi deixado um campo para que eles pudessem dizer o nome de outras ferramentas, mas a utilização de simuladores (alvo da pergunta anterior) não foi respondida por nenhum aluno. A pergunta talvez direcionasse as respostas para o uso de ferramentas das TDIC, porém nenhuma resposta na opção de descrever outras ferramentas mencionou “livros” ou “apostilas” como sendo uma opção de obtenção de conhecimento. Existe uma tendência em utilizar vídeos para obter conhecimento, juntamente com o uso de ferramentas de pesquisa e a utilização de ferramentas de inteligência artificial, e isso demonstra que as ferramentas das TDIC já estão bem consolidadas entre os alunos, mas as respostas não conseguiram identificar se o uso é feito de forma reflexiva, de modo a questionar e avaliar as informações obtidas nas pesquisas.

Figura 12: Ferramentas mais utilizadas para aprendizagem

Ferramentas mais utilizadas para aprendizagem

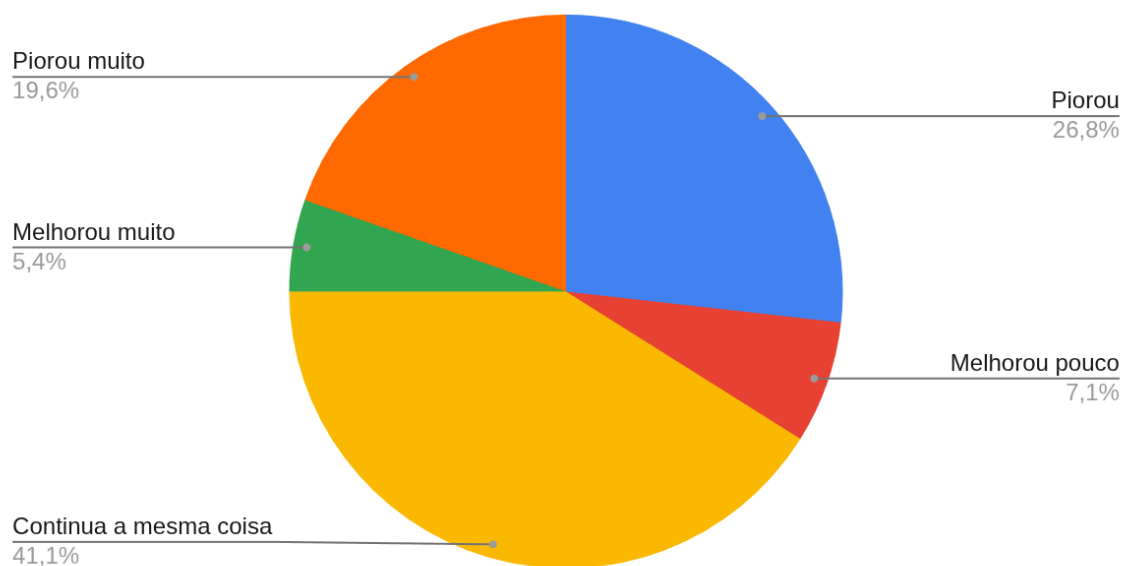


Fonte: Próprio autor (2025)

Referente a pergunta se o impacto do Decreto presidencial que proíbe o uso de celulares afetou o desempenho acadêmico em sala de aula, 3 pessoas responderam que o desempenho acadêmico “melhorou muito”, 4 pessoas responderam que o desempenho acadêmico “melhorou pouco”, 24 pessoas responderam que o desempenho acadêmico “continua a mesma coisa”, 15 pessoas responderam que o desempenho acadêmico “piorou” e 11 pessoas responderam que o desempenho acadêmico “piorou muito”. A análise dessa resposta mostrou que, em geral, o impacto desse decreto foi negativo para os estudantes.

Figura 13: Percepção sobre desempenho acadêmico após decreto presidencial 12.385/2025

Desempenho acadêmico após decreto presidencial 12.385/2025:



Fonte: Próprio autor (2025)

Vale frisar que as respostas obtidas foram feitas através de um questionário online, e isso pode retirar parte da espontaneidade pretendida nas respostas, pois não é garantido que todas as pessoas que responderam não utilizaram algum site de busca durante o preenchimento do formulário, porém percebe-se que muitas pessoas responderam “não”, e a leitura de algumas respostas permite notar que algumas pessoas tentaram responder às perguntas com suas próprias palavras, o que era solicitado no questionário.

Portanto, a análise dos resultados permite inferir que os alunos possuem uma noção básica e ainda muito intuitiva sobre o conteúdo da Termodinâmica, característica do senso comum, e que pode ser explorada de forma mais estruturada. Além disso, os dados mostram que entre os participantes o uso de ferramentas das TDIC é bastante comum, e que quando precisam estudar eles recorrem principalmente à plataforma de vídeos como *Youtube*, utilizam ferramentas de pesquisa *Google* e já fazem uso de ferramentas de inteligência artificial como *Chat GPT*, e não fazem uso de simuladores, apesar de já o conhecerem. Essa

utilização das TDIC pode ser direcionada para um uso mais crítico (consciente, reflexivo e ético). Os resultados também apontam para um elevado uso de aparelhos celulares pelos alunos, sendo que a grande maioria não notou melhora no desempenho acadêmico quando o seu uso foi proibido pelo decreto presidencial. Então existe uma lacuna para direcionar o uso desses aparelhos de forma a diminuir o uso recreativo e potencializar o uso voltado ao aprendizado. Sobre o conhecimento de metodologias ativas, incluindo o conhecimento sobre ABP, ficou evidente que poucos alunos já tinham ouvido falar nessa metodologia, e que provavelmente ninguém tenha tido a experiência no uso dessa forma de ensino. Com isso, a presente pesquisa tem significativo espaço para apresentar uma nova estratégia de ensino para a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, com a utilização da ABP e suporte, de forma crítica, das ferramentas das TDIC.

4.2. Elaboração/Aplicação do Produto Educacional

O processo de criação do Produto Educacional (etapa 2) teve como ponto de partida as respostas do questionário diagnóstico, e foram fundamentadas nas bases teóricas da EPT. O título do produto educacional (PE) é “Estratégia no Ensino da Termodinâmica utilizando ABP e TDIC na Educação Profissional e Tecnológica campus Coruripe”. Será descrito a seguir o processo de elaboração, com posterior aplicação em duas turmas da segunda série do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica.

4.2.1. Produto Educacional (PE) e sua elaboração

A apresentação de um produto educacional (PE) é parte necessária para quem ingressa em um mestrado profissional (MP) na área de educação. Como descrito por Rizzatti *et al.*, (...) “A função de um PE desenvolvido em determinado contexto sócio-histórico é servir de produto interlocutivo a professores e professoras que se encontram nos mais diferentes contextos do nosso país. Os PE desenvolvidos no lócus dos MP não são imutáveis” (RIZZATI, MENDONÇA, MATTOS, RÔÇAS, SILVA, CAVALCANTI, OLIVEIRA, 2020, p.2). Além disso, conforme o artigo 3 do Regulamento Geral - 2023 do programa ProfEPT, “Os/As

discentes do ProfEPT deverão realizar pesquisas de Processos e Produtos Educacionais para atender às demandas sociais, exclusivamente no contexto da Educação Profissional e Tecnológica e, prioritariamente, Técnica de Nível Médio (...)” (IFES, 2023). Portanto, conseguimos concluir que o produto educacional tem grande relevância pois serve como ferramenta disponível para difundir os conceitos presentes no ensino básico técnico e tecnológico (formação humana integral, omnilateralidade) e que pode ser usada para promover a interlocução entre professores do país inteiro.

O Produto Educacional que responde ao problema de pesquisa é uma sequência didática (SD) que faz uso da ABP e que explora o uso de TDIC (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) na disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas.

São um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. (ZABALA, 2010, p. 75).

O Produto Educacional tem por objetivo prático ajudar a compreensão do assunto “Primeira Lei da Termodinâmica”, e fomentar a emancipação dos discentes do curso técnico integrado ao nível médio de mecânica. Essa disciplina é ministrada durante a segunda série do referido curso. O produto educacional foi elaborado como uma sequência didática com 8 etapas, e durante a sequência didática foram utilizadas diferentes abordagens, como por exemplo aulas expositivas de material teórico, vídeos, simuladores, e experiências práticas. O Produto Educacional tem por objetivo geral a formação humana e integral dos discentes, na perspectiva do perfil de egresso concluinte de um curso técnico integrado ao médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas.

Na criação do Produto Educacional, no formato de uma sequência didática, foi levado em conta atividades que possam explorar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Essa tipificação de conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) está relacionada com a grande variedade de conteúdos

que podem ser o objetivo de uma aprendizagem, como por exemplo: dados, técnicas, teorias, conceitos, etc., e, segundo Zabala (2010), foi proposta por Coll (1986), e correspondem, respectivamente, às seguintes perguntas que são básicas quando pensamos o ensino: “o que se deve saber?” (conceituais), “o que se deve saber fazer?” (procedimentais) e “como se deve ser?” (atitudinais). A sequência didática que será apresentada tem por objetivo trabalhar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. A produção foi feita na forma de uma pesquisa-ação, de forma que a situação problema elaborada foi o ponto de partida para as discussões, mas a trajetória, com foco no que foi abordado durante as aulas, foi alterada de acordo com a percepção do pesquisador e professor da turma. Foi pensado em situações do cotidiano que fizessem sentido aos estudantes, de modo a engajá-los e facilitar a utilização de subsunçores para uma aprendizagem significativa dos conteúdos. No apêndice D é apresentada algumas partes do produto educacional finalizado, já diagramado.

A sequência didática pode ser esquematizada conforme tabela 4:

Tabela 4: Sequência Didática

	ETAPA	CONTEÚDOS DE APRENDIZAGEM	RECURSOS DIDÁTICOS	TEMPO ESTIMADO
1	- Apresentação de questionário V.A.R.K.	- Conceituais	- Página da internet	100 minutos (2 aulas)
	- Apresentação da metodologia da ABP	- Conceituais	- Slides	
	- Apresentação do simulador Phet	- Procedimentais	- Phet Interactive Simulations	
2	- Aplicação de questionário diagnóstico	- Conceituais	- <i>Google</i> formulário	50 minutos (1 aula)
3	- Apresentação da situação problema	- Procedimentais, conceituais, atitudinais	- Material impresso	30 minutos (½ aula)

	- Discussão e análise de hipóteses	- Procedimentais, conceituais, atitudinais	- Aula expositiva no quadro	100 minutos (2 aulas)
4	- Estudo autodirigido	- Procedimentais, conceituais, atitudinais	- Ferramentas de pesquisa online; - Vídeos sobre o assunto	100 minutos (2 aulas)
5	- Compartilhamento e discussão em grupo	- Atitudinais	- Editor de texto, criador de apresentações, videochamadas	50 minutos (1 aula)
6	- Elaboração da conclusão	- Procedimentais, conceituais, atitudinais	- Editor de texto.	50 minutos (1 aula)
7	- Apresentação dos resultados	- Procedimentais, conceituais, atitudinais	- Slides, Phet Interactive Simulations	15 minutos
	- Discussão dos resultados	- Procedimentais, conceituais, atitudinais	- Aula expositiva no quadro	50 minutos (1 aula)
8	- Validação do material educativo	- Conceituais	- <i>Google</i> formulário	50 minutos (1 aula)

Fonte: Próprio autor (2026)

As etapas descritas na sequência didática sinalizam os conteúdos propostos por Coll (1986) e presentes na obra de Zabala (2010).

A etapa 1 consistiu na apresentação da metodologia ativa ABP e na explicação e aplicação do questionário VARK. VARK são as iniciais de *visual*, *aural*, *read/write* e *kinesthetic*, traduzidos para o português: visual, auditivo, leitura/escrita e cinestésico. Este questionário objetiva apresentar estratégias de estudo de acordo com o perfil de cada respondente do questionário.

Na etapa 2 foi realizada a aplicação do questionário diagnóstico para a turma, de forma a coletar informações sobre os conhecimentos prévios de Termodinâmica, TDIC e metodologias ativas (ABP).

A Etapa 3 consistiu na apresentação da situação problema desenvolvida para esta atividade. Cabe ressaltar que a elaboração dessa situação problema foi feita após a análise das respostas do questionário diagnóstico e foi utilizada uma técnica específica para essa criação. A etapa 3 também abrange a análise da situação problema no momento da aula, com toda a turma, com a formulação de hipóteses que foram trabalhadas nas etapas seguintes pelos estudantes.

Na etapa 4 os alunos fizeram um estudo auto dirigido de forma a pesquisar possíveis soluções para o problema em questão.

Na etapa 5 os alunos discutiram, em grupo, possíveis soluções após a finalização da pesquisa individual. Essa discussão entre o grupo é importante para analisar diferentes perspectivas vindas de cada indivíduo.

A etapa 6 consistiu, após a discussão realizada na etapa anterior, formular conclusões a respeito do problema proposto. A elaboração da solução pode ser feita com a utilização de ferramentas das TDIC, para exposição das ideias.

Na etapa 7, os alunos apresentaram a solução proposta pelo grupo para o restante da turma. Nesse momento, as várias soluções apresentadas pelos diferentes grupos permitiram um debate entre os estudantes e o mediador (professor). Caso o mediador perceba que a solução apresentada foi satisfatória, a metodologia finaliza com a confecção de um relatório que apresente a solução encontrada. Se por outro lado a solução apresentada ainda não for satisfatória, a discussão feita em sala de aula servirá como novo ponto de partida para novas investigações e pesquisas, e consequente análise de resultados, discussões e apresentações como feito anteriormente.

A última atividade da sequência didática (etapa 8) foi a avaliação do material educativo. Essa avaliação levou em conta algumas ideias abordadas no trabalho de

Leite, onde a autora traz possibilidades de avaliação do produto educacional.

considero ser necessário assegurar que os produtos educacionais criados em mestrados profissionais na área de ensino, em especial os materiais textuais destinados a professores, sejam produzidos e avaliados de modo coletivo, considerando as especificidades do público alvo a que se destinam; sejam elaborados a partir de metodologia que contemple aspectos comunicacionais, pedagógicos, teóricos e críticos; e que sejam validados a partir de eixos e descritores específicos. (LEITE, 2018, p. 338).

Portanto, a sequência didática teve por objetivo propor uma estratégia utilizando a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de ferramentas das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais, estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação reflexiva e crítica dos discentes da segunda série no curso de ensino médio integrado ao técnico em Mecânica.

4.2.2. Elaboração da Situação Problema, a partir da técnica 3C3R

A situação problema apresentada aos estudantes, e que estava programada para ocorrer na etapa 3 da sequência didática, teve contribuições das respostas do questionário diagnóstico enviado aos estudantes. A técnica 3C3R (seção 2.5.4) foi utilizada na elaboração da situação problema e será mostrado a seguir como se deu esse processo, a partir dos nove passos propostos por *Hung* para aplicação da metodologia.

- **Passo 1: Criar metas e objetivos**

Objetivo geral: promover a autonomia discente e a compreensão dos conceitos de Termodinâmica (calor, trabalho, energia interna) aplicados a máquinas térmicas

Objetivos específicos:

- compreender o funcionamento dos equipamentos ventilador,

climatizador e ar condicionado;

- compreender quais fatores influenciam o conforto térmico;
- compreender as relações físicas que explicam como cada aparelho promove o conforto térmico;
- relacionar o custo-benefício de cada aparelho, tendo em vista a localidade de uso;
- compreender o funcionamento e transferência de energia na utilização dos aparelhos através da Primeira Lei da Termodinâmica;
- comparar a eficiência dos aparelhos utilizando a Segunda Lei da Termodinâmica;
- estimular o trabalho em grupo;
- estimular o “aprender a aprender”

- **Passo 2: Conduzir uma análise de conteúdo**

Identificação dos conceitos da 1ª Lei da Termodinâmica e o funcionamento físico de ventiladores, climatizadores e condicionadores de ar.

Pré-requisitos:

- Conhecimento sobre transferência de energia (calor e trabalho) [Conteúdo conceitual];
- Conhecimento sobre modos de transferência de calor (condução, convecção e radiação) [Conteúdo conceitual];

Sequência de apreensão de conhecimentos:

1. Pesquisar sobre conforto térmico (parâmetros que afetam o conforto térmico (temperatura, umidade, etc). [Conteúdo

conceitual];

2. Pesquisar sobre como o corpo humano regula sua temperatura, principalmente em dias quentes (sudorese, transferência de calor entre o corpo humano e o ambiente). [Conteúdos conceituais e procedimentais];
3. Pesquisar sobre o funcionamento físico de ventiladores (movimenta o ar, não altera a temperatura do ar, menos complexo), climatizadores (movimenta o ar, altera em alguns graus a temperatura e umidade na saída, média complexidade) e ar condicionado (capacidade de alterar consideravelmente a temperatura do ar, resfria o ar na saída, mais complexo e com mais elementos que atuam no sistema). [Conteúdos conceituais e procedimentais];
4. Pesquisar sobre a conservação de energia (Primeira Lei da Termodinâmica] nos três aparelhos. [Conteúdos conceituais e procedimentais];
5. Pesquisar sobre a eficiência térmica dos 3 aparelhos (Segunda Lei da Termodinâmica). [Conteúdos conceituais e procedimentais].

● **Passo 3: Analisar o contexto do problema**

O funcionamento de aparelhos está inserido no contexto do curso de mecânica. O enfoque dado nas interações físicas de funcionamento dos equipamentos pode ser trabalhado na disciplina de Termodinâmica, na segunda série do curso, e o uso de equipamentos de refrigeração também é discutida em outra disciplina, na terceira série. Além disso, uma reclamação frequente dos estudantes está relacionada com a climatização da sala durante as aulas, basicamente no uso do ar condicionado. Portanto, uma situação problema que aborde a climatização/refrigeração e o funcionamento de diferentes aparelhos para o mesmo fim (climatização) se insere no contexto vivido pelos alunos. A localidade em que o problema acontece não está clara, mas a temperatura informada é comum à região de Coruripe. A situação de estudo relatada também foi pensada para

aproximar com um cenário vivido pelos estudantes.

- **Passo 4: Formular a versão inicial do problema**

Uma comparação entre o funcionamento físico de cada aparelho (ventilador, climatizador e ar condicionado) devido à utilização no cotidiano. Foi dado enfoque no aparelho ar condicionado, que tem um funcionamento mais complexo quando comparado aos outros dois, pois é um assunto estudado em outra disciplina na série seguinte, e também é tema recorrente durante a permanência dentro da sala de aula, principalmente quando o equipamento não funciona direito. Inicialmente foi pensada na hipótese de trazer uma situação em que um técnico de refrigeração conversava com um cliente e ajudava a escolher qual seria a melhor solução para o cliente (visto que poderia ser uma situação da vida profissional dos futuros técnicos e técnicas em mecânica).

- **Passo 5: Conduzir uma análise de adequação do problema**

1. Entendendo o problema

- a. Expressão do problema: três amigos estão estudando juntos e reclamam do “calor” (ausência de conforto térmico) que sentem. Decidem entender o funcionamento de três aparelhos utilizados para prover conforto térmico (ventilador, climatizador e ar condicionado) para verificar a melhor opção de aquisição.
- b. Expressão da meta de aprendizagem: Os estudantes devem compreender o processo físico que explica o conforto térmico almejado através dos três aparelhos e apontar qual seria mais vantajoso. Para isso, precisam saber os fatores que influenciam o conforto térmico (temperatura, umidade, etc.), como o corpo humano regula sua temperatura, principalmente através da sudorese.
- c. Variáveis conhecidas
 - i. O ventilador é um aparelho de uso comum nas maiorias

das casas. Por ser portátil e com preço mais acessível, os estudantes estão acostumados a usá-lo. O climatizador não é um aparelho muito conhecido. Apesar de ser portátil, tem um preço mais elevado quando comparado ao ventilador. O ar condicionado é conhecido, apesar de ser o que tem um maior preço entre os três. Não é portátil, e requer serviço especializado para instalação e manutenção. O processo que permite resfriar o ar é pouco conhecido.

ii. A temperatura da localidade é conhecida

d. Variáveis desconhecidas:

- i. O que é conforto térmico?
- ii. Como funciona o equilíbrio térmico do corpo humano (foco na sudorese)?
- iii. Como o ar condicionado e o climatizador fazem o resfriamento do ar
- iv. Não foi informada a localidade, portanto não se sabe se o local é muito úmido
- v. Custo de aquisição de cada aparelho

2. Processos de resolução do problema:

Antes de explicitar como o problema deve ser resolvido, é necessário entender como o corpo humano consegue auto regular sua temperatura, mais especificamente, como ele consegue resfriar sua temperatura para se manter entre 36 °C e 37,2 °C. Um dos mecanismos que permite essa auto regulação é o suor. A liberação do suor pelo corpo através das glândulas sudoríparas faz com que a gota de suor absorva calor da superfície da pele, o que provoca o resfriamento da

temperatura corpórea. Além disso, é importante saber que existe troca de energia através da transferência de calor entre a superfície da pele e o ar que está ao redor, através da convecção. A troca de calor entre a superfície da pele ajuda a manter o conforto térmico. Veremos que o ventilador não altera a temperatura do ar ambiente, mas o climatizador e o ar condicionado sim.

- Ventilador: Considerando o funcionamento do ventilador na região de Coruripe, em que a temperatura média anual é de aproximadamente 25,2 °C, o aparelho ventilador força o deslocamento do ar no seu funcionamento. A superfície do corpo humano, que está a uma temperatura superior ao ar ambiente, troca calor com a atmosfera e com isso consegue auto regular sua temperatura. O movimento do ar causado pelo ventilador acelera esse processo de troca de calor entre a superfície do corpo humano e o ar em sua volta, sendo que essa troca de calor ocorre pelo mecanismo de convecção forçada. O ventilador não provoca o resfriamento do ar do ambiente, mas remove a camada de ar quente ao redor do corpo e acelera a evaporação.
- Climatizador: O climatizador umidifica e resfria o ar através das colméias (filtros úmidos) no seu interior, pois o ar mais aquecido, ao passar pelas colméias, propicia a evaporação da água e consequente resfriamento da temperatura, o que faz com que ar entre com uma determinada temperatura e saia com uma temperatura menor. O climatizador refresca em alguns graus a temperatura e umedece o ar. O aparelho não é eficiente em climas úmidos.
- Ar condicionado: um aparelho de ar condicionado consegue resfriar o ar ambiente e retirar a umidade através de processos que envolvem troca de calor entre o ar ambiente, que será climatizado, e um fluido refrigerante, que percorre todo o sistema do ar condicionado, passando por diversos elementos. O funcionamento de um ar condicionado é estudado na Termodinâmica como um sistema de refrigeração. No aparelho de ar condicionado, existe um fluido refrigerante que percorre todos os componentes do aparelho, percorrendo um ciclo. Esse fluido

sofre alterações em suas propriedades durante o percurso dos componentes e permite que ocorra a transferência de calor que diminui a temperatura do ar ambiente.

- O componente **evaporador** (que está localizado no ambiente que será climatizado) possui uma serpentina que contém o fluido refrigerante no estado líquido-vapor a uma temperatura bem inferior à do ambiente. O evaporador suga o ar do ambiente a ser climatizado e que, ao passar em volta da serpentina fria, se esfria por convecção, liberando novamente ao ambiente um ar mais frio. Após essa troca de calor, o fluido refrigerante muda seu estado físico para vapor;
- Ao passar pelo componente **compressor**, o fluido refrigerante no estado gasoso é comprimido, o que aumenta sua pressão e temperatura. Esse fluido a alta pressão e com uma temperatura elevada é transferido para o componente condensador;
- No **condensador** (que está localizado no ambiente externo), o fluido refrigerante passa por outra serpentina. Nessa serpentina, o fluido refrigerante no estado gasoso, que está com pressão e temperatura elevadas, entra em contato com o ar externo e perde calor para esse ar. Nesse processo de transferência de calor por convecção, o fluido refrigerante passa do estado de vapor para líquido, ainda sob alta pressão. Após esse processo, o fluido refrigerante vai para a válvula de expansão;
- Na **válvula de expansão**, o fluido refrigerante (que está no estado líquido, com alta pressão), se expande e perde rapidamente pressão, o que reduz sua temperatura. Nessa perda de temperatura, parte do fluido refrigerante se vaporiza. O fluido refrigerante volta ao evaporador em baixa temperatura e como mistura líquido-vapor, iniciando novamente o ciclo de

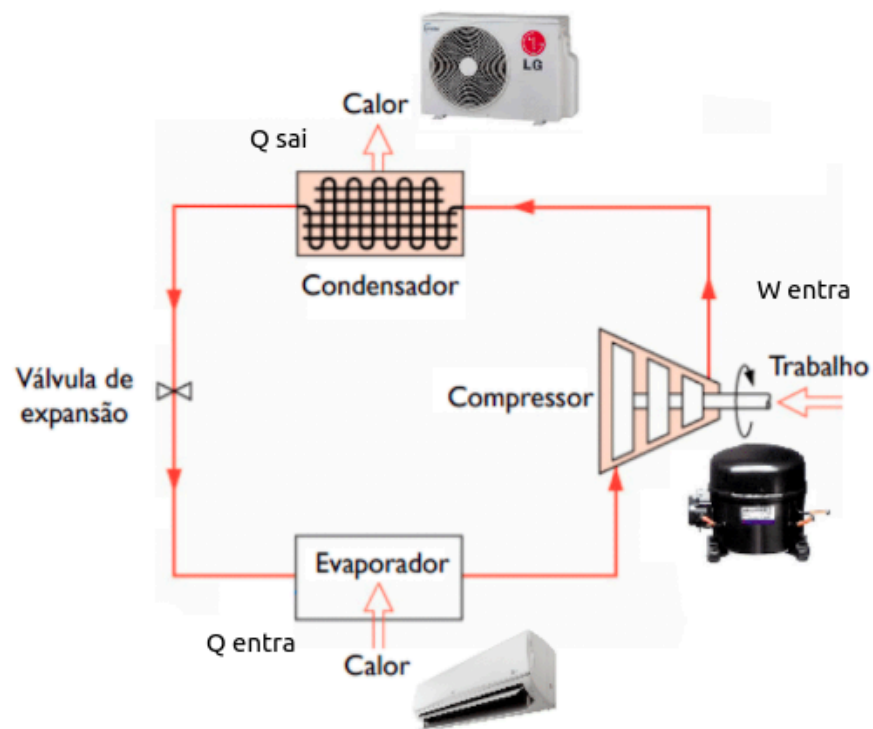
refrigeração.

O funcionamento dos três aparelhos pode ser analisado através da Primeira Lei da Termodinâmica, que trata da conservação de energia e é conhecida pela fórmula $U=Q-W$, onde a variação da energia interna (U) de um sistema depende das transferências de energia na forma de calor (Q) e trabalho (W). A utilização da Primeira Lei da Termodinâmica nos três aparelhos pode ser compreendida do seguinte modo:

- Ventilador: Energia elétrica convertida em trabalho (W) através do motor que gira as pás. O trabalho realizado pelas pás aumenta a energia cinética das moléculas de ar (o ar se move mais rápido). Ocorre uma dissipação de calor (Q) do motor para o ambiente, o que aumenta levemente a energia interna (U) do ar, aquecendo-o. O conforto térmico é sentido pelo deslocamento de ar em volta de nossa pele, que renova a quantidade de ar e aumenta a transferência de calor entre a pele e o ambiente.
- Climatizador: No climatizador, o ar quente passa pela colméia (painel úmido, com água). Para ocorrer a evaporação da água, é preciso haver a transferência de energia, e essa energia vem do ar (que está mais quente). A energia total do sistema permanece quase a mesma, mas como o ar cedeu calor à água, sua temperatura diminui, e a umidade aumenta. Em climas úmidos o climatizador perde eficiência pois o processo de evaporação da água é prejudicado.
- Ar condicionado: No ar condicionado, a Primeira Lei da Termodinâmica é aplicada em um ciclo fechado de refrigeração (figura 14). A partir da transferência de energia por trabalho (W) do elemento compressor, (trabalho inserido no sistema), ocorre uma transferência de energia por calor (Q_{entra}) do ambiente a ser climatizado para o fluido refrigerante pelo elemento evaporador e uma transferência de energia por calor (Q_{sai}) do fluido refrigerante para o ambiente externo pelo elemento

condensador.

Figura 14: Ciclo de refrigeração de um aparelho de ar condicionado



Fonte: Cubienergia.com

3. Domínio do conhecimento para a resolução do problema:

a. Conceitos usados na resolução do problema:

- i. Calor
- ii. Trabalho
- iii. Variação da temperatura com a mudança de pressão

b. Princípios usados na resolução do problema:

- i. Transferência de calor por convecção
- ii. Regulação da temperatura do corpo e dissipação de calor na pele
- iii. Primeira Lei da Termodinâmica

- **Passo 6: Conduzir uma análise de correspondência**

Verificado que, para resolver o problema, o aluno obrigatoriamente teria que estudar o ciclo de refrigeração, entender o funcionamento físico dos três aparelhos e compreender as trocas de energia que ocorrem. Corrigido o contexto para uma situação do cotidiano dos estudantes (grupo de alunos estudando se questionando sobre a climatização do ambiente).

- **Passo 7: Conduzir processos de calibração**

Ajuste da dificuldade para o 2º ano de Mecânica. Não foram fornecidos dados de consumo energético, nem tampouco capacidade de remover calor dos aparelhos para não adentrar em cálculos mais complexos. Sugerir em sala o uso de simuladores (*PhET*) para facilitar a visualização de conceitos abstratos.

- **Passo 8: Construção de componentes reflexivos**

Implementação de rodas de conversa e apresentações das soluções à toda turma, permitindo que os alunos confrontassem seus diferentes raciocínios. Foi dada liberdade para que os alunos escolhessem a melhor forma de trazer os resultados (apresentação oral, vídeos, simuladores, experiências reais).

- **Passo 9: Examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R**

Integração das TDIC (*Google*, *YouTube*, simuladores, editores de texto) como ferramentas de apoio para as etapas de Pesquisa e Raciocínio (os 3Rs).

4.2.3. Situação problema elaborada

A situação problema elaborada para as duas turmas trata da conversa de três amigos durante uma sessão de estudos, em que a partir de um problema apresentado a eles em uma situação corriqueira, ocorre a decisão de investigar a fim de comparar a melhor solução para aquisição de um aparelho que traga conforto térmico. A situação problema é apresentada no Apêndice C.

4.2.4. Aplicação do Produto Educacional

O produto educacional foi aplicado em 6 encontros com as duas turmas, entre os dias 27/10/2025 e 19/11/2025. Será feito um relato da experiência dos encontros, com informações básicas como a duração do encontro, o que foi abordado, e pontos positivos e negativos. Vale ressaltar que os relatos, juntamente com os pontos positivos e negativos são indicativos que permitem a mediação na zona de desenvolvimento proximal apresentada no item 2.3.2, favorecendo a aprendizagem e autonomia dos estudantes.

- **1º Encontro: Divulgação**

- Duração do encontro: 100 minutos
- Atividades desenvolvidas: Apresentação do questionário V.A.R.K. (ferramenta de autoavaliação realizada através de questionário, que tem por objetivo informar a cada participante qual a melhor estratégia de aprendizado, de acordo com sua característica de aprendizagem). Explicação sobre a pesquisa de mestrado e entrega dos termos de autorização da pesquisa (TCLE, TALE). Aplicação do questionário diagnóstico
- Relato: Nessa ocasião, foi feita uma explicação às duas turmas sobre a pesquisa de mestrado e a atividade que seria desenvolvida. Durante a explanação, houve um momento para explicar sucintamente sobre a metodologia ABP, com posterior apresentação de um vídeo sobre o tema. Também nesse encontro, foram entregues alguns documentos

necessários para o prosseguimento da pesquisa de mestrado (TALE, TCLE) e a aplicação de um questionário diagnóstico.

- Pontos positivos: Atenção da maioria dos alunos
- Pontos negativos: Nenhum

- **2º Encontro: Apresentação da situação problema e roda de conversa**

- Duração do encontro: 100 minutos
- Atividades desenvolvidas: Separação da turma em grupos de até 5 pessoas. Apresentação da situação problema. Discussão e análise das hipóteses. Reforço sobre a metodologia ABP. Apresentação de TDIC que podem auxiliar no processo (simuladores como o *PheT*), e reforço das TDIC que eles podem utilizar (ferramentas de pesquisa, vídeos tutoriais da internet, mapas mentais online, ferramentas de IA, etc.)
- Relato da experiência: No início do encontro foi realizada a separação da turma em grupos de até 5 pessoas. A apresentação da situação problema foi bem recebida pela turma. A leitura foi feita por mim (professor), e iniciou-se uma discussão sobre os objetivos do problema. Na conversa realizada com os grupos, fiz o questionamento sobre o que estava sendo solicitado na situação problema. Percebi que a participação de cada representante dos grupos foi importante para estimular as possibilidades que poderiam ser trabalhadas. Também trouxe à discussão o conceito de conforto térmico, perguntando quais seriam os fatores que poderiam influenciá-lo.
- Pontos positivos: Receptividade da turma em relação à metodologia apresentada.
- Pontos negativos: Nenhum

- **3º Encontro: Apresentação de resultados**

- Duração do encontro: 100 minutos
- Atividades desenvolvidas: Apresentação das pesquisas realizadas por cada grupo, com um tempo estipulado de 10 minutos. Discussão das respostas apresentadas

- Relato da experiência: Cada grupo se responsabilizou pela apresentação dos resultados encontrados nas pesquisas. O assunto abordado pelos grupos se concentrou em comparar o custo-benefício de cada aparelho, principalmente em relação às vantagens e desvantagens. Algumas equipes trouxeram a informação que o aparelho climatizador não é muito eficiente em ambientes úmidos. Ficou claro que, apesar dos grupos terem concentrado as pesquisas na relação custo-benefício, houve uma variada forma de se relacionar o tema: alguns grupos trouxeram a discussão do custo-benefício relacionando o preço dos equipamentos e o local de uso dos mesmos, outro grupo comparou o gasto em uma situação hipotética, e também um dos grupos fez um estudo mais aprofundado, apresentando os dados climáticos de Alagoas, as tarifas médias de energia elétrica e alguns dados operacionais dos aparelhos. Após a apresentação de todos os grupos, no momento de discussão geral, foi questionado à turma se sabiam explicar fisicamente como cada aparelho age para sentirmos um conforto térmico no uso.
- Pontos positivos: Engajamento da turma em relação à situação-problema
- Pontos negativos: Por se tratar de uma metodologia nova, alguns alunos demonstraram um pouco de dificuldade devido à liberdade de pesquisa. Porém, essa já é uma atitude esperada devido à falta de experiência com outras metodologias de aprendizagem e ao ensino mais tradicional que muitos sempre experienciaram.

- **4º Encontro: Apresentação de resultados**

- Duração do encontro: 100 minutos
- Atividades desenvolvidas: Apresentação das pesquisas realizadas por cada grupo, com um tempo estipulado de 10 minutos. Discussão das respostas apresentadas
- Relato da experiência: Foi seguida a mesma dinâmica com cada grupo apresentando seus resultados num tempo estipulado de 10 minutos.

Percebeu-se que o questionamento do último encontro foi importante pois o foco da apresentação dos grupos estava na explicação física do funcionamento dos aparelhos. A forma de apresentar os resultados foi diversa: um dos grupos resolveu trazer um pequeno ventilador para demonstrar a sensação de esfriamento que sentimos na pele em duas situações (mãos secas *versus* mãos molhadas), com posterior explicação da transferência de energia por calor que ocorre. A utilização de ferramentas de apresentação e vídeos tutoriais foi bastante utilizada pela turma, e seguiram a mesma linha de explicar fisicamente o funcionamento dos aparelhos, dando destaque para as trocas de calor que ocorrem durante o processo. O engajamento da turma foi muito bom, mas percebeu-se também que nem todos se aprofundaram nas dúvidas que surgiam durante o processo, pois um dos grupos não soube explicar o que era “umidade”, nem tampouco “convecção”. Ao final do encontro, mostrei um vídeo que explica como o ventilador promove o conforto térmico, utilizando uma câmera térmica (figura 16). Foi questionado à turma como a situação problema pode ser entendida através da Termodinâmica, principalmente em relação aos seus postulados. Também foi dado um enfoque em alguns elementos que compõem o aparelho de ar condicionado. No caso, para o condensador, foi feita uma associação com o radiador de um carro (equipamento responsável pela troca de calor) e para a válvula de expansão, foi feita a associação com um desodorante spray (resfriamento do fluido a partir da queda abrupta de pressão).

Figura 15: Apresentação dos resultados pelos grupos, no 4º encontro



Fonte: Próprio autor (2025)

Figura 16: Explicação de como o ventilador promove conforto térmico



Fonte: Manual do mundo

- Pontos positivos: Engajamento dos grupos, explicações do funcionamento físico de forma variada. Utilização de vídeos com as explicações para posterior discussão.
- Pontos negativos: Alguns grupos não estudaram o assunto a fundo, pois percebeu-se que possuíam lacunas no entendimento do assunto, principalmente em conteúdos conceituais.
- **5º Encontro: Apresentação de resultados**
 - Duração do encontro: 100 minutos

- Atividades desenvolvidas: Apresentação das pesquisas realizadas por cada grupo, com um tempo estipulado de 10 minutos. Discussão das respostas apresentadas.
- Relato da experiência: A apresentação dos grupos foi voltada para a explicação do funcionamento dos equipamentos, fazendo uma analogia com a Primeira Lei da Termodinâmica. Os grupos, na sua maioria, refizeram a explicação do funcionamento do aparelho ar condicionado, utilizando a Primeira Lei da Termodinâmica como ponto de partida, explicitando as transferências de energia que ocorriam durante o funcionamento dos aparelhos, e deram maior destaque ao ar condicionado. Em geral, utilizaram vídeos do *Youtube* ou outras plataformas (como *TikTok*), para apresentar a explicação, e depois faziam a explanação para reforçar. O uso de slides foi bastante utilizado.
- Pontos positivos: Associação do funcionamento dos aparelhos através da conservação de energia. (Primeira Lei da Termodinâmica). A discussão do assunto na sala de aula mostrou-se proveitosa, com as pesquisas apresentadas complementando o entendimento do assunto.
- Pontos negativos: apenas um dos grupos conseguiu alcançar um patamar de entendimento excelente sobre o assunto.

Figura 17: Apresentação dos resultados pelos grupos, no 4º encontro



Fonte: Próprio autor (2025)

- **6º Encontro: Consolidação**

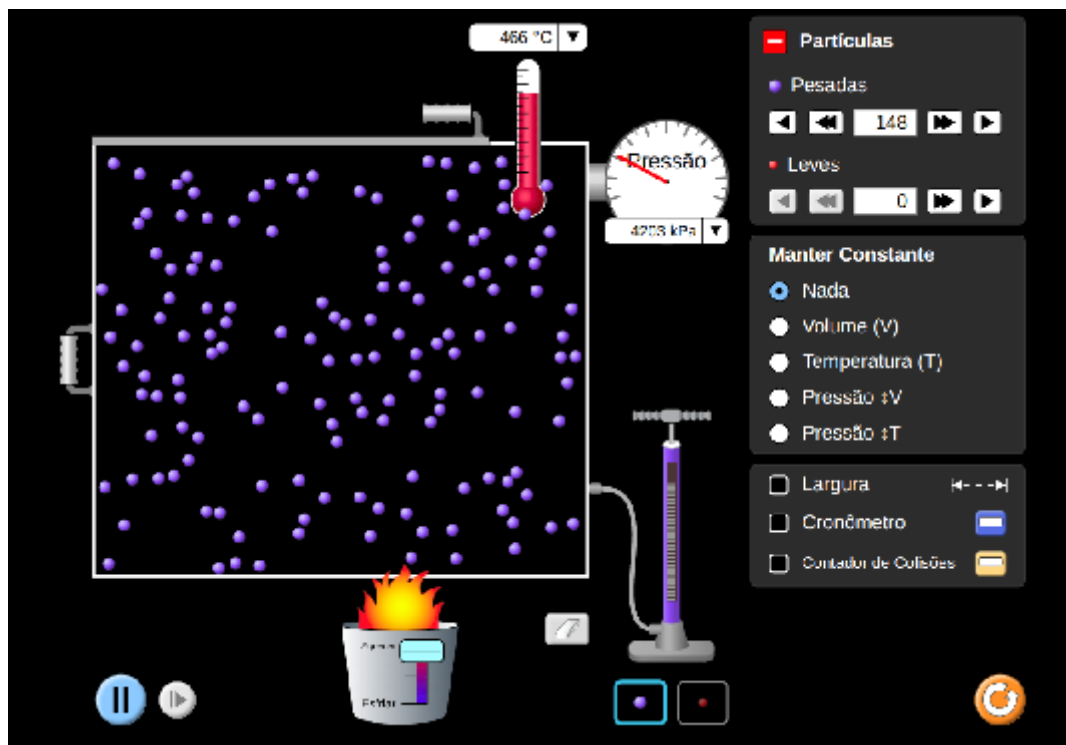
- Duração do encontro: 100 minutos
- Atividades desenvolvidas: Apresentação do simulador *Phet*. Apresentação de vídeos. Discussão das respostas apresentadas
- Relato da experiência: No último encontro com a turma, foi utilizado o simulador *Phet* para discutir pontos importantes do funcionamento dos aparelhos. Para consolidar o conhecimento sobre as mudanças de

propriedade no fluido refrigerante do ar condicionado, foi utilizada a simulação “Propriedade dos gases” (figura 18). Essa simulação também foi utilizada para a discussão sobre o aumento da energia interna de um sistema. Na discussão sobre a aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica e sua conservação da energia, foi utilizado a simulação “Formas de Energia e Transformações” (figura 19).

- Pontos positivos: Utilização de simulador para demonstrar fisicamente o comportamento da matéria (no caso, o fluido refrigerante). Atenção da turma e engajamento. Consolidação do conhecimento sobre Primeira Lei da Termodinâmica e sobre o funcionamento dos três aparelhos estudados.
- Pontos negativos: Devido ao fechamento do ano letivo, com o início das férias, não foi possível continuar com a metodologia, e não pudemos abordar o cálculo da eficiência dos aparelhos, com a segunda Lei da Termodinâmica.

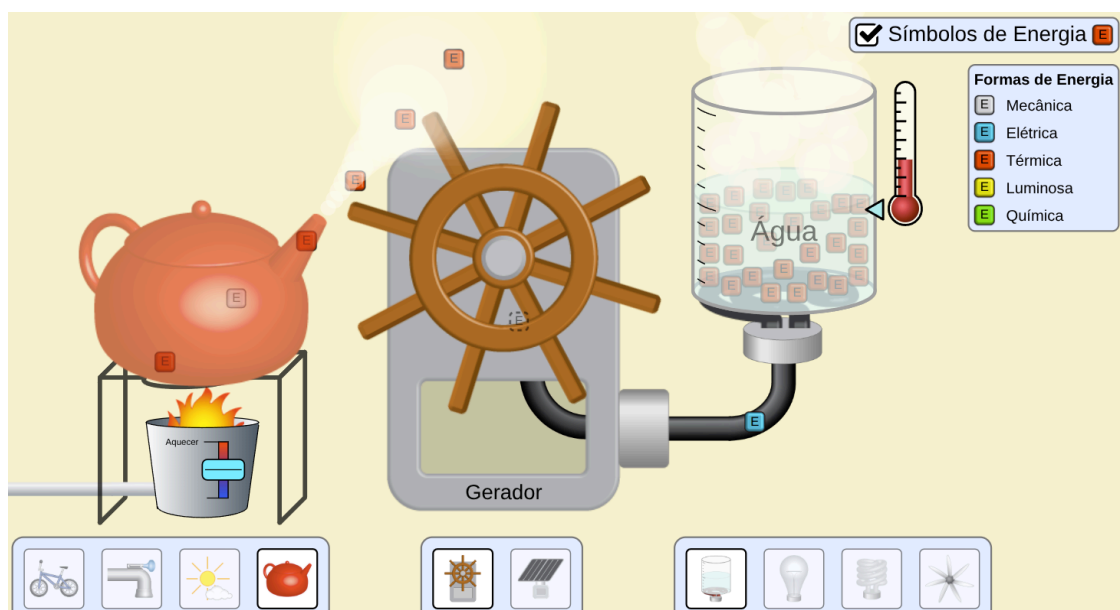
A aplicação da sequência didática com as duas turmas promoveu uma consolidação gradativa de alguns conhecimentos chave da disciplina de Termodinâmica, como os conceitos de energia, propriedades, troca de energia e conservação de energia. A primeira solução apresentada pelas turmas se concentrava principalmente na relação custo-benefício comparativa entre os três aparelhos, com discussões versando sobre o valor de cada aparelho e sua viabilidade em relação ao clima. No final, as soluções apresentaram uma comparação que se concentrava na eficiência de cada aparelho em relação ao seu funcionamento físico, com um grande entendimento sobre como as trocas de energia eram possíveis de ser realizadas para cada aparelho estudado. Com isso, a situação problema não teve uma resposta única, mas as discussões realizadas permitiram inferir que a escolha de determinado aparelho dependeria de sua eficiência, do seu custo, de sua compatibilidade em relação ao local. Não foi feita uma discussão sobre os custos de manutenção de cada aparelho, o que também poderia impactar na escolha.

Figura 18: Simulação “Propriedade dos gases”



Fonte: Phet Interactive Simulations (2026)

Figura 19: Simulação “Formas de transferência de energia”



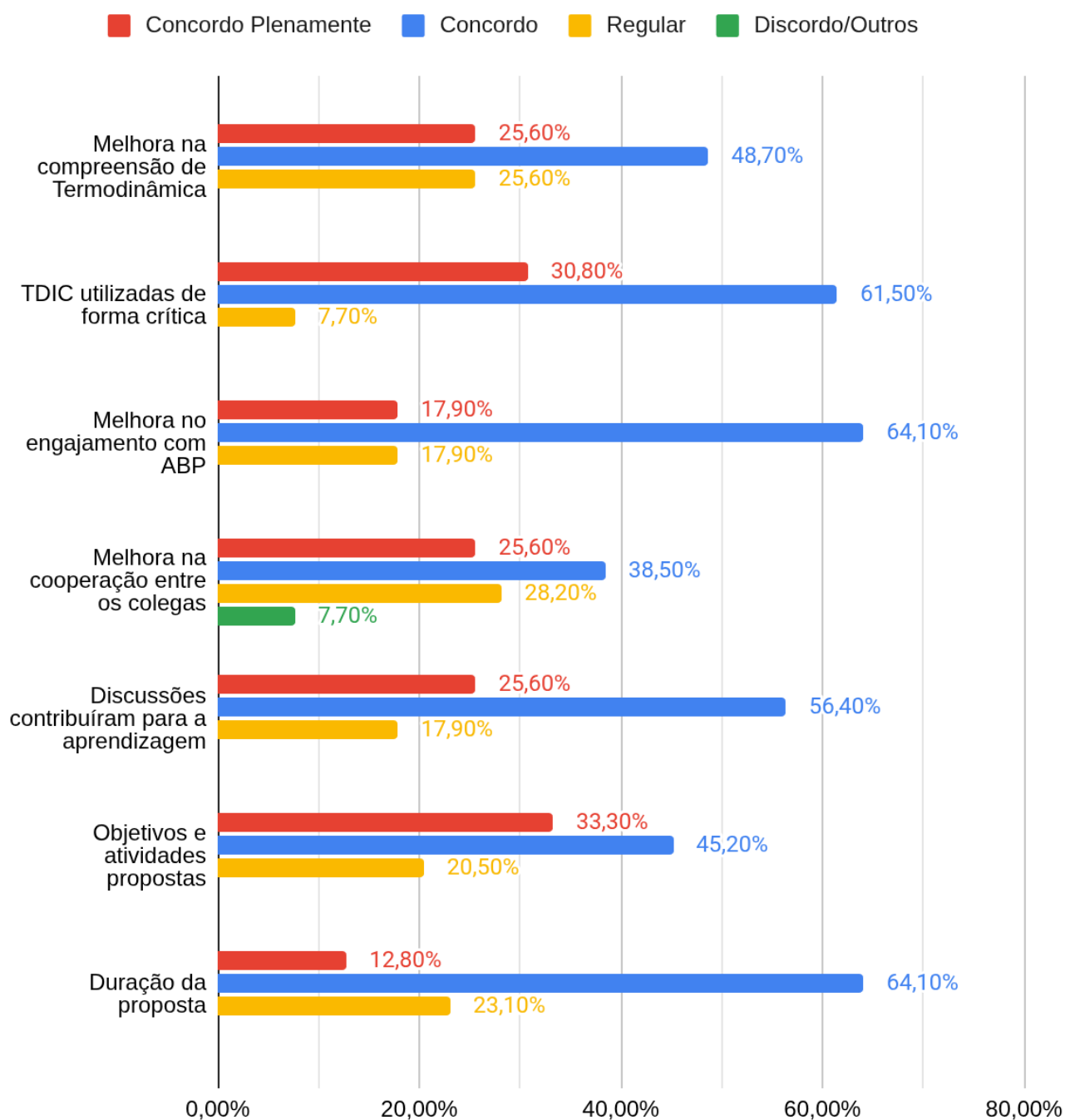
Fonte: *Phet Interactive Simulations (2026)*

4.3. Avaliação do Produto Educacional

Após a finalização da sequência didática, foi aplicado um outro questionário (Apêndice B) aos discentes, com o objetivo de avaliar a sequência didática, e verificar se houve uma melhora em relação aos conceitos da Termodinâmica (aprendizagem significativa), se a ABP trouxe melhorias (autonomia discente, trabalho em conjunto - conteúdos atitudinais), se eles acharam que a utilização de ferramentas TDIC durante a prática foi feita de forma crítica, ou seja, as ferramentas foram utilizadas de forma reflexiva, buscando soluções, e não apenas usando de forma passiva. As perguntas trouxeram dados quantitativos e qualitativos.

O total de alunos que avaliaram o Produto Educacional foi de 39 pessoas. A figura 20 apresenta a reunião das respostas dos alunos sobre a experiência da sequência didática aplicada. Será feito uma discussão dos dados quantitativos coletados, relacionando com algumas respostas dos alunos (dados qualitativos) que corroboram as informações.

Figura 20: Respostas quantitativas consolidadas, em porcentagem



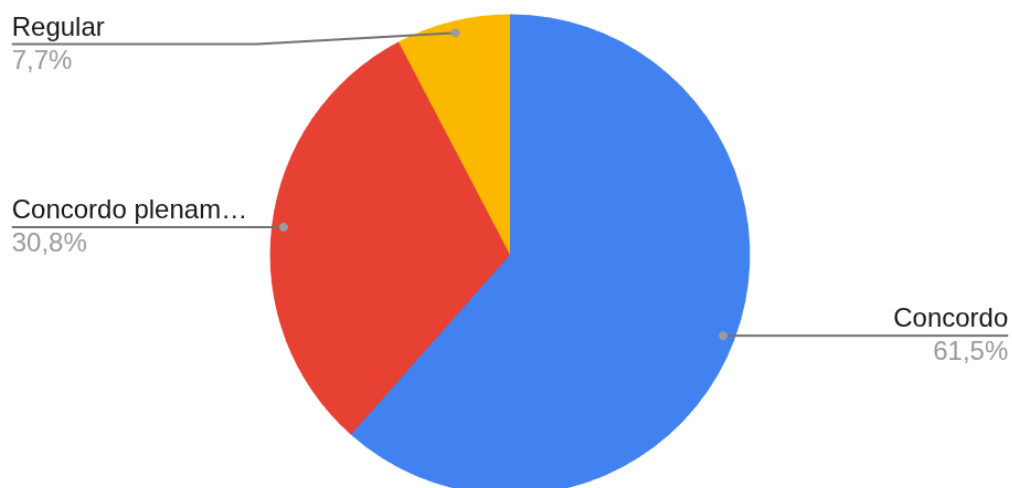
Fonte: Próprio autor (2026)

Sobre a pergunta se a proposta didática estimulou o uso crítico de ferramentas TDIC, nota-se que houve uma grande concordância, com mais de 90% das respostas apontando para isso (figura 21). Esse número pode ser explicado pela

forma de utilização das ferramentas, já que por exemplo a escolha de algum vídeo utilizado nas apresentações passa obrigatoriamente por uma análise prévia e discussão com o restante das/os colegas, o que demonstra um uso reflexivo da tecnologia. Outras ferramentas como editores de apresentação, editores de texto também foram utilizados pelos alunos, e há menção também à utilização de ferramentas de IA (tabela 5). O padrão de utilização de ferramentas como *Youtube*, *Google* e *Chat GPT*, no processo de aprendizagem dos discentes, se confirma, assim como apontado no questionário diagnóstico (figura 12). A utilização que os alunos demonstraram tanto durante o curso da sequência didática (qualidade muito boa do material apresentado), quanto nas respostas apresentadas na avaliação do Produto Educacional, permitem inferir que o uso das TDIC está sendo feito conforme preconizado no item 5 das Competências Gerais da Educação Básica, que preconiza a utilização das ferramentas das TDIC para se “(...) comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (BRASIL, 2018, p.18).

Figura 21: Uso de TDIC de forma crítica

Ferramentas TDIC foram trabalhadas de forma crítica?



Fonte: Próprio autor (2026)

Tabela 5: Relatos selecionados - Utilização ferramentas TDIC

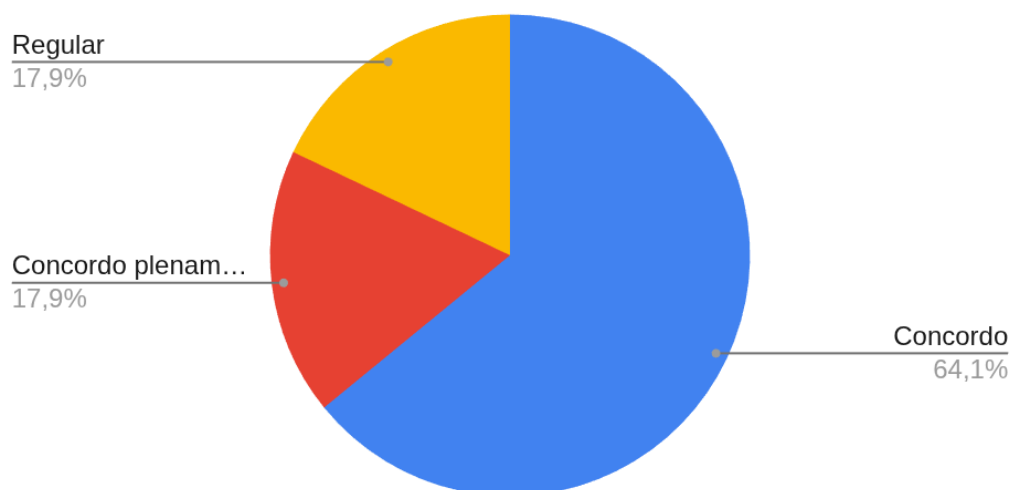
Relato	Descrição
1	“Na minha dupla, decidimos utilizar a internet como fonte de pesquisas, e o auxílio da inteligência artificial para garantir a eficácia do conteúdo apresentado.”
2	“Nós pesquisávamos em vídeos no YouTube, no Chat GPT e no <i>Google</i> e, no fim, nos juntávamos para decidir o que seria apresentado.”
3	“Fontes do <i>Google</i> , estudos pelo YouTube. Trabalho em grupo o meu era sempre de 4 pessoas, cada um separava cada categoria o que cada um ia ficar e apresentar. Escolha de vídeo a gente pegava base no YouTube.”

Fonte: Próprio autor (2026)

Algumas perguntas da avaliação do Produto Educacional tiveram o objetivo de avaliar a experiência de se trabalhar em uma metodologia ativa, já que as turmas demonstraram não ter esse tipo de experiência, apesar de já terem ouvido falar sobre. Inicialmente, foi perguntado também sobre os impactos da utilização da ABP na sequência didática. Quando perguntados se se sentiram estimulados nas atividades da ABP (maior engajamentos nas atividades), 82% responderam que “sim” (somados os números de quem respondeu “concordo” e “concordo totalmente” (figura 22). Algumas respostas selecionadas da avaliação aparecem na tabela 6, e demonstram a experiência positiva da participação da ABP.

Figura 22: Estímulo no uso da ABP

Você se sentiu estimulado/a nas atividades da ABP?



Fonte: Próprio autor (2026)

Tabela 6: Relatos selecionados - Experiência com ABP

Relato	Descrição
1	“Como primeira experiência participando de uma atividade que utilizava esta metodologia, com certeza estaria apto a participar de outras semelhantes, porque achei muito interessante.”
2	“A metodologia ativa da ABP me estimulou a participar das atividades porque coloca o aluno como protagonista do processo de aprendizagem, incentivando a análise, a discussão e a busca de soluções para problemas reais. Isso torna as aulas mais dinâmicas e facilita a compreensão dos conteúdos, especialmente em disciplinas como Termodinâmica.”

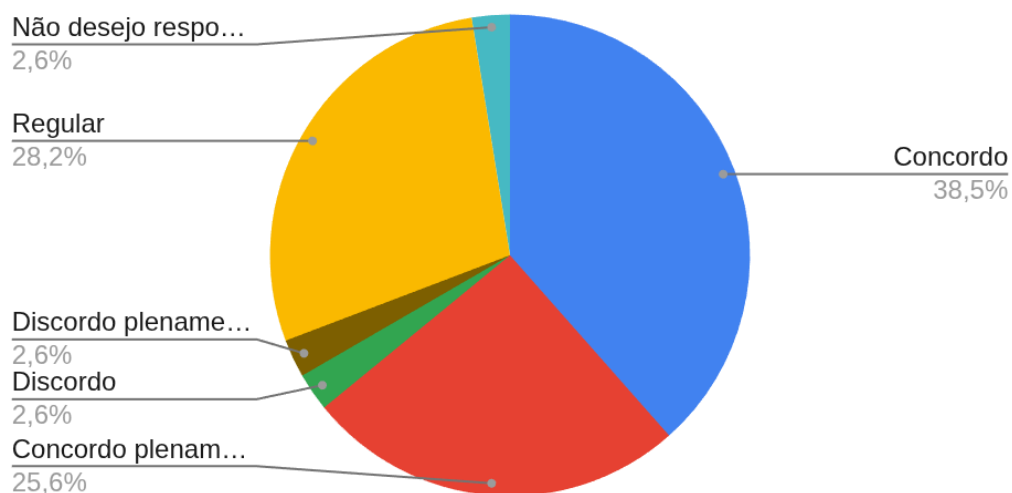
Fonte: Próprio autor (2026)

A ABP tem como característica o estímulo ao trabalho em conjunto (cooperação), que é um conteúdo de aprendizagem atitudinal. Em relação ao trabalho em conjunto com os colegas, as respostas foram positivas (respostas “concordo” e “concordo totalmente” somando 64,1%), mesmo com a sinalização de que parte dos estudantes não notaram muita diferença (28,2% de respostas “regular”) e uma pequena parcela discordou ou não desejaram responder (“discordo”

e “discordo totalmente” somando 5,2% e 2,6% não desejaram responder).

Figura 23: Estímulo ao trabalho em conjunto

Se sentiu estimulado a trabalhar conjuntamente com seus colegas?



Fonte: Próprio autor (2026)

Tabela 7: Relatos selecionados - Estímulo ao trabalho em conjunto

Relato	Descrição
1	"Sim, principalmente por ter sido em conjunto, trazendo um empenho em grupo."
2	"Eu considero isso relevante, porque essas aulas ajudam no desenvolvimento de pesquisas e do trabalho em equipe, aspectos importantes que contribuem para o desenvolvimento pessoal. Além disso, foram uma ajuda para que eu conseguisse me comunicar melhor com meus colegas, afinal, precisávamos debater nossas pesquisas e reunir uma "resposta final" para apresentar e discutir em sala."

Fonte: Próprio autor (2026)

Ainda no aspecto de cooperação no processo da metodologia da ABP e na potencialização de comportamentos como autonomia dos alunos, foi perguntado aos discentes como foi feita a organização de tarefas. Algumas respostas selecionadas aparecem na tabela 8. As respostas demonstram o potencial da ABP em estimular a organização e autonomia dos alunos, e como a utilização das TDIC é uma

ferramenta importante nesse processo.

Tabela 8: Relatos selecionados - Organização das tarefas na ABP

Relato	Descrição
1	“A decisão sobre o que seria apresentado foi feita de forma coletiva, por meio de discussões entre os integrantes do grupo. Definimos juntos os temas a serem pesquisados, selecionamos as fontes com base na confiabilidade e relevância, e escolhemos os materiais (como vídeos e textos) que melhor explicavam o conteúdo. Todos os participantes contribuíram em alguma etapa do processo, dividindo tarefas e colaborando na construção da solução final.”
2	“Foram feitas várias pesquisas em sites diferentes, as respostas que se pareciam e batiam umas com as outras, consideramos como "certas", e todos participaram.”
3	“Durante o processo de construção da solução, as decisões foram tomadas em conjunto por mim e minha dupla. Utilizamos inteligência artificial para auxiliar na organização das ideias e na compreensão inicial do tema, além de realizarmos pesquisas no YouTube, buscando vídeos que explicassem o funcionamento do conteúdo de forma clara e visual. Também consultamos textos explicativos, principalmente para a parte metodológica, a fim de compreender o porquê de cada fenômeno e embasar corretamente a explicação apresentada.”
4	“A divisão de tarefas foi feita de forma organizada entre os integrantes do grupo. Um dos participantes ficou responsável por coordenar as atividades e acompanhar o andamento do trabalho, enquanto os demais contribuíram com pesquisas, seleção de materiais e elaboração das partes da solução, garantindo a participação de todos no processo.”
5	“A divisão das atividades foi muito boa. No começo foi como uma pesquisa de reconhecimento para vermos melhor como essas máquinas eram de extrema importância em nossas vidas. Já num segundo momento, tivemos que pesquisar o motivo de funcionarem tão bem e ainda associar isto com a 1ª lei da termodinâmica.”

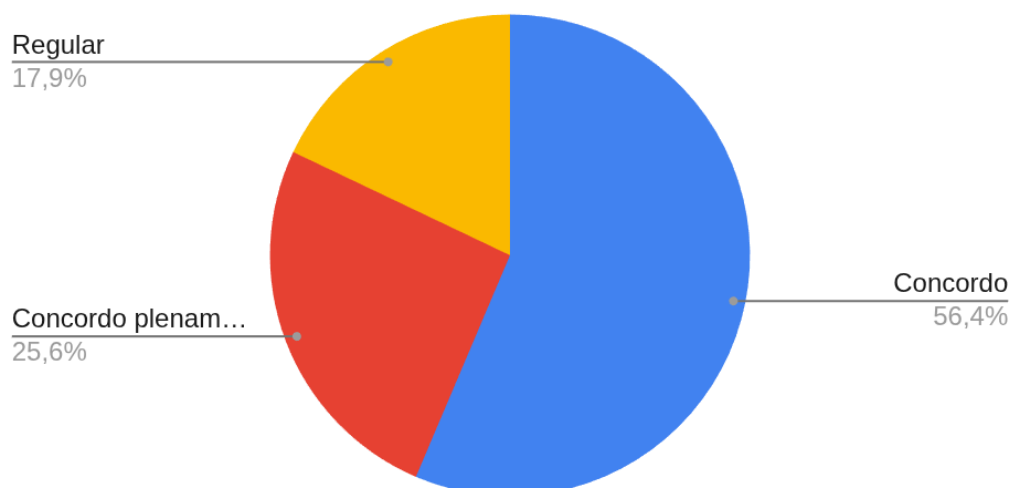
Fonte: Próprio autor (2026)

Devido ao seu caráter de incentivar o protagonismo dos alunos, com a utilização de uma situação problema que se assemelha com a realidade, e por isso geralmente não tem uma solução única, é de se esperar que cada equipe pense e traga uma resposta para o problema que seja diferente das demais. Analisando a figura 24, vemos que esse aspecto da metodologia foi caracterizada como importante no processo de aprendizagem dos alunos (“concordo” e “concordo totalmente” somaram 82%) devido ao contato com diferentes soluções dos outros grupos da turma, o que faz com que outros pontos de vista sejam apresentados e que estimulam uma aprendizagem significativa (tabela 9). Essa abordagem com experiências mais próximas à realidade dos participantes estimula a aprendizagem

significativa dos conteúdos, pois permite relacionar o que está sendo estudado com conceitos prévios já consolidados.

Figura 24: Contribuição de outros grupos no processo de aprendizagem

Discussões das soluções apresentadas pelos outros grupos contribuíram para a aprendizagem?



Fonte: Próprio autor (2026)

Tabela 9: Relatos selecionados - Soluções de outros grupos contribuem para o processo de aprendizagem

Relato	Descrição
1	"As respostas contribuíram (SIC) para tirar as dúvidas e construir um debate sobre o assunto."
2	"As discussões das soluções apresentadas pelos outros grupos contribuíram para a aprendizagem, pois possibilitaram a troca de ideias, diferentes pontos de vista e o esclarecimento de dúvidas, tornando o ambiente mais colaborativo e favorável ao entendimento dos conteúdos."
3	"Foi possível aprender e ter conhecimento do que os colegas pesquisaram, mesmo sendo o mesmo conteúdo, era possível encontrar diferentes tipos de respostas, que muitas vezes se complementavam, e por isso ficava mais fácil o estudo do conteúdo e a aprendizagem."
4	"Concordo, pois as discussões das soluções apresentadas pelos outros grupos permitiram a troca de ideias, diferentes pontos de vista e formas de resolver o mesmo problema, o que ampliou a compreensão do conteúdo e contribuiu para um ambiente mais colaborativo e favorável à aprendizagem."

5	“A metodologia permitiu que, estudando e realizando as pesquisas, o conteúdo ficasse mais fácil de se compreender, e também foi possível compreender com as pesquisas dos colegas e aprender juntos com eles.”
---	--

Fonte: Próprio autor (2026)

Uma outra característica importante estimulada com a ABP é a autonomia intelectual dos estudantes. Lembrando que podemos associar a autonomia intelectual dos alunos com o termo “aprender a aprender”, foi notado em algumas respostas do formulário avaliações positivas em relação a essa característica, conforme apresentado na tabela 10.

Tabela 10: Relatos selecionados - Autonomia intelectual (“Aprender a aprender”)

Relato	Descrição
1	“Com a metodologia do ABP eu consegui “ conhecer “ o meu método de estudo e como eu aprendo e isso facilitou no aprendizado da matéria.”
2	“Sim, considero as aulas relevantes, pois elas me ajudaram a desenvolver mais autonomia e a pensar de forma crítica na resolução de problemas, o que contribui para minha formação profissional. Além disso, também tiveram impacto pessoal, já que me incentivaram a participar mais ativamente das aulas e a me organizar melhor nos estudos.”

Fonte: Próprio autor (2026)

Cabe ressaltar que a ABP, por ser uma metodologia que necessita da busca por soluções através de pesquisas, tem uma forte ligação com as bases teóricas da EPT, explicitamente na “pesquisa como princípio pedagógico”. A “politecnicidade” e o “trabalho como princípio educativo” também estão presentes no PE, e foram mais evidenciados com a criação da situação problema que tivesse conexão com os estudantes, sendo primordial para aumentar o engajamento e a participação nas atividades propostas. A utilização da técnica 3C3R foi importante no processo para a adequação da situação problema. Essas questões foram trazidas pelos estudantes conforme tabela 11.

Tabela 11: Relatos selecionados - Adequação ao contexto dos estudantes

Relato	Descrição
1	“Sim, a utilização dessa metodologia foi um ótimo estímulo (SIC) já que ela ajuda de uma forma rápida e fácil como resolver certos problemas que vc pode encontrar ou no seu dia a dia ou no ambiente de trabalho.”
2	“Concordo, pois a linguagem utilizada durante as aulas foi clara e adequada ao conteúdo, o que facilitou a compreensão dos conceitos. Além disso, a forma como as atividades foram propostas ajudou a entender o problema de verdade, buscando não apenas a resposta final, mas como resolvê-lo e compreender todo o processo, o que contribui para um aprendizado mais completo e significativo.”

Fonte: Próprio autor (2026)

Foi perguntado aos estudantes se achavam que a proposta tinha sido importante para o desenvolvimento pessoal ou profissional. Algumas respostas estão reunidas na tabela 12 e mostram que há uma consciência de que a SD trouxe conhecimentos importantes que podem ser utilizados na vida profissional, e também estimulou comportamentos (conhecimentos atitudinais) que são importantes tanto na vida profissional quanto na vida pessoal, como: curiosidade, autonomia intelectual, protagonismo, comunicação e cooperação.

Tabela 12: Relatos selecionados - Adequação ao contexto dos estudantes

Relato	Descrição
1	“Sim, sobre a profissional posso falar sobre o conhecimento adquirido, que pode me ajudar caso eu entre na área, que por conta da dinâmica foi muito mais fácil de entender. E pessoal eu posso utilizar essa dinâmica para estudar ou ensinar outras pessoas sobre determinada matéria.”
2	“Sim, as propostas didáticas são bem importante para pessoas que vão cursar alguma área da mecânica por exemplo a engenharia, eu acredito que elas são relevantes para o meu desenvolvimento tanto profissional quanto pessoal, na área profissional isso pode ter uma relevância bem importante se por exemplo vc for cursar alguma engenharia e na pessoal vc pode usar o que vc aprendeu no dia a dia.”
3	“Considero que são relevantes tanto para o meu desenvolvimento profissional quanto pessoal, pois aprendi uma nova metodologia de aprendizagem. Foi muito interessante ter me aprofundado nos aparelhos pesquisados, entender como eles funcionam me fizeram ter um olhar mais curioso para as demais máquinas (não apenas térmicas) que vejo no meu dia-a-dia. Ainda durante as aulas, pude imaginar como poderia ser o desenvolvimento de planos e projetos numa empresa, já que eu mesmo tive que ir atrás das informações e explorar outras possibilidades.”
4	“Sim, considero as aulas relevantes para o desenvolvimento profissional e pessoal devido ao desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e ao aprimoramento da comunicação e colaboração.”

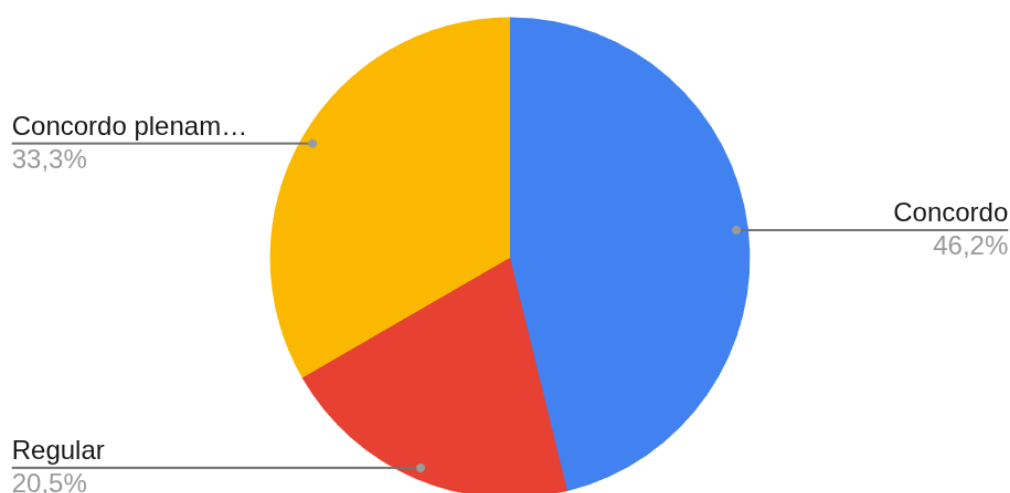
5	“Eu considero isso relevante, porque essas aulas ajudam no desenvolvimento de pesquisas e do trabalho em equipe, aspectos importantes que contribuem para o desenvolvimento pessoal. Além disso, foram uma ajuda para que eu conseguisse me comunicar melhor com meus colegas, afinal, precisávamos debater nossas pesquisas e reunir uma “resposta final” para apresentar e discutir em sala.”
---	---

Fonte: Próprio autor (2026)

A avaliação dos estudantes mostrou que o desenrolar do processo de aplicação da sequência didática foi positivo. As atividades propostas e a forma de comunicação (linguagem nas discussões e nos materiais apresentados) foram bem avaliados e ajudaram no processo de aplicação da SD (figuras 25), com 79,5% de respostas concordando (46,2% de “concordo” e 33,3% de “concordo plenamente”) e 20,5% de respostas “regular”. O tempo de duração das aulas na SD (figura 26) também foi aprovado pelos estudantes, com 76,9% de respostas concordando (64,1% de “concordo” e 12,8% de “concordo plenamente”) e 23,1% de respostas “regular”, apesar do tempo total da SP não poder ser estendido devido ao período de férias escolares que se aproximava. Essas respostas foram indicativas da aprovação do material didático elaborado para atender o problema de pesquisa, e alguns relatos estão reunidos na tabela 13.

Figura 25: Atividades e comunicação facilitaram a compreensão das atividades

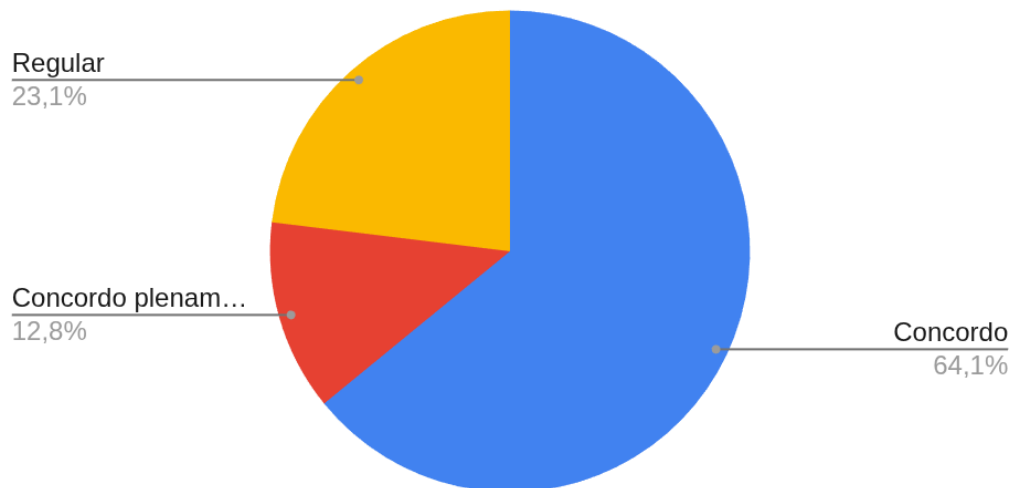
Atividades propostas e comunicação facilitaram sua compreensão?



Fonte: Próprio autor (2026)

Figura 26: Tempo de aula utilizado na proposta

Tempo da aula foi adequado para a proposta didática?



Fonte: Próprio autor (2026)

Tabela 13: Relatos selecionados - Linguagem, atividades e duração da proposta

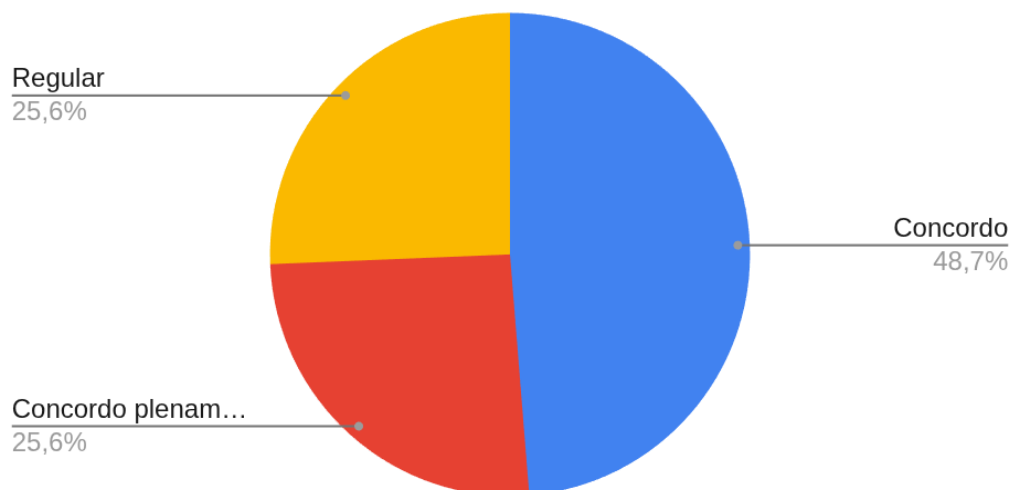
Relato	Descrição
1	"Porque foi uma forma de fala simples que me ajudou entender mais fácil."
2	"Para além dos vídeos e simulações, a forma como o conteúdo foi explicado me ajudou a entender de forma mais fácil os conceitos."
3	"Gostei da linguagem utilizada, pois foi clara e acessível."
4	"Sim, aprender com pessoas que tem a mesma informalidade que a minha me fez compreender melhor."
5	"Concordo, pois a linguagem utilizada durante as aulas foi clara e adequada ao conteúdo, o que facilitou a compreensão dos conceitos. Além disso, a forma como as atividades foram propostas ajudou a entender o problema de verdade, buscando não apenas a resposta final, mas como resolvê-lo e compreender todo o processo, o que contribui para um aprendizado mais completo e significativo.."

Fonte: Próprio autor (2026)

Sobre o questionamento se os conceitos de Termodinâmica estavam mais compreensíveis após a sequência didática, as respostas apontam uma melhora no entendimento da Termodinâmica. 74,3% concordaram que houve melhora na compreensão dos conceitos (48,7% de “concordo” e 25,6% de “concordo plenamente”) e 25,6% responderam “regular”. Não houve respostas negativas. Algumas respostas que já foram mostradas demonstram que os estudantes relataram ter compreendido o processo de funcionamento dos aparelhos e por consequência também compreenderam os novos conceitos abordados. Vale ressaltar nessa pergunta que, apesar das avaliações terem mostrado resultados promissores, a experiência durante a aplicação da SD também demonstrou que alguns alunos, no momento da discussão das soluções apresentadas, falharam em demonstrar conhecimento em termos que já deveriam saber e que são usados no cotidiano, o que demonstra que algumas pessoas, durante seu processo de pesquisa para a solução de problemas, não conseguiram alcançar um nível satisfatório de autonomia intelectual, e que faria que numa situação de desconhecimento de algum termo ou conceito, essa mesma pessoa buscasse por si mesma o significado para obter uma aprendizagem significativa. O questionário final de avaliação do PE não foi pensado em obter respostas das lacunas de conhecimento que os estudantes pudessem ter, e por isso não foi possível obter dados mais precisos de alguns conhecimentos prévios que os estudantes deveriam ter no final da atividade, porém, durante o processo de apresentações e discussões das soluções encontradas pelos grupos, percebeu-se que algumas dúvidas ou conceitos termodinâmicos não abordados por alguns grupos foram trazidos à discussão pelo restante da turma, o que permite inferir que a metodologia da ABP gerou uma aprendizagem significativa em boa parte da turma.

Figura 27: Compreensão dos conceitos da Termodinâmica

Compreensão de conceitos termodinâmicos (profissional e no cotidiano)?



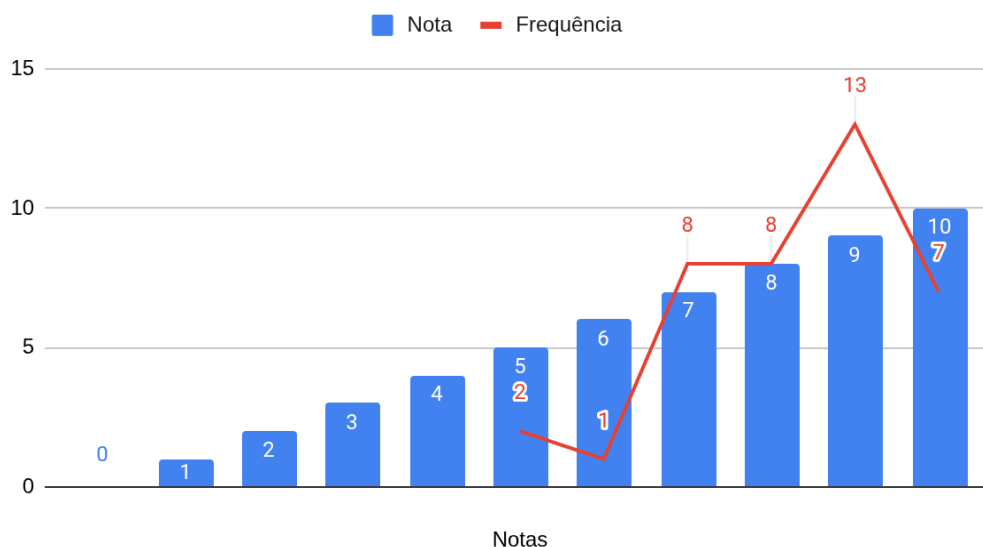
Fonte: Próprio autor (2026)

No questionário de avaliação do PE, foi pedido que os estudantes fizessem uma autoavaliação do comprometimento e interesse durante o desenvolvimento da proposta didática e trouxessem sugestões para melhorar a experiência de aprendizagem. Referente à autoavaliação dos estudantes, a pergunta pedia que eles atribuísssem uma nota de 0 (zero) a 10 (dez). A média das respostas foi 8,28, e a frequência da autoavaliação pode ser conferida na figura 28. Percebe-se que a média das avaliações demonstra um grande engajamento dos estudantes na proposta didática, o que é corroborado pela participação e qualidade do trabalho desenvolvido durante as aulas, e pelas respostas trazidas no formulário de avaliação do PE. Percebe-se também que poucos alunos tiveram participação moderada, enquanto o restante teve grande participação, sendo que as notas da autoavaliação se concentram acima da nota 7. Sobre a sugestão de como melhorar a proposta didática, poucos alunos fizeram proposições, mas as pessoas que resolveram responder sugeriram a utilização de experiências práticas (tabela 14). Durante a apresentação das soluções, apenas uma equipe trouxe um experimento prático para auxiliar na compreensão dos conceitos da Termodinâmica. A sugestão de atividades práticas é interessante pois sinaliza que, apesar da disponibilidade gratuita de

ferramentas TDIC que simulam os comportamentos físicos como por exemplo o simulador *Phet*, ainda existe uma necessidade de verificar experimentalmente, na vida real, o que está sendo estudado.

Figura 28: Autoavaliação de participação dos estudantes

Autoavaliação dos estudantes



Fonte: Próprio autor (2026)

Tabela 14: Relatos selecionados - Sugestões de melhoria da proposta

Relato	Descrição
1	"Acredito que fazer experimentos práticos seria muito útil para que os alunos ficassem mais engajados na atividade. Como trazer as próprias máquinas para a sala para que pudéssemos ver como são as peças do seu interior"
2	"Tornar as aulas mais práticas ajudam os alunos a se sentirem mais confortáveis e desenvolverem o conteúdo trabalhado em aula , muitas vezes somente a aula teórica, com slides, calculo e exercícios se torna cansativa e o conteúdo não é absorvido devido o cansaço extremo."
3	"(...) Como opinião construtiva, acredito que o interesse é algo individual, por isso é importante que sejam propostas diversas atividades e metodologias diferentes. Dessa forma, em algum momento cada estudante pode se identificar mais com determinada atividade, se interessar pelo conteúdo e desenvolver melhor aquilo de que gosta, tornando o processo de aprendizagem mais motivador e eficaz."

Fonte: Próprio autor (2026)

Portanto, a avaliação do questionário permite inferir que a utilização das TDIC foi feita de forma crítica, visto que os estudantes fizeram pesquisas, organizaram e buscaram a solução de forma reflexiva e utilizaram ferramentas TDIC para isso. Além disso, a qualidade das soluções apresentadas durante a proposta didática é indicativo do comprometimento e análise crítica feita pelos estudantes. É importante deixar sinalizado também que as ferramentas de IA já estão incorporadas no cotidiano dos alunos, sendo necessário formas de ensino que a utilizem de forma proveitosa, como suporte ao aprendizado e não como uma ferramenta que apenas fornece soluções prontas.

O uso da metodologia ativa ABP foi bastante elogiada pelos estudantes, e suas contribuições puderam ser notadas. A formulação de uma situação problema que tivesse certa complexidade e estimulasse os estudantes foi essencial para a obtenção de bons resultados, por isso é importante destacar o uso da técnica 3C3R. Além do mais, a primeira experiência da maioria dos alunos se mostrou muito satisfatória, e isso é notado tanto na avaliação do PE quanto na experiência em sala de aula. A metodologia da ABP se mostra com muito potencial para ser utilizada na EPT, pois a ideia de se aprender resolvendo problemas dialoga muito com o futuro dos estudantes com curso técnico, e as habilidades que são trabalhadas e incentivadas na ABP, como autonomia intelectual (“aprender a aprender”), cooperação e trabalho em grupo, pensamento crítico, são similares às qualidades pretendidas nos alunos formados nas instituições de ensino da RFEPCT.

A tabela 15 apresenta os resultados de forma resumida, mostrando para cada categoria, a situação antes da aplicação da proposta e a situação após a aplicação, com um breve comentário. Pode-se notar que houve um avanço significativo nas categorias apresentadas, e com isso pode-se afirmar que a estratégia elaborada atingiu seu objetivo principal, que era promover a aprendizagem significativa na disciplina de Termodinâmica, em conteúdos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais.

Tabela 15: Quadro resumo

Categoria	Início	Fim	Análise
TDIC	Utilização de ferramentas, incluindo simuladores (64,29%)	Ferramentas utilizadas de forma crítica	Qualidade das soluções apresentadas é indicativo do comprometimento e análise crítica feita pelos estudantes através das TDIC
ABP	Desconhecimento da metodologia (75%)	82% dos estudantes se sentiram estimulados pela ABP	ABP incentivou positivamente os estudantes em diferentes aspectos (funcionamento de equipamentos, conceitos da Termodinâmica, cooperação, autonomia intelectual)
Conhecimentos Termodinâmica	Sabem da importância, mas tem lacunas de conceituações. Conhecimento intuitivo	74,3% sinalizaram que os conceitos de Termodinâmica estavam mais compreensíveis	Estudantes conseguiram aplicar conceitos mais complexos em uma situação do cotidiano pessoal e profissional
Conteúdos Conceituais	Base conceitual deficiente dos conteúdos de Termodinâmica	Compreensão	Estudantes compreenderam conceitos que fogem do senso comum, como a confusão entre “calor” e “temperatura”
Conteúdos Procedimentais	Aplicação da Primeira Lei insuficiente	Utilização da Primeira Lei em três aparelhos distintos	Estudantes conseguiram analisar mais profundamente a comparação entre três aparelhos através da Primeira Lei da Termodinâmica
Conteúdos Atitudinais	Não houve menção no questionário diagnóstico	Estudantes se sentiram estimulados a agir em cooperação, com a contribuição entre os grupos no entendimento do assunto	Aspectos como cooperação, organização, pensamento crítico, engajamento foram notados em grande parte dos alunos
Autonomia	Não houve menção no questionário diagnóstico	Autonomia intelectual, com muitos estudantes afirmando que a proposta ajudaram no “aprender a aprender”	A busca da solução utilizando diferentes ferramentas TDIC, com análise crítica reflexiva na pesquisa, contribuiu para autonomia, organização, liderança e oralidade dos estudantes
Avaliação da Proposta Didática	Não houve menção no questionário diagnóstico	Aprovação acima de 75%	Estudantes avaliaram positivamente a proposta didática, se sentindo mais engajados e com melhor compreensão de alguns

			conceitos de Termodinâmica
--	--	--	----------------------------

Fonte: Próprio autor (2026)

A proposta didática conseguiu uma aprendizagem significativa dos conhecimentos (conteúdos de aprendizagem conceituais e procedimentais) da disciplina de Termodinâmica, incluindo a Primeira Lei da Termodinâmica e conceitos base para seu entendimento (transferência de energia por calor e trabalho, variação da energia interna de um sistema), conforme mostrado nas apresentações das equipes e corroboradas pela avaliação do Produto Educacional, além de estimular outras habilidades importantes (conteúdos atitudinais) de uma formação crítica. As atividades propostas, a forma de comunicação e a duração das aulas foram bem avaliadas e ajudaram no processo de aplicação da sequência didática.

5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa buscou validar uma estratégia de ensino que articulasse a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e ferramentas das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), para promover uma aprendizagem significativa de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais na disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas. Após a realização das quatro etapas da pesquisa, os resultados demonstraram que os objetivos propostos foram alcançados de forma satisfatória, e a utilização da ABP conjugada com ferramentas TDIC se mostrou uma estratégia que potencializa habilidades pretendidas na formação crítica dos estudantes da Educação Profissional e Tecnológica (EPT).

Os estudantes apontaram, antes da aplicação da sequência didática, que já faziam uso de TDIC no seu processo de estudos, inclusive utilizando ferramentas de IA. A experiência na proposta didática demonstrou que a utilização das TDIC foi feita de forma crítica, e isso pôde ser notado pela qualidade dos trabalhos apresentados e pela avaliação do PE, com 92,3% dos estudantes indicando esse uso. O padrão de utilização de ferramentas como *Youtube*, *Google* e *Chat GPT*, no processo de aprendizagem dos discentes, se manteve antes e após a proposta, enquanto

ferramentas de simulação não foram utilizadas pelos alunos durante as apresentações, e tampouco houve menção a seu uso nas respostas do formulário final. Pode-se deduzir que os alunos fizeram uso das TDIC conforme preconizado no item 5 das Competências Gerais da Educação Básica, presente na BNCC.

A metodologia da ABP se mostrou eficaz na aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e atitudinais e potencializou as aprendizagens atitudinais. Seu uso na EPT deve ser incentivado, já que muitas das habilidades estimuladas nessa metodologia ativa estão em consonância com as metas de formação presente na Educação Profissional e Tecnológica. O protagonismo estudantil que se atinge na utilização da metodologia se conjuga com a formação crítica de cidadãos que esperamos. A adoção de uma técnica que possibilite a elaboração de um problema que se mostre próximo à realidade dos estudantes, e que os estimulem a buscar uma solução é um ponto crucial para a aplicação desta metodologia. O uso da técnica 3C3R proposta por *Hung*, em que os componentes centrais (3C) servem de suporte para os processuais (3R) se mostrou eficaz, e serve como método capaz de formular um bom problema na ABP.

Alguns princípios teóricos da EPT puderam ser trabalhados de forma eficaz no PE. A “formação humana integral” se manifesta na compreensão de conhecimentos técnicos (conteúdos conceituais e procedimentais) e no estímulo de habilidades que geralmente não são trabalhadas diretamente em sala de aula, como autonomia, pensamento crítico, colaboração, oratória (conteúdos atitudinais). O “trabalho como princípio educativo” esteve presente na utilização de um problema real (comparação de 3 aparelhos distintos para uma mesma função) como motor para a aprendizagem. A atividade de pesquisar é um dos pilares da metodologia da ABP, e a “pesquisa como princípio pedagógico”, que está intimamente ligada com o princípio do “trabalho como princípio educativo”, se fez presente durante a execução da sequência didática, visto que esse princípio é orientado para o estudo e a busca de soluções para questões teóricas e práticas da vida cotidiana, e que fortalece a autonomia intelectual dos estudantes.

Alguns conceitos chaves da disciplina de Termodinâmica, como calor,

trabalho, temperatura, se mostraram inconsistentes antes da criação da proposta didática. Apesar de muitos entenderem a importância da disciplina para compreender fenômenos do nosso cotidiano, as respostas apresentadas mostraram confusão e falta de clareza em alguns aspectos. Essa situação foi alterada com a sequência didática trabalhada, com 74,3% dos estudantes afirmando que houve melhor compreensão dos conceitos, já que o entendimento do funcionamento dos três aparelhos da situação problema necessitou do entendimento de conteúdos conceituais (calor, trabalho, energia interna) para que conteúdos procedimentais (aplicação da Primeira Lei da Termodinâmica) fossem trabalhados.

Apesar da avaliação positiva da aplicação da sequência didática e de todos os pontos favoráveis descritos até aqui, foi percebido algumas lacunas de conhecimento no decorrer das atividades, demonstrando que não há uma uniformidade no conhecimento de todos, e que isso muito provavelmente impacta a aprendizagem significativa dos temas abordados. O “aprender a aprender” não pôde ser logrado por todos, mas espera-se que as intervenções durante as aulas tenham também funcionado como uma mudança de paradigma de que existem outras possibilidades efetivas de aprimorar o conhecimento, principalmente de forma autônoma.

Os alunos não fizeram uso de ferramentas de simulação, como *Phet*, mesmo sendo apresentada essa ferramenta antes da aplicação da sequência didática e com uma grande porcentagem dos alunos (64,29%) assinalando que já conheciam o simulador. Apesar de alguns alunos terem sugerido a utilização de aulas práticas como melhoria da proposta didática, não houve menção à utilização de simuladores que poderiam ter um efeito similar, mas virtual.

De todo modo, a presente pesquisa logrou atingir os objetivos propostos, e espera-se que o material produzido e o relato da experiência possa servir de referência para outros trabalhos. A Educação Profissional e Tecnológica necessita de diferentes estratégias para promover a formação de cidadãos críticos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa não se aprofundou na utilização de ferramentas de inteligência artificial. Tanto o questionário diagnóstico quanto o formulário de avaliação do PE mostraram que os estudantes utilizam essas ferramentas como suporte de aprendizagem, mas não obteve dados suficientes para compreender se essas ferramentas servem como guia auxiliar nesse processo ou como uma ferramenta que apresenta uma resposta pronta. De qualquer forma, é importante se aprofundar, em trabalhos futuros, na proposição de metodologias que façam uso dessa ferramenta para que seu uso seja feito de forma reflexiva e ética.

Apesar desta pesquisa ter finalizado sua aplicação com o assunto da “Primeira Lei da Termodinâmica”, o problema proposto na situação problema foi pensado para que outros assuntos da ementa da disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas do Ifal Coruripe pudessem ser trabalhados, como por exemplo o assunto ciclo de refrigeração e a Segunda Lei da Termodinâmica. Portanto, trabalhos futuros que utilizem a situação problema apresentada tem potencial para se aprofundar nessas temáticas. Para tanto, deve-se estipular um tempo de aplicação da proposta maior em relação ao que foi feito neste trabalho.

Finalizo este trabalho destacando a importância de se conhecer as bases teóricas da EPT, e sugerindo que futuros trabalhos relacionem os princípios teóricos com outras situações vividas pelos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Isalete Bezerra; SANTOS, Elza Ferreira. Diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação profissional e tecnológica: retrocessos à vista. **Trabalho & Educação**, Belo Horizonte, v. 32, n. 2, p. 74-85, maio/ago. 2023.

ALVES, Josemar. **Atividades didáticas inovadoras de termodinâmica baseadas em resolução de problemas e TIC**. 2014. 143 f. Dissertação (Atividades didáticas inovadoras de termodinâmica baseadas em resolução de problemas e TIC) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

ARAUJO, Ronaldo Marcos de Lima; FRIGOTTO, Gaudêncio. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 52, n. 38, p. 61-80, maio/ago. 2015.

BARROS, Bruno Arena. **Aprendizagem Baseada em Problemas: um roteiro para o ensino de Termodinâmica na educação básica**. 2020. 178f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

BERRY, R. Stephen. Thermodynamics in our daily lives. *In: Yale University Press*, 24 abr 2019. Disponível em: <https://yalebooks.yale.edu/2019/04/24/thermodynamics-in-our-daily-lives/#:~:text=A%20termodin%C3%A2mica%20nos%20diz%20o,atingir%20o%20desempenho%20mais%20eficiente>. Acesso em: 08 jun. 2025.

BISPO, Edivania Sousa; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. Sugestões de experimentos de fácil acesso para o ensino de termodinâmica. **Physicae Organum**, v. 6, n. 2, p. 89-102, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Cloves-Rodrigues/publication/344251161_Sugestoes_de_Experimentos_de_Facil_Acesso_para_o_Ensino_de_Termodinamica/links/5f60bd0ba6fdcc1164135c93/Sugestoes-de-Experimentos-de-Facil-Acesso-para-o-Ensino-de-Termodinamica.pdf. Acesso em 05 mar. 2025.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas.. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.

BRASIL, CAPES. **Documento de Área – Ensino**. Brasília, 2019a

BRASIL. Eduardo Piovesan. Agência Câmara de Notícias. **Câmara dos Deputados aprova nova reforma do ensino médio**: texto vai ao senado. Texto vai ao Senado. 2024. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/noticias/1045654-camara-dos-deputados-aprova-nova-reforma-do-ensino-medio>. Acesso em: 27 mar. 2024

BRASIL. Agência Gov. Mec (org.). **Publicado decreto que regulamenta uso de celular na escola**. Objetivo da legislação é proteger saúde mental, física e emocional de crianças e adolescentes, ao mesmo tempo em que busca conscientizá-los dos riscos relacionados ao uso excessivo de dispositivos eletrônicos. 2025. Disponível em:

<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202502/publicado-decreto-que-regulamenta-uso-de-celular-na-escola>. Acesso em: 31 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 13 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular. (comp.)**. O uso de metodologias ativas colaborativas e a formação de competências. Disponível em: <https://tinyurl.com/3jjfz54e>. Acesso em: 01 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **MEC aprova parecer que define normas sobre o ensino de computação na educação básica**. Portal MEC, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2022/mec-aprova-parecer-que-define-normas-sobre-o-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 28 jun. 2026.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 12.385, de 20 de fevereiro de 2025**. Regulamenta a Lei nº 15.100, de 15 de janeiro de 2025, para estabelecer restrição ao uso de aparelhos eletrônicos pessoais por estudantes em unidades de ensino. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/decreto/d12385.htm. Acesso em: 4 mar. 2026.

BUZATO, Marcelo El Khouri. Letramentos digitais e formação de professores. **São Paulo: Portal Educarede**, 2006.

CASTAMAN, Ana Sara; TOMMASINI, Angélica. Aprendizagem baseada em problemas: experiências na Educação Profissional e Tecnológica. **Revista Labor**, Fortaleza, v. 1, n. 24, 2020.

CIAVATTA, Maria. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise (org.). **Ensino médio integrado**: concepções e contradições. São Paulo:

Cortez, 2005.

ClAVATTA, Maria. O ensino integrado, a politécnica e a educação omnilateral. Por que lutamos? **Trabalho & Educação**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 187-205, jan./abr. 2014

COIRO, Julie *et al.* Central issues in new literacies and new literacies research. In: **Handbook of research on new literacies**. Routledge, 2014. p. 1-22. Acesso em: 30 ago. 2025

CORTI, Ana Paula. Política e significantes vazios: uma análise da reforma do Ensino Médio de 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-4698201060>. Acesso em 04 jul. 2023.

DA SILVA, Geilson Rodrigues; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. A produção científica nacional em periódicos sobre o ensino de termodinâmica. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 559-577, 2019. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/520>. Acesso em: 28 fev. 2025

DA SILVA, Ivanderson Pereira; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/ensinoepesquisa/article/view/2381>. Acesso em: 23 jun. 2025

DELFINO, Samyr Santos; PINHO, Júlio Afonso Sá de; SOUSA, Marckson Roberto Ferreira de. Desafios da sociedade da informação na recuperação e uso de informações em ambientes digitais. **RDBCI: Revista Digital De Biblioteconomia E Ciência Da Informação**, v. 17, p. e019036, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdbci/a/3QsmRKt9sysyNBjtVbXgs4q/?lang=pt>. Acesso em 20 set. 2024.

DRISCOLL, Marcy P. **Psychology of learning and instruction**. Boston: Allyn and Bacon, 1995. 409 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 29. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

FISCHER, Susana Cristina. Ensino de termodinâmica através de animações e simulações. 2022. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/4143>. Acesso em 05 mar. 2025.

GALLARDO, Marcos Javier Alarcón; MORAES, Eduardo Cardoso. Utilização da

aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação profissional e tecnológica. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, [s. l.], v. 23, n. 12, p. 1-21, 2025. DOI: 10.55905/oelv23n12-015. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/7285>. Acesso em: 27 mar. 2026.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GRACINO, E. R.; SILVA, R. M. da .; VAZ, J. D. A. .; LEAL, S. do R. F. . A pandemia e a educação na escola pública: a dualidade do ensino e a diferença das classes sociais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 21, n. 00, p. e021049, 2021. DOI: 10.20396/rho.v21i00.8665300. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8665300>. Acesso em: 7 jan. 2024.

GRINGS, Edi Terezinha de Oliveira; CABALLERO, Concesa; MOREIRA, Marco Antonio. Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 463-471, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/6YfQSFwm7WvtnXtq85MjJfG/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 4 ago. 2024

GUEDES CONCEIÇÃO, L. E.; AFONSO DOS SANTOS, T. LETRAMENTO DIGITAL: um estudo do componente curricular de Língua Inglesa na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Communitas**, [S. l.], v. 6, n. 14, p. 48–63, 2022. DOI: 10.29327/268346.6.14-4. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/COMMUNITAS/article/view/6188>. Acesso em: 7 jan. 2024.

HUNG, W.; JONASSEN, D. H.; LIU, R. Problem-Based Learning. In: SPECTOR, J. M. et al. (ed.). **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**. 3. ed. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2008. p. 485-506.

IFES (ed.). **Regulamento Geral - 2023**. 2023. Disponível em: <https://profept.ifes.edu.br/regulamentoprofept/16478-regulamento2023>. Acesso em: 19 nov. 2023.

JÚNIOR J. F. C., Uilliane Faustino de Lima, Mário Domingos Leme, Leonardo Silva Moraes, Jonas Bezerra da Costa, Diogo Magalhães de Barros, Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa, & Luis Carlos Ferreira de Oliveira. (2023). A inteligência artificial como ferramenta de apoio no ensino superior. *Rebena - Revista Brasileira De Ensino E Aprendizagem*, 6, 246–269. Recuperado de

<https://rebenamnuvens.com.br/revista/article/view/111>.

KENSKI, Vânia Moreira. Sociedade Tecnológica: tecnologia digital da informação e comunicação (TDIC). **Especialização Educação Digital. Trilha**, v. 1, 2021.

LEITE, P. S. C. (2018). Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. Atas CIAIQ 2018 - Investigação qualitativa em educação, 1, 330-339.

LIMA, Joslaine de *et al.* **Sequência didática para o ensino da termodinâmica**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LOPES, J. S., Silva, A. G. da S., & de Souza, G. F. de S. (2023). ENSINO DE FÍSICA COM USO DE SIMULADORES VIRTUAIS: POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA. HOLOS, 1(39). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14365>

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães (org.). **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. 200 p. Disponível em: <https://recursosdefisica.com.br/files/APRENDIZAGEM-BASEADA-EM-PROBLEMAS--fundamentos-para-a-sua-aplicacao-no-Ensino-Medio-e-na-Formacao-de-Professor-es.pdf>. Acesso em: 13 set. 2024.

MACHADO, S. C.; RAMOS, I. de J. Mapeamento sobre a incorporação das TDIC no ensino médio nos últimos 8 anos. **Informática na educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 22, n. 3 Set/Dez, 2019. DOI: 10.22456/1982-1654.94559. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/94559>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

MAGALHÃES, Simone Rodrigues de; RODRIGUES, Laerte Mateus; PEREIRA, Cláudio Alves. Metodologias ativas que empregam tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ensino médio integrado. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 6, n. 3, e083, 2021.

MEDEIROS, Luciano Frontino de; MOSER, Alvino; SANTOS, Neri dos. A simulação computacional como técnica de pesquisa na administração. **Revista Intersaberes**, v. 9, n. especial, p. 460-485, jul./dez. 2014. Disponível em: <<https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/800/447>>. Acesso em: 21 jun. 2026.

Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 09 jan. 2024..

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos da educação e ensino). Acesso em: 12 de novembro de 2023.

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N.; BOETTNER, Daisie D. Princípios de termodinâmica para engenharia . Grupo Gen-LTC, 2000.

MOREIRA, Marco A. Teorias de Aprendizagem. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013. *E-book*. ISBN 9788521637707. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MOURA, D. H.. Ensino médio integrado: subsunção aos interesses do capital ou travessia para a formação humana integral?. Educação e Pesquisa, v. 39, n. 3, p. 705–720, jul. 2013.

WHAT IS THERMODYNAMICS?. **Glenn Research Center**. 2023. Disponível em: <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/what-is-thermodynamics-1/>. Acesso em: 18 jul. 2025

OLIVEIRA, Pablo Menezes e; CAETANO, Gilzilene de Jesus. A criação dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia: possibilidades de pesquisa no campo da história da educação. **Revista HISTEDBR On-line**. Campinas, v. 24, p. 1-23, 2024. DOI: 10.20396/rho.v24i00.8670665. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8670665>. Acesso em: 4 nov. 2024

PEIXOTO, Joana; DE CARVALHO, Rose Mary Almas. Mediação pedagógica midiaticizada pelas tecnologias?. **Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 31-38, 2011.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **PhET: Simulações Interativas**. Boulder: University of Colorado Boulder, [s. d.]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 15 mar. 2025.

RAMOS, Marise Nogueira. **História e política da educação profissional** [recurso eletrônico]. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2014. (Coleção formação pedagógica, v. 5). ISBN 978-85-8299-031-5

RAMOS, Marise. **Concepção do ensino médio integrado**. Texto apresentado em seminário (versão ampliada), Pará, 2008. 26 p.

REFRIMAQ. **Como o ar condicionado funciona**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://refrimaq.org/como-o-ar-condicionado-funciona/>. Acesso em: 10 jan. 2026.

RIBEIRO, L.; R. C. *A aprendizagem baseado em problemas*. São Carlos: UFSCAR; Fundação de Apoio Institucional, 2008.

RIVIÈRE, Ángel. **El sujeto de la psicología cognitiva**. Madrid: Alianza, 1987. 111 p.

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G. SILVA, M. A. B. V. da; CAVALCANTI, R. J. S.; OLIVEIRA, R. R. **Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais**: proposições de um grupo de colaboradores. ACTIO, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: 01/07/2023.

RODRIGUES DE MAGALHÃES, Simone; RODRIGUES, Laerte Mateus; ALVES PEREIRA, Cláudio. Metodologias ativas que empregam tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ensino médio integrado. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. e083, 2021. DOI: 10.23926/RPD.2021.v6.n3.e083.id1257. Disponível em: <<http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/295>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As Pesquisas Denominadas do Tipo “Estado da Arte” em Educação. **Revista Diálogo Educacional**. 2006, 6(19), 37-50. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189116275004>. Acesso em 04 jul 2023.

SANTOS, Antônio Bispo dos. **Nego Bispo: o contracolonialista**. [Entrevista concedida a] Gabriel Galo. Papo de Galo Revista, [s. l.], n. 3, p. 30-45, 19 jun. 2020. Disponível em: <https://papodegalo.com.br/entrevista-nego-bispo/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

SAVIANI, Dermeval. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 34, p. 152-165, jan./abr. 2007

SILVA, C. F. da; CASTILHO, F. F. de A. Da especialização à polivalência: as influências econômicas sobre a educação profissional e a necessária integralização curricular. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S. l.], v. 2, n. 19, p. e9843, 2020. DOI: 10.15628/rbept.2020.9843. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/9843>. Acesso em: 4 jul. 2023.

SCHUARTZ, Antonio Sandro; SARMENTO, Helder Boska de Moraes. Tecnologias

digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista katálysis**, v. 23, p. 429-438, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/xLqFn9kxxWfM5hHjHjxbC7D/>. Acesso em 20 nov. 2024.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *HOLOS*, Natal, v. 5, p. 182-200, 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481547288017>. Acesso em: 21 jun. 2026.

TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Editora Vozes, 2010.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, p. 443-466, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/3DkbXnqBQyyq5bV4TCL9NSH/?format=html>. Acesso em: 31 ago. 2024.

VIDOTTI DE REZENDE, M. O conceito de letramento digital e suas implicações pedagógicas. *Texto Livre*, Belo Horizonte-MG, v. 9, n. 1, p. 94–107, 2016. DOI: 10.17851/1983-3652.9.1.94-107. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/textolivre/article/view/16716>. Acesso em: 5 jan. 2024.

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e linguagem**. 1. ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 135 p.

WERTHEIN, Jorge. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 71-77, maio/ago. 2000.

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (ETAPA 1)

CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Prezado (a) discente,

Você está convidado (a) a participar de uma pesquisa desenvolvida no Programa de Pós- graduação em Educação Profissional e Tecnológica – ProfEPT – no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Coruripe.

A referida pesquisa tem como objetivo geral: propor uma estratégia utilizando a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de ferramentas das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais, estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação reflexiva e crítica dos discentes da segunda série no curso de ensino médio integrado ao técnico em Mecânica.

A Pesquisa será composta por quatro etapas:

Etapa 1: Fase exploratória/diagnóstica;

Etapa 2: Elaboração do Produto Educacional (P.E.)

Etapa 3: Aplicação do P.E.

Etapa 4: Avaliação e validação do P.E.

Caso você concorde em participar da pesquisa, leia com atenção os seguintes pontos:

- i) você responde o questionário se quiser, podendo a qualquer momento se recusar a responder as perguntas;
- ii) você pode deixar de participar da pesquisa em qualquer momento sem precisar de justificativa para isso.

Para participar da pesquisa, inicialmente, será necessário que estudantes maiores de 18 anos leiam e assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em se tratando de estudantes menores de 18 anos, será necessário que leiam e assinem o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) , bem como seus responsáveis que deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após seu consentimento e/ou de seu/sua responsável é que será disponibilizado o questionário diagnóstico para que você responda. As etapas seguintes ocorrerão após análise dos questionários diagnósticos.

Você pode entrar em contato com o pesquisador para dúvidas e esclarecimentos.

Ao responder o questionário, você estará concordando em participar da pesquisa nos termos informados neste convite.

Agradecemos sua participação!

Marcos Javier Alarcón Gallardo
Pesquisador responsável
(82) 98132-2221
e-mail: mjagallardo@gmail.com
e-mail: marcos.gallardo@ifal.edu.br

Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes
Orientador
(82) 99927-1010
e-mail: eduardo.moraes@ifal.edu.br

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Este questionário se refere à etapa 1 do projeto de pesquisa.

O tempo aproximado para responder é de 15 a 20 minutos.

IMPORTANTE: O participante de pesquisa tem o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal, podendo também se retirar da pesquisa a qualquer momento.

1. Qual sua idade?

() 15 anos

() 16 anos

() 17 anos

() 18 anos ou mais

() Não desejo responder

2. Qual o seu gênero?

() Masculino

() Feminino

() Prefiro não dizer

() Outro

3. Em sua opinião, o que é Termodinâmica? (Tente responder com suas próprias palavras).

4. Em sua opinião, qual a importância na sua vida em conhecer a teoria de Termodinâmica?

5. Você saberia conceituar metodologias ativas? Saberia citar alguns exemplos?

6. Você sabe conceituar a ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas)? Se sim, cite um exemplo.

7. Você consegue conceituar os termos CALOR e TRABALHO? Enuncie com suas palavras os dois termos.

8. Você consegue conceituar os termos TEMPERATURA, PRESSÃO e VOLUME ESPECÍFICO? Enuncie com suas palavras os significados das palavras destacadas.

9. Você conhece a Primeira Lei da Termodinâmica ($Q - W = \Delta U$)? Consegue explicar e mostrar dois exemplos em que ela explica situações do seu cotidiano?

10. Você já utilizou algum software ou aplicativo para demonstrar conceitos da Física? Se sim, o que mais chamou sua atenção?

11. Sobre a pergunta anterior, você se recorda o nome da ferramenta utilizada e em que ocasião você a utilizou?

12. Quando você precisa aprender algum conhecimento novo ou quando precisa aprofundar algum conhecimento adquirido, você utiliza algumas dessas ferramentas? (Obs.: pode ser marcada mais de uma opção)

☐ *YouTube*

☐ TikTok

☐ Instagram

☐ *Google*

☐ ChatGPT

13. Você já utilizou algum software de laboratório virtual para aprendizagem de Termodinâmica?

☐ SIM

☐ NÃO

14. Se você responder SIM na pergunta anterior, qual sua opinião sobre o Software?

15. Com o decreto presidencial 13.385/2025, que regulamenta a lei que proíbe o uso de telefones celulares nas escolas do ensino fundamental, você acredita que seu desempenho acadêmico:

☐ Melhorou muito

☐ Melhorou pouco

() Continua a mesma coisa

() Piorou

() Piorou muito

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL (ETAPA 4)

CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Prezado (a) discente,

Neste momento você está sendo convidado(a) a participar, em caráter voluntário, da etapa 4 do Projeto de Pesquisa Utilização de TDICs e ABP na disciplina de Termodinâmica: Estratégias para promoção de autonomia discente no Ensino Médio Integrado, sob a responsabilidade dos pesquisadores Marcos Javier Alarcón Gallardo e Eduardo Cardoso Moraes.

A Pesquisa é composta por quatro etapas:

Etapa 1: Fase exploratória/diagnóstica;

Etapa 2: Elaboração do Produto Educacional (P.E.)

Etapa 3: Aplicação do P.E.

Etapa 4: Avaliação e validação do P.E.

Caso você não queira participar, não há problema algum. Você não precisa explicar porque, e não haverá nenhum tipo de punição por isso. Você tem todo o direito de não querer participar do estudo, basta selecionar a opção correspondente no final desta página.

Para confirmar sua participação você precisará ler toda esta apresentação e depois selecionar a opção correspondente no final.

Este questionário tem por objetivo verificar sua percepção sobre as atividades desenvolvidas, e os dados coletados permitirão analisar o que foi trabalhado, permitindo melhorias futuras.

O seu nome será mantido em sigilo, garantindo a privacidade, e se desejar terá livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre os estudos dessa pesquisa, como também será informado das suas consequências, enfim, tudo o que anseie saber antes, durante e depois da sua participação.

As informações coletadas serão usadas, única e exclusivamente, para a finalidade desta pesquisa e os resultados serão publicados para fins acadêmicos.

Agradecemos sua participação!

Marcos Javier Alarcón Gallardo
Pesquisador responsável
(82) 98132-2221
e-mail: mjagallardo@gmail.com
e-mail: marcos.gallardo@ifal.edu.br

Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes
Orientador
(82) 99927-1010
e-mail: eduardo.moraes@ifal.edu.br

QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este questionário se refere à etapa 4 do projeto de pesquisa.

O tempo aproximado para responder é de 15 a 20 minutos.

IMPORTANTE: O participante de pesquisa tem o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal, podendo também se retirar da pesquisa a qualquer momento.

1. Você considera que as aulas dessa proposta didática são relevantes para o seu desenvolvimento profissional e pessoal? Indique duas relevâncias (profissional ou pessoal)?
() Não desejo responder

2. Você considera que a aplicação da proposta didática forneceu maneiras de se trabalhar de forma crítica com ferramentas das TDICs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação)?
() Concordo plenamente
() Concordo
() Regular
() Discordo
() Discordo plenamente
() Não desejo responder

3. Você se sentiu estimulado/a a participar das atividades desenvolvidas com a utilização da metodologia ativa da ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas)? Por quê?
() Concordo plenamente
() Concordo
() Regular
() Discordo
() Discordo plenamente
() Não desejo responder

4. Você acredita que após participar da pesquisa e da sequência didática os conceitos de termodinâmica estão mais compreensíveis? Você acredita que consegue relacionar os conteúdos da disciplina com situações do cotidiano e com situações da vida profissional?

☐ Concordo plenamente
☐ Concordo
☐ Regular
☐ Discordo
☐ Discordo plenamente
☐ Não desejo responder

5. Você se sentiu estimulado/a a trabalhar conjuntamente com seus/suas colegas durante as atividades propostas, mesmo fora do ambiente escolar?

☐ Concordo plenamente
☐ Concordo
☐ Regular
☐ Discordo
☐ Discordo plenamente
☐ Não desejo responder

6. Você gostou da linguagem utilizada durante as aulas? A forma como o material foi apresentado facilitou a sua compreensão? Por quê?

☐ Concordo plenamente
☐ Concordo
☐ Regular
☐ Discordo
☐ Discordo plenamente
☐ Não desejo responder

7. Você considera que o aproveitamento do tempo da aula foi adequado para o desenvolvimento da proposta de didática? Por quê?

☐ Concordo plenamente
☐ Concordo
☐ Regular
☐ Discordo
☐ Discordo plenamente

() Não desejo responder

8. Você considera que os objetivos de aprendizagem apresentados na proposta didática não estão claros? Por quê?

() Não desejo responder

9. Você considera que os estudantes foram motivados para aprender mais sobre a temática abordada durante a proposta didática?

() Não desejo responder

10. Você concorda que a turma não contribuiu para um ambiente favorável à aprendizagem durante o desenvolvimento das aulas? Por quê?

() Concordo plenamente

() Concordo

() Regular

() Discordo

() Discordo plenamente

() Não desejo responder

11. Faça uma autoavaliação da sua participação durante o desenvolvimento da proposta didática, assinalando com nota de 0 a 10.

() 0

() 1

() 2

() 3

() 4

() 5

() 6

() 7

() 8

() 9

() 10

12. Se possível, forneça alguma opinião construtiva sobre como podemos melhorar o processo de ensino.

() Não desejo responder

APÊNDICE C - SITUAÇÃO PROBLEMA UTILIZADA NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



Professor: Marcos Javier Alarcon Gallardo
Disciplina: Termodinâmica e Máquinas Térmicas

Situação Problema

Era uma tarde quente de verão. A temperatura passava dos 33 °C, e o grupo de amigos — **Lívia, Pedro e Lucas** — tentava estudar na casa de Lívia para uma prova que iria acontecer em alguns dias.

Lívia:

— Gente, não dá! Esse calor está me derretendo! O **ventilador** está muito barulhento, e parece que só espalha esse bafo quente aqui! Tá difícil, viu?!

Pedro:

— Lá em casa minha mãe comprou um **climatizador**. Vocês conhecem? Tem um reservatório que a gente bota água gelada, e refresca bem. Mas já ouvi dizer que às vezes não funciona direito quando o dia está muito úmido...

Lucas:

— Eu preferia mesmo era um **ar-condicionado split**! Refresca rapidinho e deixa o quarto geladinho. Só que a conta de luz do meu tio quase dobrou quando ele colocou um desses.

Lívia:

— Então, qual desses é realmente o mais vantajoso? O ventilador, o climatizador ou o ar-condicionado? Será que vale o custo e o consumo de energia? Meu avô vem passar uns dias aqui com a gente, e dependendo do que encontrarmos, posso tentar convencer meus pais pra comprar o melhor aparelho que também serviria para quando formos estudar aqui em casa!

Pedro:

— Boa pergunta! A gente podia tentar descobrir isso usando o que estamos aprendendo em Física e Termodinâmica... Não é sobre calor, energia e trabalho?

Lucas:

— **Aí sim! “Projeto Termodinâmica do Sofrimento no Verão”. Bora investigar o funcionamento de cada aparelho e qual gasta menos energia pra dar o mesmo conforto!**

APÊNDICE D - AMOSTRA DO PRODUTO EDUCACIONAL DIAGRAMADO



Sumário	
APRESENTAÇÃO	1
1. REFERENCIAL TEÓRICO	2
1.1 Bases teóricas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT)	2
1.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)	3
1.2.1 Técnica 3C3R	5
1.3 Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC)	6
1.4 Utilização de ABP e TDIC no ensino de Termodinâmica	7
2. PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES	8
2.1. Sequência Didática	8
2.2. Elaboração do Problema	11
3. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL/ RELATO DA EXPERIÊNCIA	20
4. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	31

energia, foi utilizado a simulação "Formas de Energia e Transformações".

- Pontos positivos: Utilização de simulador para demonstrar fisicamente o comportamento da matéria (no caso, o fluido refrigerante). Atenção da turma e engajamento. Consolidação do conhecimento sobre Primeira Lei da Termodinâmica e sobre o funcionamento dos três aparelhos estudados.
- Pontos negativos: Devido ao fechamento do ano letivo, com o início das férias, não foi possível continuar com a metodologia, e não pudemos abordar o cálculo da eficiência dos aparelhos, com a segunda Lei da Termodinâmica.

Figura 5: Simulação "Propriedade dos gases"

Fonte: Phet Interactive Simulations

Figura 6: Simulação "Formas de transferência de energia"



ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

INSTITUTO FEDERAL DE
ALAGOAS - IFAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Utilização de TDICs e ABP na disciplina de Termodinâmica: Estratégias para promoção de autonomia discente no Ensino Médio Integrado

Pesquisador: MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 86558524.0.0000.0195

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.578.757

Apresentação do Projeto:

Este projeto de pesquisa possui como tema Utilização de TDICs e ABP na disciplina de Termodinâmica: Estratégias para promoção de autonomia discente no Ensino Médio Integrado. Desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT/Ifal-CABB), está inscrito na Linha de Pesquisa 1 - Práticas Educativas em EPT; no macroprojeto 1, que trabalha propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT. Os participantes da pesquisa compreendem aproximadamente 70 estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Coruripe. A escolha do grupo de participantes justifica-se por serem discentes da disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, que é a disciplina alvo para a presente pesquisa. Adotam-se como pressupostos metodológicos a pesquisa de abordagem quali-quantitativa, do tipo pesquisa ação, a ser desenvolvida em quatro etapas. Na primeira etapa (fase exploratória/diagnóstica) ocorrerá a revisão bibliográfica, objetivando compreender o estado da arte sobre o tema pesquisado através de levantamentos de publicações. Também nessa fase será aplicado um formulário aos participantes para coletar informações que permitirão compreender o entendimento dos participantes sobre assuntos relacionados à pesquisa. A segunda etapa corresponde à elaboração do Produto Educacional (P.E.), que consiste em uma sequência didática, utilizando a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), juntamente com a utilização de ferramentas tecnológicas das Tecnologias

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). A terceira etapa consiste na aplicação do Produto Educacional, e será feita durante as aulas da disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, para as turmas da segunda série do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica. A última etapa consiste na avaliação e validação do Produto Educacional desenvolvido. Para analisar os dados obtidos a partir da aplicação dos formulários/questionários será utilizada a análise de conteúdo. Busca-se como resultado a

proposição de uma estratégia de ensino utilizando a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de ferramentas das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais, estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação reflexiva e crítica dos discentes da segunda série no curso de ensino médio integrado ao técnico em Mecânica. Durante a fase diagnóstica poderão ser utilizados questionários físicos ou online.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Propor uma estratégia utilizando a metodologia ativa da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de ferramentas das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos conceituais e procedimentais, estimular o auto aprendizado, a autonomia, a cooperação e a formação reflexiva e crítica dos discentes da segunda série no curso de ensino médio integrado ao técnico em Mecânica.

Objetivo Secundário:

- Elaborar uma sequência didática (P.E.) que forneça maneiras de se trabalhar em sala de aula utilizando ferramentas das TDIC, em atendimento ao item 5 das Competências Gerais da Educação Básica, conforme consta na Base Nacional Comum Curricular (BNCC);

- Elaborar uma sequência didática (P.E.) que utilize a metodologia da ABP em sala de aula- Estimular com estratégias Ativas de Ensino e Aprendizagem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais;

- Criar um material educativo com uma linguagem adequada ao público alvo e que estimule uma visão crítica dos estudantes;

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiúca

CEP: 57.035-660

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eficaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

- Validar uma estratégia educacional que sirva de modelo ou referência para outros/as docentes de forma a potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos;
- Pesquisar, validar e listar ferramentas TDIC que podem ser utilizadas para potencializar o aprendizado na disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os possíveis riscos inerentes da pesquisa são:

- invasão de privacidade;
- responder a questões sensíveis;
- revitimizar e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados;
- tomar o tempo do participante ao responder ao questionário/entrevista;
- cansaço ao participar da pesquisa;
- interferência na vida e na rotina das/os participantes;
- embaraço de interagir com estranho, coerção para participar da pesquisa.

Os possíveis riscos decorrentes da pesquisa são:

- discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado;
- divulgação de dados confidenciais (registrados no TCLE/TALE);
- erro na interpretação/transcrição das respostas fornecidas pelos participantes para as perguntas realizadas;

Para minimizar os riscos e no sentido de proteger os participantes da pesquisa, serão tomadas as seguintes medidas:

- invasão de privacidade - será garantido ao participante que somente os pesquisadores terão acesso aos seus dados. Na coleta de dados realizada através de instrumento impresso, esses serão guardados em local seguro (armários e pastas);
- responder a questões sensíveis - será garantido ao participante o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal;
- revitimizar e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados
- os pesquisadores serão habilitados ao método de coleta dos dados e ficarão atentos aos sinais verbais e não verbais a fim de evitar que a/o participante seja revitimizada/o

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

- ou perca o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados;
- tomar o tempo do participante ao responder ao questionário/entrevista - será apresentado o tempo previsto para o participante responder ao questionário/entrevista;
- cansaço ao participar da pesquisa - os questionários serão formulados contendo poucas questões e que necessitem de pouco tempo para respondê-las. O tempo e horário destinados à aplicação dos instrumentos da pesquisa serão pensados de forma a evitar cansaço ou desconforto à/ao participante;
- interferência na vida e na rotina das/os participantes - o questionário e ou entrevista serão estruturados com vistas a atender o tempo destinado para a atividade, para que não ocorra prejuízo e/ou interferência na vida e na rotina das/os participantes;
- embaraço de interagir com estranho, coerção para participar da pesquisa - será garantido que se buscará o momento, condição e local mais adequado para interagir com a/o participante, assegurando espaço para que possa expressar seus receios ou dúvidas durante o processo de pesquisa, evitando qualquer forma de imposição ou constrangimento;
- discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado - será garantido ao participante que que não serão revelados ou divulgados dados que levem a discriminação e estigmatização da/o mesmo;
- divulgação de dados confidenciais (registrados no TCLE/TALE) - será garantido de que não haverá divulgação de qualquer dado constante no TCLE/TALE, a menos que seja explicitamente expresso pela/o participante, ou no caso de menor de idade/incapaz, devidamente autorizado pela/o responsável/será garantido que a publicização/publicação dos dados das/os participantes serão de forma agregada (não individualizada);
- erro na interpretação/transcrição das respostas fornecidas pelos participantes para as perguntas realizadas
- será garantido que os pesquisadores serão habilitados ao método de coleta dos dados e que ficarão atentos a eventuais ocorrências de erro na interpretação/transcrição das respostas fornecidas pelos participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Considera-se que o presente estudo se encontra de acordo com a Lei 14.874/2024 e as Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e suas complementares.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os Termos de apresentação obrigatória estão de acordo com as Resoluções 466/12 e 510/16 do CNS e complementares.

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

ANÁLISE DAS RESPOSTAS REFERENTES ÀS PENDÊNCIAS APONTADAS NO PARECER CONSUBSTANCIADO Nº 7.473.345, EMITIDO EM 28/03/2025.

* Quanto ao Projeto de Pesquisa (arquivo "Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx", postado em 15/04/2025).

PENDÊNCIA 1: No tópico "4 - Patrocínio e orçamento", do Projeto de Pesquisa, consta apenas dados do pesquisador responsável pela pesquisa. Entretanto, conforme Art. 2º (inciso XXXI) da Lei 14.874/2024, patrocinador de pesquisa é definido como sendo: "pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que apoia pesquisa mediante ação de financiamento, de infraestrutura, de recursos humanos ou de suporte institucional". Sendo assim, mesmo o campus Coruripe do Ifal não apoiando financeiramente, ele figura como patrocinador uma vez esse apoio se dará mediante fornecimento de infraestrutura e suporte institucional. Então, faz-se necessário incluir, antes do quadro de orçamento, a identificação de todos os patrocinadores da pesquisa e o tipo de apoio fornecido por cada um, ou seja, Marcos Javier Alarcón Gallardo, apoio financeiro e o campus Coruripe do Instituto Federal de Alagoas (Ifal), apoio de infraestrutura, suporte institucional. Cabe salientar que, conforme o Art. 23 (Parágrafo único) e Art. 26 (incisos VI e XV) da Lei 14.874/2024, caso haja danos sofridos em decorrência da participação na pesquisa, são de responsabilidade do patrocinador a indenização e a assistência aos participantes.

SOLICITA-SE ajustar o tópico "4 - Patrocínio e orçamento", do Projeto de Pesquisa, a fim de inserir, antes do quadro de orçamento, a identificação dos patrocinadores, explicitando qual é a forma de apoio fornecido por cada um.

Resposta à Pendência 1: Texto alterado conforme recomendação, constando agora a informação da inclusão do campus Coruripe do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas como patrocinador devido ao fornecimento de infraestrutura e suporte institucional. Alterada a informação no arquivo "Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx" e "Patrocínio_e_orcamento_15_04_25assinado.pdf". Alteração destacada com a cor da fonte em vermelho.

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiúca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

PENDÊNCIA 2: No último parágrafo do tópico "6 - Metodologia e técnica de trabalho", do Projeto de Pesquisa, está escrito: "[...] Os materiais digitais incluem questionários respondidos no formato online, TCLE, TALE, imagens, etc. e serão armazenados tanto em um pendrive de posse do pesquisador quanto na nuvem, de propriedade do pesquisador. [...]". Entretanto, o item 3.2 da Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS diz que "Uma vez concluída a coleta de dados, é recomendado ao pesquisador responsável fazer o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem". Importante destacar que a maioria dos locais de armazenamento em "nuvem" (como Google Drive e OneDrive) estão atrelados a políticas organizacionais que admitem a possibilidade de acesso por parte de parceiros das empresas mantenedoras, não sendo por isso adequado que dados coletados em pesquisas científicas fiquem disponíveis por muito tempo nesses ambientes, não atendendo o que estabelece a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei 13.709/2018).

SOLICITA-SE ajustar o trecho supracitado do último parágrafo do tópico "6 - Metodologia e técnica de trabalho", do Projeto de Pesquisa, de forma a deixar explícito que após o encerramento da coleta de dados em ambiente virtual o pesquisador responsável irá fazer o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local de armazenamento, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem".

Resposta à Pendência 2: Texto alterado no último parágrafo do tópico 6 do arquivo Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx, ajustando a redação conforme solicitado. Alteração destacada com a cor da fonte em vermelho.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

PENDÊNCIA 3: No último parágrafo do tópico "6 - Metodologia e técnica de trabalho", do Projeto

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404	
Bairro: Jatiuca	CEP: 57.035-660
UF: AL	Município: MACEIO
Telefone: (82)3194-1176	E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

de Pesquisa, está escrito: "[...] Os materiais digitais incluem questionários respondidos no formato online, TCLE, TALE, imagens, etc. [...]". Entretanto, não está disponível na Plataforma Brasil nenhuma cópia dos arquivos no formato a ser disponibilizado no formato online dos questionários, TCLE e TALE (seja de Google Forms ou de outra plataforma virtual), conforme descrito no item 1.1 da Carta Circular nº 1/2021- CONEP/SECNS/MS, que diz: "O pesquisador deverá apresentar na metodologia do projeto de pesquisa a explicação de todas as etapas/fases não presenciais do estudo, enviando, inclusive, os MODELOS DE FORMULÁRIOS, termos e outros documentos que serão apresentados ao candidato a participante de pesquisa e aos participantes de pesquisa." (destaque nosso). Também não se visualizou em nenhuma parte do tópico 6 e em nenhum outro local do Projeto de Pesquisa uma descrição de que forma e quando os participantes terão acesso a imagens online de outros tipos de materiais, além do trecho supracitado.

SOLICITA-SE anexar na Plataforma Brasil, cópia dos questionários TCLE e TALE ou se qualquer outro material a ser apresentado em formato online aos participantes da pesquisa, incluindo os links para cada um deles, a fim de que o CEP/SH/Ifal possa verificar que os procedimentos estão de acordo com o que estabelece os itens 2.1 a 2.2.4 da Carta Circular nº 1/2021- CONEP/SECNS/MS. (Sugere-se ver na página Web do CEP/SH/Ifal modelos de TCLEs, TALE e questionário a serem utilizados em ambiente virtual).

SOLICITA-SE apresentar descrição explícita e detalhada no tópico "6 - Metodologia e técnica de trabalho", do Projeto de Pesquisa, referente a forma e quando os participantes terão acesso a imagens ou a quaisquer tipos de materiais online durante sua participação na pesquisa, de acordo com o Art. 12 (inciso V) e Art. 27 (inciso II) da Lei 14.874/2024 e item 3.4.1.8 da Norma Operacional 001/2013 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Faz-se necessário replicar essa descrição nos TCLEs e TALE.

Resposta à Pendência 3: Em resposta a essa pendência, foram criados os questionários diagnósticos online, vinculados ao TCLE ou TALE, dependendo da idade e condição do participante da pesquisa. Esses questionários online serão inseridos na Plataforma Brasil, cujos arquivos estão denominados como [2_TALE_Formularios_Google.pdf](#), [2_TCLE_discentes_Formularios_Google.pdf](#) e [2_TCLE_responsaveis_Formularios_Google.pdf](#). Os links para acessar os questionários estarão presentes no arquivo

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

↵Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx↵, na seção de apêndices, e também no arquivo
↵APENDICE_D_LINKS_PARA_ACESSAR_OS_QUESTIONARIOS_ONLINE.docx↵.

Além disso, foi acrescentada a informação que os termos TCLE e TALE podem ser entregues no formato online e também na forma física. Em relação à informação de que os participantes terão acesso a imagens online durante a pesquisa, ressalto que a informação sobre o uso de imagens foi suprimida da pesquisa. Alterações destacadas com a cor da fonte em vermelho.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

PENDÊNCIA 4: No tópico "7 - Informações relativas ao participante da pesquisa", do Projeto de Pesquisa, está escrito: "[...] Os participantes serão devidamente informados a respeito dos objetivos, procedimentos, justificativas e perspectivas da pesquisa, e será solicitado aos participantes menores de idade que assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, sendo este documento encaminhado aos pais ou responsáveis de forma individual. Os participantes maiores de idade assinarão o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.[...]". Observa-se que na redação desse tópico há uma confusão em relação a quem se destina o TCLE e TALE, embora o pesquisador tenha realizado uma descrição adequada no Apêndice A do Projeto de Pesquisa (CARTA CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA). Sendo assim, cabe reforçar que o participante menor de idade assina o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), conforme o Art. 24 (§1º) da Lei 14.874/2024, sendo que para participarem da pesquisa se faz necessário a assinatura por parte do responsável legal do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme Art. 24 (inciso I) da Lei 14.874/2024. Já os participantes maiores de idade assinam o TCLE. Faz-se necessário deixar explícito na redação do Tópico em tela que o/a estudante menor de idade somente estará apto/a a participar do processo de coleta de dados após a entrega do TALE, devidamente assinado por ele/a, e entrega do TCLE devidamente assinado pelo/a responsável legal.

SOLICITA-SE ajustar a redação do tópico "7 - Informações relativas ao participante da pesquisa", do Projeto de Pesquisa, a fim de explicitar de forma adequada a quem se destinará o TALE e TCLEs, bem como a sequência de entrega desses devidamente assinados, antes de participarem do processo de coleta de dados.

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiúca

CEP: 57.035-660

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

Resposta à Pendência 4: Foi ajustada a redação no tópico 7 do arquivo

¿Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx¿, alterando a informação conforme solicitado para deixar claro a quem se destina os termos TALE e TCLE, e como será a sequência de entregas e autorizações (quando couber) de cada um dos documentos. Alterações destacadas com a cor da fonte em vermelho.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

PENDÊNCIA 5: No tópico "8 - Grupos em situação de vulnerabilidade", está escrito: "Não se identifica na pesquisa nenhum grupo de participantes que estejam em situação de vulnerabilidade. Os participantes serão alunos regularmente matriculados no Curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas - Campus Coruripe, não ficando caracterizado nenhuma relação de poder." Contudo, essa percepção não está de acordo com a definição de vulnerabilidade contida no Art. 2º (inciso XXVI) da Resolução CNS 510/2016, uma vez que estudantes (adolescentes) são consideradas pessoas que possuem capacidade reduzida de tomar decisões e opor resistência na situação da pesquisa, além de claramente haver uma situação de poder do servidor pesquisador em relação a estudantes adolescentes, conforme Art. 11 da Resolução CNS 510/2016. Faz-se necessário destacar que, conforme o Art. 24 (§2º) da Lei 14.874/2024, se houver a inclusão de participantes em situação de vulnerabilidade em pesquisa considerado incapaz, ainda que circunstancialmente, essa participação fica condicionada a que o pesquisador responsável e o representante do incapaz coassinarão comunicação ao Ministério Público, informando o roteiro de participação do incapaz na pesquisa.

SOLICITA-SE ajustar a redação do tópico "8 - Grupos em situação de vulnerabilidade", do Projeto de Pesquisa, de forma a explicitar que os estudantes adolescentes são pessoas em consideradas em situação de vulnerabilidade por possuírem capacidade reduzida de tomar decisões e opor resistência na situação da pesquisa, além da situação de poder do servidor pesquisador em relação a estudantes adolescentes.

Resposta à Pendência 5: Foi ajustada a redação no tópico 8 do arquivo

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiúca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

¿Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx¿, alterando a informação conforme solicitado.

Alterações destacadas com a cor da fonte em vermelho.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

PENDÊNCIA 6: No tópico "17 - Duração total da pesquisa e cronograma", do Projeto de Pesquisa, consta a etapa intitulada "Submissão do relatório final à Comissão de Ética do Ifal". Entretanto, cabe esclarecer que a Comissão de Ética do Ifal é responsável pela conduta ética dos servidores do Ifal e não pela análise de projetos (protocolos) de pesquisa. Sendo assim, faz-se necessário ajustar descrição dessa etapa para "Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Ifal (CEPSH/Ifal)".

SOLICITA-SE ajustar a descrição constante no tópico "17 - Duração total da pesquisa e cronograma", do Projeto de Pesquisa, a fim de constar entre a etapas "Entrega de Relatório Final ao CEPSH/Ifal", a fim de atender o que estabelece o Art. 53 da Lei 14.874/2024 e Art. 28 (inciso V) da Resolução CNS 510/2016. Replicar esse ajuste tanto no arquivo avulso do cronograma como também no campo "Cronograma de Execução da Plataforma Brasil.

Resposta à Pendência 6: Texto alterado no tópico 17 do arquivo ¿Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx¿ e no arquivo avulso

¿Cronograma_de_pesquisa_15_04_25assinado.pdf¿, alterando a informação conforme solicitado. Além disso, foram alteradas nos dois arquivos as datas previstas no cronograma para se ajustar ao novo envio para apreciação. Alterações destacadas com a cor da fonte em vermelho.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

PENDÊNCIA 7: No "APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO", do Projeto de Pesquisa, observou-se que há questões abertas a serem respondidas e que não consta a informação em sua parte superior esclarecendo ao participante "o direito de não responder qualquer questão, sem

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

necessidade de explicação ou justificativa para tal, podendo também se retirar da pesquisa a qualquer momento.", conforme inciso II do Art. 9º da Resolução CNS 510/2016 e também o item 2.2.1 da Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS.

SOLICITA-SE que nos instrumentos de coleta de dados (QUESTIONÁRIOS), seja inserido antes das perguntas/questões a frase "o participante de pesquisa o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal, podendo também se retirar da pesquisa a qualquer momento.". Replicar isso nos arquivos inseridos de forma avulsa na Plataforma Brasil.

Resposta à Pendência 7: Foi inserido na descrição dos questionários a informação solicitada, destacando em negrito, e esclarecendo ao participante "o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal, podendo também se retirar da pesquisa a qualquer momento.". Essa alteração consta tanto nos questionários apresentados de forma física quanto na forma online. A informação pode ser conferida nos arquivos:

¿ A P E N D I C E _ B _ Q U E S T I O N A R I O _ D I A G N O S T I C O . d o c x ¿ ,
¿ A P E N D I C E _ C _ Q U E S T I O N A R I O _ A V A L I A C A O _ P E . d o c x ¿ ,
¿ T A L E _ F o r m u l a r i o s _ G o o g l e . p d f ¿ e ¿ T C L E _ d i s c e n t e s _ F o r m u l a r i o s _ G o o g l e . p d f ¿ . Alterações destacadas com a cor da fonte em vermelho.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

* Quanto a DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO, INFRAESTRUTURA E INSTALAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E SUAS CONSEQUÊNCIAS (arquivo "AUTORIZACAO_E_INFRAESTRUTURA_assinado.pdf", postado em 15/04/2025).

PENDÊNCIA 8: Tendo em vista que, conforme Art. 2º (inciso XXXI) da Lei 14.874/2024, patrocinador de pesquisa é definido como sendo: "pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que apoia pesquisa mediante ação de financiamento, de infraestrutura, de recursos humanos ou de suporte institucional". Sendo assim, mesmo o campus Coruripe do Ifal não

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

apoando financeiramente, ele também figura como sendo patrocinador da pesquisa uma vez esse apoio se dará mediante fornecimento de infraestrutura e suporte institucional. Sendo assim, torna-se importante ficar explícito, na Declaração de Infraestrutura e Instalações para o desenvolvimento da pesquisa, esse papel do campus Coruripe do Ifal junto a pesquisa, como também que caso haja danos sofridos aos participantes em decorrência da participação na pesquisa, são de responsabilidade dos patrocinadores a indenização e a assistência aos participantes, conforme estabelece o

Art. 23 (Parágrafo único) e Art. 26 (incisos VI e XV) da Lei 14.874/2024.

SOLICITA-SE ajustar o documento da Declaração de Autorização, Infraestrutura e Instalações, de forma que o gestor institucional declare estar ciente que o Ifal campus Coruripe figura como um dos patrocinadores da pesquisa, conforme definido no Art. 2º (inciso XXXI) da Lei 14.874/2024, pois mesmo não apoiando financeiramente, haverá apoio à pesquisa mediante fornecimento de infraestrutura e suporte institucional, sabendo que dessa forma, caso haja danos sofridos pelos participantes em decorrência da participação na pesquisa, são de responsabilidade dos patrocinadores a indenização e a assistência aos participantes, conforme o Art. 23 (Parágrafo único) e Art. 26 (incisos VI e XV) da Lei 14.874/2024.

Resposta à Pendência 8: Foi ajustada a Declaração de Autorização, Infraestrutura e Instalações para o Desenvolvimento da Pesquisa e suas Consequências, conforme solicitado. Também houve o acréscimo da informação relativa à ciência do gestor institucional do campus sobre a responsabilidade da instituição, já que ela é considerada patrocinadora da pesquisa. O documento segue assinado com o nome
AUTORIZACAO_E_INFRAESTRUTURA_assinado.pdf.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ilmo. Pesquisador MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO, de acordo com as diretrizes para pesquisas definidas pelas Res. CNS 466/12, Res. CNS 510/16 e suas complementares, seu protocolo de pesquisa está APROVADO. Dessa forma, o seu protocolo de pesquisa encontra-se totalmente adequado para execução.

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eficaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

Esta aprovação está condicionada a que o projeto de pesquisa seja desenvolvido conforme os Termos e delineamentos apresentados pelo/a(s) pesquisador/a(es) nesse protocolo de pesquisa, caso contrário será uma violação do protocolo de pesquisa e constitui infração ética e sujeita o infrator às sanções disciplinares, sem prejuízo das sanções civis e penais cabíveis, conforme o Art. 2º (inciso LV) e Art. 59 da Lei nº 14.784, de maio de 2024.

Conforme estabelece a alínea "d" do item XI.2 da Res. CNS 466/2012 e o item V do Art. 28 da Res. CNS 510/2016, cabe ao pesquisador elaborar e apresentar o relatório parcial e final (ver modelos na página do CEPISH/Ifal em "Modelos de Documentos e Orientações para Submissão" - <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/pesquisa-pos-graduacao-e-inovacao/comite-de-etica-em-pesquisa>) atestando que o projeto foi desenvolvido conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção.

Caso sejam necessárias mudanças no desenvolvimento do projeto, essas devem ser comunicadas ao CEPISH/Ifal na forma de Emendas ou Extensões, conforme definidas no item "H" do tópico 2.1 da Norma Operacional CNS 001/2013. Cabe esclarecer que Emenda se trata de um documento, a ser anexado na Plataforma Brasil, escrito pelo/a pesquisador/a, informando e justificando as alterações ocorridas e em que arquivo(s)/documento(s). Além do arquivo da Emenda, faz-se necessário anexar na Plataforma Brasil nova versão do(s) arquivo(s) em que se realizou as alterações para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa.

Cabe destacar que o Comitê de Ética em Pesquisa ao receber denúncias ou perceber situações de infrações éticas, sobretudo as que impliquem em riscos aos participantes de pesquisa, deve comunicar os fatos às instâncias competentes para averiguação (conforme Art. 59 e Art. 60 da Lei 14.784) e, quando couber, ao Ministério Público, conforme estabelece o item "K" do tópico 2.1 da Norma Operacional CNS 001/2013.

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4º andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2416898.pdf	15/04/2025 14:00:00		Aceito
Outros	Carta_de_Resposta_Pendencias_assinado.pdf	15/04/2025 13:56:53	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	Questionario_de_Avaliacao_do_Produto_Educacional_Formularios_Google.pdf	15/04/2025 13:34:33	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	TCLE_responsaveis_Formularios_Google.pdf	15/04/2025 13:31:27	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	TCLE_discentes_Formularios_Google.pdf	15/04/2025 13:30:11	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	TALE_Formularios_Google.pdf	15/04/2025 13:29:02	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	APENDICE_D_LINKS_PARA_ACESSAR_OS_QUESTIONARIOS_ONLINE.docx	15/04/2025 13:26:21	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	APENDICE_C_QUESTIONARIO_AVALIACAO_PE.docx	15/04/2025 13:21:51	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	APENDICE_B_QUESTIONARIO_DIAGNOSTICO.docx	15/04/2025 13:20:37	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Cronograma	Cronograma_de_pesquisa_15_04_25_assinado.pdf	15/04/2025 13:17:19	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO_E_INFRAESTRUTURA_assinado.pdf	15/04/2025 13:16:10	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Orçamento	Patrocinio_e_orcamento_15_04_25_assinado.pdf	15/04/2025 13:14:38	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_detalhado.docx	15/04/2025 13:06:35	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_MarcosGallardo_assinado_29_assinado.pdf	10/02/2025 00:04:24	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Outros	Checklist_Docs_assinado_assinado.pdf	21/10/2024 16:06:48	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
TCLE / Termos de	TALE_Termo_de_assentimento.docx	20/10/2024	MARCOS JAVIER	Aceito

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eticaempesquisa@ifal.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL



Continuação do Parecer: 7.578.757

Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Termo_de_assentimento.docx	22:17:42	ALARCON GALLARDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_IFAL_Menores_de_idade.docx	20/10/2024 22:17:26	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_IFAL_Adultos.docx	20/10/2024 22:17:16	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso.pdf	20/10/2024 22:04:01	MARCOS JAVIER ALARCON GALLARDO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 19 de Maio de 2025

Assinado por:
GILSON OLIVEIRA DOS SANTOS
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dr. Odilon Vasconcelos, 103, 4o andar, sala 404

Bairro: Jatiuca

CEP: 57.035-660

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3194-1176

E-mail: eficaempesquisa@ifal.edu.br