

Estratégia no Ensino da
Termodinâmica
utilizando ABP e TDIC na
Educação Profissional
e Tecnológica
campus Coruripe

Marcos Javier Alarcón Gallardo

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes



EXPEDIENTE TÉCNICO

MESTRADO PROFISSIONAL EM
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
Campus Benedito Bentes

Autor

Marcos Javier Alarcón Gallardo

Orientador

Eduardo Cardoso Moraes

Projeto Gráfico e Diagramação

Maria José Oliveira



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

370

G163e

Gallardo, Marcos Javier Alarcón.

Estratégia no ensino da termodinâmica utilizando ABP e TDIC na educação profissional e tecnológica no campus Coruripe / Marcos Javier Alarcón Gallardo – 2026.

39 p. : il.

Produto Educacional da Dissertação - 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 - (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.

**Estratégia no
Ensino da Termodinâmica
utilizando ABP e TDIC na Educação
Profissional e Tecnológica
Campus Coruripe**

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

Os autores



Marcos Javier Alarcón Gallardo

É graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Especialista em Engenharia de Inspeção Não Destrutiva em Equipamentos e Estruturas pela Universidade Católica de Petrópolis (UCP). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL). Atualmente é professor do IFAL, campus Coruripe.



Eduardo Cardoso Moraes

É graduado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Especialização em Informática em Saúde pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). MBA em Gestão e Planejamento Estratégico pela FACINTER. Mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (CIn/UFPE). Doutorado em Engenharia Industrial com ênfase em automação e mecatrônica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Atualmente é professor do IFAL, campus Maceió, e professor do programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT).

APRESENTAÇÃO

Olá!

Este produto educacional é fruto de uma pesquisa do programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica, cujo título é: “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”.

Ele se baseia na aplicação de uma sequência didática, e foi elaborado como uma estratégia para ministrar a disciplina de Termodinâmica e Máquinas Térmicas, em duas turmas da segunda série do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica. Essa estratégia parte da utilização de metodologias ativas (no caso, a aprendizagem baseada em problemas - ABP), fazendo uso de ferramentas das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como suporte ao aprendizado, de forma a potencializar a aprendizagem significativa dos conteúdos e também estimular a autonomia dos estudantes. O planejamento deste produto utilizou dados retirados através de um formulário diagnóstico aplicado às duas turmas. Esse diagnóstico perguntou sobre o conhecimento na disciplina de Termodinâmica, e também quais ferramentas são utilizadas para auxiliar a aprendizagem. A elaboração deste produto educacional se apropria das bases teóricas que direcionam as políticas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), como a formação humana integral, o trabalho como princípio educativo e a pesquisa como princípio pedagógico. O produto educacional está dividido em quatro seções. Na primeira seção, são apresentados os referenciais teóricos que permitem contextualizar o leitor em alguns termos e conceitos utilizados. Na segunda seção, se apresenta um planejamento de tarefas/atividades, com o exemplo de sequência didática que foi utilizada como referência nas aulas, e também se apresenta o passo-a-passo para criação da situação problema, item essencial na aplicação da ABP. A terceira seção aborda a experiência da aplicação da pesquisa, com a discussão de pontos importantes. A última seção apresenta uma conclusão sobre a experiência vivida, a partir da ótica do professor pesquisador, traz alguns números da avaliação realizada com as turmas após a aplicação da sequência didática e discute limites para sua aplicação.

Tenha uma boa leitura!

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: 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, 2023, p. 148).

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 - Bases teóricas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT)

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. Este produto educacional é fruto do programa de mestrado profissional da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, e segue as bases teóricas da EPT, que serão apresentadas a seguir:

- **Formação humana integral e omnilateralidade:** busca superar a divisão histórica entre o trabalho manual (execução) e o intelectual (planejamento), visando uma formação plena nas dimensões física, mental, cultural, política e científico-tecnológica.
- **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
- **Trabalho como princípio educativo:** Entende o trabalho como a base ontológica do ser social e como instrumento pedagógico que permite compreender o processo histórico de produção científica e tecnológica

- **Pesquisa como princípio pedagógico:** é inerente ao processo de ensinar e aprender, 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.

1.2 - Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecida como PBL (*Problem Based Learning*), é uma metodologia ativa desenvolvida nos anos 1960, na *McMaster University's Faculty of Health Sciences*, no Canadá. A ABP parte de um problema que se aproxima da realidade (laboral, cotidiana), para estimular o autoaprendizado e a busca por soluções. Na perspectiva do aprendizado, existe uma inversão em comparação ao modelo tradicional, já que o aluno exercita um protagonismo e é responsável pela busca do seu conhecimento. Esse método de aprendizagem tem relações com as teorias construtivistas.

Estudos demonstram que a Aprendizagem Baseada em Problemas tem como pontos positivos o favorecimento do pensamento crítico, o trabalho em equipe, a autonomia intelectual (“aprender a aprender”), e também a criatividade/iniciativa.



CURIOSIDADE: A sigla ABP são as iniciais de Aprendizagem Baseada em Problemas, mas você também pode encontrar referências que a tratam como PBL, que são as iniciais de Problem Based Learning, na língua inglesa.

METODOLOGIAS ATIVAS: são estratégias de ensino que têm por objetivo incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, por meio de problemas e situações reais, realizando tarefas que os estimulem a pensar além, a terem iniciativa, a debaterem, tornando-se responsáveis pela construção de conhecimento.

Neste modelo de ensino, o professor torna-se coadjuvante nos processos de ensino e aprendizagem, permitindo aos estudantes o protagonismo de seu aprendizado

O papel do professor e dos alunos difere do ensino tradicional, pois como já foi dito, os alunos são estimulados a potencializar sua autonomia durante o processo.

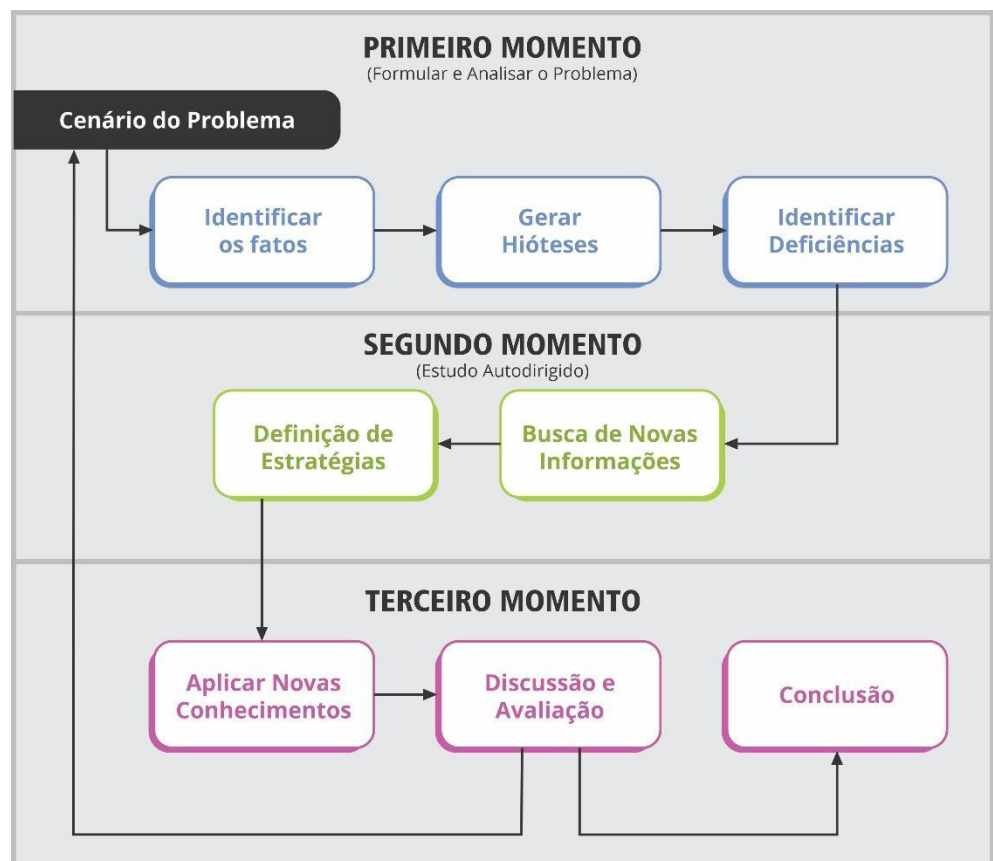
- **Aluno:** papel ativo do aluno no processo de aprendizagem. Ao contrário de métodos tradicionais em que o professor tem o papel de reprodutor de conteúdos e o aluno um papel de receptor, na ABP o aluno é exposto ao problema antes do processo de aprendizagem e acúmulo de saberes (HUNG; JONASSEN; LIU, 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)

Como se trata de uma abordagem não usual, é necessário que a metodologia e as etapas sejam bem explicadas. Resumidamente, um ciclo da ABP pode ser compreendido pelas seguintes etapas:

- **Etapa 1:** Elaboração do problema
- **Etapa 2:** Recebimento do problema por parte dos grupos e levantamento de hipóteses
- **Etapa 3:** Investigação com os recursos disponíveis
- **Etapa 4:** Síntese do processo de investigação
- **Etapa 5:** Retorna ao início, caso a solução apresentada não seja suficiente.

A figura 1 identifica o mesmo ciclo, já com um fluxograma do processo.

Figura 1: Ciclo da ABP



Fonte: Lopes et. al, 2019, p. 51 (adaptação)

Nessa metodologia, a elaboração do problema tem um caráter fundamental para estimular o engajamento e posterior autonomia do aluno durante o processo. Existem algumas técnicas que objetivam a elaboração de uma situação problema que potencialize o aprendizado, como por exemplo a técnica 3C3R.

A técnica 3C3R, desenvolvida por Woei Hung (2006), é considerada um "guia" para a elaboração de um bom problema na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Ela serve para garantir que o problema não seja nem simples demais (um mero exercício) nem muito complexo, a ponto de desmotivar o aluno.

1.2.1 Técnica 3C3R

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:** Conteúdo (Content), Contexto (Context), Conexão (Connection);

- **3R:** Pesquisa (Researching), Raciocínio (Reasoning), Reflexão (Reflecting).

Essa metodologia foi criada por Hung, e se baseia em componentes centrais (3C) e processuais (3R), em que os componentes centrais do problema tratam da adequação do conteúdo, sua contextualização próxima ao cotidiano dos estudantes e a possibilidade de conexão com outras situações; já os componentes processuais se concentram em facilitar a participação e o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem. O autor também explicita nove passos para a criação de um problema na ABP.

Tabela 1: 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

1.3 - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC)

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação permitem acessar, produzir, compartilhar, comunicar conhecimentos através de ferramentas tecnológicas digitais. São um recurso importante no mundo atual e já fazem parte do cotidiano escolar.

As TDICs englobam computadores, celulares, tablets... e tantos outros dispositivos – conectados à internet que possibilitam o acesso, a interação, a comunicação, o compartilhamento e a ação em colaboração entre pessoas e outros dispositivos digitais. (Kenski, 2021, p.18)

O uso de TDIC na sala de aula não vem apenas como uma atualização da tradicional lousa e giz, mas sim possibilita uma maior interação entre teoria e prática. Outros exemplos de TDIC são: internet, redes

sociais, ambientes virtuais de aprendizagem (como Google Classroom), plataformas de videoconferência, simuladores (como Phet), vídeos, podcast, etc.

O uso das TDIC em sala de aula é essencial, não apenas para melhorar a compreensão e potencializar uma aprendizagem significativa, mas também por promover o uso de ferramentas importantes e que já fazem parte do nosso dia-a-dia.



CURIOSIDADE: A Base Nacional Comum Curricular, também conhecida como BNCC, estimula o uso de TDIC em um dos itens das Competências Gerais da Educação Básica.

Figura 2: Item 5 das Competências Gerais da BNCC

5. 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.18)

Fonte: Base Nacional Comum Curricular (2018)

1.4 - UTILIZAÇÃO de ABP e TDIC no Ensino da Termodinâmica

A disciplina de Termodinâmica é um ramo da física 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. Essa disciplina possui grande importância devido ao entendimento de vários fenômenos do nosso cotidiano, e possui também grande importância no ramo da mecânica, pois permite uma melhor compreensão do funcionamento e aprimoramento de máquinas. Quando nos aprofundamos no estudo da Termodinâmica, nos deparamos com a Primeira Lei da Termodinâmica, que trata do princípio da conservação de energia para um sistema termodinâmico, e a Segunda Lei da Termodinâmica, que permite determinar o sentido de processos termodinâmicos e calcular o rendimento de máquinas térmicas. Geralmente se percebe uma dificuldade por parte dos alunos para compreender alguns assuntos

discutidos. Uma das causas decorre da dificuldade dos alunos em imaginar como os fenômenos termodinâmicos ocorrem somente com a explicação teórica

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).

A seguir serão listadas algumas ferramentas gratuitas que permitem simular fenômenos físicos e que auxiliam na disciplina de Termodinâmica. A tabela 2 apresenta três simuladores com uma breve descrição e o endereço eletrônico para acesso

Tabela 2: Simuladores gratuitos para o ensino de Física

<u>Ferramenta</u>	<u>Endereço</u>	<u>Descrição</u>
Phet	https://phet.colorado.edu/pt_BR/	oferece simulações de ciência e matemática divertidas, gratuitas, interativas e baseadas em pesquisa
Simufísica	https://simufisica.com/	coleção de aplicativos de simulação computacional para pesquisa e aprendizagem de Física e de outras ciências
Vascak.cz (Physics at school)	https://vascak.cz/	coleção de simuladores de Física gratuitos

Este produto educacional é uma estratégia de ensino que faz uso da ABP, com suporte das TDIC, na disciplina de Termodinâmica. A ABP se mostra uma importante metodologia ativa que estimula o aprendizado crítico e o “aprender a aprender”. Além disso, acreditamos que as TDIC são importantes no sentido de potencializar as vantagens no uso desta metodologia ativa (ABP), pois permitem que os alunos desenvolvam autonomia no seu aprendizado, e fornecem suporte, nos mais variados tipos para as interações que ocorrem no decorrer da prática.

2. PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

2.1 - Sequência Didática

Para aplicar a metodologia, é sugerido a estruturação de uma sequência didática que permita abordar as principais características da metodologia

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: 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. 18).

É mostrado na tabela 3 um exemplo de sequência didática que serviu de modelo durante a aplicação do produto educacional. Na tabela estão relacionadas, para cada etapa, os conteúdos de aprendizagem (conceituais, procedimentais e atitudinais) que são estimulados, a forma como essa etapa é trabalhada na organização social da classe, os recursos necessários para a realização das atividades propostas e o tempo estimado para a conclusão das etapas/atividades.

CONTEÚDOS DE APRENDIZAGEM: é tudo que se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem as capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades (...) Portanto, também serão conteúdos de aprendizagem todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social (Zabala, 2010, p. 30).

Este produto educacional se baseia no entendimento que os conteúdos de aprendizagem que podem ser trabalhados são três, a saber:

- **Conteúdos conceituais (O Saber):** se refere ao conjunto de informações que o aluno deve conhecer e compreender, e são divididos em dois níveis: **fatuais** (fatos, dados e fenômenos concretos. Exigem memorização e repetição, como nomes de capitais, datas históricas, símbolos químicos) e **conceituais** (ideias mais abstratas que exigem compreensão e capacidade de relacionar informações. Não basta decorar; é preciso entender o significado, como por exemplo o conceito de democracia, as leis da termodinâmica). Conteúdos conceituais basicamente se resumem “ao que se deve saber”.

- **Conteúdos procedimentais (O Saber Fazer):** se relaciona ao conjunto de ações coordenadas para atingir um objetivo. É o conhecimento prático, as técnicas e os métodos, como por exemplo ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, etc (Zabala, 2010, p. 43-44). Conteúdos procedimentais basicamente se resumem “ao que se deve saber fazer”.
- **Conteúdos atitudinais (O Saber Ser e Conviver):** se referem a formação de valores e a conduta do aluno perante a sociedade e o conhecimento. Podem ser agrupados em **valores** (ideias éticas, como solidariedade), **atitudes** (forma como cada pessoa realiza sua conduta de acordo com valores determinados, como cooperação dentro de um grupo, ajuda aos colegas, respeitar o meio ambiente) e **normas** (padrões ou regras de comportamento que devemos seguir dentro de um grupo social, como chegar no horário, manter a sala limpa). Conteúdos atitudinais basicamente se resumem a “como se deve ser”.

Tabela 3: 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	Google 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		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	Google formulário	50 minutos (1 aula)

2.2 - Elaboração do Problema

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. 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.

Um bom problema deve ter as seguintes características:

- 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 (Lopes et. al, 2019, p. 76).

Descreve-se a seguir a técnica 3C3R para a elaboração do problema. Os nove passos para a criação do problema são comentados de acordo com a situação problema desta pesquisa.

- **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

- **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); **[Conteúdos conceituais]**
- Conhecimento sobre modos de transferência de calor (condução, convecção e radiação) **[Conteúdos conceituais]**

Sequência de apreensão de conhecimentos

- Pesquisar sobre conforto térmico (parâmetros que afetam o conforto térmico (temperatura, umidade, etc) **[Conteúdos conceituais]**
- 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]**

- 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]**
- Pesquisar sobre a conservação de energia (Primeira Lei da Termodinâmica] nos três aparelhos **[Conteúdos conceituais e procedimentais]**
- 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 de mecânica

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

1. Entendendo o problema

- 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.
- 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.
- Variáveis conhecidas*
 - 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.
 - A temperatura da localidade é conhecida
- Variáveis desconhecidas:*
 - 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.

- a. *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.
- b. *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.

- c. *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.
- i. 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;
 - ii. 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**;
 - iii. 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**;

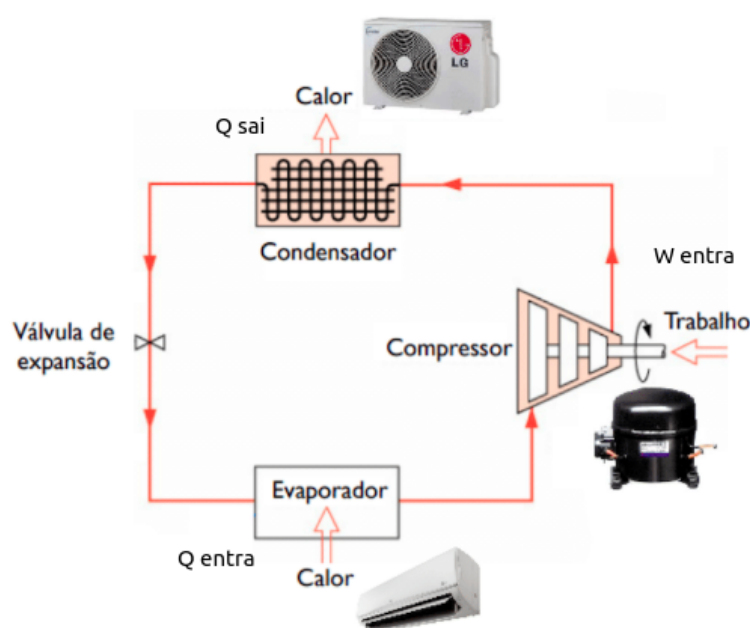
- iv. Na **válvula de expansão**, o fluido refrigerante (que está no estado líquido, com alta pressão), se expande e perde rapidamente pressão, o que reduz sua temperatura. Nessa perda de temperatura, parte do fluido refrigerante se vaporiza. O fluido refrigerante volta ao evaporador em baixa temperatura 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 $\Delta U = Q - W$, onde a variação da energia interna (ΔU) 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 e aumenta levemente a energia interna (ΔU) 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 cede 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. 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 3: Ciclo de refrigeração de um ar condicionado



Fonte: Cubienergia.com

3. Domínio do conhecimento para a resolução do problema

a. Conceitos usados na resolução do problema:

- Calor
- Trabalho
- Variação da temperatura com a mudança de pressão

b. Princípios usados na resolução do problema

- Transferência de calor por convecção
- Regulação da temperatura do corpo e dissipação de calor na pele
- 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 confrontem 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 TDICs (Google, YouTube, simuladores, editores de texto) como ferramentas de apoio para as etapas de Pesquisa e Raciocínio (os 3Rs).

Situação problema elaborada:

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!**

3. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional foi utilizado em duas turmas da segunda série do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Mecânica. Foram realizados 6 encontros com cada turma.

A tabela 4 relaciona link de vídeos utilizados durante a sequência didática

Tabela 4: Link de vídeos utilizados

TÍTULO	LINK	DESCRIÇÃO
Por que o VENTILADOR refresca no calor	https://www.youtube.com/shorts/6zFUqW7geug	Demonstração da queda de temperatura da superfície da pele ao utilizar um ventilador, com o auxílio de uma câmera térmica
A Primeira Lei da Termodinâmica Explicada	https://www.youtube.com/watch?v=U_2Ajc1mcas	Explicação da Primeira Lei: a variação da energia interna de um sistema isolado é igual ao calor cedido menos o trabalho realizado
TERMODINÂMICA Primeira Lei da Termodinâmica	https://www.youtube.com/watch?v=nycdrvYVRS0	Explicação da Primeira Lei
Como funciona o ar condicionado?	https://www.youtube.com/watch?v=nVTdukNJdtM	Explicação do funcionamento de um aparelho de ar condicionado
Como o seu Ar CONDICIONADO funciona ?	https://www.youtube.com/watch?v=CNofxbMUsnY	Explicação do funcionamento de um aparelho de ar condicionado
Climatizador ou Ventilador: Qual Devo Usar? Harpyja	https://www.youtube.com/watch?v=GBVO-8_HCNs	Comparação entre aparelhos climatizadores e ventiladores
Quanto gasta de energia? Ar Portátil vs Split Inverter vs Ventilador	https://www.youtube.com/watch?v=VbCwFZlZeqo	Comparação do consumo e eficiência dos 3 aparelhos

Será feito aqui um resumo dos encontros, com aprofundamento sobre o relato da experiência e pontos a considerar.

- 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. Nesse momento, fiz uma discussão, alternadamente entre os grupos, questionando 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 vs 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. 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 4: 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.

- **6º Encontro:**

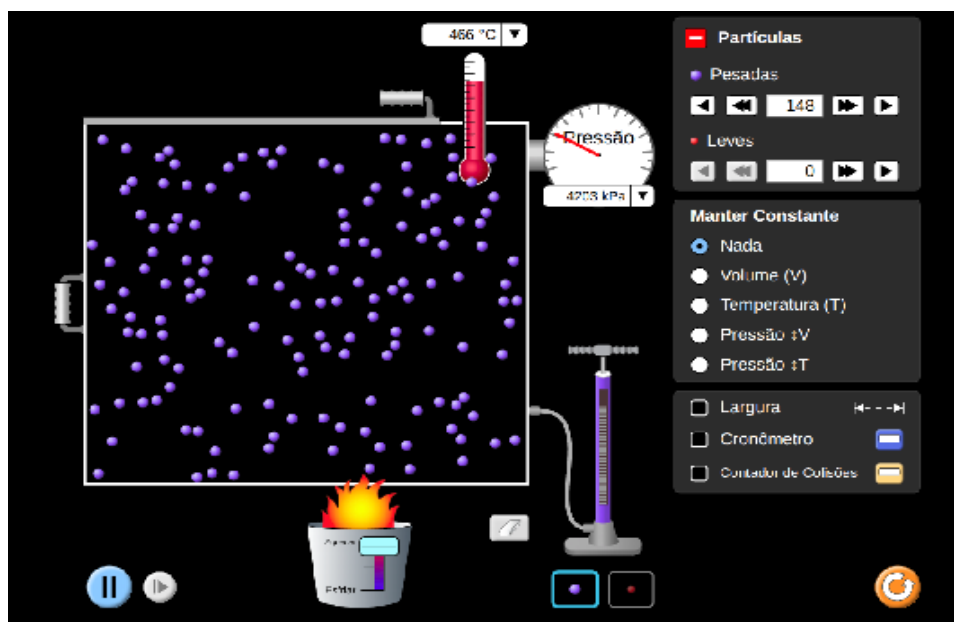
- **Consolidação**

- 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". 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”.

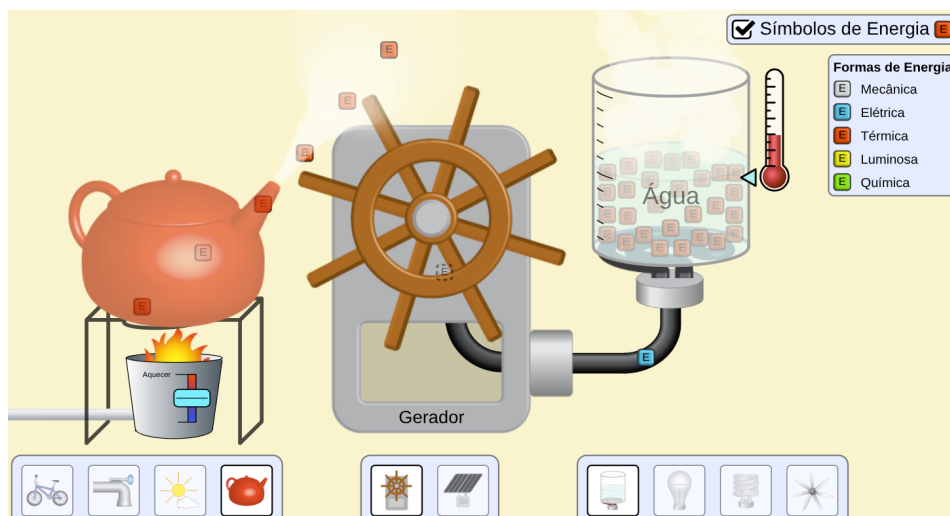
- Pontos positivos: Utilização de simulador para demonstrar fisicamente o comportamento da matéria (no caso, o fluido refrigerante). Atenção da turma e engajamento. Consolidação do conhecimento sobre Primeira Lei da Termodinâmica e sobre o funcionamento dos três aparelhos estudados.
- Pontos negativos: 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”



Fonte: Phet Interactive Simulations

4. CONCLUSÃO

A sequência didática, baseada na utilização da ABP juntamente com TDIC, se mostrou uma estratégia que potencializa a aprendizagem significativa. A experiência em sala de aula demonstrou que a utilização de uma metodologia ativa, que tenha o aluno como protagonista, estimulou a participação da maioria dos discentes. Além da maior participação da turma, foi percebido também um maior interesse, algo que era notado principalmente nas discussões que ocorriam após todos os grupos apresentarem suas soluções. Pesquisa realizada após a aplicação da sequência didática mostrou, através de uma autoavaliação, um grande engajamento da turma, com uma média de 8,3, numa escala de 0 a 10.

As ferramentas das TDIC foram utilizadas pelos alunos nas edições de texto, pesquisa e apresentação. Os alunos não fizeram uso de simuladores, sendo que a ferramenta Phet foi explorada apenas por mim (professor) na sala de aula. Apesar de grande parte dos alunos já ter conhecido o simulador, (63% dos respondentes do questionário diagnóstico) a percepção que tive é que eles não tinham muita familiaridade, e não souberam explorar. A pesquisa diagnóstico também apontou que os alunos utilizam as ferramentas Google e Youtube como suporte para aprendizagem, e percebeu-se nas apresentações o grande uso de vídeos explicativos.

A sequência didática utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas favoreceu a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e

atitudinais na turma. A cooperação e trabalho em equipe, a autonomia intelectual (“aprender a aprender”), e também a criatividade/iniciativa foram habilidades notadas no decorrer do processo, durante a execução da sequência didática e são corroborados com alguns números. Primeiramente, o formulário diagnóstico, aplicado antes da sequência didática, mostrou lacunas em conhecimentos de Termodinâmica. Após o término do ciclo da ABP, aproximadamente 80% dos estudantes respondentes da pesquisa se sentiram estimulados pela metodologia, com igual porcentagem respondendo que os conceitos da disciplina estavam mais compreensíveis.

Alguns alunos demonstraram satisfação na sua experiência com a ABP:



“a utilização dessa metodologia foi um ótimo estímulo já que ela ajuda de uma forma rápida e fácil como resolver certos problemas que vc [sic] pode encontrar ou no seu dia a dia ou no ambiente de trabalho” [resposta de um aluno].

“esse método me ajudou a entender a raiz do problema e como resolver” [resposta de um aluno].

Além disso, a cooperação e autonomia dos estudantes durante o processo de pesquisa e apresentação de resultados foram sinalizadas como positivas em algumas respostas de alunos após a avaliação.



“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” [resposta de um aluno].

A situação problema elaborada através da técnica 3C3R garantiu “Conexão” e “Correspondência”. Devido às suas características de aproximação de um problema real, e com potencial de também

aparecer na futura vida profissional dos estudantes do curso de mecânica, mostrou-se eficiente no engajamento dos estudantes. A situação problema semi estruturada, com mais de uma possibilidade de caminho para resolução, foi bem avaliada pelas turmas, com os alunos demonstrando que as discussões das soluções favoreceram o aprendizado.



“Sim, achei muito mais fácil e dinâmico, até porque ter o mesmo estilo de aula sempre acaba cansando a mente do indivíduo, além de ser mais fácil de compreender também foi interessante saber o que meus colegas pensavam e entenderam sobre o assunto” [resposta de um aluno].

Este Produto Educacional atende a objetivos pretendidos na Educação Profissional e Tecnológica. Primeiramente, podemos relacionar o “Trabalho como princípio educativo” com a situação problema que foi apresentada às turmas, e que coloca o estudante diante de uma necessidade real de transformação da natureza e satisfação de necessidades humanas por meio do conhecimento técnico. A atividade de pesquisa estimulada na situação problema se alinha com “pesquisa como princípio pedagógico”. 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).

Espera-se que o material produzido e o relato da experiência possam servir de referência para outros trabalhos. A Educação Profissional e Tecnológica necessita de diferentes estratégias para promover a formação de cidadãos críticos.

REFERÊNCIAS

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.

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.

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_ver_saofinal_site.pdf. Acesso em: 13 mar. 2025.

COMO o ventilador refresca? (Câmera térmica). Produção: Iberê Thenório e Mari Fulfaro. [S. l.]: Manual do Mundo, 13 dez. 2022. 1 vídeo (58 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/shorts/6zFUqW7geug>. Acesso em: 1 jul. 2026.

CUBI ENERGIA. Eficiência do ar-condicionado: entenda como funciona e por que é importante. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.cubienergia.com/eficiencia-ar-condicionado/>. Acesso em: 10 jan. 2026.

GUANABARA TV - O MERCADO SOLAR. **Quanto gasta de energia? Ar portátil vs. Split Inverter vs. Ventilador**. YouTube, 13 out. 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VbCwFZIZeqo>. Acesso em: 1 jul. 2026.

HARPYJA. **Climatizador ou Ventilador: Qual Devo Usar?** YouTube, 1 mar. 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=GBVO-8_HCNs. Acesso em: 1 jul. 2026.

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.

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

LESICS EM PORTUGUÊS. **Como o seu Ar CONDICIONADO funciona ?** YouTube, 13 fev. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CNofxbMUsnY>. Acesso em: 1 jul. 2026.

LOOS, Pedro. **A Primeira Lei da Termodinâmica Explicada**. In: Ciência Todo Dia. YouTube, 17 jul. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=U_2Ajc1mcas. Acesso em: 1 jul. 2026.

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-Professores.pdf>. Acesso em: 13 set. 2024.

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.

MSCOPE. **How does the air conditioner work?** YouTube, 7 out. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nVTdukNJdtM>. Acesso em: 1 jul. 2026.

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.

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.

ROSSI, Thales. **Primeira Lei da Termodinâmica** - TERMODINÂMICA. In: Chama o Físico. YouTube, 27 maio 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nycdrvYVRS0>. Acesso em: 1 jul. 2026.

SOUZA, Marco Polo Moreno de. **SimuFísica**: simulações de física. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, c2026. Disponível em: <https://simufisica.com/>. Acesso em: 1 jul. 2026.

VAŠČÁK, Vladimír. **Física na escola:** animações de física em HTML5. Zlín, República Tcheca, c2026. Disponível em: <https://vascak.cz/>. Acesso em: 1 jul. 2026.

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

