



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

**DANNYS HYAN DE AZEVEDO RODRIGUES**

**APLICAÇÕES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO DE FÍSICA SOBRE TERMOLOGIA**  
**PARA AUXILIAR NO CONFORTO TÉRMICO**

**FORTALEZA**

**2025**

DANNYS HYAN DE AZEVEDO RODRIGUES

APLICAÇÕES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO DE FÍSICA SOBRE TERMOLOGIA PARA  
AUXILIAR NO CONFORTO TÉRMICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rocha Paschoal

FORTALEZA - CEARÁ

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R612a Rodrigues, Dannys Hyan de Azevedo.  
Aplicações práticas em laboratório de física sobre termologia para auxiliar no conforto térmico / Dannys Hyan de Azevedo Rodrigues. – 2025.  
44 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Dr. Alexandre Rocha Paschoal.
1. Termologia. 2. Conforto térmico. 3. Ensino de física. 4. Experimentação. 5. Cultura maker. I. Título.  
CDD 530
-

DANNYS HYAN DE AZEVEDO RODRIGUES

APLICAÇÕES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO DE FÍSICA SOBRE TERMOLOGIA PARA  
AUXILIAR NO CONFORTO TÉRMICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Física do Centro de  
Ciências da Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado  
em Física.

Aprovado em: 25/07/2025

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alexandre Rocha Paschoal (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Carlos William de Araújo Paschoal  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

George Frederick Tavares da Silva  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, especialmente, por me dar força, sabedoria e por me guiar em cada passo do caminho. Graças a sua presença, este trabalho foi realizado.

Desejo agradecer ao meu orientador, Alexandre Rocha, por sua preciosa orientação, incansável paciência, ensinamentos inspiradores e ajuda contínua durante o desenvolvimento deste Projeto Final de Curso. Não menos cruciais foram seu compromisso e confiança para que tal projeto se tornasse realidade.

À Universidade Federal do Ceará pela educação e oportunidades ao longo dos anos que foram indispensáveis para o meu desenvolvimento profissional. As instalações e o espaço de aprendizado foram essenciais para a implementação das práticas profissionais e da pesquisa.

À minha família, por seu apoio incondicional e por serem a rocha da minha vida. Especialmente aos meus pais e irmãos, por tanta compreensão, tanto carinho e tanto aprendizado. E, acima de tudo, à minha preciosa bisavó, que já faleceu, mas permaneceu uma fonte de inspiração e amor em minha caminhada.

Aos meus colegas de faculdade, em especial aos membros do grupo Trivial, pelo apoio em todas as dúvidas e questões que me explicaram, pelos trabalhos em grupo, e por toda a experiência compartilhada sobre a sala de aula.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial minha namorada por todo apoio durante o processo, meu sincero muito obrigado.

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso investiga o potencial pedagógico de práticas experimentais em laboratório de Física para o ensino de Termologia, visando promover o conforto térmico em ambientes construídos. O estudo aborda a questão da aplicabilidade do conhecimento científico na vida cotidiana dos alunos, buscando engajá-los de maneira significativa. A metodologia empregou uma abordagem exploratória e descritiva de natureza qualitativa, realizada em um laboratório de Física em Fortaleza, Ceará, com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental II. Foram desenvolvidas duas práticas distintas, cada uma com três aulas: a primeira envolveu a construção e otimização de maquetes de casas para conforto térmico, enquanto a segunda explorou experimentos focados nos processos de transmissão de calor (irradiação, convecção e condução). As atividades foram conduzidas pelo professor com o apoio de auxiliares, priorizando a aplicação prática dos conceitos e a participação ativa dos grupos de alunos. Os resultados revelam que as práticas foram eficazes em sanar dúvidas conceituais, criar uma nova visão sobre os fenômenos cotidianos e demonstrar a aplicabilidade da Termologia em situações reais, como a escolha de cores em edificações ou o formato das casas para a circulação do ar. Conclui-se que a abordagem experimental, alinhada aos princípios da Cultura Maker e do construcionismo, potencializa o aprendizado significativo, o pensamento crítico e a proposição de soluções sustentáveis, transformando o conhecimento abstrato em algo palpável e diretamente relevante para a vida dos estudantes.

**Palavras-chave:** termologia; conforto térmico; ensino de física; experimentação; cultura maker.

## ABSTRACT

This Course Conclusion Work investigates the pedagogical potential of experimental practices in a Physics laboratory for teaching Thermology, aiming to promote thermal comfort in built environments. The study addresses the question of the applicability of scientific knowledge in students' daily lives, seeking to engage them significantly. The methodology employed an exploratory and descriptive approach of a qualitative nature, conducted in a Physics laboratory in Fortaleza, Ceará, with 7th-grade elementary school students. Two distinct practices were developed, each lasting three classes: the first involved the construction and optimization of house models for thermal comfort, while the second explored experiments focused on heat transfer processes (radiation, convection, and conduction). Activities were led by the teacher with the support of lab assistants, prioritizing the practical application of concepts and the active participation of student groups. The results reveal that the practices were effective in clarifying conceptual doubts, creating a new vision of everyday phenomena, and demonstrating the applicability of Thermology in real-life situations, such as choosing colors for buildings or house shapes for air circulation. It is concluded that the experimental approach, aligned with Maker Culture and constructivism principles, enhances meaningful learning, critical thinking, and the proposition of sustainable solutions, transforming abstract knowledge into something tangible and directly relevant to students' lives.

**Keywords:** thermology; thermal Comfort; physics teaching; experimentation; maker culture.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Maquete sobre conforto térmico, vista de frente.....	33
Figura 2 –	Maquete sobre conforto térmico, vista de cima.....	34
Figura 3 –	Maquete sem conforto térmico, vista de frente.....	34
Figura 4 –	Maquete sem conforto térmico, vista de cima.....	35
Figura 5 –	Experimento sobre irradiação.....	36
Figura 6 –	Experimento de convecção.....	37
Figura 7 –	Experimento de condução.....	38

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivo específico .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Termologia: conceitos fundamentais .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Fundamentos de óptica .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Conforto térmico e sustentabilidade .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Ensino de física e a experimentação.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Cultura Maker e aprendizagem ativa.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Tipo e abordagem da pesquisa .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Contexto e participantes .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Instrumentos de coletas de dados .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Procedimentos metodológicos .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4.1</b>	<b><i>Etapas da sequência didática .....</i></b>	<b>29</b>
<b>4.4.2</b>	<b><i>Materiais e recursos .....</i></b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Processo de análise de dados .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b>Resultados da prática 1 .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.1</b>	<b><i>Maquete com conforto térmico .....</i></b>	<b>33</b>
<b>5.2.2</b>	<b><i>Maquete sem conforto térmico .....</i></b>	<b>34</b>
<b>5.3</b>	<b>Resultado da prática 2 .....</b>	<b>35</b>
<b>5.3.1</b>	<b><i>A irradiação e o poder das cores .....</i></b>	<b>35</b>
<b>5.3.2</b>	<b><i>A convecção e o fluxo de ar .....</i></b>	<b>36</b>
<b>5.3.3</b>	<b><i>Condução e o transporte de calor.....</i></b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1</b>	<b>Retomada dos objetivos e síntese dos resultados.....</b>	<b>40</b>
<b>6.2</b>	<b>Contribuições e implicações do estudo.....</b>	<b>41</b>

**REFERÊNCIAS .....**

## 1 INTRODUÇÃO

Enfrentamos ameaças ambientais em escala global em nosso tempo, mais significativamente o aumento das temperaturas médias que tem a comunidade científica em geral em acordo, embora as origens e o grau de influência humana sejam questões discutíveis. Além disso, os efeitos das ilhas de calor urbanas estão exacerbando a situação ao elevar as temperaturas nas áreas urbanas a um nível crítico, que é  $3^{\circ}\text{C}$ – $5^{\circ}\text{C}$  mais do que nas áreas rurais [Citação: ]. Esses fenômenos climáticos, em conjunto com os alertas sempre presentes de crise climática, forçaram a realização de um exame imediato sobre o planejamento urbano e políticas de utilização do espaço e, subsequentemente, também em relação aos espaços escolares. A necessidade de lidar com os efeitos dessas assimetrias de temperatura na vida cotidiana é cada vez mais aparente e requer soluções inovadoras e sustentáveis.

Dado este cenário complexo, o conforto térmico, que pode ser considerado um simples fator de conforto, na verdade assume um eixo e importância estratégica, pois todas as suas implicações podem de alguma forma influenciar a qualidade de vida, saúde e bem-estar da população. Em regiões com clima extremo, como o tropical e semiárido no Nordeste do Brasil, buscar locais termicamente equilibrados não é mais uma questão de escolha, mas a necessidade de um ambiente eficaz e produtivo, com reflexo tanto na produtividade, aprendizado e prevenção de problemas de saúde associados ao calor. Isso inclui a falta de planejamento adequado no ambiente construído, que pode resultar em alto desconforto e alta dependência de equipamentos elétricos, e isso indiretamente aumenta o consumo de energia e exacerba os problemas ambientais.

A compreensão e otimização dos sistemas de isolamento estão associadas à assimilação de princípios que afetam a transferência de calor, um assunto da Termologia. A Termologia pertence à divisão básica da Física que se preocupa com o estudo do calor e é dedicada ao estudo de fenômenos como calor, temperatura e diferentes métodos de propagação de energia térmica: condução, convecção e radiação. Embora essas noções sejam fundamentais, a abordagem antiquada delas nos currículos escolares geralmente envolve apresentá-las de forma abstrata, sem estar enraizadas na experiência dos alunos. Essa ausência de conexão pode levar à falta de interesse e inibir a construção de "compreensão" e transformar o ensino em memorização de fórmulas e definições.

Mas quando essas abstrações são conectadas à realidade da vida dos alunos, elas se tornam ferramentas didáticas incrivelmente potentes. A Física é colocada para trabalhar em problemas reais por meio de projetos que abraçam uma abordagem investigativa, experimental e interdisciplinar. O ensino por meio da experimentação há muito é reconhecido como um método que apoia o desenvolvimento de habilidades vitais de pesquisa científica, incluindo observação, análise crítica, geração de hipóteses, coleta e análise de dados, e resolução de problemas de significado científico. (Sila et al.) - MOTIVAÇÃO É uma ferramenta para aumentar o aprendizado e também um mecanismo de incitar interesse no assunto e estar atualizado nos conteúdos de Física. Séré et al. enfatizam mais uma vez que experiências experimentais desempenham um papel fundamental para os alunos passarem do "mundo dos conceitos" e "linguagens" para o "mundo empírico", proporcionando significado ao conhecimento abstrato e formal. Mais do que simplesmente conectar-se a uma fórmula, os alunos são incentivados a se engajar no pensamento crítico, construir sua própria compreensão de como e por que as coisas funcionam e se engajar no aprendizado mais significativo ancorado no mundo real.

Esse ponto de vista pedagógico está bem fundamentado em correntes teóricas como o construcionismo. Ecoando a noção de construtivismo de Piaget, Seymour Papert (que muitos consideram o precursor intelectual do movimento maker) hipotetiza que quando o aprendiz está ativamente engajado na produção de um produto de valor pessoal concreto, o conhecimento é adquirido em níveis mais altos de intensidade e de forma mais pessoal. Segundo Papert (2008), o aprendizado mais significativo ocorre quando as crianças estão ativamente construindo coisas no mundo. Apesar de valorizar a autonomia e a criatividade, esse modelo oferece mais do que um simples processo de transmissão de conteúdo, pois incentiva o desenvolvimento de habilidades em um nível de aprendizado ativo, raciocínio lógico, resolução de problemas e coopetitividade. Aqui o professor é um mediador e um desafiador do aluno, mas as condições da sala de aula são configuradas de forma que o pensamento científico do aluno seja ativado no processo de descoberta e resolução de problemas, ou seja, promovendo "aprender a aprender".

É nesse cenário que a Cultura Maker está situada, que se encaixa muito bem com as abordagens "faça você mesmo" (DIY) e "faça com os outros" (DIWO). Promove o cultivo da criatividade, sustentabilidade, compartilhamento e colaboração como eixos principais do fazer, e através desse processo os alunos transformam suas ideias em projetos reais. O estudo de De Paula, Martins e Oliveira (2021), por exemplo, confirma a presença crescente da Cultura Maker na

educação brasileira, enfatizando o papel da robótica e da fabricação digital como uma alavanca para fomentar práticas maker. Além disso, o uso de modelos e desenvolvimento de soluções ecológicas (por exemplo, técnicas para fazer mudanças localmente) inclui a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), que incentiva o aprendizado integrado e transversal. Esse movimento tem o potencial de transformar a educação em uma experiência mais ativa e prática e oferece aos alunos a oportunidade de se tornarem "fazedores" de seu próprio aprendizado em vez de receptores passivos e de experimentar e desenvolver soluções criativas para problemas do cotidiano. A Cultura Maker é, portanto, um caminho para educar os alunos como rescaladores ativos no século XXI, que é orientado para a autonomia, pensamento crítico e habilidades de inventividade.

Esse processo de ensino-aprendizagem, no entanto, pode transcender seu caráter estritamente técnico quando está intrinsecamente ligado a temas atuais de interesse global, por exemplo, sustentabilidade do meio ambiente e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU). É apresentado como uma ferramenta de transformação social que torna tal caminho de formação capaz de fazer os alunos compreenderem e agirem diante de problemas reais, como mudanças climáticas, uso racional de energia, qualidade de vida nas cidades, e assim por diante. Física, sustentabilidade e os ODS O vínculo entre Física e sustentabilidade, / e os ODS é fundamental para poder avaliar o conhecimento científico como uma ferramenta para viver em uma sociedade mais equitativa, consciente e resiliente.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é apoiado dessa forma na ideia de aproximar o conteúdo da Termologia aos temas que escapam dos Problemas do Ensino Médio. A proposta é desenvolver e implementar práticas laboratoriais interdisciplinares em modelos térmicos de construção, que imitam soluções arquitetônicas eficientes em conforto térmico. Com atividades laboratoriais, buscamos entender com os alunos como diferentes materiais, cores, formas de telhados e a presença de vegetação interferem diretamente na temperatura dos ambientes internos. Além de promover o aprendizado de conceitos físicos, o principal objetivo do projeto foi dar aos alunos a percepção de que o conhecimento científico não está restrito à especulação teórica, mas que pode e deve ser empregado na busca de soluções para os grandes problemas do mundo, com impacto na realidade. Ao sugerir alternativas para a Termologia que sejam acessíveis e adaptadas à realidade do local, os alunos reafirmaram sua compreensão do tema, enquanto atuavam como

cidadãos e desenvolviam habilidades cognitivas e socioemocionais indispensáveis à sua formação integral.

O relatório do FINPR ensina a relatar, analisar e fazer uma reflexão crítica sobre o potencial pedagógico das aulas práticas de laboratório de Termologia para o conforto térmico. Seu propósito é mostrar os lucros conceituais e formativos que surgem através da implementação de tal prática em sala de aula e suas implicações no ensino de Ciências Naturais. Por exemplo, pesquisas semelhantes às de Silva e colegas (<https://www.google.com/search?q=2020>) e Séré et al. enfatizam que a experimentação não serve apenas como motivação para os alunos e facilita a compreensão de fatos complexos, mas também promove a tomada de decisões e a interpretação crítica dos resultados, que são características do trabalho científico autêntico. Ao fazer isso, permite que o aluno "brinque de ser um 'ator' na criação da ciência", e contrasta com meras exibições de uma "ciência que já está feita".

A experiência relatada está em linha com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que discursa sobre o compromisso ético e ambiental com a educação integral dos alunos, fortalecendo a necessidade do aspecto transformador da educação científica na perspectiva de construir uma sociedade mais justa, consciente e sustentável. A articulação da Cultura Maker e da robótica educacional, que é articulada com as competências da BNCC, por exemplo, contempla um vasto conjunto de habilidades transversais e interdisciplinares, indispensáveis em uma educação que busca formar o aluno para os desafios do futuro. Mas é crucial que o ensino dos professores siga esse desenvolvimento metodológico. Thomaz (2000) aponta que, até agora, os experimentos continuam a ser entendidos empiricamente e de acordo com o conteúdo pelos professores e observa que "há uma distância entre a relevância que eles atribuem a esses objetivos e a medida em que são efetivamente alcançados". Para que a educação científica tenha um caráter transformador e envolva os alunos de forma criativa e autônoma, é necessário revisar as práticas de ensino e aprendizagem nos cursos de formação de professores, fazendo-os desfrutar do papel de "agentes críticos" capazes de transitar entre teoria e prática. Assim, este artigo não apenas avança uma nova pedagogia, mas também convida a pensar sobre a necessidade de apoio contínuo e uma formação adequada para o educador, para que possa oferecer espaço para experimentação e experimentação com a cultura maker na escola.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O propósito central deste trabalho é investigar o potencial pedagógico das práticas experimentais que são realizadas no laboratório de Física. Queremos entender como a aplicação dos conceitos da Termologia nessas atividades pode, de fato, promover o conforto térmico em ambientes construídos. Nosso foco é estimular, nos estudantes do Ensino Fundamental II, uma aprendizagem que faça sentido, que vá além da teoria e os leve a desenvolver um pensamento crítico diante dos desafios.

Além disso, buscamos incentivá-los a propor soluções sustentáveis para o dia a dia. Tudo isso, claro, alinhado às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos importantes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

### **2.2 Objetivos específicos**

Para alcançar esse objetivo geral, traçamos algumas metas mais detalhadas:

- a) Primeiramente, desejamos elaborar e aplicar sequências didáticas experimentais que explorem os conceitos de calor, temperatura e as diferentes formas de propagação térmica – como a condução, a convecção e a irradiação. Nosso intuito é contextualizá-los diretamente no tema do conforto térmico;
- b) Em seguida, pretendemos analisar, por meio de medições e observações diretas nas maquetes, como o comportamento térmico de diferentes materiais e cores impacta o conforto em ambientes construídos. Incluímos também a investigação do papel da ventilação e da vegetação nessa dinâmica;
- c) É crucial investigar, através de experimentos controlados e medições térmicas, os efeitos da radiação solar simulada sobre as mini maquetes arquitetônicas. Essas maquetes são construídas com materiais acessíveis e de baixo custo, e a ideia é identificar soluções eficazes para sombreamento e isolamento térmico.

- d) Também queremos relacionar os dados e observações que obtivermos nas práticas experimentais com a proposição de estratégias de design sustentável e eficiência energética. O objetivo é que essa relação sirva para promover o conforto térmico em edificações e, conseqüentemente, reduzir o consumo de recursos;
- e) Outro ponto importante é estimular o letramento científico, o protagonismo estudantil e o pensamento criativo dos alunos. Faremos isso por meio de atividades que sejam práticas, interdisciplinares e bem contextualizadas, sempre alinhadas aos princípios da Cultura Maker;
- f) Por fim, almejamos promover a reflexão crítica sobre o papel fundamental da Termologia e da Física na construção de cidades e comunidades mais resilientes e sustentáveis. Essa reflexão estará em total consonância com as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, com foco especial nos ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Termologia: conceitos fundamentais

A termologia é e continua a ser uma parte vital da Física; aqui estudamos fenômenos que são, principalmente, de natureza "térmica" porque lidam com calor, bem como com temperatura e várias formas de energia que podem ser transferidas devido a diferenças de temperatura. Como explica H. Moysés Nussenzveig (2018), esses temas são elementos básicos da Termodinâmica que estuda as características dos gases e os princípios da transformação de energia. O conhecimento desses fundamentos é essencial para o estudo de como a energia flui em sistemas naturais ou projetados.

A partir dos primeiros princípios, o conceito de temperatura é notável como uma quantidade que mede a intensidade da agitação térmica das moléculas de um corpo, estando assim relacionada à energia cinética média das partículas que o compõem. Ao contrário da temperatura, o calor em um corpo não é um objeto ou um agente, mas uma troca de energia armazenada no reservatório térmico de um corpo para outro (ou seu equivalente em Joules), transferida através da fronteira entre os dois sistemas participantes, devido a uma diferença de temperatura entre os sistemas. Este processo de transferência para quando ambos os corpos estão à mesma temperatura – diz-se que estão em equilíbrio térmico.

A termologia também explica os três principais mecanismos de transferência de calor: **Condução:** Este mecanismo aparece predominantemente em sólidos, onde é mais eficiente em materiais metálicos. A energia térmica é transferida entre partículas por contato direto; uma partícula mais energética passa parte de sua agitação para uma de menor energia à medida que as duas interagem. Como aplicação prática, sabe-se que diferentes materiais conduzem em diferentes capacidades, o que é a base do isolamento de edifícios.

**Convecção térmica:** Típica em líquidos e gases, funciona utilizando as massas de fluxo do fluido. Wegener e sua equipe usam esse quadro para estudar como as sensações do mundo exterior são transformadas em padrões complexos de massas de ar quente e frio que fluem e descem – térmicas e plumas – que misturam calor no ambiente. A convecção é responsável pelo aquecimento de fluidos e pela ação da ventilação para criar conforto.

**Transferência de calor por radiação:** Ao contrário da condução e da convecção, a radiação não requer um meio material para ocorrer, sendo o único modo que ocorre no vácuo. A energia é enviada pela emissão de ondas eletromagnéticas. A absorção ou reflexão dessa radiação depende da cor e textura da superfície dos objetos, representando uma propriedade chave no ganho ou perda de calor no ambiente e nas atividades sobre cores que afetam a temperatura das superfícies.

A investigação sobre esses efeitos é essencial para vários aspectos da vida cotidiana, como o desempenho térmico dos materiais de construção e o planejamento urbano e arquitetônico. Uma vez que esses princípios são devidamente compreendidos, é possível projetar ambientes que não são apenas mais confortáveis termicamente, mas têm o potencial de serem mais eficientes em termos energéticos e mais sustentáveis em sua geração e uso.

### 3.2 Fundamentos de óptica

A óptica é um ramo importante da Física, geralmente reservado para a análise detalhada da luz: sua natureza, propriedades básicas, sua propagação em diferentes meios e, especialmente, sua intrincada interação com a matéria. O controle sobre esses princípios ópticos é uma necessidade crucial em uma variedade de aplicações práticas, desde o conhecimento fundamental de fenômenos biológicos, como a visão humana, até tecnologias avançadas e conceitos de design em ambientes construídos.

A luz é mais ou menos uma onda de ondas eletromagnéticas, de acordo com as equações de Maxwell. No espectro eletromagnético, o espectro visível é a faixa de ondas de luz que vemos na forma de cores. A descoberta marcante de Newton de que um prisma pode decompor a luz branca em cores individuais e que cada cor está ligada a um comprimento de onda específico (ou, de forma equivalente, a uma frequência), fenômeno referido como a dispersão da luz (Nussenzweig, 1998, p. 1-2).

O processo de interação da luz com a matéria é vital para definir as cores que vemos e determina a resposta térmica dos próprios objetos. A luz nem sempre passa por um meio silenciosamente; ela também pode ser refletida e, às vezes, refratada ou absorvida. Quando incide sobre uma superfície, pode ser absorvida, refletida ou transmitida (em um meio transparente ou translúcido) (Nussenzweig, 1998, p. 6).

Isso é chamado de reflexão e ocorre quando a luz rebate na superfície. O fator mais saliente da luz de cor branca é que ela é um bom refletor de luz, pois reflete a maioria dos comprimentos de onda que a luz visível contém.

O primeiro é a absorção, que ocorre quando a energia luminosa é absorvida pelo material e transformada em outra energia (principalmente calor). Superfícies pretas, em particular, são muito boas em absorver a maior parte dessa luz e, assim, transformá-la em calor.

A transmissão ocorre quando a luz é transmitida através de um material, como um vidro ou plástico transparente.

A forma como um meio interage com a luz opticamente está ligada à maneira como ele responde termicamente. São as cores que exercem uma influência crucial sobre o balanço energético das superfícies expostas à radiação solar — outro tipo particular de radiação térmica sobre a qual a Termologia se concentra (Nussenzveig, 2018, p. 205). Superfícies escuras absorvem mais energia luminosa na faixa da luz visível, portanto, também aquecem mais e atingem temperaturas mais altas. Por outro lado, superfícies claras refletem mais a luz e, portanto, menos energia é absorvida, resultando em um aquecimento "mais frio".

Essa diferença é de relevância significativa para o conforto térmico relacionado a edifícios. Para áreas de clima quente (Fortaleza, Estado do Ceará), a seleção de cores claras para telhados e fachadas surge como uma estratégia eficiente de redução da carga térmica do edifício. Ao reduzir a quantidade de calor do sol que é absorvida, pode-se contribuir para reduzir a temperatura interna do edifício, diminuindo assim a necessidade de ar condicionado artificial. Essa modalidade garante um bom nível de conforto e também está alinhada com o uso eficiente de energia e a sustentabilidade do ambiente construído. A demonstração concreta das propriedades ópticas e térmicas ensinadas no estudo é o aquecimento de recipientes de diferentes cores: como esse tipo de experimentação leva a uma compreensão real de como a cor afeta a temperatura.

A correlação entre a cor de um objeto e a quantidade de energia que ele pode absorver é uma relação direta em relação às taxas de luz que o material absorve ou reflete. Em um comprimento de onda visível, a luz visível não é nada além de um conjunto de diferentes comprimentos de onda que interpretamos como cores. Um objeto preto absorve quase todas as frequências do espectro de luz visível e as transforma em calor. Um objeto branco, por outro lado, reflete a maioria desses comprimentos de onda, de modo que muito pouco é absorvido e o aquecimento tem menos a ver com isso. Tons médios absorvem e refletem em quantidades variadas

e seletivas de acordo com sua composição molecular e construção de pigmentos. Por exemplo, um objeto vermelho reflete principalmente vermelho, mas absorve a maioria das outras cores (azul e verde, por exemplo); um objeto azul reflete azul e absorve amarelo e vermelho. É essa absorção seletiva e subsequente transdução de energia que determina sua cor reconhecível e mecanismo de aquecimento quando é irradiado com luz.

Essa interpretação de absorção e reflexão tem relevância direta para uma série de fenômenos práticos e desenvolvimento urbano. Por exemplo, a refletância ou absorvância da luz solar por uma superfície iluminada pelo sol determina diretamente seu ganho ou perda de energia. Citando APA (2009b): Ilhas de calor urbanas se desenvolvem e se exacerbam em parte devido à presença de materiais que possuem alta absorvância solar (por exemplo, asfalto escuro e concreto) que têm alta capacidade de absorver e reter calor. Portanto, quando materiais e cores estão sendo determinados para projetos urbanos e arquitetônicos, particularmente em climas quentes, o estudo da refletância solar deixa de ser apenas uma questão de estética e se torna uma estratégia essencial para conforto térmico, economia de energia, sustentabilidade e gestão ambiental de maneira eficiente e inteligente.

### **3.3 Conforto térmico e sustentabilidade**

O conforto térmico pode ser definido como a condição na qual o ser humano não experimenta sensações de frio ou calor excessivo, encontrando-se em um estado de equilíbrio com o ambiente térmico ao seu redor. Essa percepção de bem-estar não depende de um único fator, mas é influenciada por uma complexa interação de variáveis ambientais e pessoais. Dentre os fatores ambientais, destacam-se a temperatura do ar, a umidade relativa, a ventilação do espaço e a radiação térmica emitida pelos objetos circundantes. As características individuais, como o tipo de vestimenta e a taxa de atividade metabólica do indivíduo, também desempenham um papel significativo na determinação da sensação de conforto.

Ambientes mal planejados, que fazem uso de materiais construtivos inadequados ou que carecem de ventilação natural eficiente, resultam frequentemente em desconforto térmico significativo. Essa condição não apenas compromete a qualidade de vida e o bem-estar dos ocupantes, mas também eleva consideravelmente a dependência de equipamentos mecânicos para climatização, como ventiladores e aparelhos de ar-condicionado. A conseqüente elevação do

consumo energético agrava os problemas ambientais globais, contribuindo diretamente para o aumento das emissões de gases de efeito estufa e para o ciclo vicioso do aquecimento.

Nesse contexto, a busca por soluções sustentáveis na arquitetura e na construção civil torna-se imperativa. Diversas estratégias têm sido desenvolvidas e aplicadas para promover o conforto térmico de forma passiva, minimizando o impacto ambiental. Exemplos incluem a implementação de telhados verdes e jardins verticais, que atuam como isolantes naturais e contribuem para a redução das ilhas de calor urbanas; o uso de materiais com alta refletância térmica em superfícies externas; a aplicação de isolantes térmicos de baixo custo, que impedem a transferência indesejada de calor; o aproveitamento inteligente da ventilação cruzada e o design de aberturas para criar correntes de ar eficientes; e a escolha de revestimentos com cores claras que refletem a radiação solar em vez de absorvê-la.

Um exemplo prático e cada vez mais relevante para a redução do calor em ambientes internos, especialmente em climas quentes como o do Nordeste brasileiro, é a integração de materiais isolantes em sistemas construtivos alternativos. A utilização de isopor (poliestireno expandido) em paredes feitas com gesso, por exemplo, surge como uma alternativa eficaz e de menor custo em comparação com as tradicionais paredes de concreto. O isopor, devido à sua baixa condutividade térmica, atua como uma barreira que dificulta a passagem de calor por condução, auxiliando na manutenção de temperaturas internas mais agradáveis. Essa técnica não só oferece um ganho significativo em conforto térmico, mas também representa uma solução mais leve e de construção mais rápida, impactando positivamente o tempo e o custo da obra. Além disso, a preferência por elementos com cores claras, como paredes brancas ou telhados reflexivos, maximiza a reflexão da radiação solar e minimiza a absorção de calor, conforme demonstrado em práticas com recipientes de cores distintas que aquecem de forma diferente sob irradiação.

Essas estratégias, ao mesmo tempo em que promovem o conforto térmico e a eficiência energética, estão intrinsecamente alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Em particular, são diretamente contemplados os ODS de número 7 (Energia Limpa e Acessível), que busca assegurar o acesso a fontes de energia confiáveis e sustentáveis; o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), que incentiva a tomada de medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos. A integração desses princípios na

educação, como propõe este trabalho, capacita os estudantes a se tornarem agentes transformadores na construção de um futuro mais sustentável para suas comunidades.

### **3.4 O ensino de física e a experimentação**

O ensino tradicional da Física, frequentemente estruturado em aulas expositivas e centrado na memorização de fórmulas e conceitos abstratos, tem sido alvo de críticas contundentes devido à sua limitada conexão com a realidade e o cotidiano dos estudantes. Essa desconexão pode levar à desmotivação e à percepção da Física como uma disciplina árida e de difícil acesso, como apontado por Cachapuz et al. (2004), que sugerem que a desvalorização da ciência contextualizada e o desconhecimento de sua aplicabilidade contribuem para o desinteresse. Nesse cenário, a metodologia investigativa e o ensino por meio de práticas experimentais emergem como ferramentas cruciais para a ressignificação do aprendizado. Essas abordagens visam promover o letramento científico e o protagonismo estudantil, capacitando os alunos a atuarem de forma crítica diante dos desafios do mundo contemporâneo.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2018) reforça essa perspectiva, orientando que o ensino de Ciências da Natureza seja fundamentado na investigação, na resolução de problemas reais e no desenvolvimento de uma postura ativa e reflexiva por parte dos estudantes. A experimentação, nesse sentido, é mais do que uma atividade ilustrativa; ela se configura como um processo que permite ao aluno atuar como sujeito ativo na construção do próprio conhecimento. Ao "colocar a mão na massa", o estudante desenvolve habilidades cognitivas e procedurais indispensáveis, como a formulação de hipóteses, o planejamento de procedimentos, a coleta e análise de dados, e a comunicação eficaz de resultados.

A relevância da experimentação no ensino de Ciências, em particular da Física, é amplamente defendida na literatura acadêmica. Autores como Thomaz (2000) argumentam que o trabalho experimental, quando bem conduzido, proporciona oportunidades para que os alunos desenvolvam capacidades científicas necessárias para atuar de modo eficaz na sociedade. Mais do que isso, a experiência prática permite que o estudante se aperceba da relevância pessoal da matéria a ser aprendida, o que é fundamental para uma aprendizagem significativa (Thomaz, 2000). Essa abordagem desafia o modelo tradicional, onde o professor frequentemente assume o papel de transmissor de conhecimento, transformando o aluno em um receptor passivo. Thomaz (2000)

critica o "abismo" entre a importância dada aos objetivos de desenvolvimento de capacidades científicas e a sua efetiva consecução na prática docente, onde ainda predomina o ensino centrado em conteúdos e demonstrações.

Silva et al. (2020) destacam a experimentação como uma ferramenta motivacional poderosa no ensino de Física. Em suas pesquisas, observaram que a maioria dos estudantes prefere o método experimental em sala de aula e o considera um fator que auxilia significativamente na compreensão dos conceitos, além de despertar o interesse pela disciplina (Silva et al., 2020). Essa motivação intrínseca, aliada a um ambiente de convivência saudável e a uma boa orientação docente, estimula a participação e o engajamento dos alunos, conforme observado por Frota et al. (2020). A experimentação, ao permitir que o aluno investigue, deduza e intervenha em diferentes aspectos do cotidiano, proporciona uma nova visão do aprendizado.

Adicionalmente, Séré et al. (2003) aprofundam o papel da experimentação ao concebê-la como um elo entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias, e o das linguagens simbólicas. Essa visão tripolar – que envolve o referencial empírico (o mundo real transformado por procedimentos e técnicas), os conceitos/teorias/leis e as diferentes linguagens (natural, matemática, simbólica) – permite que o aluno não se restrinja à abstração, mas consiga relacioná-la com a realidade prática (Séré et al., 2003). Para os autores, as atividades experimentais, ao incitar o aluno a "torcer o rabo do leão" (em alusão à metáfora de Francis Bacon sobre ir além da mera observação), preparam o estudante para tomar decisões, questionar o mundo e manipular modelos, saindo da passividade e construindo seu saber ativamente. Diferentes abordagens para o experimento podem ser adotadas, como verificar leis, comparar modelos ou conceber um experimento do zero, cada uma com objetivos conceituais e procedurais distintos, mas todas contribuindo para uma compreensão mais profunda (Séré et al., 2003).

A relação entre experimentação e construtivismo é intrínseca, visto que a experimentação didática, quando concebida com essa perspectiva, visa a ampliação do conhecimento dos alunos, relacionando os fenômenos naturais com sua própria visão de mundo. Não se trata de uma mera comprovação de teorias, mas sim da criação de uma situação-problema que leve o estudante à reflexão, à proposição de ponderações e à busca por explicações. Silva, Silva e Silva (2015) afirmam que "na ciência se parte dos experimentos para a teoria e das teorias para os experimentos, não só para contextualizar, mas também como forma de investigar e questionar, retornando conhecimentos e reconstruindo conceitos" (Silva; Silva e Silva, 2015, p. 442). O aluno,

ao agir sobre o objeto de estudo na prática experimental, sai de uma postura passiva e busca explicações causais para os resultados de suas ações, o que é fundamental para a construção do conhecimento científico (Silva; Silva e Silva, 2015). A revisão sistemática de Andrades, Szmoski e Miquelin (2024) também destaca a crescente utilização de teorias construtivistas no ensino de Física mediado por tecnologias, reforçando a pertinência de abordagens que promovam a intervenção ativa do aluno.

Projetos que integram a ciência com temas atuais, como o conforto térmico e as mudanças climáticas, favorecem ainda a interdisciplinaridade, estabelecendo pontes com áreas como Geografia, Biologia, Matemática e Engenharia. Essa contextualização não só torna o aprendizado mais relevante, mas também estimula o senso de responsabilidade socioambiental nos estudantes, preparando-os para serem cidadãos atuantes e conscientes dos desafios globais. A experimentação, portanto, transcende o laboratório, tornando-se uma prática essencial para uma educação científica transformadora e significativa, que reflete a complexa interação entre sujeito e realidade.

Para que essa transformação no ensino de Física se concretize, a formação de professores desempenha um papel insubstituível. O desenvolvimento profissional docente não deve se restringir à aquisição de conteúdo teórico, mas também ao preparo prático, superando a dicotomia entre teoria e prática. Professores com posturas pedagógicas que veem o conhecimento como algo pronto e predeterminado tendem a reproduzir modelos de ensino passivos. No entanto, é fundamental que o educador reflita sobre sua própria prática, reconstruindo suas concepções e ampliando sua capacidade de compreensão.

Apesar dos desafios como a insegurança em ministrar aulas experimentais, a falta de controle em grandes turmas e a formação inicial inadequada, atividades práticas interessantes e desafiadoras podem superá-los, proporcionando o contato direto com os fenômenos e o desenvolvimento de habilidades investigativas. A integração da tecnologia digital, por exemplo, é vista como um recurso que potencializa o aprendizado, mas exige que o professor saiba fazer uso dela com qualidade e esteja preparado para inovar. Assim, a experimentação e as metodologias ativas, aliadas a uma formação contínua e reflexiva, empoderam o professor a guiar o aluno na construção de seu próprio conhecimento e a se tornar um agente crítico capaz de promover a mudança educacional.

### 3.5 Cultura Maker e aprendizagem ativa

A Cultura Maker - definida pelo ethos "faça você mesmo" (DIY) e, mais recentemente, pela metáfora "faça com os outros" (DIWO) - parece ser uma tendência pedagógica atual aplicável ao aprendizado de Ciência e Tecnologia. O movimento é baseado na criatividade, cooperação, replicabilidade (um esforço para reproduzir e adaptar projetos) como potencialidades, onde os alunos têm a possibilidade de transformar ideias teóricas em projetos efetivos, reais e funcionais, envolvendo-os no design do processo de aprendizagem.

Usada para ensinar Física, a cultura Maker nos permite experimentar, de fato, conceitos que são, em teoria, impalpáveis, como calor, temperatura e isolamento térmico. Isso é feito através de modelagem, experimentação com materiais reutilizáveis e prototipagem de soluções verdes. Foi assim que o desenvolvimento supervisionado de mini-modelos de uma casa termicamente inteligente pelas turmas ocorreu: conceitos complexos de Termologia tornam-se tangivelmente compreensíveis, onde os alunos podem ver e testar as propriedades térmicas de diferentes materiais e cores. É uma abordagem prática de ensinar-aprender-fazendo que é recomendável e muito divertida.

O movimento maker faz parte das metodologias ativas nas quais o aluno deixa de ser um receptor passivo de conhecimento para se tornar uma parte ativa no processo de aprendizagem. Essa abordagem de aprendizagem ativa desenvolve a independência intelectual, ou seja, o aluno é quem "cria" seu próprio conhecimento. Isso se baseia fortemente no construcionismo de Seymour Papert, que é uma evolução do construtivismo de Piaget, afirmando que a construção do conhecimento é melhor alcançada quando o aprendiz está envolvido na construção de algo concreto e significativo para ele. Para Papert, a aprendizagem ocorre de forma muito mais significativa quando as crianças estão ativamente criando coisas no mundo. Os alunos resolvem problemas, não apenas estudam para provas, e ao fazer, mudar e refazer coisas, eles não apenas aplicam o que aprenderam teoricamente, mas criam, modificam e transformam objetos, e assim, podem desenvolver ainda mais uma variedade de habilidades, competências e atitudes, entre elas, raciocínio lógico, capacidade de resolver problemas complexos, perseverança na busca por soluções.

A relevância do Movimento Maker na educação brasileira tem aumentado. Revisão sistemática realizada por De Paula, Martins e Oliveira (2021) apontou que as palavras - "Cultura

Maker", "Movimento Maker", "Educação Maker", "Robótica" e "Fabricação Digital" - são o foco principal dentro dos estudos sobre o assunto, mostrando a clara tendência das mudanças tecnológicas atuais presentes na escola. Este trabalho também destaca o efeito da preparação dos professores para que essas novas metodologias possam ser efetivamente utilizadas, transformando o professor em um mediador, que incita a criatividade e a autonomia dos alunos.

Além disso, lidar com modelos de conforto térmico abrange a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). Essa abordagem integrativa entre disciplinas leva a uma educação ainda mais rica, preparando os alunos para os desafios do século XXI - nos quais a expertise técnica deve ser complementada por uma capacidade de criatividade e pensamento crítico. Favorecendo o trabalho em equipe, raciocínio lógico e criatividade, o aluno está no centro do processo de aprendizagem, que aposta previamente no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e na preparação para a vida cívica e profissional.

Assim, a Cultura Maker não representa apenas uma ferramenta didática; é uma filosofia educacional que permite remodelar o ambiente de aprendizagem em um contexto de experimentação, inovação e colaboração. Ao proporcionar estímulo para que indivíduos e grupos de alunos autorarem e publiquem projetos, esse regime não apenas apoia a absorção do entendimento científico, mas também o desenvolvimento das competências dos alunos para criar e moldar o mundo ao seu redor. Este movimento constitui uma superação do ensino estático, sugerindo uma "mutabilidade" e "inovação" que são inerentes aos educadores dedicados à educação brasileira.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Tipo e abordagem da pesquisa

A pesquisa é caracterizada como um estudo de natureza exploratória e descritiva, adotando uma abordagem qualitativa. A escolha por uma pesquisa exploratória justifica-se pela intenção de proporcionar maior familiaridade com o problema em questão – a aplicação de conceitos de termologia para conforto térmico no ensino – permitindo uma compreensão aprofundada de suas particularidades e a construção de hipóteses sobre o potencial pedagógico das práticas (Gil, 2010).

A natureza descritiva, por sua vez, tem como propósito detalhar e registrar as características das atividades desenvolvidas, bem como as percepções e os comportamentos dos participantes, sem o objetivo de estabelecer relações de causa e efeito em um sentido experimental rígido. O foco reside na observação sistemática e no relato minucioso dos fenômenos e experiências conforme ocorreram em seu ambiente natural de sala de aula e laboratório.

A opção pela abordagem qualitativa é primordial para este estudo, pois permite aprofundar a compreensão sobre como a "cultura maker" é percebida e impacta o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, a pesquisa não se limita a contabilizar quantidades ou resultados numéricos, mas busca capturar os significados, as interpretações e as experiências subjetivas dos envolvidos, que são essenciais para avaliar o impacto das práticas propostas. O caráter da análise não é de "contabilizar quantidades como resultados, mas sim, com o propósito de compreender o comportamento" dos participantes, o que é inerente à pesquisa qualitativa. Esta abordagem permite explorar a riqueza das interações, motivações e processos de construção do conhecimento que emergem das atividades práticas.

As atividades práticas, centrais para esta pesquisa, foram conduzidas em um formato de aulas de laboratório que diferem do modelo tradicional, priorizando a imersão e a interação ativa dos estudantes. Cada aula de laboratório é organizada com metade da turma regular, dividida em Turma A (primeira metade) e Turma B (segunda metade), garantindo um número reduzido de alunos por sessão. Essa divisão permite um acompanhamento mais próximo do professor e auxiliares, favorecendo um ambiente de aprendizado mais focado e personalizado.

Ao chegarem ao laboratório, os alunos são subdivididos em cinco grupos de trabalho, fomentando a colaboração e a troca de experiências entre pares, elementos essenciais para o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas. Antes do início dos experimentos, é fornecida uma breve explicação teórica, com duração máxima de 10 minutos. Essa concisão se justifica pelo fato de os alunos já terem contato com o conteúdo em suas aulas regulares, seja de forma prévia ou concomitante. O objetivo principal da aula de laboratório não é a transmissão extensiva de conceitos, mas sim o entendimento da aplicação prática dos temas abordados e a realização ativa dos experimentos pelos próprios estudantes. Após a execução das atividades práticas, os grupos resolvem exercícios relacionados ao conteúdo e à aplicação vivenciada, consolidando o aprendizado. Devido à divisão da turma, as aulas de laboratório ocorrem em um ciclo quinzenal para cada grupo (Turma A ou Turma B), permitindo que todos os alunos tenham a oportunidade de participar plenamente.

#### **4.2 Contexto e participantes da pesquisa**

O estudo ocorreu no laboratório de Física de uma instituição educacional em Fortaleza, Ceará, Brasil. Este local foi selecionado por oferecer instalações adequadas para a prática de campo e experimentos.

Os sujeitos desta pesquisa foram alunos do Ensino Fundamental 2, mais precisamente alunos do 7º ano. A escolha deste nível de ensino foi justificada pela importância de abordar os conceitos de termologia e sustentabilidade em uma fase crítica do desenvolvimento cognitivo dos alunos, marcada pelo interesse e possibilidade de realizar atividades práticas.

A aula foi estruturada para o trabalho em laboratório, permitindo a observação de perto e um espaço para a investigação e conversa sobre os princípios físicos observados. O professor e assistentes/pesquisadores intervieram como mediadores das atividades, orientando os grupos e promovendo discussões que motivaram os participantes na reflexão crítica da relação teoria-prática.

### 4.3 Instrumentos de coleta de dados

Para realizar este estudo e acessar os dados necessários, utilizamos os dois instrumentos a seguir, que foram usados para explorar tanto os fatores quantificáveis quanto as visões qualitativas dos participantes:

**Observação dos Participantes:** O professor-pesquisador e os assistentes observaram diretamente a interação dos alunos, suas dificuldades, como eles estavam engajados com as atividades e a construção de modelos e experimentos durante as aulas de laboratório. As observações foram anotadas para análise e forneceram uma visão geral útil das atividades e compreensão dos alunos.

**Registros de Medição de Calor:** Medição de temperaturas de diferentes materiais, cores e do ambiente que os modelos simulam, realizada nos experimentos sugeridos pelos guias práticos. Essas medições foram consistentemente relatadas em tabelas dedicadas dos guias práticos, promovendo assim uma análise do comportamento térmico. Por exemplo, na Aula 01, o estudo dos recipientes de cores variadas e a coleta de dados consistiram em medir as temperaturas inicial e final, e a variação de temperatura. Da mesma forma, a Aula 04 incluiu a medição da temperatura do modelo do problema e do modelo dos alunos em um "Teste de Temperatura".

**Questionários:** Questionários foram entregues aos alunos ao final das aulas práticas. Essas ferramentas eram compostas por perguntas abertas e fechadas que visavam capturar as respostas dos alunos quanto à abordagem realizada, grau de interesse pelo assunto, conhecimento dos conceitos de terminologia e visão sobre a viabilidade de soluções sustentáveis na rotina. Os questionários foram usados para complementar as observações e deram uma "voz" direta aos participantes em relação à sua participação. Os guias práticos consistiam em "Atividades de Aula" e "Atividades de Casa" com perguntas discursivas descritas no contexto desta pesquisa sobre as perspectivas e cognição dos alunos.

### 4.4 Procedimentos metodológicos

A metodologia aplicada no desenvolvimento das atividades práticas em laboratório foi concebida para promover uma **aprendizagem ativa e investigativa**, alinhada aos objetivos propostos e à abordagem da pesquisa. As aulas foram conduzidas pelo professor, com o apoio

fundamental de **dois auxiliares de laboratório**, garantindo um acompanhamento eficaz e individualizado dos grupos de estudantes.

A cada sessão, o foco era um dos processos de transmissão de calor (condução, convecção ou irradiação), explicado de forma objetiva, com uma breve introdução teórica. Este formato permitiu que os alunos, que já tinham contato com o conteúdo em sala de aula, pudessem concentrar-se na **aplicação prática** dos conceitos e na **realização dos experimentos**.

Dois abordagens experimentais principais foram implementadas para engajar os alunos no tema do conforto térmico:

- a) **Construção de Maquetes Comparativas:** Em uma das abordagens, os estudantes foram desafiados a construir duas maquetes distintas: uma simulando uma **casa termicamente confortável** e outra, uma **casa desconfortável**. Essa atividade visava a aplicação prática dos conceitos de isolamento, ventilação, cores e materiais, permitindo que os alunos visualizassem e comparassem diretamente o impacto das escolhas de design na temperatura interna dos ambientes.
- b) **Análise e Melhoria de Maquete-Problema:** Na segunda abordagem, os alunos analisavam um **modelo de casa inicialmente desconfortável termicamente**. A cada aula, eles eram incentivados a propor e implementar sugestões de melhoria focadas em um processo de transmissão de calor diferente. Por exemplo, em uma aula, as melhorias se concentravam na **irradiação** (cores, sombreamento); em outra, na **convecção** (ventilação); e em outra, na **condução** (materiais isolantes). Essa progressão permitiu uma compreensão aprofundada de como cada mecanismo de transferência de calor pode ser gerenciado para otimizar o conforto térmico.

Os roteiros de prática detalharam cada etapa das aulas, desde a apresentação do problema até a realização dos experimentos e a coleta de dados. A organização em grupos de trabalho potencializou a colaboração e a troca de conhecimentos entre os pares, essenciais para o "fazer" e o "aprender fazendo" promovidos pela Cultura Maker. Ao final de cada sessão, os grupos realizavam exercícios que consolidavam a compreensão dos conceitos e de suas aplicações práticas.

#### ***4.4.1 Etapas da sequência didática***

Esta primeira prática envolveu os alunos em um processo de design e engenharia, aplicando os conceitos de Termologia na concepção e análise de ambientes construídos ao longo de três aulas.

Na **Aula 01, "Construção da Maquete e Análise Preliminar"**, os alunos foram orientados a iniciar a construção de suas próprias mini maquetes de casas, com o objetivo de projetar um ambiente termicamente inteligente. A aula introduziu a ideia de que a temperatura interna de uma casa é influenciada pelas formas de transferência de calor – condução, convecção e radiação. A escolha dos materiais, o posicionamento de janelas e a simulação do impacto da radiação solar foram pontos cruciais discutidos para que os alunos aplicassem esses conceitos no planejamento de suas maquetes. Ao final, os esboços e a estrutura básica das maquetes deveriam começar a tomar forma, refletindo as primeiras soluções de design.

A **Aula 02, "Montagem Estrutural e Aplicação de Conceitos (Continuação da Construção)"**, os estudantes prosseguiram com a montagem estrutural das maquetes. O foco foi a aplicação de conceitos de design passivo e a compreensão das implicações de fatores externos, como mudanças climáticas e ilhas de calor. Discutiu-se a importância de fontes de energia renováveis e a escolha de cores claras para superfícies externas, dada sua propriedade de refletir maior quantidade de energia e evitar a absorção de calor. O objetivo era incorporar essas soluções de design passivo relacionadas à irradiação e à sustentabilidade na maquete em construção.

Na **Aula 03, "Ajustes Finais e Preparação para Testes da Maquete Otimizada"**, os alunos dedicaram-se aos ajustes finais e à conclusão da maquete otimizada. Revisaram suas construções para garantir que as soluções propostas para o conforto térmico (isolamento, ventilação, cores, etc.) estivessem integradas. Foi enfatizado que o objetivo do desenvolvimento da maquete era traduzir soluções tecnológicas para problemas ambientais, como o calor excessivo, em uma aplicação prática e tangível. As maquetes deveriam estar prontas para a fase de testes, com as soluções implementadas para o conforto térmico e a sustentabilidade.

#### **Prática 2: Experimentos Focados nos Processos de Transmissão de Calor e seus Efeitos**

Esta segunda prática foi dedicada à investigação detalhada de cada um dos três processos de transmissão de calor e suas implicações no conforto térmico, utilizando experimentos específicos ao longo de três aulas.

A **Aula 01, "Entendendo as Implicações da Elevação da Temperatura e a Transmissão de Calor por Irradiação Térmica"**, focou na irradiação. Os alunos realizaram um experimento utilizando recipientes de cores distintas (preto, branco, azul e marrom) e uma plataforma de propagação de calor com lâmpada incandescente. Medições de temperatura foram feitas antes e depois da exposição à luz, evidenciando como as cores claras refletem mais energia e as escuras absorvem mais calor. A atividade incluía a discussão sobre a escolha de cores para casas em diferentes climas e a proposição de soluções climáticas baseadas na irradiação.

Em seguida, na **Aula 02, "O Conforto Térmico e a Transferência de Energia por Convecção"**, o processo de convecção foi o centro das atenções. Os alunos confeccionaram uma espiral de papel que, ao ser exposta a uma fonte térmica (lâmpada a álcool), girava devido às correntes de convecção. A discussão se aprofundou sobre como a convecção (transferência de calor pelo movimento de fluidos) influencia o conforto térmico, explicando, por exemplo, o posicionamento de aquecedores e ar-condicionados em ambientes climatizados para otimizar a ventilação e as correntes de ar.

Finalmente, a **Aula 03, "A Importância de Entender a Condução Térmica e Suas Interações com o Clima"**, abordou a condução. Os alunos realizaram um experimento comparando a condução de calor em palitos de madeira e uma barra de metal, utilizando clips/pregos fixados por cera de vela/cola quente. A observação da queda dos cliques/pregos demonstrava a diferença na condutividade térmica dos materiais. A discussão focou em como a condução é crucial na escolha de materiais para uma casa termicamente inteligente, abordando estratégias como paredes duplas, revestimentos térmicos, telhados verdes, vidros duplos, e a aplicação de isolantes como o isopor, além da espessura das paredes de argila em regiões desérticas.

#### ***4.4.2 Materiais e recursos***

Os materiais utilizados para a realização das práticas experimentais foram selecionados com base na sua acessibilidade e baixo custo, alinhando-se aos princípios da Cultura Maker e à proposta de aplicabilidade em diversos contextos escolares. Além da infraestrutura do laboratório de Física da instituição, os seguintes recursos foram empregados:

- a) Maquetes e Materiais para Construção: Modelos de casas pré-fabricados (maquete-problema) e materiais para a construção/melhoria das maquetes dos alunos, incluindo papelão, papel A4, cola de isopor, cola quente, tesoura, caneta, canetinha, lápis de cor, palito de churrasco, palito de picolé, palito de dente, fita adesiva, papel paraná, régua.
- b) Instrumentos de Medição Térmica: Termômetros de bastão de vidro ou pirômetros/termômetros a laser, utilizados para aferir as temperaturas dos ambientes e materiais.
- c) Materiais Específicos para Experimentos: Recipientes com cores distintas (preto, branco, azul e marrom), plataforma de propagação de calor com soquete para lâmpada incandescente (Cidepe EQ051A), folha de papel A4 para confecção de espiral, lamparinas a álcool, álcool, fio/linha, suporte para espiral, palitos de madeira, barra de metal, *clips* e cera de vela.
- d) Outros Recursos: QR Codes para acesso a notícias e informações complementares, promovendo a contextualização e a pesquisa ativa dos alunos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta seção, será relatado e discutido os achados, delineando o que os alunos aprenderam e como as evidências foram coletadas.

Analisaremos um material qualitativo – percepções, engajamentos, reflexões dos alunos – com um produto quantitativo, medições da temperatura, a fim de representar e corroborar nossas observações e o que os alunos extraíram durante as aulas.

### **5.1 Processo de análise dos dados**

Para entender a riqueza das experiências vivenciadas, a análise dos dados foi um processo cuidadoso, baseado na triangulação das informações que foram coletadas. Usando três fontes principais: as observações diretas que foram feitas em sala de aula e no laboratório, os registros das medições térmicas feitas nas maquetes e experimentos, e as respostas dos questionários que os alunos preencheram.

As observações diretas foram como um olhar atento sobre o dia a dia das aulas. O professor-pesquisador e os auxiliares registraram as respostas dos alunos, suas interações, as dificuldades que surgiram e as soluções criativas que encontraram. Esse material nos permitiu entender o nível de engajamento e o desenvolvimento do protagonismo estudantil.

Os registros das medições térmicas nos deram uma base concreta. As temperaturas iniciais e finais, as variações observadas em diferentes materiais e cores, e a comparação entre as maquetes "problema" e as maquetes "otimizadas" foram tabuladas e analisadas de forma descritiva. Embora não tenhamos feito análises estatísticas complexas, esses números serviram como evidências importantes para comprovar a eficácia das soluções propostas e a compreensão dos conceitos de termologia.

Por fim, os questionários, com suas perguntas abertas e atividades discursivas, foram a "voz" direta dos alunos. Através deles, pudemos identificar suas percepções sobre a metodologia adotada, o quanto se sentiram motivados, a clareza dos conceitos que aprenderam e como enxergaram a aplicabilidade da física para soluções sustentáveis no seu dia a dia. A partir da combinação de todas essas informações, buscamos construir uma compreensão completa e genuína dos resultados do nosso trabalho.

## 5.2 Resultados da prática 1

A seguir, vamos detalhar as descobertas que fizemos durante a prática de construção e otimização das maquetes. Será visto como os alunos, ao "colocar a mão na massa", conseguiram aplicar os conceitos de termologia para criar ambientes mais confortáveis ou desconfortáveis termicamente com materiais sustentáveis.

### 5.2.1 Maquete com conforto térmico

Para a construção da maquete representada na figura 1 realizamos uma série de questionamentos sobre condições ideais para que um lugar fosse confortável termicamente, de forma que, eles conseguissem associar aos conteúdos vistos em sala de forma prévia.

Figura 1 - Maquete sobre conforto térmico, vista de frente



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

A partir das aulas com os professores em sala de aula os alunos utilizaram seus conhecimentos prévios para montar uma casa com propriedades conseguissem gerar conforto para quem morasse, como cores claras, a presença de árvores, janelas largas e a partir da figura 2, podemos observar que o interior das casa também foi pensado para promover um conforto térmico melhor para os moradores possuindo corredores que geram um bom fluxo de ar

Figura 2 - Maquete sobre conforto térmico, vista de cima



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

### ***5.2.2 Maquete sem conforto térmico***

Para ilustrar os desafios do conforto térmico em ambientes construídos e servir como base de comparação para as soluções propostas, foi utilizada uma maquete que representava um modelo de residência com características termicamente desfavoráveis. Essa maquete inicial, referida como "maquete-problema" que está representada na figura 3, foi fundamental para evidenciar as implicações de escolhas construtivas inadequadas na temperatura interna e na habitabilidade do espaço. Ela se configurou como um ponto de partida visual e prático para as discussões e intervenções dos alunos na segunda prática, permitindo uma clara compreensão das problemáticas que as aulas e os experimentos visavam solucionar.

Figura 3 – Maquete sem conforto térmico, vista de frente



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

Os alunos elaboraram uma casa termicamente desconfortável trabalhando diferentes abordagens como: a utilização de cores mais escuras, uma baixa quantidade de entradas de ar, portões metálicos com superfície refletora (de forma que a luz refletisse para dentro da casa), a falta de natureza ao redor, como árvores e outras plantas, além disso também colocaram corredores que dificultassem o fluxo de ar como pode ser visto na figura 4.

Figura 4 - Maquete sem conforto térmico, vista de cima



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

### 5.3 Resultados da prática 2

Enquanto a Prática 1 (seção 5.2) proporcionou aos alunos uma visão holística e prática da aplicação da Termologia no conforto térmico, culminando na construção e otimização das maquetes, a Prática 2 foi desenhada para aprofundar o conhecimento sobre cada um dos processos de transmissão de calor de forma isolada e detalhada. Os experimentos aqui realizados serviram como um alicerce experimental que validou e solidificou as decisões tomadas na construção das maquetes, transformando conceitos abstratos em um conhecimento mais palpável e aprofundado para os estudantes. As observações diretas e as interações durante essas aulas revelaram a construção progressiva do entendimento dos alunos sobre a física do calor.

#### 5.3.1 A Irradiação e o Poder das Cores

A primeira aula da Prática 2 focou intensamente na irradiação térmica e na maneira como as cores influenciam a absorção e reflexão de calor. Os alunos foram convidados a realizar um experimento comparativo com recipientes de cores distintas (preto, branco, azul, vermelho e

verde), que foram submetidos à irradiação de uma lâmpada em uma plataforma de propagação de calor. Essa atividade permitiu uma observação direta e imediata das diferenças de temperatura, como pode ser observado na figura 5.

Figura 5 - Experimento sobre irradiação



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

As medições de temperatura, realizadas antes e depois da exposição à luz, revelaram de forma inequívoca que os recipientes de cores escuras apresentaram um aumento de temperatura significativamente maior, enquanto o branco demonstrou a menor elevação. Essa observação visual e quantitativa permitiu aos alunos compreenderem o princípio da irradiação: superfícies escuras absorvem mais energia luminosa, convertendo-a em calor, ao passo que superfícies claras a refletem em maior proporção (Nussenzveig, 2018, p. 205). A discussão aprofundou como a luz interage com a matéria, um conceito fundamental da Óptica (Nussenzveig, 1998, p. 3). Esse entendimento se conectou diretamente com as decisões de design tomadas na Prática 1, como a escolha de cores claras para o telhado e as fachadas da maquete otimizada, demonstrando de forma palpável a justificativa física por trás dessas soluções e a relação das cores com a absorção de calor. As conclusões dos alunos, registradas nas atividades de classe, reforçaram a importância das cores no planejamento construtivo em climas quentes.

### ***5.3.2 A Convecção e o fluxo do ar***

Na segunda aula da Prática 2, o foco foi direcionado à convecção térmica, um processo crucial para a ventilação e o conforto em ambientes. Para ilustrar esse fenômeno, os alunos

confeccionaram uma espiral de papel e a posicionaram sobre uma fonte térmica, como uma lamparina a álcool.

Figura 6 - Experimento de convecção



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

O movimento contínuo da espiral, girando sobre a fonte de calor, evidenciou de forma lúdica e clara as correntes de convecção: o ar quente, ao se tornar menos denso, ascende, impulsionando a espiral, enquanto o ar mais frio e denso desce, criando um ciclo de transferência de calor pelo movimento do próprio fluido (Nussenzveig, 2018, p. 205). Esse experimento simples, mas eficaz, solidificou a compreensão de como o calor é redistribuído em líquidos e gases como representado na figura 6. As discussões subsequentes levaram os alunos a relacionar diretamente o fenômeno observado com a ventilação de edifícios e o posicionamento estratégico de aparelhos de climatização. O entendimento das correntes de convecção forneceu uma base concreta para as estratégias de ventilação natural que poderiam ser implementadas ou que já haviam sido consideradas nos projetos das maquetes da Prática 1, explicando a eficácia de janelas opostas ou aberturas em diferentes alturas para promover o fluxo de ar e, assim, o conforto térmico, que é o objetivo da prática.

### 5.3.3 A Condução e o transporte de calor

A terceira e última aula da Prática 2 explorou a condução térmica, destacando como a escolha dos materiais construtivos é vital para o conforto e a eficiência energética. O experimento central envolveu a comparação da capacidade de condução de calor entre uma barra de metal e um palito de madeira, ambos com *clips/pregos* fixados por cera de vela. As extremidades foram aquecidas, e o comportamento dos *clips/pregos* foi observado.

Figura 7 - Experimento de condução



Fonte: Resultado do experimento no laboratório

O resultado foi uma demonstração clara: os *clips/pregos* na barra de metal caíram rapidamente em sequência, evidenciando sua natureza como excelente condutor de calor. Em nítido contraste, o palito de madeira, atuando como isolante térmico, mostrou uma transferência de calor muito mais lenta, com os *clips* demorando a se desprender ou sequer caindo (Nussenzveig, 2018, p. 210). Essa distinção prática entre condutores e isolantes foi crucial para os alunos compreenderem a importância de materiais com baixa condutividade. A discussão se aprofundou nas aplicações diretas para o conforto térmico, como a utilização de paredes duplas com câmaras de ar, revestimentos térmicos, telhados verdes e vidros duplos. Mais especificamente, o experimento reforçou a justificativa para a inserção de isolantes como o isopor em paredes de gesso – uma solução prática e de baixo custo – e a importância da espessura em materiais como a argila

em regiões desérticas, tudo com o objetivo de retardar a transferência de calor por condução e manter a temperatura interna estável. Essa aula proporcionou um entendimento aprofundado e tangível sobre como os materiais afetam a qualidade térmica das construções, complementando as decisões de materiais e espessuras tomadas nas maquetes da Prática 1.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo tem como propósito apresentar as conclusões do presente Trabalho de Conclusão de Curso, retomando os objetivos propostos e sintetizando os principais resultados obtidos. Será um momento de reflexão sobre a relevância das práticas desenvolvidas, as contribuições do estudo para o ensino de Física e as possíveis implicações para a formação educacional, além de apontar as limitações e sugerir caminhos para futuras investigações.

### **6.1 Retomada dos objetivos e síntese dos resultados**

O principal objetivo que guiou este Trabalho de Conclusão de Curso foi, acima de tudo, responder a uma das indagações mais frequentes e desafiadoras dos estudantes: "Para que eu vou usar isso na minha vida?". O estudo foi concebido para estabelecer uma conexão direta e significativa entre um conteúdo da Física, a Termologia – muitas vezes percebido como puramente teórico – e a realidade prática e cotidiana dos alunos. O intuito foi demonstrar como os conceitos estudados podem ser aplicados em suas próprias casas e em seu dia a dia, de maneira a atrair a atenção de uma forma diferente e garantir um engajamento mais profundo e autêntico com o assunto.

Durante as práticas, observou-se um despertar notável da curiosidade e do interesse dos alunos. Foi possível constatar um envolvimento significativo, com muitos deles demonstrando percepções claras sobre a matéria. Estabeleceram-se ligações diretas entre os fenômenos observados no laboratório e as condições de suas próprias casas, ou com situações rotineiras. Exemplos vívidos surgiram nas discussões, como o impacto de usar roupas pretas ao sair em dias quentes, ou a influência da falta de arborização próxima às residências no conforto térmico. Essas conexões espontâneas e pertinentes revelam que a abordagem proposta não só facilita a compreensão, mas também enraíza o conhecimento na experiência vivida, tornando-o verdadeiramente significativo e aplicável.

As práticas desenvolvidas, tanto a construção e otimização das maquetes quanto os experimentos focados nos processos de transmissão de calor, revelaram-se fundamentais para a consolidação do aprendizado dos estudantes do Ensino Fundamental II. Embora os alunos já tivessem tido aulas sobre Termologia, o aprofundamento do conteúdo no nível básico muitas vezes

encontra limitações teóricas. As atividades práticas, nesse contexto, permitiram que diversas dúvidas e lacunas conceituais, não totalmente sanadas em sala de aula, fossem esclarecidas de forma **visual e interativa**. Essa vivência proporcionou uma nova visão sobre os fenômenos ao seu redor, reforçando como a matéria de Física afeta suas vidas diretamente. Exemplos concretos como a relação entre as cores claras e a sensação térmica em dias quentes, ou a influência do formato das casas na circulação do ar, tornaram-se compreensões mais consolidadas, demonstrando que o conhecimento se tornou mais **palpável** e aplicável ao seu cotidiano.

## 6.2 Contribuições e implicações do estudo

O presente estudo foi frutífero do ponto de vista das contribuições feitas e das implicações pedagógicas no ensino e aprendizagem de Física, e mais geralmente na formação integral dos alunos, pois integrou as categorias de organicidade da aprendizagem e produção materialista do conhecimento durante e após sua exposição à Termologia. O aspecto mais forte deste estudo foi seu foco nos alunos de ciências perguntando se o conhecimento científico é relevante em suas vidas cotidianas, geralmente um de seus propósitos orientadores de investigação.

Uma das contribuições mais observáveis é o enriquecimento do ensino de Física na medida em que supera essa abstração tradicional da ciência. Através de experimentos práticos com radiação, convecção e condução de calor, os alunos puderam compreender, ver e manusear fisicamente conceitos teóricos também. Isso está de acordo com o que a literatura recomenda sobre o tema da experimentação como incentivo e para a aprendizagem de conceitos (Silva et al., 2020), e atuando como a ligação entre o mundo dos objetos e o mundo dos conceitos e linguagens simbólicas (Séré et al., 2003). Então é que ver como a cor influencia a temperatura das superfícies ou como uma ventilação adequada modifica a sensação de um lugar, a FÍSICA deixa de ser uma compilação de fórmulas para se tornar uma força potente para interpretar e interferir na realidade.

Do ponto de vista metodológico e pedagógico, a pesquisa comprovou que metodologias ativas, especialmente a Cultura Maker e o construcionismo, foram eficazes. A Prática 1 (envolvendo os alunos na construção e ajuste de modelos) promoveu o "aprender fazendo, sendo protagonistas", para se tornarem "criadores" de seu conhecimento. Isso visava que os alunos construíssem seus próprios experimentos com materiais de baixo custo, permitindo liberdade para a criatividade e para desenvolver colaboração e inovação baseada em problemas (De Paula, Martins

& Oliveira, 2021). A Prática 2, por outro lado, reforçou essa ação como uma oportunidade que subsidiou um 'poço experimental' para cada conceito de transferência de calor, estabelecendo uma conspiração entre experiência teórica e prática. A importância da aprendizagem ativa como um novo paradigma educacional para fomentar a co-responsabilidade entre professores e alunos foi confirmada (Marques et al., 2021).

Também tem relevância importante para o estudo da sustentabilidade ambiental e a Agenda 2030 e os ODS. Soluções de conservação ambiental e energética foram incentivadas através do exame crítico de como o design das casas e os materiais usados na construção afetam o conforto térmico. Esta colocação da Física com conceitos como a crise climática e a Ilha de Calor Urbana ajudou a reposicionar a disciplina como um instrumento de transformação social, permitindo que os alunos se tornem cidadãos mais conscientes e ativos na construção de cidades e comunidades mais sustentáveis. A incorporação de tal conhecimento aprimora a alfabetização científica e aumenta a conscientização sobre a responsabilidade comunitária e ambiental (BNCC, 2018).

Isso tem implicações práticas significativas para professores e escolas. A pesquisa propõe um modelo compartilhável de sequências de ensino que são viáveis e eficientes em relação à disponibilidade de recursos em uma Escola de Ensino Médio. Apoiar também a formação inicial e contínua de professores que leva os professores a ensinar através de métodos ativos e mecanicistas, embora enfrentem as resistências do método tradicional que se centra apenas na transmissão de conteúdo (Thomaz, 2000). Ao sugerir que os educadores devem ser mediadores que criam a curiosidade e autonomia dos alunos, o artigo prevê uma forma mais dinâmica de educação científica, menos determinada do que algumas das formas tradicionais de ensino usadas ao longo do século XX.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADES, Richar Nicolás Durán; SZMOSKI, Romeu Miqueias; MIQUELIN, Awdry Feisser. Teoria construtivista no ensino de física mediada pela tecnologia: uma revisão sistemática. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 104-117, 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.
- DE PAULA, Bruna Braga; MARTINS, Camila Bertini; OLIVEIRA, Tiago. Análise da crescente influência da cultura maker na educação: revisão sistemática da literatura no Brasil. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 7, e134921, 2021.
- MARQUES, Humberto Rodrigues et al. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. **Avaliação**, Campinas, v. 26, n. 03, p. 718-741, nov. 2021.
- MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento global: uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, n. 4, p. 7-23, ago. 2008.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2018.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica 4: ótica, relatividade, física quântica**. São Paulo: Blucher, 1998.
- OLIVEIRA, Mayara; ALCÂNTARA, Sávio de; SILVA, Amanda Kelly Ferreira da. Cultura Maker e formação docente: reflexões no contexto da pedagogia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 8., 2022, Recife. **Anais [...]**. Recife: CONEDU, 2022.
- PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.
- SILVA, José Nonailton Alves; NETO, José Augusto De Vasconcelos; XIMENES, Carlos André Pereira; MORAIS, Ana Cláudia Sa. A experimentação como ferramenta motivacional no ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 102473-102485, dez. 2020.
- SILVA, Pedro Paulo Santos da; SILVA, Francisco Hermes Santos da; SILVA, Maria de Fátima Vilhena da. O construtivismo e a experimentação como tendências pedagógicas e metodológicas para o ensino de física moderna. **INTERACÇÕES**, n. 39, p. 430-444, 2015.

SOUZA, Laís dos Santos. **A cultura maker na educação**: perspectivas para o ensino e a aprendizagem de matemática. 2021. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Valparaíso, Valparaíso de Goiás, 2021.

THOMAZ, Marília Fernandez. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 360-369, dez. 2000.