



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**POLO 58**

**DAVID DO NASCIMENTO ALMEIDA**

**Do Meme ao Conceito Científico:** uma abordagem significativa do ensino de temperatura por meio da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

**RECIFE**

**2025**

## **DAVID DO NASCIMENTO ALMEIDA**

**Do Meme ao Conceito Científico:** uma abordagem significativa do ensino de temperatura por meio da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

Dissertação apresentada ao Polo 58 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino.

Orientador: Doutora, Énery Gislayne de Sousa Melo

Recife  
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Lorena Teles – CRB-4 1774

A447m Almeida, David do Nascimento.

Do meme ao conceito científico: uma abordagem significativa do ensino de temperatura por meio da Unidade de ensino potencialmente significativa. / David do Nascimento Almeida. - Recife, 2025.  
92 f.; il.

Orientador(a): Énery Gislayne de Sousa Melo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS), Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Física - Estudo e ensino. 2. Estratégias de aprendizagem. 3. Prática de ensino . 4. Memes 5. Tecnologia educacional . I. Melo, Énery Gislayne de Sousa, orient. II. Título

CDD 530

## **DAVID DO NASCIMENTO ALMEIDA**

**Do Meme ao Conceito Científico:** uma abordagem significativa do ensino de temperatura por meio da UEPS

Dissertação apresentada ao Polo 58 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino.

Aprovada em (dia) de (mês) de 2025.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Énery Gislayne de Sousa Melo - Orientadora  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Alexandre Cardoso Tenório – Examinador Interno  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Veleida Anahi Capua da Silva Charlot – Examinador Externo  
Universidade Federal de Sergipe

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha mãe que apesar de todas as adversidades da vida  
sempre priorizou meus estudos acima de tudo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus e à espiritualidade que cuida de mim todo esse tempo, me guiando pelos caminhos sinuosos da vida. À minha mãe, que sempre se dedicou muito e fez da minha educação a sua prioridade, sou eternamente grato. À minha namorada Ana, com quem tenho o prazer de vivenciar o universo, obrigado por estar ao meu lado em cada momento. Aos meus amigos da graduação, que são minha força e meu apoio até hoje, meu muito obrigado. Ao doutor Oscar, que cuida das minhas enfermidades espirituais com tanta atenção e carinho. Às minhas gatas, que até hoje são um apoio emocional indispensável.

E, principalmente, a todos que dificultaram a minha vida até aqui: vocês me ensinaram a nunca desistir e àqueles que disseram que nessa família nunca haveria um “doutor”: estou no meio do caminho, mas estamos quase lá.

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão à Sociedade Brasileira pelo apoio fundamental em nossa trajetória acadêmica. Em especial, agradecemos aos professores e a toda a equipe do curso pelo comprometimento, dedicação e conhecimento compartilhado, que foram essenciais para o nosso crescimento.

Também direcionamos nosso reconhecimento ao Polo 58 da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), por proporcionar uma estrutura acolhedora e recursos que enriqueceram nossa formação. Cada suporte recebido foi um passo importante na construção desse caminho educacional.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

## **EPÍGRAFE**

“O caminho para o paraíso começa no inferno.” - Dante Alighieri.

## RESUMO

Este estudo investigou os efeitos de uma sequência didática baseada nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), utilizando o gênero *meme* como ferramenta pedagógica no ensino de conceitos físicos relacionados à Temperatura. Fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o trabalho parte do princípio de que novos conhecimentos são assimilados com maior eficácia quando conectados a saberes prévios. Os *memes*, por sua natureza intertextual e culturalmente próxima aos estudantes, configuraram-se como recursos eficazes para o engajamento e a construção do conhecimento científico. A proposta pedagógica focou no estudo da temperatura sob a perspectiva da teoria cinética dos gases, conteúdo tradicionalmente desafiador para alunos do Ensino Médio. A metodologia incluiu a aplicação da UEPS em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e do 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, totalizando 47 participantes. Os *memes* foram analisados como mediadores semióticos, articulando linguagem, imagem e humor para facilitar a ancoragem conceitual. Os resultados indicaram que a estratégia promoveu maior engajamento, mobilização de conhecimentos prévios e apropriação significativa dos conceitos científicos. Observou-se que 55% das respostas dos alunos foram classificadas como conceitualmente coerentes, com destaque para os estudantes do 3º ano do Ensino Médio, que apresentaram 88,8% de acertos nas questões avaliativas. Além disso, os *memes* facilitaram a superação de concepções alternativas, como a confusão entre calor e temperatura, e estimularam a transferência de aprendizagem para contextos cotidianos. Conclui-se que a integração de elementos da cultura digital, como *memes*, em sequências didáticas fundamentadas na UEPS, é uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem significativa em Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Aprendizagem significativa; UEPS; Memes; Cultura digital.

## ABSTRACT

This study investigated the effects of a didactic sequence based on Potentially Meaningful Teaching Units (UEPS), using the *meme* genre as a pedagogical tool for teaching physical concepts related to the temperature. Grounded in Ausubel's Theory of Meaningful Learning, the research is based on the principle that new knowledge is assimilated more effectively when connected to prior knowledge. *Memes*, due to their intertextual nature and cultural proximity to students, serve as effective resources for engagement and the construction of scientific knowledge. The pedagogical approach focused on the study of temperature from the perspective of the kinetic theory of gases, a traditionally challenging topic for high school students. The methodology included the application of UEPS in 9th-grade elementary school classes and 1st, 2nd, and 3rd-year high school classes, totaling 47 participants. *Memes* were analyzed as semiotic mediators, integrating language, imagery, and humor to facilitate conceptual anchoring. The results indicated that the strategy promoted greater engagement, activation of prior knowledge, and meaningful conceptual appropriation. It was observed that 55% of student responses were classified as conceptually coherent, with particularly strong performance among 3rd-year high school students, who achieved an 88.8% accuracy rate in evaluative questions. Additionally, *memes* helped overcome alternative conceptions, such as the confusion between heat and temperature, and encouraged the transfer of learning to everyday contexts. The study concludes that integrating digital culture elements, such as *memes*, into UEPS-based didactic sequences is an effective strategy for promoting meaningful learning in Physics.

**Keywords:** Physics Education; Meaningful Learning; UEPS; Memes; Digital, Culture.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA DA FÍSICA .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 O CONCEITO DE TEMPERATURA .....</b>	<b>28</b>
2.1.1 Termometria .....	29
<b>2.2 Dilatação Térmica.....</b>	<b>30</b>
2.2.1 Dilatação Linear .....	31
2.2.2 Dilatação Superficial .....	32
2.2.3 Dilatação Volumétrica.....	32
<b>2.3 O Conceito De Temperatura No Ensino Superior.....</b>	<b>33</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA ENSINO-APRENDIZAGEM.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Teoria Da Aprendizagem Significativa.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Teoria Dos Campos Conceituais De Vergnaud.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Unidades De Ensino Potencialmente Significativa .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4 Memes E Humor - O Que São, Como Se Reproduzem E Impacto .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5 Alfabetização Científica e Letramento Científico no Ensino de Física com Memes ..</b>	<b>51</b>
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PROPOSTA.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1. Metodologia.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2. Participantes e local.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3. Materiais.....</b>	<b>54</b>
<b>4.5 Procedimentos.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Planejamento didático.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Etapa 3: Situação-problema com memes .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 Etapa 4: Revisão dirigida.....</b>	<b>63</b>
<b>4.4 Etapa 6: Produção de memes em grupo .....</b>	<b>63</b>
<b>4.5 Etapa 8: Aula dialogada e reflexão final .....</b>	<b>65</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>5.1 Análise da evolução conceitual à luz da teoria dos campos conceituais .....</b>	<b>81</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE A – CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL DURANTE A PESQUISA.....</b>	<b>93</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Brasil enfrenta uma crise estrutural agravada não apenas pela carência de professores qualificados e infraestrutura inadequada, mas também por práticas pedagógicas desatualizadas. Minha trajetória como educador, desde as primeiras experiências em sala de aula, foi marcada por uma inquietação crescente ao perceber o abismo entre o conhecimento científico e a realidade dos estudantes. Era visível o desinteresse, quando não a aversão, pela Física - sentimentos que eu mesmo havia experimentado como aluno do ensino médio. A memorização de fórmulas e a resolução mecânica de exercícios, características da chamada 'educação bancária' criticada por Freire (1996), transformavam o conhecimento físico em um saber enciclopédico e descontextualizado, confirmando na prática docente o que havia vivenciado como discente.

Essa dupla perspectiva - de quem foi aluno desmotivado e se tornou professor questionador - alimentou a busca por estratégias que rompessem com esse ciclo. Observando a familiaridade dos estudantes com a linguagem digital e o engajamento espontâneo com memes nas redes sociais, surgiu o questionamento: seria possível transformar esse interesse natural em ferramenta pedagógica? Como consequência, alunos demonstram forte rejeição à disciplina, relatando até mesmo “ódio” pela Física.

Os dados do ENEM de 2024 confirmam esse quadro: a média da área de Ciências da Natureza foi de 495 pontos, a menor entre todas as áreas avaliadas (Brasil, 2025). A discrepância entre as maiores (867) e menores notas (308) revela a persistência de um sistema que não promove equidade no aprendizado. De acordo com o relatório da *Organisation For Economic Co-Operation And Development* (OCDE) O Brasil, aliás, ocupava em 2015 o 63º lugar em ciências no ranking do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), entre 70 países.

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) o desempenho dos estudantes na área de Ciências da Natureza no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), cuja média em 2019 foi de apenas 477,8 pontos (Brasil, 2020), evidencia a necessidade de repensar práticas pedagógicas ainda pautadas na memorização mecânica de conceitos e fórmulas. Essa abordagem tradicional, desprovida de significação, contribui para o desinteresse generalizado dos alunos pela disciplina.

Essa realidade está fortemente relacionada à forma descontextualizada com que a Física é ensinada. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998), é fundamental que os estudantes consigam relacionar os conteúdos escolares com os fenômenos do cotidiano, o que raramente acontece. A progressiva redução da carga horária da disciplina, aliada à ausência de aulas práticas e à excessiva matematização dos conteúdos, contribui para esse afastamento entre o aluno e o objeto de estudo.

Com o avanço das tecnologias digitais e das interações sociais mediadas por mídias virtuais, emerge uma linguagem própria do ciberespaço, composta por gêneros textuais multimodais que carregam grande potencial comunicativo. Entre eles, destaca-se o meme, que se popularizou como forma de expressão cultural marcada pelo humor, crítica e intertextualidade. Sua natureza versátil e atrativa para os jovens o torna um recurso promissor para fins educacionais.

A partir da vivência em sala de aula, especialmente durante aulas de Física com turmas do Ensino Fundamental e Médio em uma escola particular de turmas reduzidas, observou-se que a inserção de memes no processo de ensino-aprendizagem promoveu um ambiente mais descontraído, participativo e colaborativo. Percebia-se que os estudantes se sentiam mais à vontade para expressar dúvidas, interpretar conteúdos e dialogar entre si, o que favoreceu tanto o engajamento afetivo quanto o aprofundamento conceitual. Pesquisas recentes também têm explorado o uso de gêneros digitais, como os memes, no contexto educacional, apontando seu potencial como recurso didático capaz de gerar identificação, humor e reflexão crítica (Shifman, 2014). Esses indícios motivaram a presente investigação, cujo foco é analisar a potencialidade pedagógica desse gênero digital na construção do conhecimento científico, especificamente no ensino de conteúdos de Física, a partir dos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

A partir dessas considerações, formula-se a seguinte questão norteadora: de que maneira o humor dos memes pode ser usado como facilitador no processo de ancoragem de novos conhecimentos de maneira significativa no ensino de Física?

Objetivo Geral:

Experimentar uma sequência didática fundamentada nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), utilizando o gênero *meme* como recurso pedagógico para promover a aprendizagem significativa de conceitos físicos relacionados à temperatura.

Objetivos Específicos:

1. Investigar a eficácia da UEPS como estratégia de ensino-aprendizagem em Física.
2. Analisar a recepção dos *memes* pelos estudantes enquanto elemento mediador na compreensão de conceitos científicos.
3. Compreender de que maneira os *memes* podem contribuir para a construção de significados no processo de aprendizagem, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.
4. Avaliar a apropriação conceitual acerca do tema temperatura pelos estudantes após a intervenção didática.

O trabalho está alicerçado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), formulada por David Ausubel, que destaca a importância de relacionar o novo conhecimento a estruturas cognitivas já existentes. Tal processo ocorre com maior eficácia quando os conteúdos são

apresentados de forma contextualizada e conectada à realidade do estudante. Para operacionalizar essa teoria em sala de aula, adota-se a proposta das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), concebidas por Marco Antonio Moreira, como estratégias que estimulam a construção ativa do conhecimento.

Além disso, recorre-se ao conceito de meme na acepção de Richard Dawkins (1976), posteriormente expandido no contexto digital contemporâneo. Autores como Shifman (2014), Marcushi (2011) e Bazerman (2005) compreendem o meme como uma manifestação cultural intertextual, cujos elementos humorísticos e semióticos podem ser explorados pedagogicamente. A aplicação dos memes como ferramenta de ensino fundamenta-se ainda nos estudos de Gonçalves (2016), Oliveira e Porto (2020) e outros autores que analisam a função do humor como facilitador da aprendizagem, especialmente em ambientes escolares.

Além do potencial pedagógico já reconhecido por diversas pesquisas, os memes também desempenham um papel significativo na aproximação entre ciência e sociedade, especialmente ao promover uma leitura crítica da realidade mediada pelo humor. Conforme destacam Oliveira, Porto e Cardoso Junior:

[...] fazem com que o público não especializado tenha uma visão crítica da Ciência (de acordo com seus modos de ler e interpretar); podem combater as pseudociências, problematizando grandes questões em debate; podem mostrar os processos, os personagens e as controvérsias envolvidos na atividade científica e nos fatos científicos; promovem uma aproximação entre ciência e sociedade, especialmente, pela mediação cômica. (Oliveira, 2020, p. 11)

Essa perspectiva evidencia que o uso de memes no contexto educacional não apenas facilita a compreensão de conteúdos científicos, mas também contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica e do pensamento crítico.

Nesse mesmo sentido, Felcher e Folmer afirmam que:

[...]o trabalho com memes aposta na importância de integrar tecnologias, metodologias, modificar a forma de dar aula, levando uma linguagem visual e escrita com viés humorístico, presente na vida dos estudantes.(Felcher, 2018, p.1)

Tal integração entre recursos digitais, humor e linguagem visual fortalece o vínculo entre os saberes escolares e o universo sociocultural dos discentes, tornando a aprendizagem mais significativa e contextualizada. Assim, o uso de memes em sala de aula não se limita a uma estratégia de engajamento, mas representa uma proposta metodológica alinhada às demandas contemporâneas da educação, especialmente no ensino de Ciências e Física, onde os desafios conceituais muitas vezes exigem abordagens inovadoras e culturalmente relevantes.

Diversos estudos na literatura recente apontam para o potencial pedagógico dos memes no ensino de ciências. Martins et al. (2023), por exemplo, exploram o uso de memes como organizadores prévios e ferramentas de discussão crítica em aulas interdisciplinares, destacando sua eficácia na promoção da aprendizagem significativa e do pensamento crítico, apesar dos

desafios enfrentados pelos professores com a linguagem dos memes e a cultura digital juvenil. Em uma perspectiva semelhante, Grossi et al. (2023) conduzem uma revisão qualitativa sobre o uso de memes na prática pedagógica e concluem que esses recursos despertam curiosidade, favorecem o alinhamento curricular e desenvolvem habilidades críticas e criativas nos alunos. Já Souza (2019) desenvolveu uma sequência didática com criação de memes por estudantes do ensino médio, promovendo a reflexão crítica, o letramento digital e a interdisciplinaridade entre História e Língua Portuguesa. Pellicer (2016), em estudo descritivo, propõe o uso de memes como ferramentas motivacionais e de avaliação informal, destacando seu papel na revisão conceitual. No ensino de Física, Silva et al. (2015) investigam o uso de tirinhas, histórias em quadrinhos e memes com professores em formação inicial, evidenciando o potencial desses recursos na dinamização das aulas e no estímulo a abordagens interdisciplinares.

Apesar do reconhecimento crescente do valor pedagógico dos memes, não foram encontrados estudos que integrem explicitamente as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) ao ensino de Física com o uso de memes. Alguns trabalhos, como os de Martins et al. (2023) e De Souza (2019), dialogam com princípios da Aprendizagem Significativa Crítica, mas não estruturam suas propostas segundo o modelo sistemático proposto por Moreira (2011). Essa lacuna aponta para a originalidade e relevância deste trabalho, que propõe uma sequência didática fundamentada nas UEPS e na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, utilizando memes como recurso para promover a ancoragem dos conceitos físicos relacionados às variáveis de estado dos gases ao universo sociocultural dos discentes.

Este trabalho se delimita à aplicação de uma sequência didática com turmas do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, abordando o conceito de temperatura à luz da teoria cinética dos gases. A intervenção ocorreu em ambiente escolar, utilizando memes como recurso didático principal. A análise dos resultados baseou-se em uma abordagem qualitativa, com base nas produções dos estudantes e em suas respostas às atividades desenvolvidas durante a UEPS.

A presente pesquisa busca contribuir para o debate sobre metodologias inovadoras no ensino de Ciências da Natureza, em especial a Física, propondo a valorização de linguagens contemporâneas no processo de ensino-aprendizagem. O uso dos memes como ferramenta pedagógica responde à necessidade de uma educação mais próxima da realidade sociocultural dos estudantes, promovendo alfabetização e letramento científico ao integrar conteúdos científicos ao cotidiano digital e social dos alunos. Ao articular teoria, prática e linguagem multimodal, este estudo poderá servir de referência para outros educadores interessados em transformar o ensino de Física em uma experiência mais significativa, acessível e motivadora.

Esta dissertação organiza-se em cinco capítulos que articulam teoria, prática e análise. No capítulo 2, abordamos os fundamentos físicos do conceito de temperatura, percorrendo desde suas definições termométricas até a interpretação microscópica pela teoria cinética. O capítulo 3 explora

os referenciais teóricos do ensino-aprendizagem, com destaque para a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e o potencial educativo dos memes. No capítulo 4, detalhamos o percurso metodológico baseado nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). O capítulo 5 apresenta os resultados e discussões, analisando como os memes mediaram a construção de conceitos científicos. Por fim, o capítulo 6 sintetiza as conclusões e aponta perspectivas para futuras investigações

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA FÍSICA**

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária à compreensão dos conceitos de temperatura, calor, entropia e equilíbrio térmico no contexto do ensino de Física. Inicialmente, é discutida a relevância pedagógica desses conteúdos e as dificuldades recorrentes no processo de ensino-aprendizagem, com base em referenciais teóricos da área. Em seguida, abordam-se os fundamentos históricos e científicos da termodinâmica, destacando sua formulação moderna e as contribuições da mecânica estatística para a compreensão microscópica da temperatura. Também são apresentadas as principais escalas termométricas e suas relações, com ênfase em seu uso didático. Ao longo do capítulo, busca-se articular a abordagem conceitual com estratégias didáticas significativas, valorizando recursos visuais, analogias e linguagem acessível como ferramentas para superar obstáculos conceituais identificados na literatura. A organização do texto visa, portanto, fornecer subsídios teóricos e metodológicos que fundamentem a proposta didática apresentada nos capítulos seguintes, dialogando com a Teoria da Aprendizagem Significativa e com os princípios da educação científica crítica e contextualizada.

### **2.1 O CONCEITO DE TEMPERATURA**

A temperatura, enquanto grandeza física fundamental, representa um dos conceitos mais ricos e multifacetados da ciência moderna. Sua evolução histórica reflete a própria trajetória do pensamento científico, desde as primeiras tentativas de quantificação empírica até as sofisticadas formulações teóricas da termodinâmica e mecânica estatística. A compreensão atual deste conceito resulta da síntese de diversas abordagens complementares, cada uma contribuindo com perspectivas distintas sobre a natureza do calor e do equilíbrio térmico.

As origens do conceito de temperatura remontam às civilizações antigas, onde a percepção do quente e do frio estava intimamente ligada à experiência sensorial e às necessidades práticas. Galeno de Pérgamo, no século II d.C., foi um dos primeiros a sistematizar essas observações, propondo uma escala térmica baseada em misturas de água em diferentes estados. Segundo Crombie (1994, p. 94), "a escala galênica, embora grosseira e subjetiva, representou um marco importante na tentativa de quantificar os estados térmicos, estabelecendo uma correspondência numérica entre sensações físicas e grandezas mensuráveis". Esta abordagem empírica permaneceria dominante por séculos, até o desenvolvimento dos primeiros instrumentos de medição térmica no Renascimento.

### 2.1.1 Termometria

O advento do termômetro no século XVII marcou uma virada crucial na conceituação da temperatura. Instrumentos como o termoscópio de Galileu e, posteriormente, os termômetros de álcool e mercúrio, permitiram pela primeira vez a quantificação objetiva dos estados térmicos (Middleton, 1966). A criação de escalas padronizadas por Fahrenheit e Celsius estabeleceu as bases para uma definição operacional da temperatura, independente da percepção subjetiva. Contudo, foi somente com o desenvolvimento da termodinâmica no século XIX que a temperatura adquiriu seu status teórico atual, deixando de ser simplesmente uma grandeza mensurável para tornar-se um conceito fundamental na descrição dos sistemas físicos (Chang, 2004). Segundo Gaspar (2003), a criação de escalas confiáveis foi essencial para a transição da temperatura enquanto sensação subjetiva para um parâmetro físico rigoroso.

Historicamente, os primeiros termômetros utilizavam líquidos como álcool ou mercúrio para indicar variações de temperatura com base na dilatação térmica desses fluidos. A observação de que certos fenômenos ocorrem sempre em temperaturas constantes — como o ponto de fusão do gelo ou o ponto de ebulação da água ao nível do mar — levou à definição de pontos fixos, que serviram de base para a construção das escalas termométricas. Os principais sistemas utilizados atualmente são a escala Celsius (ou centígrada), a Fahrenheit e a Kelvin.

A escala Celsius, proposta por Anders Celsius em 1742, estabelece o ponto de fusão do gelo como 0 °C e o ponto de ebulação da água como 100 °C, à pressão atmosférica normal. Por sua simplicidade e base decimal, essa escala é amplamente utilizada na maioria dos países e em contextos científicos e educacionais. A escala Fahrenheit, introduzida por Daniel Gabriel Fahrenheit em 1724, define 32 °F como o ponto de fusão do gelo e 212 °F como o ponto de ebulação da água. Embora ainda seja utilizada em alguns países, como os Estados Unidos, sua base não decimal a torna menos prática em contextos científicos.

Por outro lado, a escala Kelvin, introduzida por William Thomson (Lord Kelvin), é a única adotada oficialmente pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) para medições científicas. Ela é

baseada no zero absoluto — a menor temperatura possível, onde a energia cinética das partículas é mínima — definido como 0 K, que equivale a -273,15 °C. A unidade de incremento na escala Kelvin é numericamente igual à da escala Celsius, mas o ponto zero é deslocado. Como destaca Zemansky e Dittman (1997), essa escala é indispensável para o tratamento matemático rigoroso dos conceitos da termodinâmica, especialmente na formulação das leis fundamentais que regem a energia térmica e o comportamento das partículas.

As escalas termométricas também estão inter-relacionadas por equações de conversão que possibilitam a transição entre uma e outra. Entre elas:

$$\frac{T_{Celsius}}{5} = \frac{T_{Fahrenheit} - 32}{9} = \frac{T_{Kelvin}}{5} \quad (1)$$

Essas relações são fundamentais para a compreensão de conteúdos em termologia e permitem a comparação entre experimentos realizados em diferentes contextos históricos, regionais ou técnicos.

Além do aspecto conceitual, a escolha da escala termométrica pode impactar diretamente a interpretação e a representação de fenômenos físicos, especialmente em experimentos envolvendo baixas temperaturas ou reações térmicas sensíveis. No contexto da aprendizagem significativa, conforme argumenta Moreira (2011), é essencial que os alunos compreendam a construção lógica das escalas e não apenas apliquem mecanicamente fórmulas de conversão, o que contribui para a construção de uma rede de significados mais coesa e duradoura.

Portanto, as escalas termométricas não apenas operacionalizam a medida da temperatura, mas também refletem a historicidade e o desenvolvimento teórico da Física. Elas constituem uma ponte entre a percepção sensorial e a modelagem matemática dos fenômenos térmicos, sendo imprescindíveis tanto para o avanço científico quanto para a prática pedagógica no ensino de Ciências.

## 2.2 Dilatação Térmica

A temperatura, do ponto de vista microscópico, está diretamente associada ao grau de agitação das partículas que compõem um corpo. Esse comportamento é descrito pela teoria cinética da matéria, segundo a qual um aumento na temperatura implica maior energia cinética média das partículas. Como consequência direta, observa-se uma tendência dos corpos a se expandirem quando aquecidos, fenômeno conhecido como dilatação térmica.

Do ponto de vista macroscópico, a dilatação térmica manifesta-se como variações mensuráveis no comprimento, área ou volume de um corpo, dependendo da sua geometria. Embora

invisível a olho nu em muitos casos cotidianos, esse fenômeno possui implicações técnicas e estruturais profundas em contextos que envolvem variações de temperatura, sendo essencial em áreas como engenharia civil, mecânica, engenharia de materiais e arquitetura.

### 2.2.1 Dilatação Linear

A dilatação linear refere-se à variação no comprimento de um corpo ao ser submetido a uma variação de temperatura. Ela é observada de forma predominante em objetos alongados, como trilhos de trem, cabos elétricos e hastes metálicas. A equação que rege a dilatação linear é dada por:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T \quad (2)$$

em que:

- $\Delta L$  é a variação no comprimento,
- $L_0$  é o comprimento inicial do corpo,
- $\alpha$  é o coeficiente de dilatação linear do material,
- $\Delta T$  é a variação de temperatura.

A equação (1) pode ser rearranjada para expressar o comprimento final:

$$L = L_0(1 + \alpha \Delta T) \quad (3)$$

Essa relação é válida para pequenas variações de temperatura e para materiais homogêneos. O coeficiente  $\alpha$  depende do material e representa a fração de aumento de comprimento por grau Celsius. Abaixo, apresentamos os coeficientes de dilatação linear para alguns materiais comuns:

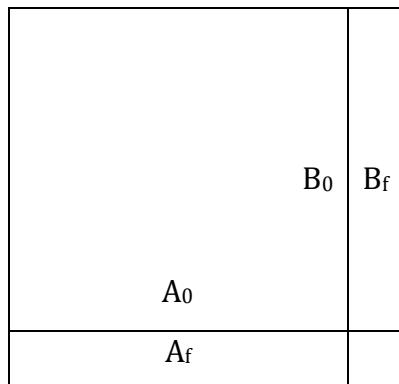
Quadro 1 – Coeficiente de Dilatação linear de alguns materiais

Material	$\alpha \left( ^\circ \text{C}^{-1} \times 10^{-5} \right)$
Latão	1,9
Concreto	1,2
Alumínio	2,4
Cobre	1,7
Ferro	1,1
Vidro comum	9,0
Aço Inoxidável	1,7

Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2011).

## 2.2.2 Dilatação Superficial

**Figura 1 – Representação da lâmina retangular**



**Fonte : Autor, 2025**

Para superfícies planas, como chapas metálicas, a dilatação se dá nas duas dimensões, resultando na chamada dilatação superficial. Considere-se uma lâmina retangular com lados iniciais  $A_0$  e  $B_0$ . (Figura 1) Após um aumento de temperatura  $\Delta T$ , os lados passam a ter dimensões  $A_f$  e  $B_f$ , descritas pelas expressões:

$$A_f = A_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (4)$$

$$B_f = B_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (5)$$

A nova área da chapa será:

$$S_f = [A_0(1 + \alpha\Delta T)][B_0(1 + \alpha\Delta T)] \quad (6)$$

Expandindo a multiplicação:

$$S_f = A_0B_0 + A_0(B_0\alpha\Delta T) + B_0(A_0\alpha\Delta T) + A_0B_0(\alpha\Delta T)^2 \quad (7)$$

Como  $(\alpha\cdot\Delta T)^2$  é muito pequeno, como visto no quadro 1 ( $\alpha \approx 10-5 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ), desprezamos esse termo, chegando a:

$$S_f = S_0 + S_0(\alpha\Delta T) + S_0(\alpha\Delta T) \quad (8)$$

$$S_f - S_0 = 2S_0\alpha\Delta T \quad (9)$$

$$\Delta S = S_02\alpha\Delta T \quad (10)$$

Definimos o coeficiente de dilatação superficial  $\beta = 2\alpha$ , logo:

$$\Delta S = S_0\beta\Delta T \quad (11)$$

Este conceito é especialmente importante em projetos que envolvem lâminas metálicas, janelas, painéis solares e outros elementos sujeitos a variações térmicas.

## 2.2.3 Dilatação Volumétrica

A dilatação volumétrica é o caso tridimensional da expansão térmica e aplica-se tanto a sólidos quanto a líquidos e gases contidos. Considerando um paralelepípedo com lados  $A_0$ ,  $B_0$  e  $C_0$ , após a variação de temperatura, cada dimensão será:

$$A_f = A_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (12)$$

$$B_f = B_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (13)$$

$$C_f = C_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (14)$$

O volume final será:

$$V_f = A_0B_0C_0(1 + \alpha\Delta T)^3 = A_0B_0C_0[(1 + 3\alpha\Delta T + 3\alpha^2(\Delta T)^2 + (\alpha\Delta T)^3] \quad (15)$$

$$V_f = V_0(1 + 3\alpha\Delta T) \quad (16)$$

Considerando o coeficiente de dilatação volumétrica  $\gamma=3\alpha$ , temos:

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta T \quad (17)$$

Essa relação é amplamente usada na indústria para prever o comportamento de materiais em tanques, blocos estruturais ou líquidos submetidos a aquecimento. A compreensão e previsão da dilatação térmica são essenciais para evitar falhas estruturais e garantir a funcionalidade de componentes e sistemas expostos a variações térmicas. No caso da dilatação linear, projetistas de pontes, trilhos e redes de cabos precisam prever folgas para evitar deformações. Os trilhos ferroviários, por exemplo, incluem juntas de dilatação que evitam empenamentos em dias quentes.

Em superfícies planas, como painéis solares e chapas metálicas, a dilatação superficial pode comprometer o encaixe das peças ou provocar tensões internas. Por isso, materiais com baixo coeficiente de dilatação, como cerâmicas ou ligas especiais, são escolhidos para aplicações de alta precisão.

A dilatação volumétrica torna-se crítica em recipientes que armazenam líquidos ou gases, como tanques industriais, reservatórios ou reatores. Um aumento brusco de temperatura pode levar ao rompimento de estruturas se a expansão volumétrica não for prevista no projeto.

## 2.3 O Conceito De Temperatura No Ensino Superior

Na formulação da termodinâmica, estudos de cientistas como Sadi Carnot, que analisou os limites da conversão de calor em trabalho em motores térmicos, e de Rudolf Clausius, que introduziu o conceito de entropia e reformulou a noção de calor. Posteriormente, Lord Kelvin (William Thomson) contribuiu com a formulação da escala termodinâmica absoluta e com a generalização da Segunda Lei. A temperatura emerge como um conceito profundamente conectado à noção de equilíbrio e transformação energética. A Primeira Lei da Termodinâmica, que expressa a conservação da energia, pode ser escrita na forma diferencial como:

$$dU = \delta Q - \delta W \quad (18)$$

onde  $dU$  representa a variação infinitesimal da energia interna do sistema,  $\delta Q$  o calor trocado com o ambiente e  $\delta W$  o trabalho realizado. Para processos reversíveis - aqueles que ocorrem através de uma sucessão de estados de equilíbrio - o calor trocado pode ser expresso em termos da entropia  $S$  do sistema:

$$\delta Q_{rev} = TdS \quad (19)$$

Esta relação fundamental revela que a temperatura  $T$  atua como fator de integração que transforma a diferencial inexata  $\delta Q$  na diferencial exata  $dS$ . Substituindo esta expressão na Primeira Lei, obtemos a equação fundamental da termodinâmica para sistemas simples:

$$dU = TdS - PdV \quad (20)$$

onde  $P$  é a pressão e  $V$  o volume do sistema. A partir desta relação, podemos derivar a definição termodinâmica formal da temperatura como:

$$T = \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right)_V \quad (21)$$

Esta expressão mostra que a temperatura pode ser interpretada como a taxa de variação da energia interna com a entropia, mantendo-se constante o volume. Tal definição transcende a noção intuitiva de temperatura como medida do "grau de calor", revelando seu papel fundamental na descrição das transformações energéticas.

No entanto, na prática pedagógica, especialmente nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio, observa-se uma confusão recorrente entre os conceitos de calor e temperatura. Muitos estudantes ainda associam o calor a algo que um corpo “tem”, quando, na verdade, trata-se de uma energia em trânsito, que flui espontaneamente de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura. Já a temperatura, por sua vez, está relacionada ao nível de agitação das partículas de um corpo — quanto maior a agitação, maior a temperatura.

Outro conceito fundamental, muitas vezes ausente nas explicações escolares, mas essencial para a compreensão das transformações térmicas, é o de entropia. De maneira didática, podemos dizer que a entropia é uma medida da desordem ou da quantidade de possibilidades de arranjo das partículas de um sistema. Quanto mais desorganizadas ou distribuídas as partículas estiverem, maior será a entropia do sistema. Um exemplo simples e visual seria imaginar uma sala onde todas as moléculas de perfume estão concentradas num canto (baixa entropia), e depois se espalham uniformemente por todo o ambiente (alta entropia). Esse aumento na entropia representa um processo natural e irreversível.

Na termodinâmica, o calor transferido para um sistema pode aumentar sua entropia, especialmente quando essa transferência ocorre sem a realização de trabalho externo. Essa abordagem ajuda a mostrar que nem todo o calor recebido por um sistema contribui para elevar sua temperatura — parte dessa energia pode estar sendo usada para reorganizar internamente as partículas, aumentando a entropia. Assim, introduzir esses conceitos com clareza e exemplos cotidianos é essencial para promover uma aprendizagem significativa e superar equívocos comuns na sala de aula.

A conexão entre a temperatura macroscópica e o comportamento microscópico da matéria foi estabelecida pela mecânica estatística por Ludwig Boltzmann, que fornece uma interpretação molecular para este conceito. Num gás ideal monoatômico, por exemplo, a temperatura está diretamente relacionada com a energia cinética média das moléculas através da expressão:

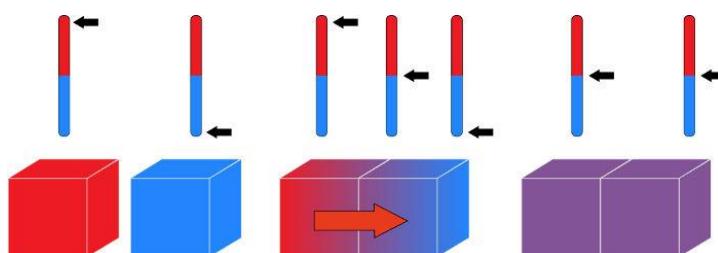
$$\langle E_C \rangle = \frac{3}{2} kT \quad (22)$$

onde  $\langle E_C \rangle$  é a energia cinética média por partícula,  $k$  a constante de Boltzmann e  $T$  a temperatura absoluta. Esta fórmula revela que a temperatura não é apenas uma variável empírica, mas sim uma medida da agitação molecular — ou seja, da energia de movimento translacional das partículas que compõem um gás. Esta relação fundamental deriva da distribuição de Maxwell-Boltzmann, que descreve estatisticamente a distribuição de velocidades moleculares em um gás em equilíbrio térmico:

$$f(v) = \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right) \quad (23)$$

A integração desta função de distribuição permite calcular diversas propriedades termodinâmicas do sistema, demonstrando como a temperatura governa o comportamento coletivo das partículas constituintes.

**Figura 2 – Representação da lâmina retangular**



**Fonte:** <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/equilibrio-termico.htm>

A função apresentada descreve, em termos estatísticos, como as velocidades das moléculas de um gás se distribuem quando o sistema se encontra em equilíbrio térmico (Figura 2). Nesse estado, todas as partes do sistema compartilham a mesma temperatura, e não há mais transferência de energia na forma de calor entre elas. Em outras palavras, o equilíbrio térmico é alcançado quando os corpos ou regiões em contato param de trocar calor, indicando que atingiram uma condição estável em relação às suas energias térmicas. O termo exponencial indica que velocidades elevadas são menos prováveis de ocorrer, enquanto o fator que precede a exponencial garante que a distribuição seja coerente com os parâmetros do sistema, como a massa das partículas  $m$  e a temperatura  $T$ .

Ao se realizar a integração da equação (23) considerando todas as velocidades possíveis, é possível derivar grandezas macroscópicas fundamentais da termodinâmica, tais como a pressão do

gás, sua energia interna total e seu calor específico. Isso evidencia o papel fundamental da temperatura como reguladora do comportamento coletivo das partículas que constituem o sistema.

Nesse sentido, a temperatura passa a ser interpretada, na abordagem estatística da física, como uma variável de estado diretamente associada ao nível médio de agitação térmica das partículas. A formalização matemática fornecida pela mecânica estatística permite não só descrever o sistema com precisão, mas também estabelecer pontes rigorosas entre os fenômenos observáveis na escala macroscópica e as leis que governam o mundo microscópico.

A equação do calor, que descreve a propagação da energia térmica em meios materiais, fornece outra perspectiva importante sobre o conceito de temperatura. Esta equação diferencial parcial pode ser deduzida combinando a lei de Fourier com o princípio de conservação de energia. A lei de Fourier estabelece que o fluxo de calor  $q$  é proporcional ao gradiente de temperatura:

$$q = -k\nabla T \quad (24)$$

onde  $k$  é a condutividade térmica do material. Por outro lado, o princípio de conservação de energia exige que:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = -\nabla \cdot q \quad (25)$$

onde  $\rho$  é a densidade do material e  $c_p$  seu calor específico a pressão constante. Combinando a equação (25) com a equação (24), obtemos a equação do calor:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (26)$$

onde  $\alpha = k/(\rho c_p)$  é a difusividade térmica do material. Esta equação descreve como a temperatura evolui temporal e espacialmente em um meio material, sendo fundamental para inúmeras aplicações em engenharia e física.

O conceito de temperatura absoluta, introduzido por Lord Kelvin, surge naturalmente da análise das máquinas térmicas e do teorema de Carnot. A escala Kelvin é definida de modo que, para uma máquina de Carnot operando entre duas temperaturas, a razão entre os calores trocados é igual à razão entre as temperaturas absolutas:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (27)$$

Esta relação revela que a temperatura absoluta representa o limite teórico de eficiência para qualquer processo de conversão de calor em trabalho. O zero absoluto (0 K) corresponde ao estado onde um sistema atinge sua entropia mínima e toda agitação térmica cessa, conforme estabelecido pela Terceira Lei da Termodinâmica.

As aplicações do conceito de temperatura estendem-se por praticamente todas as áreas da física e engenharia. Na física de materiais, por exemplo, a dependência da resistência elétrica com a temperatura é descrita pela relação:

$$R_{(T)} = R_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad (28)$$

onde  $\alpha$  representa o coeficiente de temperatura da resistividade, uma grandeza que varia significativamente entre diferentes materiais e que é crucial para o projeto de dispositivos eletrônicos. Esta relação linear, válida para muitas substâncias em intervalos moderados de temperatura, torna-se mais complexa em extremos térmicos ou para materiais especiais como os supercondutores, onde a resistência cai abruptamente abaixo de uma temperatura crítica característica.

Em cosmologia, a radiação cósmica de fundo (CMB - *Cosmic Microwave Background*) apresenta um espectro de corpo negro característico com temperatura de aproximadamente 2,725 K, fornecendo uma das evidências mais convincentes para o modelo do *Big Bang*. Esta radiação fóssil, descoberta accidentalmente por Penzias e Wilson em 1965, corresponde à radiação térmica remanescente dos estágios iniciais do universo, quando este se tornou transparente à radiação eletromagnética cerca de 380.000 anos após o *Big Bang*. As minúsculas variações de temperatura na CMB (da ordem de  $10^{-5}$  K) contêm informações preciosas sobre a estrutura primordial do universo e são intensamente estudadas por missões espaciais como COBE, WMAP e Planck.

Na área médica, o controle preciso da temperatura corporal (em humanos, aproximadamente 310,15 K ou 37°C) é essencial para o funcionamento adequado dos processos bioquímicos. Desvios de poucos graus podem indicar condições patológicas ou levar a graves comprometimentos metabólicos. Tecnologias como a termografia infravermelha permitem mapear distribuições de temperatura em tecidos biológicos, auxiliando no diagnóstico de diversas condições clínicas.

Na engenharia aeroespacial, os gradientes térmicos extremos enfrentados por veículos espaciais (variando de cerca de 120 K no lado sombreado a mais de 400 K no lado exposto ao Sol) demandam materiais com propriedades térmicas cuidadosamente controladas. O estudo do comportamento de materiais nestas condições levou ao desenvolvimento de novas ligas metálicas e cerâmicas avançadas com coeficientes de expansão térmica ajustados.

Na física de baixas temperaturas, a busca por atingir e manter temperaturas próximas do zero absoluto (0 K ou -273,15°C) levou ao desenvolvimento de técnicas sofisticadas de refrigeração por desmagnetização adiabática e armadilhas de átomos a laser. Estes avanços permitiram a descoberta de novos estados da matéria, como os condensados de Bose-Einstein, e são essenciais para o funcionamento de equipamentos como os imageadores por ressonância magnética (MRI) usados em hospitais.

Em síntese, a temperatura emerge como um conceito científico de extraordinária riqueza e profundidade, que transcende sua aparente simplicidade cotidiana. Desde suas origens empíricas até as sofisticadas formulações teóricas contemporâneas, a compreensão deste fenômeno físico evoluiu para abarcar perspectivas complementares da termodinâmica, mecânica estatística e física quântica. Como demonstrado, a temperatura não é meramente uma medida de calor, mas sim uma grandeza fundamental que conecta o mundo microscópico das partículas com o comportamento macroscópico da matéria, governando desde processos termodinâmicos básicos até fenômenos complexos em sistemas biológicos e astrofísicos. Sua definição rigorosa através de relações diferenciais e estatísticas revela a elegância matemática subjacente aos fenômenos térmicos, enquanto suas múltiplas aplicações práticas atestam sua centralidade no desenvolvimento tecnológico moderno. Como observou Reif (1965, p. 345), "a temperatura permanece como um dos conceitos mais profundamente unificadores da física, servindo de ponte entre descrições aparentemente distintas da realidade física [...]" . Esta análise abrangente evidencia como um conceito inicialmente intuitivo transformou-se em uma ferramenta poderosa para compreender e manipular o mundo natural, destacando a notável capacidade da ciência de extrair conhecimento profundo a partir de observações aparentemente simples.

No âmbito educacional, compreender o conceito de temperatura vai além da memorização de fórmulas. Trata-se de estimular nos estudantes uma visão integrada da ciência, que conecte observações do cotidiano com fundamentos teóricos. Essa abordagem pode favorecer o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, valorizando o papel da experimentação, da linguagem e da problematização como estratégias para tornar o conceito mais acessível e aplicável.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ENSINO-APRENDIZAGEM**

O presente capítulo estrutura-se em cinco eixos inter-relacionados que fornecem o suporte teórico para a utilização de memes como ferramenta pedagógica no ensino de Física. Iniciamos pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (Seção 3.1), que fundamenta todo o trabalho ao destacar a importância dos conhecimentos prévios - os subsunções - no processo de aprendizagem. Ausubel (1976) defende que novas informações só são efetivamente assimiladas quando conectadas de forma não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse contexto, os memes emergem como potentes organizadores prévios, capazes de ativar esquemas mentais existentes e facilitar a ancoragem de conceitos científicos complexos.

Complementando essa perspectiva, a Seção 3.2 aborda a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, que amplia o entendimento sobre como os estudantes constroem conhecimentos em domínios específicos. Vergnaud (1996) enfatiza que a aprendizagem ocorre

através da interação entre situações-problema, invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação) e sistemas de representação simbólica. Os memes, enquanto representações multimodais que combinam linguagem visual, textual e humorística, mostram-se particularmente adequados para mediar essa construção, especialmente no ensino de conceitos abstratos como as variáveis de estado dos gases.

A Seção 3.3 avança para o plano metodológico ao apresentar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), que operacionalizam os princípios ausubelianos em propostas didáticas concretas. Damasio e Peduzzi (2015) destacam que as UEPS, quando bem estruturadas, integram recursos diversificados - como experimentos, simuladores e, no nosso caso, memes - para promover aprendizagens profundas e contextualizadas. O uso de memes nessas unidades não se limita à ilustração de conteúdos, mas assume função estratégica na criação de pontes entre o conhecimento científico e o universo cultural dos estudantes.

Na Seção 3.4, adentramos especificamente no universo dos memes, analisando sua natureza, mecanismos de reprodução e potencial educativo. Partindo da concepção original de Dawkins (1976) como unidades de replicação cultural, discutimos como esses artefatos digitais evoluíram para se tornarem expressões complexas da cibercultura (Shifman, 2014). A análise demonstra que os memes, ao combinarem humor, crítica social e linguagem multimodal, constituem ferramentas privilegiadas para despertar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão de fenômenos físicos. Exemplos concretos, como memes que relacionam a teoria cinética dos gases a situações do cotidiano ou à cultura pop, ilustram como esses recursos podem tornar conceitos abstratos mais palpáveis e memoráveis.

Por fim, a Seção 3.5 articula essas discussões com os conceitos de Alfabetização Científica e Letramento Científico, demonstrando como os memes podem contribuir para a formação de cidadãos críticos e cientificamente preparados. Chassot (2003) e Sassenon (2008) ressaltam que a verdadeira aprendizagem em ciências vai além da memorização de fórmulas - requer a capacidade de aplicar conhecimentos em contextos reais e participar de debates sociais sobre questões tecnocientíficas. Nessa perspectiva, a criação e análise crítica de memes científicos pelos alunos transforma-se em atividade pedagógica completa, desenvolvendo simultaneamente compreensão conceitual, habilidades comunicativas e pensamento crítico.

Ao longo do capítulo, mantém-se como fio condutor a demonstração de que a utilização pedagógica de memes não representa mera adaptação às preferências dos "nativos digitais", mas sim uma estratégia fundamentada teoricamente e alinhada às melhores práticas do ensino de Ciências. A articulação entre as teorias da aprendizagem, os estudos sobre humor e cultura digital, e as metodologias ativas de ensino resulta em uma proposta coerente e inovadora, capaz de enfrentar desafios históricos do ensino de Física - como a excessiva abstração e a desmotivação dos estudantes. Como será demonstrado nos capítulos seguintes, quando utilizados com intencionalidade pedagógica clara, os memes podem transformar-se em poderosas ferramentas de

mediação didática, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa, prazerosa e conectada com as demandas do mundo contemporâneo.

### **3.1 Teoria Da Aprendizagem Significativa**

A teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, representa uma alternativa promissora frente aos desafios do ensino de Física no Brasil. Segundo Ausubel (1976) no epílogo do livro *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*, “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece”. Nesse sentido, o aproveitamento dos conhecimentos prévios torna-se fundamental para que novas informações sejam ancoradas de forma substantiva na estrutura cognitiva dos estudantes. Contudo, o modelo educativo dominante ainda se limita à simples transmissão de conteúdos, desconsiderando as experiências e vivências dos alunos como ponto de partida para a construção do conhecimento.

A falta de contextualização dos conteúdos e a escassez de recursos laboratoriais, fatores que historicamente comprometem o ensino de Física, podem ser superados com metodologias inspiradas na abordagem ausubeliana.

A teoria da aprendizagem significativa, como alternativa a esse modelo tradicional, baseia-se na ideia de que o aprendizado ocorre quando novas informações são integradas de forma não arbitrária e substantiva aos conhecimentos prévios do estudante. Ausubel denomina esses conhecimentos prévios de subsunções — conceitos claros e estáveis que atuam como âncoras cognitivas para a assimilação de novos conteúdos (Ausubel, 1976; Moreira, 2005). O processo envolve quatro etapas: ancoragem seletiva, construção do produto interativo, assimilação obliterante e surgimento de novos significados.

Para que esse processo ocorra de maneira eficaz, três condições são indispensáveis: a existência de subsunções adequados, a predisposição do aluno para aprender significativamente e o uso de material potencialmente significativo (Moreira, 2021). Quando os subsunções não estão presentes, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios — conteúdos introdutórios mais gerais que preparam o aluno para receber novos conhecimentos.

A célebre máxima de Ausubel resume sua proposta pedagógica: “De todos os fatores que influenciam na aprendizagem, o mais importante é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso, e ensine-o de acordo” (Ausubel, 1976, p. 6). Essa concepção desloca o foco do ensino do professor para o aprendiz, valorizando sua bagagem cultural e sua experiência de vida.

É nesse contexto que o uso de memes no ensino de Física emerge como uma prática coerente com a teoria da aprendizagem significativa. Os memes são construções culturais compartilhadas em ambientes digitais, que combinam imagem e texto em formatos curtos, com forte apelo humorístico e simbólico. Seu potencial pedagógico reside na capacidade de ativar

conhecimentos prévios e provocar reflexões por meio da familiaridade e da identificação com situações cotidianas (Gonçalves, 2016).

Por exemplo, ao associar um meme da cultura pop — como uma imagem de "Star Wars" com a legenda "A força está com você" — ao conceito físico de força resultante, o professor ativa um subsunçor cultural do aluno ao mesmo tempo em que apresenta um conteúdo científico. Esse tipo de associação, além de despertar o interesse, promove uma relação significativa com o conceito ensinado. O humor, nesse caso, atua como mediador afetivo e cognitivo, promovendo um ambiente propício à aprendizagem.

Mais do que consumir memes, a produção de memes pelos próprios estudantes pode ser ainda mais poderosa. Ao serem desafiados a criar memes sobre conteúdos físicos, os alunos precisam compreender os conceitos, reinterpretá-los e expressá-los com clareza e criatividade, utilizando uma linguagem multimodal. Isso exige habilidades cognitivas superiores, como análise, síntese e avaliação — todas relacionadas ao pensamento crítico.

Outras ferramentas digitais, quando alinhadas à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, têm demonstrado impacto positivo no ensino de Física, embora com abordagens metodológicas distintas daquelas oferecidas pelos memes. Simulações interativas como as do projeto PhET (Perkins et al., 2006) privilegiam a manipulação direta de variáveis físicas, permitindo que os alunos visualizem fenômenos abstratos através de modelos dinâmicos - estratégia que difere da síntese conceitual exigida na criação de memes. Estudos controlados indicam que o uso do PhET pode aumentar em até 95% a retenção de conteúdos em comparação com métodos expositivos tradicionais (Wellman et al., 2020), mas exigem infraestrutura tecnológica nem sempre disponível em contextos educacionais brasileiros.

Já ferramentas de resposta instantânea como o Plickers (Ferreira, 2018) compartilham com os memes a característica de baixo custo e aplicabilidade em sala de aula convencional, porém focam especificamente na avaliação formativa, enquanto os memes atuam como dispositivos de construção conceitual e crítica cultural. Essa comparação evidencia que cada recurso - simulações, sistemas de resposta ou memes - ocupa nichos complementares no ecossistema de aprendizagem, sendo a escolha pela estratégia mais adequada dependente de: (a) objetivos pedagógicos específicos; (b) recursos disponíveis; e (c) perfil da turma.

Os mapas conceituais, desenvolvidos por Novak e Gowin (1984), também se destacam como instrumentos que promovem a organização dos conhecimentos na estrutura cognitiva dos alunos, tornando explícitas as relações hierárquicas entre conceitos. Quando utilizados como ferramentas de avaliação formativa, permitem ao professor identificar lacunas conceituais e planejar intervenções pedagógicas mais eficazes.

O Plickers, por sua vez, tem se mostrado uma solução prática para contextos com limitações tecnológicas, ao permitir avaliações formativas instantâneas em tempo real. Ao fornecer

feedback imediato, essa ferramenta favorece ajustes no processo de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que aumenta o engajamento dos estudantes (Santos,2020).

Outro elemento fundamental para a aprendizagem significativa é o ambiente escolar. De acordo com Kowaltowski (2011), o espaço físico e simbólico da escola deve favorecer o encontro entre os sujeitos e o conhecimento. Quando a sala de aula se torna um local rígido, impessoal e desinteressante, a aprendizagem é comprometida. Já um ambiente que valoriza o diálogo, o humor e a participação ativa dos estudantes tende a ser mais acolhedor e propício à aprendizagem.

Emma Otta (1994) destaca que o riso, além de promover a socialização, estimula o desenvolvimento cognitivo e emocional. O uso de memes em sala de aula pode contribuir para um clima mais leve e colaborativo, ajudando a construir memórias afetivas positivas em relação aos conteúdos de Física, o que reforça a retenção e aplicação do conhecimento.

Nesse cenário, o papel do professor também precisa ser ressignificado. De transmissor de conteúdos, ele passa a ser mediador do conhecimento, capaz de planejar estratégias que levem em conta os contextos socioculturais dos alunos. Planejar, como destaca Gandin (1999), é um ato educativo que deve estar profundamente articulado à realidade vivida pelos estudantes. Elaborar perguntas instigadoras, criar ambientes que favoreçam a argumentação e valorizar a cultura juvenil são atitudes docentes alinhadas à pedagogia significativa (Anastasiou, 2006; Santos, 2008).

Em síntese, a aplicação da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel ao ensino de Física permite uma abordagem mais humana, ativa e contextualizada, que respeita o ritmo e os saberes prévios dos alunos. Diante dos desafios educacionais atuais, essa perspectiva mostra-se urgente e necessária. O uso de memes, recursos interativos e ferramentas digitais não é apenas uma inovação superficial, mas sim uma estratégia coerente com os fundamentos teóricos da educação significativa, capaz de transformar a relação entre os estudantes e o conhecimento científico.

### **3.2 Teoria Dos Campos Conceituais De Vergnaud**

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), proposta por Gérard Vergnaud, é um arcabouço teórico valioso para compreender como os alunos constroem conhecimentos complexos, especialmente no ensino de Ciências. No caso do ensino das variáveis de estado dos gases — como pressão, volume, temperatura e quantidade de matéria —, a TCC se mostra particularmente útil, pois destaca a necessidade de relacionar situações-problema, formas de ação dos estudantes e representações simbólicas (Vergnaud, 1996).

Vergnaud (1990, p. 145) destaca que “um conceito não se forma a partir de um só tipo de situação”, nem “uma situação se analisa com um só conceito”. Essa perspectiva aponta para a importância de expor os estudantes a diferentes contextos que, conectados entre si, estimulem a construção de esquemas mentais mais elaborados e funcionais. Moreira (2002, p. 12) reforça esse

ponto ao afirmar que “o conhecimento científico se apoia em diversos sistemas de representação, como a linguagem natural, gráficos, equações e diagramas.”

Esses esquemas cognitivos, segundo a TCC, são formados por dois elementos centrais: os conceitos-em-ação, que correspondem ao que o sujeito considera relevante em uma situação, e os teoremas-em-ação, que são as crenças implícitas sobre o que é verdadeiro ou aplicável naquele contexto (Vergnaud, 1996). Esses elementos — denominados invariantes operatórios — são essenciais para entender as formas como os alunos compreendem e interagem com os conteúdos durante o processo de aprendizagem.

Ao reconhecer que o desenvolvimento do conhecimento ocorre de maneira gradual e contínua, Vergnaud (2011) afirma que a teoria se dedica justamente a esse processo, que se estende ao longo de anos de escolarização. Assim, ao trabalhar conteúdos como as leis dos gases, é essencial propor atividades e situações contextualizadas e variadas, que favoreçam a consolidação dos esquemas cognitivos.

Nesse cenário, o uso de memes como ferramenta pedagógica se apresenta como uma alternativa criativa e eficaz. Por meio da combinação de linguagem visual, textual e elementos de humor, os memes atuam como representações simbólicas que acionam conhecimentos prévios e facilitam a construção de novos significados. Vergnaud (1998) argumenta que são justamente as situações e os problemas que dão sentido aos conceitos para os estudantes.

Com sua natureza multimodal, os memes têm potencial para mobilizar os esquemas mentais e os invariantes operatórios dos alunos. Um exemplo simples é um meme que retrata o aumento do volume de um balão aquecido: essa imagem pode remeter à Lei de Charles de forma contextualizada e acessível, aproximando o conteúdo científico da vivência cotidiana do estudante. Essa aproximação é fundamental, pois, como afirma Moreira (2011, p. 206), “os campos conceituais envolvem uma diversidade de problemas, conceitos e operações que se organizam de maneira integrada.”

O momento em que os teoremas-em-ação se transformam em conhecimento explícito é favorecido por situações que desafiem os alunos a refletir e reorganizar suas ideias. Segundo Moreira (2002, p. 14) “para que um conceito seja verdadeiramente formado, ele deve emergir de diferentes situações, o que torna os memes, quando bem planejados, instrumentos relevantes de mediação cognitiva.” Essa abordagem está alinhada com os princípios da aprendizagem significativa, conforme defendido por Ausubel (1968).

Ao valorizar as situações concretas, os modos de representação e a linguagem como mediadores da aprendizagem, a Teoria dos Campos Conceituais reforça a importância de práticas pedagógicas que respeitem o tempo de desenvolvimento dos alunos e seus contextos reais. Nessa perspectiva, os memes não devem ser vistos apenas como recursos ilustrativos ou descontraídos, mas como ferramentas pedagógicas capazes de potencializar a compreensão de conceitos abstratos, como os fenômenos físicos associados aos gases.

Conforme observa Vergnaud (1990, p. 158), "a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito é um processo longo, às vezes muito longo". Nesse sentido, o papel do professor é fundamental: cabe a ele criar situações de aprendizagem significativas, que promovam o engajamento e a elaboração conceitual dos estudantes. O uso de memes, quando bem articulado com os objetivos pedagógicos, pode ser uma dessas estratégias transformadoras.

### **3.3 Unidades De Ensino Potencialmente Significativa**

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) constituem uma proposta pedagógica voltada para tornar o ensino de Física mais envolvente e conectado à realidade dos estudantes. Fundamentadas na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que defende que novos conhecimentos são mais bem assimilados quando se relacionam com saberes já existentes (Damasio; Peduzzi, 2015), as UEPS permitem uma abordagem mais contextualizada e efetiva da aprendizagem, ao considerar as vivências dos alunos.

Para que as UEPS cumpram esse potencial, é fundamental que as atividades propostas incentivem a participação ativa e o protagonismo dos estudantes. Martinez (2020) exploram a cultura maker como um exemplo eficaz: ao permitir que os alunos desenvolvam projetos práticos, essa abordagem aprofunda o envolvimento deles no processo de aprendizagem. Um bom exemplo é a criação de uma estação meteorológica utilizando Arduino, que facilita a compreensão de conceitos de termodinâmica ao mesmo tempo em que promove um ambiente colaborativo e investigativo.

Recursos didáticos diversificados também desempenham papel central nas UEPS. A utilização de kits experimentais, por exemplo, contribui significativamente para a aprendizagem. Cabral et al. (2022) ressaltam a importância de experimentos analógicos e do uso de softwares no ensino do efeito fotoelétrico, evidenciando que a multiplicidade de abordagens favorece a assimilação dos conteúdos por diferentes perfis de estudantes.

A acessibilidade deve ser considerada no planejamento das UEPS. Nesse aspecto, Torres e Mendes (2019) chamam a atenção para a necessidade de produzir materiais adaptados a alunos com deficiência visual. Segundo os autores, recursos didáticos específicos podem facilitar a inclusão e promover a equidade no acesso ao conhecimento científico.

Além dos aspectos práticos, as UEPS também envolvem uma análise crítica das condições estruturais e pedagógicas do ensino de Física. Cruz et al. (2021) discutem como essas questões impactam negativamente a aprendizagem, e enfatizam a importância da formação continuada de professores e da disponibilidade de materiais adequados para o sucesso das unidades.

No que se refere à construção conceitual, o uso de analogias e modelos matemáticos pode enriquecer significativamente as UEPS. Como apontam Damasio e Peduzzi (2015), essas

estratégias facilitam a compreensão de ideias abstratas, permitindo que os alunos interajam de maneira mais significativa com os conteúdos e desenvolvam o pensamento crítico.

As tecnologias educacionais também se mostram valiosas nesse contexto. Leite et al. (2023) destacam o papel dos simuladores e das simulações interativas como ferramentas que auxiliam na visualização de fenômenos complexos. Quando acompanhadas de roteiros orientadores, essas tecnologias promovem maior autonomia dos alunos, um princípio essencial nas UEPS, que valorizam a autoaprendizagem e a investigação.

A interdisciplinaridade é outro ponto forte das UEPS. Ao relacionar conceitos da Física com áreas como Matemática e Química, os alunos conseguem perceber conexões entre diferentes saberes e identificar aplicações concretas em seu cotidiano. Essa perspectiva é defendida por Santos (2022), que argumenta que essa integração contribui para uma formação mais completa e contextualizada.

Dentro dessa proposta, o uso de memes surge como uma estratégia pedagógica contemporânea que pode atuar como organizador prévio nas UEPS. Por fazerem parte da cultura digital dos jovens, os memes estabelecem vínculos com o universo dos estudantes e, assim, ajudam a introduzir conceitos físicos de maneira leve e envolvente. Essa estratégia está alinhada à ideia de ancoragem significativa proposta por Ausubel, pois parte do familiar para construir o novo. Damasio e Peduzzi (2015) também destacam que, quando utilizados com intencionalidade pedagógica, os memes favorecem a participação, a interação entre os pares e a construção compartilhada de significados.

A avaliação nas UEPS deve ser abrangente, priorizando não apenas provas formais, mas também outros instrumentos que permitam acompanhar o progresso dos alunos durante todo o processo. Como destacam Libâneo, Freitas e Teixeira (2021, p. 120), a observação sistemática de atividades práticas e colaborativas fornece dados essenciais para uma avaliação formativa, permitindo ajustes pedagógicos em tempo real.

Por fim, a formação docente é um fator determinante para o êxito das UEPS. Gonçalves e Benite (2022) enfatizam que professores bem preparados e motivados estão mais aptos a implementar metodologias ativas e promover o engajamento dos alunos. Investir em programas de formação continuada com foco nas UEPS é essencial para enfrentar os desafios do ensino de Física e promover práticas mais eficazes e transformadoras.

Em síntese, as UEPS representam uma abordagem promissora para o ensino de Física, pois integram teoria e prática de maneira significativa. Quando bem elaboradas, essas unidades favorecem não apenas a compreensão conceitual, mas também o engajamento e o prazer em aprender, tornando a experiência educativa mais significativa e conectada com o mundo dos estudantes.

### **3.4 Memes E Humor - O Que São, Como Se Reproduzem E Impacto**

A escola, historicamente, tem desempenhado um papel central na reprodução dos valores e normas das classes dominantes, frequentemente negligenciando ou desvalorizando os saberes e experiências das camadas populares. Essa estrutura contribui para que o conhecimento dos estudantes oriundos dessas realidades seja desconsiderado ou rotulado como incorreto. Como afirma Esteban (1992, p. 77), “associado à falta de educação, seus valores são contraditórios ao que é proposto pela escola, seus conhecimentos não são considerados ou são tratados como desconhecimento, sua realidade deve ser deixada de lado para que em seu lugar uma outra, sob o modelo das classes dominantes, seja construída”.

Dentro da sala de aula, isso se manifesta por meio de uma hierarquia implícita entre os que "sabem mais" e os que "sabem menos", o que dificulta o desenvolvimento de uma aprendizagem genuinamente significativa. Quando o professor adota uma postura exclusivamente transmissiva, centrada em seu próprio saber, reforça-se a lógica da dominação simbólica, inibindo a participação ativa dos estudantes e limitando seu engajamento com o conteúdo. Para romper com essa lógica, é necessário que o docente reconheça e valorize os saberes prévios dos alunos, promovendo uma cultura escolar que permita a construção coletiva do conhecimento.

A prática docente exige mais do que domínio de conteúdo: requer sensibilidade, escuta ativa e capacidade de mediação. É o professor quem estabelece as pontes entre o saber científico e o mundo vivido pelos estudantes. Villani (1991, p. 7) aponta que “qualquer melhoria na formação do professor de Física passa pela identificação, análise e tratamento das atividades conceituais e cognitivas mais importantes que ele encontra durante o exercício de sua profissão”. Esse olhar atento para os processos cognitivos dos alunos é fundamental para promover aprendizagens mais profundas e significativas.

Como reforça Moreira (2011, p. 34), os estudantes só se apropriam de conceitos científicos quando esses conhecimentos lhes fazem sentido, integrando-se a seus referenciais culturais, ou seja, quando conseguem integrá-los aos seus referenciais culturais e experiências. Cabe ao professor garantir que essa apropriação seja possível, criando condições didáticas e afetivas para que todos os alunos tenham acesso ao conhecimento sistematizado, independentemente de suas diferenças socioculturais.

Essa concepção é ampliada por Fontana (1996), que defende que o processo de aprender exige participação ativa, observação, diálogo, envolvimento em discussões coletivas e leitura autônoma, pois nem sempre o professor estará presente para orientar diretamente o estudante. Estimular a autonomia intelectual e o interesse pelo conteúdo, portanto, são responsabilidades centrais do educador, que deve atuar estrategicamente para manter o aluno predisposto à aprendizagem, conforme a teoria de Ausubel (2000).

Na prática cotidiana da escola, observa-se uma valorização crescente da resolução técnica de questões, muitas vezes em detrimento da compreensão conceitual e do diálogo coletivo. Esse modelo centrado no desempenho acaba por esvaziar a função social da escola como espaço de construção compartilhada do conhecimento. Nesse contexto, os memes emergem como ferramentas de aproximação entre a linguagem escolar e a cultura digital dos alunos, promovendo um tipo de socialização do saber que é simultaneamente lúdica, reflexiva e significativa.

Fontana (1996) argumenta que, para que os alunos desenvolvam funções superiores da consciência, é preciso que o professor atue intencionalmente em sua zona de desenvolvimento proximal. Como destaca a autora,

[...] se, em um momento, o aluno aprende, em outro, ele ensina, pois o desenvolvimento não é linear; é dinâmico e sofre modificações qualitativas. O professor é o principal mediador, devendo estar atento, de modo a que todos se apropriem do conhecimento e, consequentemente, alcancem as funções superiores da consciência (...). Esta atuação se concretiza através de intervenções intencionais que explicitarão os sistemas conceituais e permitirão aos alunos a aquisição de conhecimentos sistematizados. (Fontana, 1996, p.110).

Assim, os memes podem ser utilizados como recursos potencialmente significativos, na medida em que conectam o conhecimento científico aos códigos culturais dos estudantes. Ao trazer humor, linguagem acessível e identificação com o cotidiano, essas imagens ampliam o campo de atenção e provocam conflitos cognitivos produtivos, promovendo o engajamento e a construção de novos significados. Nesse sentido, o uso de memes no ensino de Física não deve ser visto como uma simplificação do conteúdo, mas como uma estratégia potente para tornar o conhecimento mais próximo, mais humano e mais significativo.

Os memes, inicialmente definidos por Dawkins (1976) como unidades de informação cultural que se replicam e evoluem, passaram a ocupar um espaço central na comunicação digital contemporânea. A palavra "meme" tem origem na raiz grega "mimeme", que significa "aquilo que é imitado", e foi proposta como um análogo cultural ao gene. Segundo o autor, ideias, comportamentos ou estilos se propagam entre indivíduos por imitação, atravessando gerações e transformando-se conforme o contexto sociocultural. Ao longo do tempo, essa definição foi ressignificada para abranger os elementos da cultura popular presentes nos ambientes virtuais — imagens, vídeos, frases e piadas — que se espalham rapidamente nas redes sociais (Shifman, 2014).

Sob a ótica da semiótica social, os memes podem ser compreendidos como artefatos multimodais (Kress; Van Leeuwen, 2001), nos quais a mensagem é construída pela integração sinérgica de diferentes modos de comunicação. O texto escrito (a legenda), a imagem (estática ou em gif), as cores, as fontes tipográficas e a disposição espacial dos elementos atuam em conjunto para produzir sentido e gerar engajamento. No contexto educacional, essa multimodalidade é uma vantagem pedagógica crucial, pois permite que estudantes com diferentes estilos de aprendizagem (visuais, linguísticos, cinestésicos) acessem o conceito científico por vias diversas. Analisar um

memes sob essa perspectiva significa, portanto, investigar como cada modo contribui para ancorar o subsunçor, facilitar a analogia e fixar o significado científico na estrutura cognitiva do aluno.

Na cibercultura, os memes tornaram-se expressões simbólicas altamente compartilháveis e, apesar de muitas vezes considerados conteúdo efêmero ou superficial, constituem manifestações culturais profundas que refletem hábitos, comportamentos, interesses e subjetividades de seus autores (Oliveira; Porto, 2019). De acordo com Silva e Oliveira (2023), os memes representam formas de expressão coletiva e criativa, marcadas por experiências do cotidiano e pelas dinâmicas das interações digitais. Nesse sentido, os memes são construções sociais que emergem de contextos históricos e culturais específicos e, por isso, são também representações legítimas do conhecimento humano.

O potencial dos memes como recurso educativo tem sido cada vez mais reconhecido, principalmente no ensino de Ciências e, em especial, de Física. Tradicionalmente percebida como uma disciplina de alta complexidade, a Física enfrenta desafios pedagógicos como a abstração excessiva e a desvinculação da realidade cotidiana dos alunos (Carvalho; Pérez, 2000; Gagliardi, 1988). Nesse contexto, os memes surgem como ferramentas que podem romper com esse distanciamento, tornando-se instrumentos de mediação do conhecimento e contribuindo para a aprendizagem significativa (Moreira, 2002).

Conforme Vygotsky (2008), a linguagem é o instrumento por excelência da mediação sociocultural e da construção de significados. Assim, os memes, enquanto linguagem simbólica, permitem ao aluno recontextualizar conceitos científicos dentro de universos culturais que lhe são familiares, facilitando o processo de internalização. A utilização de memes no ensino de Física pode, portanto, representar uma ponte entre o conhecimento científico e a vivência cotidiana dos estudantes.

Segundo Corrêa (2019), o uso do humor e do riso no ambiente educacional promove uma aprendizagem mais leve e engajadora, criando espaço para que os alunos explorem conteúdos complexos sem o receio associado a erros ou julgamentos. Essa perspectiva dialoga com as teorias do riso, como a Teoria da Incongruência, que considera o riso como resposta à surpresa ou ao absurdo; a Teoria do Alívio, proposta por Freud, que vê o riso como uma liberação de tensões cognitivas; e a Teoria da Superioridade, em que o riso resulta da percepção de vantagem sobre outrem (Gordon, 2013; Ribeiro, 2008).

Para Bakhtin (1993), o riso é uma ferramenta poderosa de compreensão do mundo, pois revela verdades através da sátira e da subversão de formas fixas. Isso é particularmente relevante no uso de memes no ensino de Ciências, pois os mesmos possibilitam uma crítica bem-humorada a modelos mentais incorretos ou simplistas, ao mesmo tempo em que estimulam a reflexão. Propp (1992) reforça essa ideia ao afirmar que o riso contribui para elevar o “tônus da vida”, criando um ambiente propício à criatividade e à curiosidade — elementos fundamentais à aprendizagem científica.

A inserção de memes no ensino se alinha com as metodologias ativas, que propõem o protagonismo do aluno no processo de construção do conhecimento (Bacich; Moran, 2018). Quando os estudantes são incentivados a criar seus próprios memes sobre conteúdos de Física, tornam-se co-autores de seu aprendizado, exercitando habilidades como síntese, análise crítica e transposição didática. Essa prática amplia a motivação, facilita a retenção dos conteúdos e estimula o pensamento científico de forma lúdica e contextualizada (Damásio; Peduzzi, 2015).

Os memes também funcionam como sistemas semióticos compostos por múltiplas linguagens — visual, textual, simbólica — que, combinadas, representam conceitos físicos complexos de maneira acessível (Moreira, 2002). Robilotta (1988) já alertava para a importância de superar a ideia da Física como “um amontoado de equações sem sentido”. Ao associar imagens do cotidiano com fórmulas e conceitos da disciplina, os memes favorecem o processo de significação, estimulando a conexão entre teoria e prática.

**Figura 3 - Exemplo de meme sobre Física.**

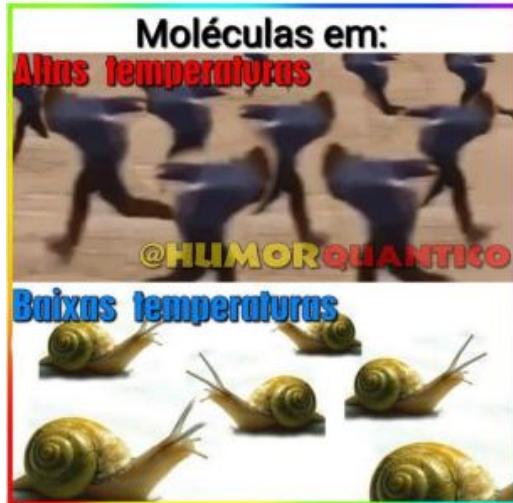
Quando um Físico resolve ir passar férias na Grécia:



Fonte: <https://www.instagram.com/p/CloyfQZhIe9/>

A Figura 3 propõe uma relação lúdica entre o alfabeto grego e o uso recorrente de letras gregas nas equações da Física, o que pode facilitar a familiarização do estudante com a simbologia científica.

**Figura 4 - Exemplo de meme sobre Física.**



Fonte: <https://www.instagram.com/p/CSE2yYYNjT2/>

Por sua vez, a Figura 4 estabelece uma analogia visual e bem-humorada entre a velocidade das moléculas e dois comportamentos distintos: em temperaturas baixas, as moléculas se moveriam lentamente como lesmas; já em temperaturas elevadas, elas se deslocariam rapidamente, como personagens de anime correndo ao estilo "ninja", em referência à série *Naruto*. Essa associação faz referência direta à teoria cinética dos gases, na qual a energia cinética média das moléculas é dada pela expressão:

$$E_{CMédia} = \frac{3}{2}KT \quad (29)$$

em que T representa a temperatura em kelvin e K, a constante de Boltzmann (TIPLER; MOSCA, 2010).

Dessa forma, é possível comparar duas abordagens didáticas distintas: a primeira consiste na apresentação isolada da fórmula matemática, enquanto a segunda associa a expressão a um elemento visual e contextualizado, como o meme apresentado na imagem 2. A partir disso, cabe refletir: em qual das abordagens os estudantes terão maior probabilidade de reter, mesmo após a aula, o conceito por trás da equação? Como aponta Ausubel (2000, p.45), a aprendizagem torna-se significativamente mais eficaz quando o novo conhecimento é integrado à estrutura cognitiva do aluno de forma ancorada em elementos já familiares, o que reforça o potencial didático dos memes como recurso mediador na construção conceitual.

Ademais, a circulação massiva dos memes nas redes sociais torna esse gênero textual um canal eficaz para a divulgação científica. Perfis como "Humor Quântico" e "Engenheiro Sincero" têm explorado com sucesso esse formato, promovendo o ensino informal de conteúdos de Física, Matemática e Engenharia para públicos diversos. Segundo Marcuschi (2004), os gêneros digitais são marcados pela dinamicidade e interatividade, características que facilitam a aproximação entre emissor e receptor da mensagem. Dessa forma, os memes operam como dispositivos de

comunicação horizontal e democrática, capazes de propagar conhecimento de forma ágil e envolvente.

A interdisciplinaridade é outro aspecto valorizado no uso pedagógico dos memes. Por se tratar de manifestações culturais, os memes possibilitam que conceitos de Física sejam explorados em conexão com outras áreas, como Sociologia, História, Artes e Língua Portuguesa. Candido e Gomes (2015) ressaltam que os memes são frequentemente específicos de certos grupos sociais — como estudantes, torcedores ou cinéfilos — e, por isso, têm o potencial de promover um olhar crítico e contextualizado sobre os temas abordados. Essa abordagem favorece a formação de um sujeito reflexivo e engajado socialmente.

Contudo, é essencial que o uso de memes na sala de aula seja orientado por critérios pedagógicos e éticos. O educador deve garantir que o conteúdo dos memes seja coerente com os objetivos de aprendizagem e respeitoso com a diversidade cultural e social dos estudantes. O meme, embora potente, não é neutro; ele carrega valores, ideologias e interpretações. Nesse sentido, o papel do professor como mediador crítico é fundamental para transformar o meme em ferramenta educativa e não apenas em elemento de entretenimento.

Como destaca Barbosa (2008), a escola não pode estar desvinculada da vida, devendo estar em sintonia com a comunidade e com o tempo em que vivemos. Os memes, enquanto expressões culturais contemporâneas, oferecem uma oportunidade única para aproximar o ensino formal da realidade digital dos alunos. Abib (2010) e Moreira (2018a, 2018b) reforçam que a escola deve ir além da memorização, promovendo relações entre dados, ideias e informações. Assim, a utilização dos memes como recurso didático se alinha a uma proposta de educação crítica, reflexiva e significativa.

Portanto, o uso consciente e planejado de memes no ensino de Física constitui-se como uma estratégia inovadora e eficaz para engajar os estudantes, facilitar a compreensão de conceitos complexos, estimular a interdisciplinaridade e promover uma aprendizagem mais conectada com a realidade dos alunos. Ao integrar humor, linguagem digital e saber científico, os memes tornam-se não apenas um reflexo da cultura juvenil, mas também um canal potente de produção e circulação de conhecimento. Desse modo, os memes, quando utilizados intencionalmente no processo de ensino-aprendizagem, podem contribuir para a alfabetização científica, ao promoverem a apropriação crítica de conceitos e o desenvolvimento de competências necessárias para compreender e intervir no mundo contemporâneo.

### **3.5 Alfabetização Científica e Letramento Científico no Ensino de Física com Memes**

A Desenvolver a capacidade dos estudantes de entender e usar o conhecimento científico é fundamental para que se tornem cidadãos críticos e conscientes. Mais do que decorar fórmulas ou conceitos, é preciso que saibam aplicar a ciência no cotidiano, refletindo sobre informações,

avaliando argumentos e participando das discussões sociais e tecnológicas que moldam o mundo em que vivem.

No ensino de Física, especialmente ao abordar as variáveis de estado dos gases — como pressão, volume e temperatura — essa perspectiva se torna ainda mais importante. Esses conceitos, apesar de essenciais para entender fenômenos naturais e tecnológicos, costumam ser tratados com uma linguagem técnica e abstrata, o que pode dificultar sua compreensão por parte dos alunos do ensino médio. Como já alertava Chassot (2003), a forma como a ciência é tradicionalmente comunicada, muitas vezes fechada e inacessível, pode afastar os estudantes em vez de aproxima-los.

Diante desse desafio, é necessário reinventar as estratégias de ensino, utilizando recursos que dialoguem com o universo dos jovens. Nesse cenário, os memes surgem como uma ferramenta criativa e eficaz. Ao se apropriarem de uma linguagem visual, bem-humorada e amplamente difundida nas redes sociais, os memes conseguem despertar o interesse dos estudantes e facilitar a compreensão de conteúdos complexos, atuando como pontes simbólicas entre o conhecimento científico e o cotidiano (Shifman, 2013).

A alfabetização científica, nesse contexto, significa mais do que aprender definições: trata-se de entender os princípios básicos da ciência e desenvolver habilidades para interpretar o mundo com base nesses conhecimentos. No caso das leis dos gases, por exemplo, isso envolve reconhecer como a pressão, o volume e a temperatura interagem — seja no funcionamento de uma seringa, no estouro de um balão ao calor, ou na expansão do ar dentro de um pneu. Quando essas situações são ilustradas por meio de memes, os alunos conseguem visualizar e ressignificar o conteúdo, tornando o aprendizado mais concreto e próximo da realidade (Lorenzetti; Delizoicov, 2001).

O letramento científico, por sua vez, representa um passo além. Ele envolve a capacidade de usar o conhecimento científico para argumentar, interpretar informações, avaliar fontes e se posicionar de forma crítica diante de problemas. Ao convidar os alunos a criarem seus próprios memes com base nos temas estudados, o professor estimula não apenas a criatividade, mas também o raciocínio, a análise e a comunicação científica. Essa atividade exige que o estudante compreenda profundamente o conceito, transforme esse conhecimento em linguagem acessível e ainda reflita sobre como apresentar isso de maneira eficaz para seus colegas (Sasseron; Carvalho, 2008).

Outro ponto importante é que o uso de memes no ensino promove inclusão e acessibilidade, ao utilizar uma linguagem que faz parte do cotidiano dos alunos e articular diferentes áreas do saber, como arte, comunicação e ciência. Essa abordagem interdisciplinar contribui para romper com a fragmentação do currículo e incentiva uma visão mais integrada e significativa da ciência (Lima; Silva; Castro, 2022).

Em resumo, incorporar memes ao ensino das variáveis de estado dos gases vai muito além de tornar a aula mais divertida. Trata-se de uma estratégia pedagógica que potencializa a aprendizagem, aproxima a ciência da realidade dos estudantes e contribui de forma concreta para

a alfabetização e o letramento científico. Assim, os alunos não apenas aprendem Física, desenvolvem competências essenciais para atuar de forma crítica e consciente em uma sociedade cada vez mais movida por informação e tecnologia.

## **4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PROPOSTA**

Neste capítulo, apresentamos os encaminhamentos metodológicos adotados no desenvolvimento da investigação, sua caracterização, procedimentos e etapas percorridas.

### **4.1. Metodologia**

A metodologia adotada nesta pesquisa de natureza qualitativa, de cunho exploratório e interventivo, baseou-se no modelo de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), desenvolvido por Marco Antonio Moreira (2006). Essa abordagem metodológica foi escolhida por sua compatibilidade com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, formulada por David Ausubel (2003), que valoriza a construção ativa do conhecimento a partir da integração de novos conteúdos aos saberes prévios dos estudantes. A proposta foi estruturada em oito etapas, distribuídas ao longo de quatro aulas com duração de 50 minutos cada, conforme detalhado no Quadro 2. A UEPS foi planejada com foco na promoção da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa dos conceitos científicos, utilizando como estratégia central o uso de memes científicos como recurso didático. A intervenção foi aplicada em turmas do ensino médio de uma escola privada, e os dados foram coletados por meio de observações sistemáticas registradas em diário de campo, produções escritas dos alunos, análise de memes elaborados e rodas de conversa avaliativas. Os instrumentos de coleta foram utilizados de forma triangulada, a fim de garantir maior validade e confiabilidade às interpretações dos resultados (Bogdan; Biklen, 1994).

### **4.2. Participantes e local**

A presente proposta foi implementada no Centro Educacional Ethos, situado no município de Vitória de Santo Antão, estado de Pernambuco. Trata-se de uma instituição de ensino privada, que atende alunos do 6º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio. A escola adota uma abordagem construtivista, fundamentada nos princípios do protagonismo estudantil, da aprendizagem ativa e significativa e no respeito à individualidade de cada discente. Sua prática pedagógica é orientada para o desenvolvimento integral dos estudantes, promovendo a formação crítica, ética e cidadã, alinhada a metodologias que valorizam o envolvimento direto dos alunos no processo de construção do conhecimento.

Participaram da pesquisa um total de 47 estudantes, distribuídos entre as seguintes turmas: 19 alunos do 9º ano do ensino fundamental, 12 alunos da 1ª série do ensino médio, 7 alunos da 2ª série do ensino médio e 9 alunos da 3ª série do ensino médio. A seleção dessas turmas ocorreu em consonância com os objetivos da proposta, considerando o alinhamento dos conteúdos trabalhados em Ciências e Física à abordagem da sequência didática elaborada. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos educacionais da atividade e participaram de forma voluntária.

Embora a aplicação desta UEPS tenha ocorrido em uma instituição privada, é fundamental refletir sobre seu potencial adaptação ao contexto da escola pública. As condições materiais e a rotatividade docente, frequentemente mais acentuadas na rede pública, representam desafios reais para a implementação de propostas que demandam continuidade e recursos multimídia. No entanto, a natureza de baixo custo dos memes — que podem ser acessados e criados via *smartphones* e compartilhados em grupos de *WhatsApp* — torna a estratégia particularmente viável e democrática. A mediação docente, portanto, torna-se ainda mais crucial para contornar possíveis limitações de infraestrutura, orientando a busca por imagens em bancos gratuitos e a criação colaborativa mesmo em turmas maiores. Esta reflexão não invalida os resultados obtidos, mas aponta para a necessidade de o professor, como pesquisador de sua própria prática, adaptar a sequência didática à sua realidade específica, mantendo o foco na intencionalidade pedagógica que fundamenta a UEPS.

#### **4.3. Materiais**

Para a realização dos registros das observações foi utilizado um diário de campo; textos para embasamento teórico e criação dos instrumentos; celular e notebook com acesso à internet.

#### **4.4. Instrumentos**

Para a coleta de dados, foram utilizados diferentes instrumentos que permitiram acompanhar o desenvolvimento da sequência didática e avaliar a aprendizagem dos alunos. Inicialmente, foi elaborado um *brainstorm* aplicado aos estudantes, que visava identificar suas percepções sobre o uso dos memes como recurso pedagógico e seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo trabalhado. Além disso, o diário de campo do professor foi utilizado como instrumento complementar para registrar observações qualitativas, atitudes, participações e interações durante as aulas. Também foram coletadas as produções dos alunos, especialmente os memes elaborados em grupo, que constituíram material rico para análise das aprendizagens e do engajamento. Por fim, realizou-se uma roda de conversa como instrumento de avaliação qualitativa, possibilitando a reflexão conjunta sobre a experiência e a metodologia adotada.

## 4.5 Procedimentos

A proposta didática apresentada neste capítulo tem como objetivo principal articular, de forma concreta, os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel à prática pedagógica no ensino de Física. Diferentemente de uma sequência de ensino tradicional, esta proposta se caracteriza por integrar, de maneira intencional e fundamentada, os elementos teóricos da aprendizagem significativa com estratégias metodológicas inovadoras, como o uso de memes científicos.

De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem só será significativa quando o novo conteúdo se relacionar de modo substantivo e não arbitrário à estrutura cognitiva pré-existente do aluno. Nessa perspectiva, os memes são utilizados como instrumentos mediadores que mobilizam os conhecimentos prévios dos estudantes e possibilitam a ancoragem de novos conceitos científicos a partir de situações culturalmente familiares e cognitivamente acessíveis.

A escolha pelos memes como recurso pedagógico também está alinhada à perspectiva defendida por Moreira (2011), segundo a qual é necessário valorizar os saberes dos alunos e seus repertórios culturais no processo de ensino-aprendizagem. Os memes, por serem expressões típicas da cultura digital juvenil, possibilitam uma abordagem multimodal, dialogando com os modos contemporâneos de comunicação e aprendizagem.

Com base nesses pressupostos, a sequência foi elaborada de forma a contemplar momentos de diagnóstico dos conhecimentos prévios, atividades de construção de sentido e estratégias de verificação da aprendizagem, sempre orientadas pelos princípios da aprendizagem significativa. Busca-se, assim, não apenas transmitir conteúdos, mas favorecer a construção de significados, a autonomia intelectual e a alfabetização científica.

A intervenção pedagógica consistiu na aplicação de uma sequência didática estruturada segundo os princípios da UEPS, elaborada com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que enfatiza a importância da subsunção de novos conteúdos aos conhecimentos prévios do estudante. Conforme Moreira (2011), o papel do professor nessa abordagem é o de facilitador da aprendizagem, promovendo condições para que os alunos atribuam significados pessoais aos conceitos científicos trabalhados.

A escolha dos memes, por sua vez, foi realizada com critério pedagógico, considerando três aspectos principais: sua relação direta com os conteúdos da terminologia, sua linguagem acessível e próxima do cotidiano dos estudantes, e seu potencial para gerar conflito cognitivo e provocar reflexão. Por se tratar de elementos da cultura digital com forte apelo visual e humorístico, os memes foram avaliados como materiais potencialmente significativos, capazes de funcionar como pontes entre o conhecimento espontâneo e o conhecimento científico.

Ao unir o componente afetivo, o repertório cultural dos estudantes e os conteúdos formais da Física, a proposta pretende ir além da mera transmissão de conteúdos. A UEPS busca oferecer

aos alunos a oportunidade de construir significados de forma ativa, crítica e contextualizada, tornando o processo de aprendizagem mais leve, mais humano e, sobretudo, mais significativo.

#### **4.1 Planejamento didático**

A escola onde a proposta desta sequência didática foi aplicada adota uma abordagem construtivista, alicerçada nos pressupostos do protagonismo estudantil, da aprendizagem ativa e significativa, e do respeito à individualidade de cada aluno. A prática pedagógica cotidiana da escola pauta-se na formação integral do estudante, promovendo sua autonomia intelectual e social. Esse contexto educacional oferece um cenário fértil para a implementação de propostas inovadoras, como a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) elaborada neste trabalho.

A sequência didática foi cuidadosamente planejada para atender estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, levando em consideração os estágios de desenvolvimento cognitivo característicos de cada faixa etária e as particularidades do processo de ensino-aprendizagem em cada nível de escolaridade. A escolha do conteúdo de Termologia justifica-se por sua presença nos currículos dessas etapas de ensino e por sua capacidade de integrar abordagens qualitativas e quantitativas no estudo da Física, alinhando-se perfeitamente aos objetivos de promover diferentes níveis de compreensão conceitual.

A turma em questão apresentava um perfil heterogêneo quanto ao desempenho acadêmico, incluindo desde alunos com excelente rendimento e participação ativa até estudantes que demonstravam dificuldades significativas, especialmente no que diz respeito à abstração de conceitos relacionados à Física Térmica. Com um total de 18 alunos, a turma de tamanho reduzido permitiu um acompanhamento mais personalizado e atento ao processo de aprendizagem individual, favorecendo a identificação e o atendimento das necessidades específicas de cada estudante.

Essa configuração possibilitou a implementação de estratégias diferenciadas de ensino, adaptadas aos diversos ritmos de aprendizagem presentes na sala de aula. Para os alunos com maior facilidade, foram propostas atividades de aprofundamento e extensão conceitual, enquanto para aqueles com dificuldades foram desenvolvidas abordagens mais concretas e contextualizadas, utilizando exemplos do cotidiano e recursos visuais para facilitar a compreensão dos fenômenos térmicos.

A diversidade de perfis na turma também enriqueceu as discussões em sala de aula, permitindo que os próprios estudantes atuassem como mediadores do conhecimento, explicando conceitos aos colegas sob diferentes perspectivas. Essa dinâmica colaborativa, aliada ao número reduzido de alunos, criou um ambiente propício para o desenvolvimento gradual e consistente da compreensão dos fenômenos térmicos em seus múltiplos aspectos.

Importa destacar que esta proposta não se configura como uma sequência de ensino convencional, mas como uma sequência fundamentada teoricamente nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, conforme proposto por David Ausubel. Esse é justamente o seu diferencial metodológico: cada etapa foi intencionalmente construída a partir dos elementos centrais da teoria, com foco na construção de significados e na integração entre conhecimentos prévios e novos conteúdos.

A estruturação da proposta baseou-se no modelo da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), desenvolvida por Marco Antonio Moreira (2005), e foi distribuída em quatro aulas, com duração de 50 minutos cada. O Quadro 2, a seguir, apresenta uma descrição detalhada de como cada etapa da UEPS foi organizada e implementada no contexto da proposta.

**Quadro 2 – Etapas da UEPS**

Etapa da UEPS	Aula	Objetivo da etapa	Como foi realizado
1º Etapa	Pré-aula	Escolha do conteúdo a ser abordado	<p>A definição do conteúdo a ser abordado na sequência didática ocorreu a partir da análise do currículo de Física do ensino médio e da identificação das principais dificuldades apresentadas pelos alunos ao longo do primeiro trimestre letivo.</p> <p>Com base em conversas informais com os docentes da área, optou-se por trabalhar o conceito de temperatura, tendo em vista sua relevância científica, presença recorrente no cotidiano dos estudantes e elevado potencial para gerar aprendizagens significativas.</p> <p>Essa decisão também considerou a natureza abstrata e multifacetada do conceito de temperatura, que frequentemente é confundido com sensação térmica, calor ou estado físico.</p> <p>Segundo Moreira (2011), a clareza conceitual é um dos pilares da aprendizagem significativa, sendo necessário que o professor planeje</p>

			atividades que favoreçam a distinção entre conceitos próximos, mas distintos.
2º Etapa	1º aula	Sondagem dos conhecimentos prévios dos discentes sobre o conteúdo	Nesta fase inicial, buscou-se investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre temperatura e seus significados espontâneos. A aula iniciou-se com um <i>brainstorming</i> coletivo, no qual os estudantes foram convidados a responder à pergunta: “O que é temperatura?”. As respostas foram registradas no quadro e incluíam menções a sensações térmicas, clima, febre, entre outras. Muitos alunos apresentaram ideias intuitivas, como “temperatura é o calor de um corpo” ou “é quanto o corpo está quente ou frio”. Dessa forma, permitiu ao professor mapear com maior precisão os conceitos prévios e os níveis de compreensão dos discentes. O uso do diário de campo nesta etapa foi essencial para o registro das percepções individuais, comentários espontâneos e posturas dos alunos frente à temática.
3º Etapa	1º aula	Formulação de situação-problema visando à inserção do discente na pesquisa pela solução	Os estudantes foram instigados a interpretar um meme que mostrava conceitos baseados na temperatura, o que levou à diversas problematizações
4º Etapa	2º aula	Apresentação da parte científica do conteúdo pelo professor,	Com base nos dados coletados na etapa anterior, organizou-se a apresentação do conteúdo de forma gradual, partindo das concepções espontâneas até os modelos

		<p>sempre colocando-os em uma sucessão crescente de dificuldades</p>	<p>científicos formais. A aula foi iniciada com um vídeo curto e lúdico que comparava a temperatura em diferentes escalas (Celsius, Fahrenheit e Kelvin), seguido de uma roda de conversa. O professor introduziu então o conceito de temperatura como uma variável de estado relacionada à energia cinética média das partículas, fazendo uso de representações visuais e metáforas acessíveis, como “dança das moléculas”. Foram utilizados mapas conceituais construídos em conjunto com os estudantes, que foram incentivados a relacionar os novos conteúdos às suas concepções anteriores, promovendo a reestruturação cognitiva, conforme proposto por Ausubel (2003).</p>
5º Etapa	3º aula	Retomada dos conteúdos a serem abordados na UEPS	Foram retomados os conceitos-chave por meio da análise coletiva de novos memes científicos, relacionados aos conteúdos já discutidos, promovendo a reconexão com o conteúdo aprendido.
6ºEtapa	3º aula	Desenvolvimento dos processos de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa, o que deve ser proporcionado por uma nova apresentação dos conteúdos através de uma exposição oral,	Os alunos produziram seus próprios memes explicativos, reinterpretando os conceitos científicos com base no que aprenderam. A produção foi precedida de discussões orais e leitura de trechos teóricos selecionados.

		um texto, um recurso audiovisual ou computacional	
7º Etapa	4º aula	Avaliação da aprendizagem da UEPS	A avaliação foi realizada por meio de uma atividade escrita, onde os alunos explicaram os memes produzidos e relacionaram-nos com a teoria, evidenciando o uso consciente dos conceitos aprendidos.
8º Etapa	4º aula	Avaliação do êxito da UEPS	Foi realizado uma roda de conversa com os alunos para avaliarem a atividade

Fonte: O autor, 2025

Na primeira semana, serão realizadas duas aulas com foco na ativação dos conhecimentos prévios e no contato inicial com os memes científicos. O encontro se iniciará com uma atividade de brainstorm, na qual os estudantes serão convidados a compartilhar suas ideias espontâneas sobre o conceito de temperatura. Essa etapa inicial tem um papel fundamental, pois, como ressaltam Stuchi e Paz (2022), “o esclarecimento das ideias prévias dos alunos pode proporcionar uma base sólida para as investigações científicas que se seguirão”. Após esse momento de escuta e diálogo, os alunos serão apresentados a uma seleção de memes relacionados aos conteúdos de temperatura, escalas termométricas, dilatação térmica e leis da termodinâmica.

Cada meme será exibido em sala com tempo para análise individual. Em seguida, os alunos deverão registrar por escrito o que entenderam de cada imagem, com liberdade para interpretar, associar e explicar os conceitos que conseguiram identificar. A produção escrita servirá como instrumento avaliativo formativo e também como base para as discussões que ocorrerão na etapa seguinte da sequência.

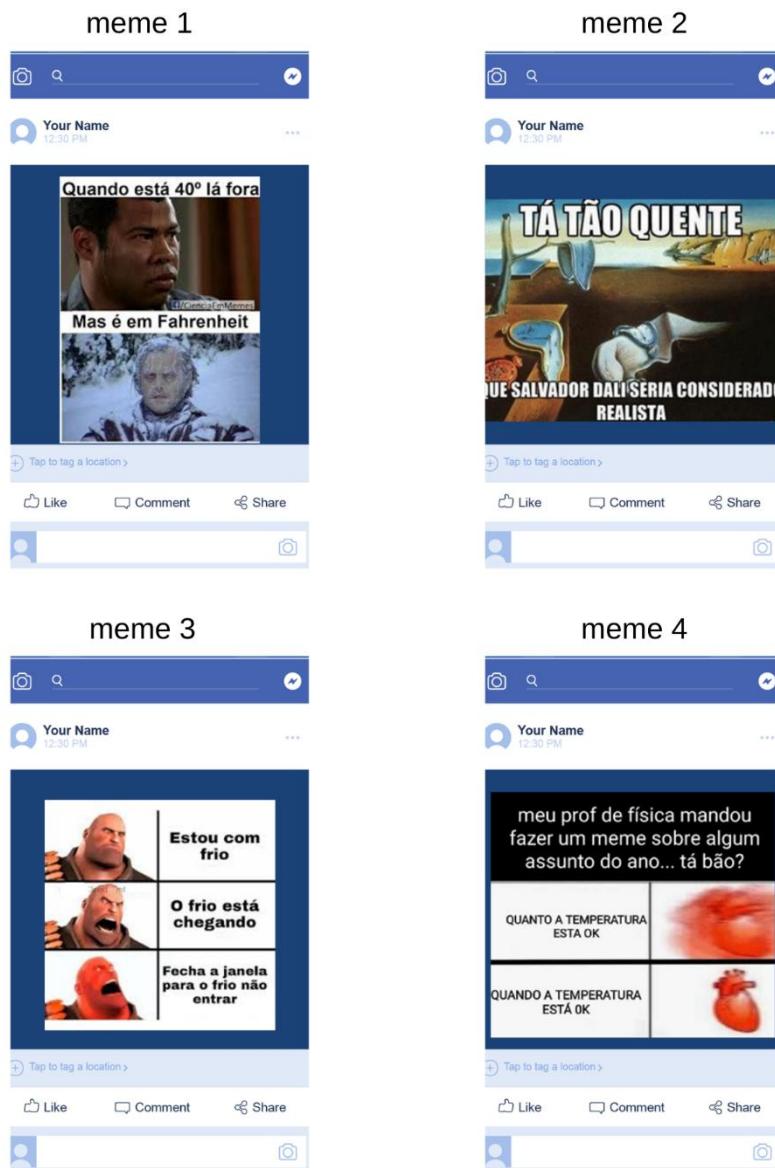
Na segunda semana, as duas aulas restantes serão dedicadas à socialização das respostas dos alunos, promovendo um ambiente de debate e construção coletiva do conhecimento. Os estudantes terão a oportunidade de compartilhar suas interpretações dos memes com a turma, estabelecendo conexões com as falas do brainstorm anterior. Durante essa etapa, o professor atuará como mediador, ampliando e sistematizando os conceitos científicos, a partir das falas dos próprios alunos. Será realizada também uma análise comparativa entre os discursos orais iniciais e as produções escritas, com o intuito de identificar possíveis reformulações conceituais — indícios importantes da ocorrência de aprendizagem significativa, conforme os pressupostos de Ausubel (2000).

#### 4.2 Etapa 3: Situação-problema com memes

A Em seguida, será aplicada uma nova atividade contendo memes relacionados ao questionamento inicial, como forma de ressignificar os conteúdos abordados. Os estudantes serão convidados a registrar por escrito o que compreenderam a partir da análise dos memes apresentados. Em seguida, será realizada uma comparação qualitativa entre essas produções escritas e as respostas orais fornecidas anteriormente durante o momento de brainstorm, com o intuito de identificar possíveis avanços conceituais, ressignificações ou permanências nas concepções prévias. Essa comparação permitirá avaliar em que medida os memes contribuíram para a construção de novos significados no processo de aprendizagem, a fim de analisar a qualidade das interpretações quando mediadas por elementos visuais e simbólicos.

Foram avaliados os seguintes memes:

**Figura 5 – memes aplicados na UEPS**



**Quadro 3 – Descrição e mediação cognitiva**

<b>meme</b>	<b>Conceito</b>	<b>Descrição e mediação cognitiva</b>
	<b>científico associado</b>	
1	<b>Meme</b> Comparação entre as escalas Celsius e Fahrenheit	O meme explora visualmente a diferença de percepção térmica entre as escalas centígrado e Fahrenheit, utilizando o mesmo valor numérico (40°) para representar situações opostas (calor e frio). Essa discrepância desperta a curiosidade dos estudantes e promove a reflexão sobre a necessidade de contextualizar as unidades de medida. A imagem funciona como um gatilho para discutir a fórmula de conversão entre escalas e questionar concepções espontâneas, favorecendo o resgate e a ampliação do conhecimento prévio.
2	<b>Meme</b> Relação entre temperatura e dilatação térmica	Utiliza a obra surrealista de Salvador Dalí como metáfora visual para a dilatação térmica. A deformação dos relógios "derretendo" é interpretada como efeito do calor, facilitando a compreensão da proporcionalidade entre temperatura e dilatação. Estabelece uma ponte entre arte, cultura e ciência, contribuindo para a ancoragem de um conceito abstrato.
3	<b>Meme</b> Segunda Lei da Termodinâmica (fluxo espontâneo do calor)	Questiona o senso comum por meio do humor: o "frio não entra", mas sim "o calor sai". Leva os estudantes a refletirem sobre o verdadeiro sentido físico do calor como energia térmica em trânsito. Favorece a reconstrução conceitual a partir da problematização de ideias cotidianas equivocadas.

4	<b>Meme</b>	Zero absoluto e agitação térmica das partículas	Apresenta, por meio de um trocadilho com “0 K” (zero Kelvin) e “OK”, o conceito de temperatura como grau de agitação molecular. O meme introduz de maneira lúdica a ideia de que no zero absoluto não há vibração de partículas. Seu caráter afetivo e simbólico facilita a internalização do conceito, especialmente em alunos de séries iniciais.
---	-------------	---	---

Fonte: Autor, 2025

#### **4.3 Etapa 4: Revisão dirigida**

Nesta etapa, buscou-se consolidar os conhecimentos introduzidos nas fases anteriores, por meio de uma revisão temática dirigida, com foco especial nos tópicos que apresentaram maior índice de dificuldade ou lacunas conceituais durante as discussões e atividades diagnósticas. A análise prévia dos questionários, da participação discente nas dinâmicas e dos registros no diário de campo permitiu mapear quais conceitos demandavam maior aprofundamento.

Para essa revisão, adotou-se como principal referência o livro "Física Conceitual" de Paul Hewitt (2015), cuja abordagem dialógica, baseada em analogias cotidianas e experimentos mentais, foi considerada coerente com os princípios da aprendizagem significativa (Ausubel, 2000; Moreira, 2011). Durante as aulas, os tópicos foram retomados de forma gradual e interativa, com mediação docente voltada à conexão entre conceitos e situações-problema (etapa 2), conforme recomendado por Moreira (2011, p. 67).

Além disso, atividades de leitura orientada e de debate em pequenos grupos foram conduzidas com o objetivo de promover a reelaboração das ideias prévias. Em consonância com a proposta construtivista adotada pela escola e com os princípios da UEPS, os alunos foram incentivados a construir significados a partir da confrontação entre suas concepções intuitivas e os modelos científicos formalizados. Segundo Zabala (1998), esse processo de reconstrução conceitual é essencial para que a aprendizagem ocorra de maneira significativa e crítica.

Durante essa revisão, também foram utilizados recursos visuais e simulações digitais (como os oferecidos pelo *PhET Interactive Simulations*, da Universidade do Colorado), que contribuíram para a visualização dos fenômenos físicos em nível microscópico. A integração de múltiplas linguagens (verbal, visual, gráfica) mostrou-se eficaz no esclarecimento de conceitos abstratos, especialmente entre os alunos com estilos de aprendizagem visuais e cinestésicos.

#### **4.4 Etapa 6: Produção de memes em grupo**

Os Com a base conceitual mais consolidada, os estudantes foram organizados em grupos colaborativos de três a quatro integrantes, de acordo com critérios de heterogeneidade em termos

de participação e desempenho nas etapas anteriores. Cada grupo foi responsável por criar memes científicos relacionados a um dos conceitos-chave abordados: pressão, volume ou temperatura. A proposta visou não apenas à síntese dos conteúdos, mas também à transposição didática para uma linguagem próxima à realidade dos estudantes, promovendo o engajamento e a criatividade.

A produção dos memes foi orientada pelo professor, que apresentou inicialmente exemplos de memes científicos e discutiu com os alunos os elementos que os caracterizam: concisão, humor, apelo visual e pertinência conceitual. Os estudantes receberam uma folha de critérios para auxiliar a construção, contendo orientações sobre o uso correto dos conceitos físicos, clareza da mensagem e adequação ao público-alvo.

Para a criação dos memes, os grupos utilizaram plataformas online gratuitas, como o site <https://www.gerarmemes.com.br>, sendo incentivados a inserir elementos gráficos e textos originais. O professor atuou como mediador do processo criativo, propondo questões problematizadoras e oferecendo sugestões para aprofundar as associações entre os conceitos físicos e as referências culturais utilizadas nos memes.

Após a produção, foi organizada uma exposição interativa, denominada *Estações da Física*, na qual cada grupo apresentou seus memes a uma turma diferente organizada em circuito. Essa troca entre turmas não apenas incentivou a autonomia e o protagonismo dos alunos autores, como também promoveu a divulgação científica entre pares. A socialização permitiu que os próprios estudantes se tornassem mediadores do conhecimento, atuando como explicadores dos conceitos físicos representados em seus materiais.

Essa etapa foi fundamentada na perspectiva sociocultural da aprendizagem, especialmente nos aportes de Vygotsky (2001, p.89), ao considerar que o conhecimento se constrói na interação com o outro e com os artefatos culturais. Ao transformar os conceitos em linguagem de meme, os estudantes foram desafiados a reinterpretar, reelaborar e comunicar os conteúdos, exercitando competências cognitivas superiores, como a análise, a síntese e a avaliação, conforme a Taxonomia de Bloom revisada (Anderson; Krathwohl, 2001).

### **Etapa 7: Avaliação da aprendizagem**

A avaliação foi concebida sob uma perspectiva formativa e processual, estando presente em todas as etapas da proposta. Os instrumentos utilizados compreenderam a análise qualitativa dos materiais produzidos os registros sistemáticos das observações feitas em sala de aula e o acompanhamento da participação dos estudantes nas atividades propostas.

Durante a realização das tarefas, o professor observava indicadores como:

- A capacidade de estabelecer relações entre os conceitos físicos e as representações culturais dos memes;
- O nível de coerência conceitual nas explicações orais e escritas;

- A clareza e organização das apresentações nas estações temáticas;
- A evolução das concepções dos alunos, comparando-se os dados dos questionários iniciais e finais.

Os registros foram feitos por meio de diário de campo, permitindo uma análise mais refinada do processo de aprendizagem individual e coletivo. A avaliação também considerou o grau de engajamento dos estudantes, suas iniciativas colaborativas e sua habilidade em se comunicar de forma criativa e crítica sobre os temas.

#### **4.5 Etapa 8: Aula dialogada e reflexão final**

A proposta foi encerrada com uma aula de socialização e metarreflexão, conduzida em forma de roda de conversa, com a presença de todos os participantes. Esse momento teve como objetivo sistematizar os conhecimentos construídos, promover o compartilhamento de experiências e avaliar, de forma coletiva, a pertinência da metodologia adotada.

A mediação docente buscou favorecer uma escuta ativa, acolhendo as impressões dos alunos sobre os pontos fortes e as limitações da sequência didática. Os estudantes foram incentivados a relatar como perceberam sua própria evolução conceitual, como os memes contribuíram para o processo de aprendizagem e quais conexões foram estabelecidas com seu cotidiano. Além disso, foram convidados a sugerir melhorias para futuras aplicações da metodologia.

A aula final também contou com a retomada dos conceitos-chave de maneira dialogada, articulando-os às experiências vividas durante o projeto. Esse fechamento permitiu reforçar os significados atribuídos aos conteúdos e consolidar a aprendizagem de forma integrada e contextualizada.

Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significativa se consolida não apenas pela ancoragem de novos conhecimentos em subsunções relevantes, mas também pela atribuição de sentido pessoal e social àquilo que se aprende. Dessa forma, o uso dos memes como recurso didático mostrou-se potente não só na facilitação da aprendizagem conceitual, mas também na ampliação do engajamento, da criticidade e da autoria dos estudantes envolvidos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A presente seção tem por objetivo analisar os dados obtidos durante a aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que integrou memes científicos como recurso didático para o ensino de conteúdos de Termologia. A proposta foi desenvolvida com turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e do 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, totalizando 47 estudantes. Os dados serão discutidos à luz dos objetivos específicos da pesquisa, quais sejam: investigar a eficácia da UEPS como estratégia de ensino-aprendizagem em Física; analisar a recepção dos memes pelos estudantes como elemento mediador na compreensão de conceitos científicos; compreender como os memes podem contribuir para a construção de significados no processo de aprendizagem segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel; e avaliar a apropriação conceitual dos conteúdos mobilizados.

**Figura 6 – meme 1**



**Fonte: Autor, 2025**

No primeiro meme analisado, que abordava a diferença entre as escalas termométricas Celsius e Fahrenheit (conceito tratado na Seção 2.1.1), a imagem apresentava um personagem suando em 40°C e tremendo de frio em 40°F. Como destacou o Aluno 4 do 3º ano:

*40°C é calor, por isso o cara tá suando, pois em 40°F é muito frio. (Aluno 4 do 3º ano).*

Esta resposta demonstra a capacidade de generalização conceitual - os alunos não apenas memorizaram valores, mas aplicaram o entendimento sobre as diferenças estruturais entre as escalas em uma situação contextualizada. O conceito de 'capacidade de generalização', referido por Ausubel (2000) como indicador de aprendizagem significativa, manifesta-se aqui na transferência do conhecimento abstrato sobre escalas termométricas para a interpretação de uma situação concreta

O meme cumpriu seu papel didático ao favorecer a elaboração de raciocínios mais complexos, como observado na discussão sobre o ponto de equivalência entre as escalas (-40°), sugerindo que a imagem provocou um conflito cognitivo produtivo. Nesse contexto, o Aluno 3 do 2º ano comentou:

*Fahrenheit é mais fria. (Aluno 3 do 2º ano)*

revelando uma compreensão inicial da diferença entre as escalas, ainda que necessitando de maior precisão conceitual.

A presença da fórmula de conversão ( $T_C = \frac{T_F - 32}{1,8}$ ), embora não explícita na atividade, foi espontaneamente mencionada por alguns estudantes, indicando um resgate significativo de conhecimentos prévios. Como sintetizou o Aluno 2 do 1º ano:

*"o conceito utilizado em todas as figuras é temperatura e calor". (Aluno 2 do 1º ano)*

Embora ainda fundindo dois conceitos distintos demonstra uma importante capacidade de generalização. O aluno foi capaz de identificar um fio condutor (o conceito de temperatura) que perpassa situações-problema distintas (escalas, dilatação, fluxo de calor), um processo cognitivo essencial para a construção de um campo conceitual coeso (Vergnaud, 1996) em Termologia.

**Figura 7 – meme 2**



**Fonte: Autor, 2025**

O segundo meme, baseado na icônica obra surrealista "A Persistência da Memória" de Salvador Dalí, revelou-se particularmente eficaz como ferramenta pedagógica, alcançando 70% de respostas conceitualmente coerentes. Os alunos demonstraram notável capacidade de associar os elementos visuais da pintura aos conceitos termodinâmicos, como evidenciado na fala do Aluno 2 do 3º ano:

*A segunda imagem se refere a temperatura elevada, por isso o pintor é considerado realista. (Aluno 2 do 1º ano)*

Embora contenha uma imprecisão terminológica (confundindo realismo com surrealismo), demonstra a ancoragem do conceito físico em uma referência cultural, conforme previsto na Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2000).

As respostas dos estudantes mostraram diferentes níveis de elaboração conceitual. O Aluno 1 do 3º ano observou que:

*Quando está muito quente as coisas tendem a derreter (Aluno 1 do 3º ano)*

complementando com a análise:

*Relaciona a obra do Salvador Dalí com o calor, pois na pintura, tudo tá derretendo. (Aluno 1 do 3º ano)*

Essa dupla observação demonstra um processo cognitivo que parte da observação concreta para uma interpretação mais abstrata. Na mesma linha, o Aluno 1 do 1º ano sintetizou:

*que quando as coisas tão quente tendem a derreter. (Aluno 1 do 1º ano)*

Mostrando uma compreensão básica, mas correta do fenômeno.

Os alunos do 9º ano apresentaram análises mais elaboradas. O Aluno 13 argumentou que:

*Os relógios derreteriam de tão quente. (Aluno 13 do 9º ano)*

Enquanto o Aluno 10 fez uma conexão com a vivência cotidiana:

*Porque se fecha a janela, a pessoa recebe o calor que tá dentro. (Aluno 10 do 9º ano)*

Particularmente significativa foi a observação do Aluno 3 do 9º ano:

*Na obra surrealista de Salvador Dalí está tudo derretendo e na região da pessoa do post está tão quente, que a obra de Salvador seria a verdade. (Aluno 3 do 9º ano)*

Demonstrando capacidade de estabelecer analogias complexas entre arte e realidade física.

Essa percepção foi ampliada pelo Aluno 5 do 9º ano, que fez uma conexão com a realidade local:

*No quadro de Dalí representa coisas 'derretidas' e no calor do Brasil isso aconteceria facilmente. (Aluno 5 do 9º ano)*

Observação que, como destacado nos registros, gerou maior engajamento pela identificação com a experiência pessoal.

Essas interpretações revelam que o meme cumpriu múltiplas funções pedagógicas:

1. Ativou conhecimentos prévios sobre efeitos do calor
2. Estabeleceu conexões interdisciplinares entre arte e física
3. Permitiu diferentes níveis de compreensão conforme o estágio cognitivo
4. Gerou identificação emocional e cultural
5. Facilitou a transferência de aprendizagem para contextos reais

Como fundamentam Zabala (1998, p.112) e Delizoicov (2011, p.78), essa capacidade de vincular conteúdos científicos a elementos do universo cultural dos alunos é essencial para a aprendizagem significativa, pois amplia o campo semântico do novo conhecimento e favorece sua retenção. A obra de Dalí, neste caso, serviu como "zona de desenvolvimento proximal" (Vygotsky, 2007, P.134), permitindo que os alunos construíssem entendimentos complexos a partir de uma referência visual impactante.

No terceiro meme da sequência didática, ao abordar o conceito da Segunda Lei da Termodinâmica, revelou-se particularmente eficaz na promoção de uma mudança conceitual significativa entre os estudantes. Como observou de maneira precisa o Aluno 5 do 3º ano:

*Na terceira imagem, ele está irritado, porque na teoria não é o frio que entra, mas sim o calor que sai. (Aluno 5 do 3º ano)*

Esta afirmação demonstra uma clara superação da concepção alternativa comum, evidenciando a apropriação do princípio científico de que o calor flui espontaneamente dos corpos mais quentes para os mais frios. A resposta dos estudantes, especialmente dos alunos do 3º ano do Ensino Médio, revelou uma compreensão conceitual mais refinada sobre os processos de transferência de energia térmica, indicando que o recurso visual cumpriu efetivamente seu papel de mediador semiótico entre a linguagem cotidiana e o discurso científico. A imagem, ao representar de forma humorística a irritação diante do equívoco comum sobre o frio "entrar", criou uma situação cognitivamente impactante que facilitou a internalização do conceito científico correto. Esse processo de reconstrução conceitual, conforme discutido por Vygotsky (2007), ocorre justamente quando os recursos didáticos conseguem estabelecer pontes entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conceitos científicos. A eficácia do meme como ferramenta pedagógica fica evidente não apenas na apropriação conceitual demonstrada pelas falas dos estudantes, mas também na maneira como conseguiu engajar emocionalmente a turma com um conteúdo tradicionalmente abstrato e desafiador. A observação do aluno sobre o personagem "irritado" revela ainda como o aspecto afetivo da aprendizagem foi mobilizado, criando uma conexão pessoal com o conteúdo que potencializa a retenção e compreensão dos conceitos termodinâmicos. Essa abordagem, que alia rigor conceitual a elementos da cultura juvenil, mostra-se particularmente adequada para o ensino de tópicos complexos da Física, pois permite que os estudantes construam significados científicos sem perder a conexão com suas experiências cotidianas. A análise das respostas demonstra que o recurso foi bem-sucedido em seu objetivo principal: promover uma compreensão mais precisa dos fenômenos térmicos, superando concepções alternativas e estabelecendo as bases para um pensamento científico mais sofisticado.

O quarto meme da sequência didática, ao explorar de forma criativa o conceito de zero absoluto através do trocadilho entre "OK" e "0 K" (Kelvin), demonstrou ser particularmente eficaz na ativação e construção de conhecimentos científicos complexos. Como observou o Aluno 1 do 3º ano:

*Ele faz um jogo de palavras, trocando OK por 0 Kelvin, que por estar frio o coração está mais relaxado. (Aluno 1 do 3º ano)*

Essa interpretação revela não apenas a compreensão do recurso linguístico, mas também uma associação conceitual adequada entre temperatura e estados de agitação molecular. A percepção do Aluno 2 do 3º ano, que identificou a

*sátira com a semelhança entre 0 Kelvin e OK. (Aluno 2 do 3º ano)*

Mostra como o humor funcionou como porta de entrada para um conteúdo cientificamente denso, facilitando seu acesso e apropriação por parte dos estudantes.

As respostas evidenciaram diferentes níveis de elaboração conceitual sobre o zero absoluto. O Aluno 3 do 1º ano expressou:

*O 0 Kelvin, ele quer dizer que 'congela' o coração. (Aluno 3 do 1º ano)*

Utilizando uma linguagem metafórica que, ainda que simplificada, captura a essência do fenômeno físico. O Aluno 6 do 1º ano avançou para uma explicação mais técnica:

*0 Kelvin as partículas param de vibrar. (Aluno 6 do 1º ano)*

Demonstrando apropriação do conceito tratado na Seção 2.3, que relaciona temperatura à agitação molecular conforme a equação 22. Esta resposta evidencia a ancoragem do conhecimento científico formal em uma representação cultural acessível. A observação do Aluno 9 do 9º ano:

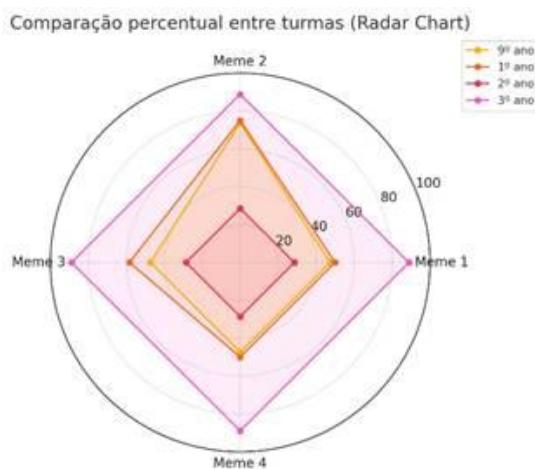
*0 K é a temperatura que o coração para de bater. (Aluno 9 do 9º ano)*

Embora biologicamente imprecisa, revela uma compreensão intuitiva das consequências extremas do zero absoluto, mostrando como os estudantes estabelecem pontes entre conceitos abstratos e suas experiências de vida.

Essas interpretações confirmam a eficácia do meme como ferramenta pedagógica multidimensional. O trocadilho linguístico, longe de ser apenas um recurso humorístico, funcionou como um eficaz organizador prévio na perspectiva ausubeliana, criando uma âncora cognitiva que permitiu aos estudantes conectar novos conhecimentos a estruturas já existentes. A presença do elemento afetivo no meme - a representação do coração - potencializou o engajamento emocional, facilitando a internalização de um conceito que, em abordagens tradicionais, costuma apresentar elevado grau de abstração. Como previsto na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a combinação entre relevância conceitual e carga afetiva mostrou-se decisiva para a construção de conhecimentos duradouros e aplicáveis.

A análise das respostas revela ainda como o recurso conseguiu articular diferentes níveis de compreensão científica. Desde as formulações mais metafóricas até as descrições mais técnicas sobre o comportamento das partículas, todos os estudantes demonstraram ter acessado aspectos fundamentais do conceito de zero absoluto, cada um conforme seu estágio de desenvolvimento cognitivo. Essa graduação de compreensões corrobora a visão vygotskyana de que a aprendizagem ocorre em zonas de desenvolvimento proximal, onde os recursos didáticos atuam como mediadores culturais entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico.

**Figura 8 – Comparação percentual**



**Fonte: Autor, 2025**

A análise da Figura 8, elaborado com base nas respostas ao questionário avaliativo aplicado na Etapa 8 da UEPS, evidencia padrões significativos acerca da apropriação conceitual dos discentes participantes da proposta em diferentes níveis de escolaridade. Participaram, ao todo, 47 estudantes, distribuídos da seguinte forma: 19 alunos pertencentes ao 9º ano do Ensino Fundamental; 12 alunos, do 1º ano do Ensino Médio; 7 alunos, do 2º ano do Ensino Médio; e 9 alunos, do 3º ano do Ensino Médio.

O instrumento avaliativo utilizado continha quatro questões abertas, cada uma vinculada a um dos memes científicos utilizados durante o desenvolvimento da UEPS. Essas questões visavam mensurar a capacidade dos alunos de transpor criticamente os conteúdos representados nos memes — com seu caráter multimodal e simbólico — para o campo conceitual da Física. Tal metodologia está ancorada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2000), segundo a qual o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando o novo conteúdo pode ser relacionado de maneira substancial e não arbitrária com os conhecimentos prévios do estudante. Complementando essa perspectiva, Moreira (2011, p. 26) destaca que "a aprendizagem significativa ocorre quando a informação nova interage com uma estrutura de conhecimento já existente, de forma não arbitrária e substantiva", o que legitima o uso de recursos pedagógicos contextualizados, como os memes, capazes de ativar esquemas mentais latentes.

No radar chart, observa-se que os estudantes do 3º ano do Ensino Médio apresentaram o desempenho mais uniforme e elevado entre os quatro segmentos avaliados. Houve um total de 8 respostas conceitualmente coerentes para cada um dos quatro memes analisados, denotando um domínio mais consolidado dos conceitos abordados — possivelmente devido ao maior tempo de exposição a conteúdos da área de Física e à proximidade com exames externos e vestibulares, que tendem a demandar maior capacidade de abstração e formalização científica.

Por outro lado, os estudantes do 9º ano surpreenderam positivamente, sobretudo na análise do segundo meme, que abordava implicitamente o conceito de compressibilidade dos gases. Nesse caso, 14 respostas foram classificadas como conceitualmente coerentes, o que representa não apenas um desempenho superior aos demais segmentos, mas também evidencia o potencial dos recursos didáticos contextualizados para promover aprendizagens significativas mesmo em estudantes em fase introdutória da formação científica. Essa observação reforça a noção de que, conforme aponta Zabala (1998), “a aprendizagem deve partir dos interesses e das experiências dos alunos, utilizando estratégias que deem sentido ao que se ensina”, permitindo que alunos mais jovens se apropriem de conceitos complexos desde que estes estejam conectados com sua realidade.

O desempenho dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio situou-se em um patamar intermediário, com variações sutis entre os memes analisados. A heterogeneidade das respostas nesse grupo pode estar relacionada ao período de transição entre os ciclos educacionais — do Ensino Fundamental para o Ensino Médio — o que envolve desafios tanto de adaptação quanto de consolidação conceitual. Vale destacar que, conforme apontado por Vygotsky (2007, p.64), o processo de aprendizagem é mediado socialmente, e a internalização conceitual ocorre de forma gradual, a partir da interação com ferramentas culturais significativas, como os próprios memes utilizados na proposta.

No caso do 2º ano do Ensino Médio, os dados revelaram o desempenho mais discreto, com apenas 2 respostas conceitualmente coerentes por meme, em média. Esse resultado sugere a presença de obstáculos na ancoragem conceitual desse grupo, o que pode estar associado a fatores como desmotivação, dificuldades anteriores não superadas ou à ausência de articulação eficaz entre os conhecimentos prévios e os novos conteúdos. Além disso, Moreira (2006, p.38) destaca que “a aprendizagem significativa exige esforço ativo do aprendiz para relacionar o novo ao que já sabe”, sendo possível que tais relações não tenham sido estabelecidas de modo satisfatório por parte desses discentes.

A análise qualitativa das respostas também permitiu identificar nuances importantes no modo como os alunos interpretaram os elementos presentes nos memes. Alguns estudantes do 9º ano, por exemplo, ainda que não dominassem a nomenclatura científica, demonstraram compreender a relação entre aumento da temperatura e expansão do volume, utilizando expressões como “o ar quer sair” ou “o gás empurra o balão”, o que indica esquemas pré-conceituais

promissores. Já os alunos do 3º ano empregaram termos como "movimentação das partículas", "energia térmica" e "pressão exercida pelas moléculas", evidenciando um vocabulário técnico mais apropriado, resultado de maior maturidade escolar e experiências acumuladas.

Esses resultados indicam que a integração entre linguagem visual e conteúdo científico, quando realizada de maneira planejada e mediada, pode favorecer a elaboração de significados e consolidar aprendizagens duradouras. Tal constatação dialoga com os pressupostos de Bakhtin (2011), para quem a linguagem é um fenômeno social e dialógico, capaz de construir sentidos compartilhados. Os memes, ao mobilizarem códigos culturais e discursivos familiares ao estudante, favorecem esse diálogo entre o cotidiano e o conhecimento científico.

**Quadro 4 – Classificação das respostas**

<b>Classificação</b>	<b>Exemplo de resposta</b>	<b>Justificativa da classificação</b>
<b>Conceitualmente coerente</b>	“A segunda imagem se refere à temperatura elevada, por isso o pintor é considerado realista.” (3º ano)	Reconhece a intenção do meme em associar o estilo surrealista de Dalí à deformação causada pelo calor, aproximando arte e fenômeno físico.
<b>Conceitualmente coerente</b>	“Quanto está muito quente, as coisas tendem a derreter.” (3º ano)	Relaciona corretamente o calor ao estado físico da matéria, identificando no meme uma metáfora sobre o efeito térmico.
<b>Conceitualmente coerente</b>	“Relaciona a obra do Salvador Dalí com o calor, pois na pintura tudo tá derretendo.” (3º ano)	Estabelece relação entre a linguagem visual (relogios derretendo) e o fenômeno físico do aumento da temperatura.
<b>Conceitualmente coerente</b>	“Quando as coisas tão quentes tendem a derreter.” (1º ano)	Apresenta explicação simples, mas cientificamente válida, sobre os efeitos da temperatura sobre os materiais.
<b>Conceitualmente coerente</b>	“Porque os relógios derreteriam de tão quente.” (9º ano)	Identifica corretamente o símbolo (relógios) e associa-o ao efeito térmico exagerado proposto pelo humor do meme.
<b>Não coerente conceitualmente</b>	“Porque se fecha a janela, a pessoa recebe o calor que tá dentro.” (9º ano)	Resposta descolada do conteúdo do meme e da imagem apresentada. Não estabelece relação com o conceito de

---

calor nem com o recurso artístico utilizado.

---

Fonte: Autor, 2025

De forma geral, a análise qualitativa dos dados obtidos por meio do questionário aplicado na Etapa 8 da UEPS revelou que aproximadamente 55% das respostas foram classificadas como conceitualmente coerentes. Essa classificação teve como base os critérios previamente estabelecidos para avaliação da transposição dos elementos visuais dos memes científicos para o campo conceitual da Física. O Quadro 4 apresenta exemplos representativos de respostas consideradas coerentes e não coerentes, evidenciando os critérios utilizados para essa categorização, especialmente no caso do segundo meme, que abordava o comportamento molecular frente à variação de temperatura.

Embora os resultados não sejam conclusivos no sentido estatístico, indicam a efetividade pedagógica da sequência didática adotada, especialmente por integrar os memes científicos como recurso mediador. Tais elementos, por sua natureza multimodal e culturalmente situada, facilitaram a mobilização dos esquemas mentais dos alunos, promovendo conexões significativas entre o conteúdo escolar e os conhecimentos prévios dos discentes. Essa mediação está em consonância com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (2000), que defende a importância da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa no processo de apropriação conceitual.

Destaca-se, entre os grupos analisados, o desempenho dos alunos do 3º ano do Ensino Médio, que obtiveram a média mais elevada no instrumento avaliativo da Etapa 7 da UEPS, com 88,8% de respostas consideradas conceitualmente adequadas. Este resultado evidencia não apenas o domínio conceitual esperado em função da maior maturidade escolar dos estudantes, mas também a eficácia da proposta em permitir que os conteúdos físicos fossem abordados de maneira contextualizada, por meio da leitura e interpretação crítica de memes.

O instrumento avaliativo consistiu em uma atividade composta por questões abertas que solicitavam a interpretação conceitual dos memes apresentados ao longo da sequência, com foco na explicitação de conceitos associados à temperatura e às transformações térmicas. Os alunos deveriam estabelecer relações entre o conteúdo imagético e os fundamentos teóricos discutidos nas aulas, demonstrando capacidade de abstração, inferência e articulação de ideias científicas.

Os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental também se destacaram em pontos específicos, sobretudo no segundo meme, cujos resultados indicaram nível elevado de apropriação conceitual, mesmo tratando-se de uma turma em estágio inicial da formação científica. Esse fato demonstra, conforme já apontado por Moreira (2011), que a aprendizagem significativa pode

ocorrer desde que existam elementos potenciais de ancoragem e que o conteúdo seja apresentado de forma acessível e relacionada à realidade dos estudantes.

Tais resultados reforçam a ideia de que estratégias pedagógicas inovadoras, como o uso de memes, podem servir como catalisadores para a construção do conhecimento científico. Conforme argumenta Zabala (1998, p. 66), é fundamental que os professores adotem práticas que favoreçam a autonomia cognitiva dos alunos, promovendo um ambiente de aprendizagem no qual estes possam elaborar significados a partir de sua vivência e contexto cultural. Os memes, nesse sentido, atuaram como ferramentas de mediação simbólica que proporcionaram aos estudantes a oportunidade de construir relações entre o saber científico e sua linguagem cotidiana, contribuindo para a compreensão de conceitos abstratos como o de temperatura.

Sendo assim, os dados obtidos corroboram a relevância da UEPS como instrumento didático bem estruturado e fundamentado teoricamente, capaz de fomentar a aprendizagem significativa por meio de estratégias ativas, conforme preconizado por Zabala (1998) e Ausubel (2000). A apropriação conceitual evidenciada, sobretudo entre os estudantes mais jovens, demonstra que, quando a mediação pedagógica é sensível ao contexto e aos interesses dos aprendizes, o conhecimento científico deixa de ser um conteúdo alheio e passa a integrar de maneira funcional sua estrutura cognitiva.

**Quadro 5** – Relação entre a série e quantidade de respostas coerentes

Série	Total de Alunos	Meme 1	Meme 2	Meme 3	Meme 4
<b>9º ano</b>	19	9	14	9	9
<b>1º ano</b>	12	6	9	7	6
<b>2º ano</b>	7	2	2	2	2
<b>3º ano</b>	9	8	8	8	8
<b>total</b>	47	25	33	26	25

fonte: Autor, 2025

A análise dos memes utilizados ao longo da sequência didática revelou que esses elementos funcionaram, de maneira eficaz, como instrumentos de predisposição à aprendizagem significativa, conforme previsto por Ausubel (2000). A estrutura da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi cuidadosamente desenhada para contemplar três

momentos centrais: (i) o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, (ii) a apresentação dos memes científicos como recurso mediador e (iii) a realização de atividades de sistematização conceitual dos conteúdos abordados. Essa organização pedagógica visa promover a ativação de estruturas cognitivas existentes no sujeito, facilitando a ancoragem de novas informações e favorecendo o processo de diferenciação progressiva, como defendido por Moreira (2011).

A predisposição à aprendizagem foi evidenciada tanto pelo engajamento ativo dos estudantes nas atividades, quanto pelas manifestações espontâneas de interesse, curiosidade e envolvimento ao longo da sequência. Durante os momentos em que os memes foram discutidos em sala, observou-se uma participação ampliada por parte dos discentes, que se mostraram motivados a compreender o conteúdo científico por trás das imagens humorísticas. Essa motivação se traduziu, por exemplo, em questionamentos pertinentes, associações com fenômenos do cotidiano e intervenções orais que demonstravam tentativa de interpretação conceitual dos temas apresentados. Como destaca Zabala (1998, p. 65), “o interesse do aluno pelo conteúdo é proporcional à sua relação com a realidade vivida”, o que reforça o uso de ferramentas como os memes, que mobilizam referências culturais contemporâneas próximas dos estudantes.

Além disso, verificou-se, em algumas respostas dissertativas analisadas, um nível de elaboração que ultrapassava a simples leitura ou observação da imagem, apontando para o início de uma apropriação conceitual mais profunda. Em determinadas situações, os estudantes foram capazes de reconhecer e explicar conceitos subjacentes às situações ilustradas pelos memes, utilizando termos científicos com propriedade e estabelecendo relações entre diferentes conteúdos abordados. Isso demonstra que o uso de elementos da cultura popular e do humor – característicos dos memes – foi capaz de estimular processos cognitivos complexos como a inferência, a análise e a síntese, os quais são essenciais à aprendizagem significativa.

O uso de metáforas visuais, aliado ao humor e à linguagem acessível, facilitou a ativação de subsunções no repertório cognitivo dos estudantes. Conforme Ausubel (2000, p. 73), 'se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria: o fator mais importante [...] é aquilo que o aprendiz já sabe'. Os memes, nesse contexto, atuaram como organizadores prévios (Moreira, 2010, p. 45), mobilizando conhecimentos anciados e permitindo a integração eficaz de novos conteúdos.

Portanto, os resultados observados corroboram a hipótese de que os memes, quando alinhados a objetivos pedagógicos definidos, funcionam como mediadores eficazes no processo de ensino-aprendizagem. Sua eficácia manifestou-se tanto na predisposição discente quanto na qualidade das conexões conceituais estabelecidas, conforme evidenciado pela análise das interações em aula. Essa constatação alinha-se à perspectiva vygotskiana (Vygotsky, 2007, p. 134) sobre a mediação por signos culturais: os memes, como artefatos multimodais, demonstraram potencial para:

1. Atuar como ferramentas semióticas (linguagem visual + textual);
2. Facilitar a internalização de conceitos abstratos (ex.: leis da Física);
3. Promover interações dialógicas (BAKHTIN, 2011), conforme observado nas discussões geradas pelos memes."

Os memes, na perspectiva vygotskyana, atuam como mediadores culturais que reconectam o conhecimento científico ao universo discente. Contudo, conforme Bruner (1996) alerta, sua eficácia plena exige andaimagem docente – como a elaboração de perguntas que direcionem a análise crítica dos memes, transformando o engajamento inicial em aprendizagem profunda.

A análise das respostas dos alunos revelou diferentes níveis de apropriação conceitual, o que permite classificá-los de acordo com o tipo de relação que estabeleceram entre o meme e o conteúdo científico associado. Com o objetivo de compreender a profundidade da aprendizagem alcançada, procedeu-se à enumeração e categorização qualitativa das produções escritas, com base em critérios que refletem os princípios da aprendizagem significativa.

O Aluno 1, por exemplo, limitou-se a descrever o conteúdo visual do meme, sem estabelecer nenhuma conexão explícita com os conceitos científicos abordados na aula. Esse tipo de resposta evidencia uma relação ainda superficial com o conteúdo, o que, segundo Moreira (2011), pode ser caracterizado como uma aprendizagem mecânica, na qual não há integração substancial entre os novos significados e os subsunções prévios do estudante.

O Aluno 2 reconheceu o fenômeno ilustrado no meme, nomeando corretamente a variável envolvida (temperatura), mas sem apresentar uma explicação conceitual do processo físico-químico implicado. Trata-se, nesse caso, de uma aprendizagem representacional, conforme classificação de Ausubel (2000), na qual há atribuição de um rótulo correto, mas ainda carente de organização hierárquica no sistema cognitivo.

O Aluno 3 identificou corretamente o fenômeno retratado no meme e explicou que o aumento da temperatura leva à expansão do gás, relacionando a imagem à Lei de Charles. Essa resposta revela uma compreensão mais elaborada e a construção de significados relacionais, tal como descrito por Ausubel (2000), na medida em que há uma articulação entre os elementos visuais e os princípios da termodinâmica.

O Aluno 4 foi além: reconheceu o humor embutido na estrutura do meme, explicou os fundamentos físicos e, ainda, relacionou o fenômeno ao cotidiano, mencionando que "balões se expandem quando expostos ao calor do sol". Essa resposta exemplifica o que Moreira (2011, p. 65) chama de "aprendizagem significativa crítica", na qual o estudante não apenas comprehende os conceitos, mas é capaz de transferi-los e aplicá-los em situações novas e contextualizadas.

O Aluno 5, por sua vez, demonstrou confusão entre os conceitos de temperatura e calor, afirmando que "o calor aumenta a temperatura do gás porque ele vai ficando mais pesado e sobe". Essa resposta ilustra uma concepção alternativa persistente, que precisa ser trabalhada com intervenções pedagógicas mais precisas. Como afirma Mortimer (1996), o papel do professor é

identificar essas ideias prévias e reestruturá-las por meio de estratégias que promovam conflito cognitivo e reequilíbrio conceitual.

Essas observações indicam que, embora o uso de memes tenha mobilizado o interesse da maioria dos alunos, o nível de apropriação conceitual variou consideravelmente entre eles. Essa diversidade evidencia a necessidade de acompanhamento individualizado e intervenções diferenciadas, tal como propõe Zabala (1998) ao defender a adaptação da metodologia de ensino às singularidades de cada grupo e de cada estudante.

Em síntese, a atividade revelou-se eficaz como instrumento diagnóstico e formativo, permitindo não apenas o mapeamento das compreensões dos estudantes, mas também oferecendo subsídios para reorientações pedagógicas ao longo da sequência. Além disso, reforça a importância de utilizar elementos da cultura estudantil — como os memes — como estratégias que favorecem a mediação semiótica e o diálogo entre os saberes escolares e os saberes populares, em consonância com a perspectiva sociocultural defendida por Vygotsky (2007).

A análise qualitativa das produções estudantis demonstrou que o uso de memes como recurso pedagógico contribuiu significativamente para o engajamento dos estudantes e para a emergência de processos de aprendizagem potencialmente significativos, ainda que com variações no nível de apropriação conceitual. Esses resultados corroboram a hipótese de que estratégias de ensino que dialogam com o universo simbólico dos alunos mobilizam esquemas mentais prévios e facilitam conexões conceituais, conforme enfatiza Ausubel (2000, p. 76): 'o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece'. No contexto do estudo, os memes funcionaram como âncoras cognitivas ao vincularem novos conteúdos a referências culturais familiares, validando o princípio ausubeliano de aprendizagem significativa.

O uso de memes possibilitou, ainda, um ambiente mais descontraído e propício à expressão criativa, permitindo que os estudantes representassem sua compreensão dos conteúdos de forma autêntica e com base em sua realidade sociocultural. Essa aproximação entre ciência e cotidiano é essencial para a construção de significados relevantes, como salienta Moreira (2011), ao argumentar que a aprendizagem significativa ocorre quando o conteúdo escolar faz sentido para o aluno, tanto do ponto de vista lógico quanto psicológico.

Durante o desenvolvimento da sequência didática, observou-se uma postura ativa dos estudantes em todas as etapas, especialmente nas atividades de interpretação e produção de memes. O humor presente nas imagens não comprometeu o rigor conceitual das discussões; ao contrário, serviu como gatilho afetivo que favoreceu o envolvimento dos alunos, em consonância com os estudos de Shifman (2014), que aponta os memes como formas de expressão cultural com forte apelo emocional e potencial comunicativo.

Contudo, também foram identificadas limitações. Nem todos os alunos conseguiram elaborar explicações conceituais satisfatórias, o que evidencia que o uso de memes, por si só, não garante a aprendizagem significativa, sendo necessário que a mediação docente seja intencional,

crítica e fundamentada teoricamente. Como alerta Zabala (1998), o papel do professor é essencial na criação de situações didáticas que desafiem os estudantes a reorganizar suas estruturas cognitivas, rompendo com visões ingênuas ou espontâneas sobre os fenômenos físicos.

Ademais, a avaliação formativa revelou-se uma ferramenta eficaz para identificar concepções alternativas, como as relativas à distinção entre calor e temperatura, permitindo o redirecionamento da prática pedagógica. Esse diagnóstico, realizado por meio da análise das falas e produções dos alunos, evidencia a relevância de uma abordagem construtivista e dialógica, que valorize o erro como parte do processo de aprendizagem e fomente a superação gradual de obstáculos conceituais, em linha com os pressupostos de Vygotsky (2007) sobre a zona de desenvolvimento proximal.

Por fim, conclui-se que a proposta de uma UEPS estruturada com base na Teoria da Aprendizagem Significativa e mediada por elementos da cultura digital, como os memes, mostrou-se viável, pertinente e coerente com os objetivos da educação em Ciências. O planejamento cuidadoso das etapas, aliado à intencionalidade pedagógica, favoreceu a emergência de aprendizagens mais profundas, com indícios de organização hierárquica e ancoragem conceitual dos novos saberes.

Apesar dos resultados promissores, é imperativo problematizar os limites e desafios inerentes à proposta. Um risco latente é a banalização do conteúdo científico, onde o foco no humor e no impacto rápido do meme pode ofuscar a profundidade e o rigor conceitual, reduzindo fenômenos complexos a piadas superficiais. Para mitigar esse risco, o papel do professor como mediador crítico é absolutamente central. Cabe a ele garantir que a descontração não se transforme em superficialidade, conduzindo os alunos de volta ao núcleo duro do conceito, promovendo a ruptura epistemológica necessária entre o conhecimento espontâneo e o científico.

Outro limite significativo diz respeito à equidade na produção. A atividade de criação de memes pressupõe familiaridade com ferramentas digitais, repertório cultural específico e certa habilidade criativa, competências que não são uniformemente distribuídas entre os estudantes. Para garantir a inclusão, é fundamental que o professor ofereça alternativas, como: (a) fornecer bancos de imagens e ferramentas de criação simples e acessíveis; (b) permitir a criação em duplas ou grupos colaborativos; e (c) valorizar a clareza conceitual acima do apuro estético.

Os resultados reiteram que o êxito da proposta não reside no meme em si, mas na qualidade da mediação crítica exercida pelo professor. Cabe ao docente ir além do engajamento superficial, atuando como o agente responsável por criar as condições didáticas para a ruptura epistemológica (Bachelard, 1996). Isso significa conduzir o aluno a superar as concepções alternativas e a visão de senso comum, problematizando o humor do meme para revelar a estrutura conceitual científica que ele representa. Sem essa mediação intencional, o meme corre o risco de se tornar apenas mais um elemento de entretenimento, incapaz de promover a profunda reorganização conceitual almejada pela aprendizagem significativa. O professor, portanto, é o

garantidor de que a descontração não substitui a profundidade, transformando o recurso cultural em uma efetiva ferramenta de transição para o pensamento científico.

Recomenda-se, portanto, que experiências semelhantes sejam realizadas em outras turmas e com diferentes conteúdos da Física, para que se possa avaliar a replicabilidade e adaptabilidade da proposta. Também se sugere a realização de formações continuadas para docentes, com foco no uso de recursos culturais contemporâneos na mediação do ensino, como forma de tornar as aulas mais significativas, dialógicas e alinhadas aos desafios do século XXI.

### **5.1 Análise da evolução conceitual à luz da teoria dos campos conceituais**

A análise quantitativa e qualitativa dos resultados demonstra que a intervenção pedagógica foi bem-sucedida. No entanto, para compreender a profundidade e a natureza da aprendizagem ocorrida, é necessário ir além da mera contagem de acertos e analisar a reestruturação das estruturas conceituais dos estudantes. A Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1996, 2009) fornece o arcabouço teórico ideal para esta tarefa, pois permite analisar a aprendizagem como a evolução progressiva de esquemas de ação – organizações invariantes do comportamento para uma classe de situações.

Para Vergnaud (2009, p. 78), "um campo conceitual é um conjunto de situações cujo domínio requer a interconexão de vários conceitos, procedimentos e representações simbólicas". O ensino da termologia constitui um campo conceitual fértil, onde conceitos como temperatura, calor, energia interna e entropia estão intrinsecamente ligados. A aprendizagem significativa, neste contexto, ocorre através da elaboração e reorganização dos invariantes operatórios que compõem os esquemas dos alunos: os conceitos-em-ação (as categorias e propriedades que o sujeito identifica como relevantes em uma situação) e os teoremas-em-ação (as proposições tidas como verdadeiras para a ação, ainda que implícitas e por vezes imprecisas).

A presente intervenção pedagógica visou explicitamente promover uma ruptura e subsequente reorganização nesses invariantes operatórios. O Quadro 6, abaixo, sintetiza essa trajetória evolutiva de forma sistemática, contrastando as concepções manifestadas no *brainstorm* inicial (Etapa 2) – que refletem os esquemas espontâneos – com as interpretações conceitualmente coerentes coletadas na avaliação final (Etapa 7), que evidenciam a assimilação de novos invariantes de base científica.

**Quadro 6 – Evolução dos Invariantes Operatórios no Campo Conceitual da Termologia**

<b>Conceito-Chave</b>	<b>Situação-Problema</b>	<b>Concepção Prévia</b> ( <i>Brainstorm -</i>	<b>Concepção Final</b> ( <i>Respostas</i>	<b>Análise da Evolução do Esquema à Luz da TCC</b>
-----------------------	--------------------------	--	--	--

(Exemplo do Meme)	Teoremas-em-Ação implícitos)	Coerentes - Teoremas-em-Ação reformulados)		
Natureza da Temperatura	Meme 4 (0K = "coração relaxado")	<p>"Temperatura é a sensação de quente/frio."</p> <p>[Teorema: É uma grandeza subjetiva, dependente da percepção corporal e do contexto.]</p> <p>[Teorema: É uma grandeza física objetiva e mensurável, diretamente proporcional à energia cinética média das partículas do sistema.]</p>	<p>"0 K é a temperatura que as partículas param de se agitar."</p> <p>[Teorema: A variação de temperatura causa uma variação quantitativa e mensurável nas dimensões de um corpo (dilatação), representável de forma metafórica.]</p>	<p>Diferenciação Progressiva (Ausubel, 2000) e Abstração Reflexionante (Piaget, 1971): O conceito se desprende da experiência sensorial imediata (subjetiva) para se tornar um conceito teórico-operatório (objetivo). O aluno abstrai a propriedade emergente "temperatura" a partir da coordenação de suas ações de pensamento sobre o comportamento das partículas, construindo um novo invariante ancorado na teoria cinética molecular.</p>
Dilatação Térmica	Meme 2 (Obra de Dalí com relógios "derretendo")	<p>"Coisas derretem no calor."</p> <p>(Associação vaga e não causal).</p> <p>[Teorema: O calor causa uma transformação qualitativa (mudança de estado) de forma genérica e não mensurável.]</p>	<p>"O aumento da temperatura faz o material se expandir, como no quadro onde tudo parece derreter."</p> <p>[Teorema: A variação de temperatura causa uma variação quantitativa e mensurável nas dimensões de um corpo (dilatação), representável de forma metafórica.]</p>	<p>Reconciliação Integrativa (Ausubel, 2000) e Generalização de Esquema (Vergnaud, 1996): O esquema inicial, baseado na categoria "mudança de estado", é reconciliado e integrado a um esquema mais abrangente e preciso de "variação dimensional". A metáfora visual do meme atuou como um signo- auxiliar (Vygotsky, 2007), permitindo a generalização do fenômeno da dilatação para sólidos, superando a visão restrita ao derretimento de líquidos.</p>
Fluxo de Calor e a 2 <sup>a</sup> Lei da Termodinâmica	Meme 3 ("O frio não entra, o calor sai!")	<p>"Quando abro a janela, o frio entra."</p> <p>[Teorema: O "frio" é uma entidade substancial que se move e pode "entrar" em um espaço. A direção do fluxo é</p>	<p>"Não é o frio que entra, é o calor do corpo que sai para o ambiente."</p> <p>[Teorema: O calor é energia em trânsito (não uma substância) que flui espontaneamente e do sistema de</p>	<p>Substituição de um Esquema por outro e Ruptura Epistemológica (Bachelard, 1996): Ocorre uma profunda reestruturação, uma verdadeira conversão conceitual (Posner et al., 1982). O conceito antropocêntrico e substancialista de "frio" é substituído pelo conceito</p>

		<i>determinada pela sensação.]</i>	<i>maior temperatura para o de menor, nunca o inverso.]</i>	científico de "calor" como processo de transferência de energia. O meme funcionou como um obstáculo epistemológico (Bachelard, 1996) superado, invertendo a direção do fluxo na estrutura mental do aluno e alinhando-a à Segunda Lei da Termodinâmica.
Equilíbrio Térmico	Implícito na discussão do Meme 3 e nas situações cotidianas.	"Um corpo 'quente' e um 'frio' se encontram e ficam 'mornos'." (Descrição fenomenológico e qualitativa). <i>[Teorema: Os corpos trocam "qualidades" ou "essências" (quente/frio) até atingirem um estado intermediário.]</i>	"Os dois corpos trocam calor até que suas temperaturas se igualem." <i>[Teorema: A troca de energia térmica (calor) cessa quando os corpos atingem a mesma temperatura, que é o estado de equilíbrio térmico.]</i>	Abstração Pseudoempírica (Piaget, 1971) e Formalização: A descrição qualitativa e dualista, baseada em propriedades absolutas ("quente"/"frio"), é substituída por uma compreensão relacional e quantitativa. O aluno abstrai a propriedade relacional "temperatura" a partir de suas ações (medir, comparar), compreendendo o equilíbrio não como uma mistura de qualidades, mas como uma igualdade de estado. Este é um salto crucial em direção ao pensamento científico formal.

Fonte: Autor, 2025

A análise comparativa do Quadro 6 evidencia que a UEPS, mediada pelos memes, funcionou como um catalisador para uma significativa reorganização conceitual (Vosniadou, 1994) no campo conceitual da termologia. Os memes, enquanto situações-problema culturalmente significativas (Vergnaud, 1996), foram cruciais para criar os conflitos cognitivos necessários para desestabilizar os invariantes operatórios ingênuos. A mediação docente, por sua vez, guiou a re-equilíbriação majorante (Piaget, 1975), fornecendo a linguagem e os modelos científicos para que novos esquemas, mais adaptativos e abrangentes, fossem construídos.

O Meme 2 (Dalí), por exemplo, não foi um mero ilustrativo. Ele atuou como uma ferramenta semiótica (Vygotsky, 2007) e um organizador prévio (Ausubel, 2000) que facilitou a transposição didática (Chevallard, 1991) de um conceito abstrato (dilatação) para um plano visual e acessível. A metáfora do "derretimento" serviu como uma ponte cognitiva que, quando problematizada pelo professor, permitiu a transição do esquema "mudança de estado" para o esquema "variação dimensional", promovendo a diferenciação progressiva do conceito de calor.

De forma ainda mais impactante, o Meme 3 ("o frio não entra") atuou diretamente sobre um teorema-em-ação profundamente arraigado na linguagem cotidiana. A correção humorística funcionou como um "disparador" para a reflexão metacognitiva, levando os alunos a questionarem sua própria estrutura conceitual. Isso ilustra perfeitamente como a zona de desenvolvimento proximal (Vygotsky, 2007) pode ser explorada com recursos da cultura digital, permitindo que o aluno, com a mediação adequada, opere com conceitos que estariam além de seu desenvolvimento real espontâneo.

Portanto, os dados vão muito além de demonstrar que os alunos "acertaram mais questões". Eles revelam uma mudança qualitativa na forma como os estudantes conceitualizam e operam com as ideias fundamentais da termologia. Eles passaram a mobilizar, em suas respostas, esquemas mentais mais complexos, abstratos e coerentes com o conhecimento científico, nos quais os invariantes operatórios (conceitos e teoremas-em-ação) foram significativamente reformulados. Esta evolução, mapeada pela lente da Teoria dos Campos Conceituais, demonstra que a aprendizagem significativa, nos moldes ausubelianos, foi potencializada de forma ímpar pela articulação estratégica entre a estrutura da UEPS e o poder semiótico e afetivo dos memes.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos ao longo da implementação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), estruturada com o uso de memes científicos como recurso mediador, permitiram confirmar a hipótese central desta pesquisa: o uso pedagógico de memes pode constituir uma ferramenta eficaz para promover a aprendizagem significativa em Física, conforme os pressupostos teóricos de Ausubel (2000). Os dados analisados indicam que os objetivos previamente estabelecidos foram plenamente alcançados. Observou-se, com clareza, que os memes favoreceram a predisposição dos estudantes à aprendizagem, ampliaram o engajamento afetivo e cognitivo e possibilitaram a elaboração de respostas críticas, contextualizadas e conceitualmente adequadas.

Ao promover a aproximação entre a linguagem cotidiana dos estudantes e os conteúdos científicos, os memes atuaram como pontes cognitivas entre o conhecimento prévio e os novos significados a serem ancorados, conforme defende a Teoria da Aprendizagem Significativa. A estrutura da UEPS — ao articular momentos de sondagem, apresentação de estímulos visuais e humorísticos, sistematização conceitual e retomadas reflexivas — demonstrou-se coerente com os princípios ausubelianos e adequada ao perfil dos estudantes envolvidos. Essa articulação favoreceu não apenas a compreensão dos conceitos científicos, mas também o desenvolvimento da autonomia intelectual, da criticidade e de uma postura mais ativa em sala de aula.

Além do impacto conceitual, a atividade promoveu uma atmosfera afetiva positiva, característica frequentemente negligenciada em práticas de ensino convencionais. O riso provocado pelos memes, o reconhecimento da cultura digital como legítima dentro do espaço escolar e a valorização da experiência dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem criaram um ambiente propício para o envolvimento dos estudantes. Mesmo aqueles com histórico de baixa participação demonstraram entusiasmo e curiosidade, o que se refletiu em contribuições orais e escritas de maior profundidade.

Outro aspecto relevante diz respeito à potencialidade de replicação e adaptação da proposta para outros conteúdos da Física, como óptica, eletromagnetismo ou mecânica. A abordagem baseada em memes revelou-se metodologicamente versátil, desde que respeitados os princípios fundamentais da UEPS e sejam levadas em consideração as especificidades de cada turma. Essa flexibilidade amplia o valor do produto educacional elaborado, que pode ser reutilizado, adaptado e aprimorado em diferentes contextos de ensino.

Apesar dos resultados promissores, é imperativo problematizar os limites inerentes à proposta. Um risco latente é a banalização do conteúdo científico, onde o foco no humor e no impacto rápido do meme pode ofuscar a profundidade e o rigor conceitual, reduzindo fenômenos complexos a piadas superficiais. Para mitigar esse risco, o papel do professor como mediador crítico, conforme discutido, é absolutamente central.

Outro limite significativo, especialmente em contextos de maior diversidade socioeconômica, diz respeito à equidade na produção. A atividade de criação de memes pressupõe familiaridade com ferramentas digitais, repertório cultural específico (referências a filmes, séries, outros memes) e certa habilidade criativa, competências que não são uniformemente distribuídas entre os estudantes. Para garantir a inclusão e não penalizar alunos com menos familiaridade com a cultura digital, é fundamental que o professor:

1. Ofereça banco de imagens e ferramentas de criação simples e acessíveis (como o Canva ou o próprio Google Apresentações).
2. Permita e incentive a criação em duplas ou grupos colaborativos, onde habilidades podem ser complementares.
3. Deixe claro que a clareza conceitual e a correção científica serão sempre mais valorizadas do que o apuro estético ou o humor em si.

Reconhecer estas limitações não invalida a proposta, mas a torna mais robusta e realista, fornecendo diretrizes para que outros educadores possam adaptá-la de forma crítica e responsável em seus contextos específicos.

Entretanto, é fundamental reconhecer que o êxito da proposta depende diretamente da atuação docente. A formação do professor como mediador consciente, reflexivo e criativo é condição imprescindível para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras. Como ressaltam Gonçalves e Benite (2022), professores bem formados são mais capazes de promover situações de aprendizagem significativas e de engajar os estudantes de forma efetiva. Assim, a presente pesquisa também destaca a importância de programas de formação continuada que contemplem os fundamentos da aprendizagem significativa, o uso de mídias digitais e a elaboração de propostas didáticas contextualizadas.

Em síntese, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas representam uma abordagem promissora para o ensino de Física, pois favorecem não apenas a compreensão conceitual, mas também a ressignificação do papel do estudante no processo educativo. A aprendizagem significativa, tal como proposta por Ausubel (2000) e ampliada por Moreira (2021), depende da existência de três condições básicas: subsunções adequados no repertório cognitivo do aprendiz, predisposição para aprender significativamente e uso de materiais potencialmente significativos. Os memes, nesta pesquisa, mostraram-se eficazes como tal material, articulando emoção, cultura e ciência em uma linguagem próxima da realidade dos estudantes.

Portanto, o presente trabalho confirma que a integração de memes à UEPS constitui uma estratégia potente, humanizadora e transformadora para o ensino de Física. Como perspectiva para estudos futuros, sugere-se a aplicação desta metodologia para abordar especificamente a distinção entre calor e temperatura - conceitos que permanecem com altos índices de confusão conceitual, conforme identificado nas respostas dos alunos (Seção 5). A extensão desta abordagem para outros tópicos da Física, como eletromagnetismo e óptica, também se mostra promissora.

Do ponto de vista pessoal, este processo de pesquisa trouxe aprendizados que transcendem os resultados acadêmicos. A experiência de observar os estudantes engajarem-se com conceitos físicos através de uma linguagem que lhes é familiar reforçou minha convicção sobre a importância da mediação cultural no ensino. A satisfação em ver conceitos abstratos sendo apropriados de forma significativa validou a inquietação inicial que motivou esta investigação. O maior aprendizado foi compreender que inovar pedagogicamente não significa abandonar o rigor teórico, mas sim encontrar novas pontes entre o conhecimento científico e a realidade dos aprendizes.

## REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: Univille, 2006.

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. (Org.). **A taxonomy for learning, teaching and assessing:** A revision of Bloom's taxonomy. New York: Longman, 2001.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano Editora, 2000.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology:** a cognitive view. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACICH, Lilian; MORAN, José (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal.** 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

BAZERMAN, Charles. **Gêneros textuais, tipificação e interação.** In: DIONÍSIO, Ângela Paiva; HOFFNAGEL, Judith Chambliss (Org.). Gêneros textuais, tipificação e interação. São Paulo: Cortez, 2005. p. 23-52.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais:** ensino médio - Física. Brasília: MEC/SEB, 1998.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Resultados ENEM 2019 – Notas por Área do Conhecimento.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>. Acesso em: 21 jul. 2025

BRUNER, Jerome. **The culture of education.** Cambridge: Harvard University Press, 1996.

CHANG, Hasok. **Inventing temperature:** measurement and scientific progress. Oxford: Oxford University Press, 2004.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. São Paulo: Cortez, 2003.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné.** Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

CROMBIE, Alistair Cameron. **Styles of scientific thinking in the European tradition.** v. 1: History of argument and explanation especially in the mathematical and biomedical sciences and arts. London: Duckworth, 1994.

DAMÁSIO, João Manoel; PEDUZZI, Luiz. O uso de memes como recurso didático na aula de Física. *Revista de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1-13, 2015.

DAWKINS, Richard. **The Selfish Gene.** New York: Oxford University Press, 1976.

DE SOUZA, M. A. **Memes de internet e educação:** uma sequência didática para as aulas de história e língua portuguesa. *Periferia*, v. 11, n. 1, p. 193-213, 2019. <https://doi.org/10.12957/periferia.2019.37016>

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FELCHER, Carla D.; FOLMER, Vanderlei. **A criação de memes pelos estudantes:** uma possibilidade para aprender Matemática. *Revista Tecnologias na Educação*, v. 25, p. 1-11, 2018.

FONTANA, Roseli A. Cação. **Mediação pedagógica na sala de aula.** Campinas: Autores Associados, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 29. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

G1. Notas médias do Enem 2019 caem em todas as provas objetivas. G1 Educação, 17 jan. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/01/17/notas-medias-do-enem-2019-caem-em-todas-as-provas-objetivas.ghtml>. Acesso em: 10 jul. 2024.

GASPAR, Alberto. **Física:** eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ática, 2003. (Série Brasil).

GASPAR, Alberto. **Física:** termologia, óptica e ondas. 2. ed. São Paulo: Ática, 2011.

GROSSI, M. G. R.; LEAL, D. C. C. C.; BORJA, S. D. B. **O potencial educativo dos memes como recurso pedagógico.** Série-Estudos, v. 28, n. 64, p. 289-312, 2023. <https://doi.org/10.20435/serieestudos.v28i64.1668>

HEWITT, Paul G. **Física conceitual.** 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. M. M.; TEIXEIRA, Solange M. **Avaliação escolar:** da classificação à mediação formativa. São Paulo: Cortez, 2021.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary. **Invent to learn:** making, tinkering, and engineering in the classroom. 2nd ed. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2019.

MARTINS, G. C.; GALVÃO, V. S.; ALTARUGIO, M. H. **Explorando o uso de memes como recurso significativo em aulas do Programa Ciência na Escola. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 19, n. 43, p. 34-48, 2023. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v19i43.14648>

MIDDLETON, W. E. Knowles. **The history of the thermometer and its use in meteorology**. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1966.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa em foco**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OCDE). **PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education**. Paris: OECD Publishing, 2016. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i\\_9789264266490-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en). Acesso em: 21 de julho de 2025.

OLIVEIRA, J. C. de; PORTO, M. R. T.; CARDOSO JUNIOR, L. **Humor, ciência e memes: interfaces possíveis para a divulgação científica**. Revista Ciência e Cultura, v. 72, n. 2, p. 8-13, 2020.

OTTA, Emma. **O sorriso e seus significados**. Petrópolis: Vozes, 1994.

PAULI, Wolfgang. **Thermodynamics and the kinetic theory of gases**. v. 3. Cambridge: MIT Press, 1973.

PELLICER, Pablo Beltrán. Utilizando memes con tus alumnos. Números, n. 91, p. 123-134, 2016.

PERKINS, Katherine et al. **PhET: interactive simulations for teaching and learning physics**. The Physics Teacher, v. 44, p. 18-23, 2006.

PIAGET, J. **A Equilibração das Estruturas Cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

POSNER, G. J. et al. **Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change**. Science Education, v. 66, n. 2, p. 211–227, 1982.

REIF, Frederick. **Fundamentals of statistical and thermal physics**. New York: McGraw-Hill, 1965.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2022.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SILVA, Bruno Freitas; ATAÍDE, Edson Amaro de; VENCESLAU, Gustavo Oliveira. **Tirinhas em sala de aula: o que sabem os futuros professores de Física?** Holos, Natal, v. 31, n. 1, p. 278-286, 2015.

SILVA, B. V. da C.; ATAÍDE, M. C. E. S.; VENCESLAU, T. K. O. da S. **Tirinhas em sala de aula: o que sabem os futuros professores de Física?** HOLOS, v. 3, p. 204-211, 2015. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.832>

SHIFMAN, Limor. **Memes in digital culture**. MIT press, 2014.

VERGNAUD, Gérard. **A teoria dos campos conceituais**. In: MACHADO, Nilson José (Org.). Ensino: propostas e reflexões. São Paulo: Cortez, 1996. p. 141-158.

VERGNAUD, Gérard. **A teoria dos campos conceituais**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VOSNIADOU, S. **Capturing and modeling the process of conceptual change**. Learning and Instruction, v. 4, n. 1, p. 45–69, 1994.

VYGOTSKY, Lev S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, Lev S. **Pensamento e linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WELLMAN, R. et al. **Efficacy of PhET simulations in conceptual learning**. Journal of Science Education, v. 24, n. 3, p. 45-62, 2020.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II: termodinâmica e ondas.** 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZEMANSKY, Mark W.; DITTMAN, Richard H. **Heat and thermodynamics.** 7th ed. New York: McGraw-Hill, 1997.

**APÊNDICE A – CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**  
**DURANTE A PESQUISA**

<b>Etapa da UEPS</b>	<b>Aula</b>	<b>Objetivo da etapa</b>	<b>Como foi realizado</b>
1º Etapa	Pré-aula	Escolha do conteúdo a ser abordado	A seleção do conteúdo teve como critério sua relevância conceitual dentro do currículo de Física e sua potencialidade para gerar aprendizagem significativa. O tema escolhido foi a temperatura.
2º Etapa	1º aula	Sondagem dos conhecimentos prévios dos discentes sobre o conteúdo	Foi realizado um <i>brainstorm</i> orientado com os alunos sobre suas percepções a respeito da temperatura. Também foram exibidos memes para provocar reflexão e levantar ideias espontâneas.
3º Etapa	1ºaula	Formulação de situação-problema visando à inserção do discente na pesquisa pela solução	Os estudantes foram instigados a interpretar um meme que mostrava conceitos baseados na temperatura, o que levou à diversas problematizações
4º Etapa	2º aula	Apresentação da parte científica do conteúdo pelo professor, sempre colocando-os em uma sucessão crescente de dificuldades	O professor apresentou o conceito de temperatura baseada na teoria cinética dos gases, com ênfase na fórmula da energia cinética média das moléculas. A explicação foi feita de forma crescente em complexidade e associada aos memes apresentados

5º Etapa	3º aula	Retomada dos conteúdos a serem abordados na UEPS	Foram retomados os conceitos-chave por meio da análise coletiva de novos memes científicos, relacionados aos conteúdos já discutidos, promovendo a reconexão com o conteúdo aprendido.
6ºEtapa	3º aula	Desenvolvimento dos processos de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa, o que deve ser proporcionado por uma nova apresentação dos conteúdos através de uma exposição oral, um texto, um recurso audiovisual ou computacional	Os alunos produziram seus próprios memes explicativos, reinterpretando os conceitos científicos com base no que aprenderam. A produção foi precedida de discussões orais e leitura de trechos teóricos selecionados.
7º Etapa	4º aula	Avaliação da aprendizagem da UEPS	A avaliação foi realizada por meio de uma atividade escrita, onde os alunos explicaram os memes produzidos e relacionaram-nos com a teoria, evidenciando o uso consciente dos conceitos aprendidos.
8º Etapa	4º aula	Avaliação do êxito da UEPS	Foi realizado uma roda de conversa com os alunos para avaliarem a atividade

## APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

Uma sequência didática baseada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), utilizando o gênero *meme* como ferramenta pedagógica no ensino de conceitos físicos relacionados à Temperatura

A proposta didática apresentada se estrutura como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), materializando os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. O elemento central e inovador desta UEPS é o uso de memes como organizadores prévios e ativadores de subsunções. Ao apresentar situações cotidianas e culturalmente relevantes sobre sensações térmicas, os memes criam uma ponte afetiva e cognitiva entre o conhecimento prévio do aluno e os novos conceitos científicos de Temperatura e Calor. Esta UEPS foi testada com turmas do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, demonstrando notável versatilidade. A adaptação para cada nível de escolaridade ocorre de forma orgânica, por meio da seleção de memes com complexidade temática variada e do aprofundamento progressivo das discussões conceituais, garantindo que a aprendizagem significativa seja promovida em diferentes faixas etárias.

### Como utilizar este material em sala de aula?

**Flexibilidade temporal:** A sequência completa dura 4 aulas de 50 minutos, mas você pode expandi-la conforme o interesse da turma

**Adaptação cultural:** Sinta-se à vontade para substituir os memes sugeridos por outros que façam mais parte do universo dos seus estudantes

**Avaliação processual:** Utilize as produções dos alunos como instrumentos de avaliação formativa ao longo de todo o processo

### Fundamentos teóricos

Diferentemente de uma sequência de ensino tradicional, esta proposta se caracteriza por integrar, de maneira intencional e fundamentada, os elementos teóricos da aprendizagem significativa com estratégias metodológicas inovadoras, como o uso de memes científicos.

No desenvolvimento desta proposta, partimos do pressuposto fundamental da Teoria da

Aprendizagem Significativa de que, conforme Ausubel (2003), a aprendizagem só será significativa quando o novo conteúdo se relacionar de modo substantivo e não arbitrário à estrutura cognitiva pré-existente do aluno. Esta premissa orienta toda a construção da sequência didática, materializando-se concretamente através do uso de memes como instrumentos mediadores que mobilizam os conhecimentos prévios dos estudantes e possibilitam a ancoragem de novos conceitos científicos a partir de situações culturalmente familiares e cognitivamente acessíveis.

A escolha pelos memes como recurso pedagógico também está alinhada à perspectiva defendida por Moreira (2011), segundo a qual é necessário valorizar os saberes dos alunos e seus repertórios culturais no processo de ensino-aprendizagem. Os memes, por serem expressões típicas da cultura digital juvenil, possibilitam uma abordagem multimodal, dialogando com os modos contemporâneos de comunicação e aprendizagem.

Com base nesses pressupostos, a sequência foi elaborada de forma a contemplar momentos de diagnóstico dos conhecimentos prévios, atividades de construção de sentido e estratégias de verificação da aprendizagem, sempre orientadas pelos princípios da aprendizagem significativa. Busca-se, assim, não apenas transmitir conteúdos, mas favorecer a construção de significados, a autonomia intelectual e a alfabetização científica.

A escolha dos memes, por sua vez, foi realizada com critério pedagógico, considerando três aspectos principais: sua relação direta com os conteúdos da terminologia, sua linguagem acessível e próxima do cotidiano dos estudantes, e seu potencial para gerar conflito cognitivo e provocar reflexão. Por se tratarem de elementos da cultura digital com forte apelo visual e humorístico, os memes foram avaliados como materiais potencialmente significativos, capazes de funcionar como pontes entre o conhecimento espontâneo e o conhecimento científico.

Ao unir o componente afetivo, o repertório cultural dos estudantes e os conteúdos formais da Física, a proposta pretende ir além da mera transmissão de conteúdos. A UEPS busca oferecer aos alunos a oportunidade de construir significados de forma ativa, crítica e contextualizada, tornando o processo de aprendizagem mais leve, mais humano e, sobretudo, mais significativo.

## **Detalhamento da UEPS**

Para facilitar a compreensão desta proposta, apresentamos uma tabela (Tabela 1) que consiste em um resumo das etapas, atividades e sugestão de aplicação. Em seguida, detalhamos cada uma das etapas indicadas.

<b>Etapa da UEPS</b>	<b>Aula</b>	<b>Objetivo da etapa</b>	
1º Etapa	Pré-aula	Escolha do conteúdo a ser abordado	A seleção do conteúdo tem como critério sua relevância

			conceptual dentro do currículo de Física e sua potencialidade para gerar aprendizagem significativa. O tema escolhido foi a temperatura.
2º Etapa	1º aula	Sondagem dos conhecimentos prévios dos discentes sobre o conteúdo	Foi realizado um <i>brainstorm</i> orientado com os alunos sobre suas percepções a respeito da temperatura. Também foram exibidos memes para provocar reflexão e levantar ideias espontâneas.
3º Etapa	1º aula	Formulação de situação-problema visando à inserção do discente na pesquisa pela solução	Os estudantes foram instigados a interpretar um meme que mostrava conceitos baseados na temperatura, o que levou à diversas problematizações
4º Etapa	2º aula	Apresentação da parte científica do conteúdo pelo professor, sempre colocando-os em uma sucessão crescente de dificuldades	O professor apresentou o conceito de temperatura baseada na teoria cinética dos gases, com ênfase na fórmula da energia cinética média das moléculas. A explicação foi feita de forma crescente em complexidade e associada aos memes apresentados
5º Etapa	3º aula	Retomada dos conteúdos a serem abordados na UEPS	Foram retomados os conceitos-chave por meio da análise coletiva de novos memes científicos, relacionados aos conteúdos já discutidos, promovendo a reconexão com o

			conteúdo aprendido.
6ºEtapa	3º aula	Desenvolvimento dos processos de Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa, o que deve ser proporcionado por uma nova apresentação dos conteúdos através de uma exposição oral, um texto, um recurso audiovisual ou computacional	Os alunos produziram seus próprios memes explicativos, reinterpretando os conceitos científicos com base no que aprenderam. A produção foi precedida de discussões orais e leitura de trechos teóricos selecionados.
7º Etapa	4º aula	Avaliação da aprendizagem da UEPS	A avaliação foi realizada por meio de uma atividade escrita, onde os alunos explicaram os memes produzidos e relacionaram-nos com a teoria, evidenciando o uso consciente dos conceitos aprendidos.
8º Etapa	4º aula	Avaliação do êxito da UEPS	Foi realizado uma roda de conversa com os alunos para avaliarem a atividade

### 1. Etapa: Planejamento e Seleção do Conteúdo (Pré-aula)

Nesta etapa inicial, o professor deverá selecionar o tema "temperatura" considerando sua relevância conceitual no currículo de Física e seu potencial para gerar aprendizagem significativa. A escolha justifica-se pela centralidade deste conceito na terminologia e pela sua presença constante no cotidiano dos estudantes, facilitando a ancoragem em conhecimentos prévios. Recomenda-se a seleção prévia dos memes que serão utilizados, garantindo sua adequação aos objetivos de aprendizagem.

### 2. Etapa: Sondagem dos Conhecimentos Prévios (1<sup>a</sup> aula)

Inicie a primeira aula com um brainstorm orientado sobre o conceito de temperatura, registrando as ideias espontâneas dos estudantes. Em seguida, apresente os primeiros memes selecionados, observando as reações e interpretações iniciais. Esta etapa é fundamental para mapear as concepções alternativas e ajustar o planejamento conforme as necessidades identificadas na turma.

### 3. Etapa: Formulação da Situação-Problema (1<sup>a</sup> aula)

Aprofunde a análise dos memes apresentados, instigando os estudantes a interpretarem as imagens e identificarem os conceitos físicos representados. Provoque questionamentos como "Que fenômeno físico este meme ilustra?" e "Por que essa representação é eficaz para explicar o conceito?". Esta etapa gera conflito cognitivo produtivo e prepara o terreno para a formalização científica.

### 4. Etapa: Apresentação Conceitual (2<sup>a</sup> aula)

Apresente progressivamente o conceito científico de temperatura, articulando com os memes analisados anteriormente. Inicie pela teoria cinética dos gases, explicando a relação entre temperatura e energia cinética média das moléculas. Utilize uma progressão crescente de complexidade, conectando sempre os novos conceitos com as representações visuais dos memes.

### 5. Etapa: Retomada dos Conteúdos (3<sup>a</sup> aula)

Retome os conceitos-chave através da análise de novos memes científicos, promovendo a reconexão com os conteúdos aprendidos. Organize discussões coletivas que relacionem os novos memes com os já analisados, estimulando a construção de conexões conceituais e a consolidação da aprendizagem.

#### 6. Etapa: Diferenciação e Reconciliação (3<sup>a</sup> aula)

Organize os estudantes em grupos para a criação de seus próprios memes científicos. Esta atividade exige que os alunos demonstrem compreensão dos conceitos para transpô-los para uma linguagem culturalmente significativa. Oriente o processo criativo, garantindo a correção conceitual e a criatividade nas produções.

#### 7. Etapa: Avaliação da Aprendizagem (4<sup>a</sup> aula)

Solicite que os estudantes expliquem por escrito os memes produzidos, relacionando-os com os conceitos científicos estudados. Esta atividade funciona como instrumento avaliativo que evidencia a apropriação conceitual e a capacidade de transposição didática, permitindo verificar a ocorrência de aprendizagem significativa.

#### 8. Etapa: Avaliação da Proposta (4<sup>a</sup> aula)

Conclua a sequência com uma roda de conversa reflexiva onde os estudantes possam avaliar a experiência de aprendizagem. Este momento permite coletar feedbacks valiosos para o refinamento da proposta, promove a metacognição e valida a eficácia da metodologia junto aos principais interessados - os próprios estudantes.

Cada etapa foi cuidadosamente planejada para garantir uma progressão coerente no processo de aprendizagem, sempre orientada pelos princípios da UEPS e da Teoria da Aprendizagem Significativa.

## ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO E EXEMPLO DE APLICAÇÃO

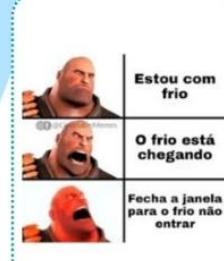
# TERMOLOGIA

ALUNO \_\_\_\_\_

TURMA \_\_\_\_\_

PROFº DAVID ALMEIDA

CADA MEME ABAIXO REPRESENTA UM CONCEITO CIENTÍFICO RELACIONADO À TEMPERATURA. ANALISE E ESCREVA O QUE ENTENDEU EM CADA UM:



QUAL MEME VOCÊ  
ACHOU MAIS  
ENGRAÇADO? E POR  
QUAL MOTIVO?



ELABORE O SEU MEME



### Objetivo da Atividade:

Esta atividade tem como objetivo principal promover a análise crítica de memes que representam conceitos científicos relacionados à temperatura, permitindo aos estudantes estabelecerem conexões entre a linguagem visual do cotidiano digital e os fundamentos da Física.

### **Instruções para o Professor:**

- Organização:** Divida a turma em grupos de 3-4 estudantes
- Tempo:** Reserve aproximadamente 30 minutos para a atividade
- Materiais:** Forneça cópias desta atividade ou projete os memes
- Mediação:** Circule entre os grupos, ouvindo as discussões e fazendo questionamentos provocativos

### **Instruções para os Estudantes:**

"Cada meme abaixo aborda um conceito científico relacionado à temperatura. Em seus grupos, analisem cada imagem e discutam as seguintes questões:

- Qual conceito físico este meme está representando?
- Como os elementos visuais e textuais transmitem o conceito científico?
- A representação é cientificamente precisa? Justifique.
- Que elementos do meme facilitam ou dificultam a compreensão do conceito?

Registrem suas conclusões no espaço fornecido após cada meme."

## **ANÁLISE DETALHADA DOS MEMES**

### **MEME 1: "40° LÁ FORA... MAS É EM FAHRENHEIT"**

**Conceito Científico:** Escalas termométricas e conversão entre Celsius e Fahrenheit

#### **Questões Guia para Discussão:**

- Por que a mesma temperatura numérica (40°) causa sensações térmicas opostas?
- Como podemos converter 40°F para a escala Celsius?
- Qual a importância de contextualizar a escala termométrica utilizada?

#### **Conceitos a Serem Evidenciados:**

- Diferença entre as escalas Celsius e Fahrenheit
- Ponto de equivalência ( $-40^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{F}$ )
- Necessidade de especificação da escala em medições térmicas

### **MEME 2: "A PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA" DE DALÍ**

**Conceito Científico:** Dilatação térmica e efeitos da temperatura sobre materiais

#### **Questões Guia para Discussão:**

- Como o calor extremo afeta as propriedades dos materiais?
- Que fenômeno físico está sendo representado pelos relógios "derretendo"?
- Em que situações do cotidiano observamos efeitos similares?

#### **Conceitos a Serem Evidenciados:**

- Relação entre temperatura e estado físico
- Coeficiente de dilatação térmica
- Comportamento dos materiais sob variação de temperatura

### **MEME 3: "FECHA A JANELA PARA O FRIO NÃO ENTRAR"**

**Conceito Científico:** Segunda Lei da Termodinâmica e fluxo de calor

**Questões Guia para Discussão:**

- O "frio" realmente entra ou é outra forma de energia que se transfere?
- Qual a direção espontânea do fluxo de calor?
- Como este meme questiona uma concepção alternativa comum?

**Conceitos a Serem Evidenciados:**

- Calor como energia em trânsito
- Fluxo espontâneo do quente para o frio
- Diferença entre calor e temperatura

### **MEME 4: "QUANDO A TEMPERATURA ESTÁ 0K"**

**Conceito Científico:** Zero absoluto e agitação molecular

**Questões Guia para Discussão:**

- O que significa fisicamente "0K"?
- Por que é impossível atingir o zero absoluto na prática?
- Como o comportamento das moléculas muda com a temperatura?

**Conceitos a Serem Evidenciados:**

- Zero absoluto como limite teórico
- Relação entre temperatura e energia cinética molecular
- Escala Kelvin como escala absoluta

### **CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO SUGERIDOS**

<b>Critério</b>	<b>Excelente (4 pontos)</b>	<b>Satisfatório (3 pontos)</b>	<b>Em Desenvolvimento (2 pontos)</b>
<b>Compreensão Conceitual</b>	Identifica e explica corretamente todos os conceitos	Identifica conceitos com pequenas imprecisões	Apresenta confusões conceituais significativas
<b>Análise Crítica</b>	Analisa elementos visuais e sua relação com a ciência	Descreve elementos sem aprofundar na relação conceitual	Limita-se a descrição superficial

<b>Criatividade na Síntese</b>	Produz respostas originais e bem fundamentadas	Reproduz conceitos com pouca originalidade	Dificuldade em sintetizar e criar
--------------------------------	--	--	-----------------------------------

### ENCAMINHAMENTOS PÓS-ATIVIDADE

- Socialização:** Cada grupo apresenta sua análise de um meme diferente
- Sistematização:** Professor resume os conceitos científicos abordados
- Expansão:** Propor a criação de novos memes sobre outros conceitos de termologia
- Avaliação:** Utilizar as produções como instrumento de avaliação formativa

**Dica para o Professor:** Esta atividade serve como diagnóstico inicial dos conhecimentos prévios e pode ser repetida ao final da unidade para verificar a evolução conceitual dos estudantes.