



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS BLUMENAU  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Jéssica Augusta Garlini

**Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Termologia nos Anos  
Iniciais do Ensino Fundamental**

Blumenau  
2023

Jéssica Augusta Garlini

**Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Termologia nos Anos  
Iniciais do Ensino Fundamental**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Blumenau, no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Lucas Natálio Chavero

Blumenau

2023

Garlini, Jéssica Augusta

Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Termologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental / Jéssica Augusta Garlini ; orientador, Lucas Natálio Chavero, 2023. 332 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Blumenau, 2023.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física na Educação Básica. 3. Experimentação no Ensino de Física nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. 4. Abordagem de Conceitos de Física nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. 5. Termologia. I. Chavero, Lucas Natálio . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. III. Título.

Jéssica Augusta Garlini

## **Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Termologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**

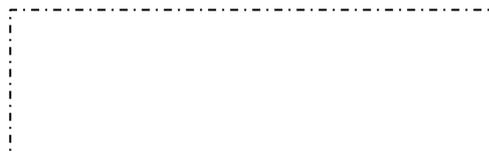
O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 12 de maio de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Lucas Natálio Chavero, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Lara Fernandes dos Santos  
Lavelli, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Paulo Henrique Dias Menezes, Dr.  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pelo Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF).



Prof. Fernando Fuzinato Dall'Agnol, Dr.  
Subcoordenador de Programa



Prof. Lucas Natálio Chavero, Dr.  
Orientador

Blumenau, 2023.

Dedico este trabalho aos colegas professores, que assim como eu almejam por atividades diferenciadas e de fácil aplicação em sala de aula.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Dessa forma, agradeço à CAPES e à Universidade Federal de Santa Catarina, que através do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 52 - Blumenau, possibilitou aperfeiçoar minha carreira docente.

Agradeço a coordenação e aos professores do MNPEF - Polo 52 - campus Blumenau e em especial ao meu orientador Professor Doutor Lucas Natálio Chavero, que aceitou e me acompanhou desde a construção do meu projeto até o exame de qualificação, assim como no desenvolvimento e construção do produto educacional e sua posterior aplicação, se fazendo presente em 12 das 15 aulas da aplicação da sequência didática e me dando suporte e exigindo sempre o melhor de mim durante a realização das atividades. Agradeço a sua paciência e atenção a cada detalhe da minha dissertação, por ter me dado base e conhecimento científico, por não ter me deixado desistir nos momentos mais difíceis e principalmente por ter acreditado e não ter desistido de mim.

Agradeço a Secretaria de Estado de Educação de Santa Catarina - SED, a Coordenadoria Regional de Educação de Timbó/SC, a direção da Escola de Ensino Fundamental Hugo Roepke e a professora regente da turma, a Sra. Ivete Ferreira, por terem permitido que eu realizasse a aplicação do produto educacional na escola, além das crianças que participaram das atividades propostas com muita motivação na maior parte das aulas.

Agradeço aos meus ex-professores do Ensino Médio e Ensino Fundamental e que hoje são meus colegas de trabalho, assim como ao meu irmão Alexandro Garlini e meus amigos, por terem me incentivado a não desistir dos meus sonhos. Agradeço em especial aos meus pais, Agustinho e Gertrudes P. Garlini, que mesmo não compreendendo inicialmente as minhas motivações para a realização deste sonho em específico, foram meu exemplo de onde encontrar forças para ir além e nunca desistir, me apoiando e dando suporte a todas as demais escolhas que necessitei fazer ao longo dessa jornada acadêmica e profissional.

Agradeço ao meu companheiro Josnei R. Salvador e demais amigos e familiares por todo o apoio recebido.

E finalmente, agradeço a Deus, por dar-me força, incentivo, resiliência, esperança e energia para finalizar esta dissertação, colocando em meu caminho pessoas tão especiais que me possibilitaram o apoio necessário para concretizar esse sonho.

"O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio."  
(CARVALHO, 2017, p.137)

## RESUMO

Este trabalho apresenta as etapas de concepção, desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática voltada ao ensino de Termologia para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, levando em consideração estratégias de abordagem e instrumentos de ensino condizentes com o nível de desenvolvimento dos estudantes nessa fase. A sequência didática baseia-se na utilização de experimentos de baixo custo, acompanhados de roteiro experimental, atividades de desenho, uso de um simulador virtual, também com roteiro de desenvolvimento, e uma cartilha para uso do estudante. Ademais, foi proposta a construção de mapas conceituais como instrumentos organizadores da aprendizagem, além de serem utilizados na avaliação global da aprendizagem referente aos conteúdos abordados. A sequência didática foi aplicada em uma das turmas de quinto ano do Ensino Fundamental em uma escola pública localizada no município de Timbó – SC, que possibilitou a coleta de dados que se deu por meio de gravação das aulas em áudio, registro fotográfico e recolhimento dos registros feitos pelos estudantes durante a realização das atividades em sala de aula. A aplicação teve duração total de duas semanas e meia, sendo distribuída em cinco dias, com três aulas em cada dia. A aplicação foi realizada no período de retorno às aulas presenciais após pandemia de COVID-19, quando a situação de contágio já estava controlada, porém exigindo ainda alguns cuidados, como por exemplo o uso de álcool em gel nas mãos e a redução do contato físico entre pessoas, o que foi considerado na adaptação das atividades e precaução durante a realização das aulas. A sequência didática possibilitou que os estudantes discutissem e se apropriassem, de forma integrada com elementos de artes, de alguns dos conceitos de termologia, como temperatura, calor, equilíbrio térmico e transferência de calor, o que tradicionalmente é abordado somente no Ensino Médio, e de forma isolada na disciplina de Física. Além disso, resultou em uma melhor interação entre professor e aluno e na participação mais efetiva dos estudantes. Os resultados obtidos são satisfatórios e indicam o potencial da proposta em relação a contribuição no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem de Física desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Ensino Fundamental; Anos iniciais; Termologia; Sequência Didática; Experimentos.

## ABSTRACT

This work presents the stages of conception, development and application of a didactic sequence aimed at teaching Thermology for the Early Years of Elementary School, taking into account approach strategies and teaching instruments consistent with the level of development of students in this phase. The didactic sequence is based on the use of low-cost experiments, accompanied by an experimental script, drawing activities, use of a virtual simulator, also with a development script, and a booklet for student use. Furthermore, it was proposed the construction of conceptual maps as tools for organizing learning, in addition to being used in the overall assessment of learning related to the addressed content. The didactic sequence was applied in one of the fifth grade classes of Elementary School in a public school located in the municipality of Timbó - SC, which enabled the data collection that took place through audio recording of classes, photographic record and collection of data. records made by students during activities in the classroom. The application lasted a total of two and a half weeks, being distributed over five days, with three classes each day. The application was carried out during the return to face-to-face classes after the COVID-19 pandemic, when the contagion situation was already under control, but still requiring some care, such as the use of alcohol gel in the hands and the reduction of physical contact. between people, which was considered in the adaptation of activities and precautions during classes. The didactic sequence allowed students to discuss and appropriate, in an integrated way with art elements, some of the concepts of thermology, such as temperature, heat, thermal equilibrium and heat transfer, which is traditionally addressed only in high school, and in isolation in the discipline of Physics. In addition, it resulted in better teacher-student interaction and more effective student participation. The results obtained are satisfactory and indicate the proposal's potential in terms of contributing to the improvement of the teaching and learning process in Physics since the Early Years of Elementary School.

**Keywords:** Physics Teaching; Elementary School; Early years; Thermology; Following teaching; Experiments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Três estados do desenvolvimento científico segundo Bachelard (1996) ..	25
Figura 2 - Etapas do desenvolvimento da pesquisa .....	29
Figura 3 - Estágios do desenvolvimento cognitivo de acordo com Jean Piaget .....	46
Figura 4 – Experimento 01: O corpo humano como um termômetro.....	73
Figura 5 – Experimento 02: Vamos tomar um chá? .....	75
Figura 6 – Experimento 03: A mistura do quente e do frio e o calor.....	81
Figura 7 - Simulador Estados da Matéria. ....	81
Figura 8 - Experimento 04: Será possível transportar calor? .....	84
Figura 9 - Experimento 05: Cuidado para não se queimar!.....	87
Figura 10 - Experimento 06: Será que o calor se movimenta sozinho? .....	88
Figura 11 - Atividade experimental 01: O corpo humano como um termômetro. ....	96
Figura 12 - Realização da atividade experimental 02.....	97
Figura 13 - Construção e exposição das obras de arte. ....	98
Figura 14 - Realização da atividade experimental 05.....	103
Figura 15 - Realização da atividade experimental 06.....	103
Figura 16 - Tabela da turma com respostas sobre degustação de chás.....	108
Figura 17 - Obras de arte dos estudantes 01, 02, 03 e 04. ....	110
Figura 18 - Obras de arte dos estudantes 05, 06 e 07. ....	111
Figura 19 - Obras de arte dos estudantes 08, 09 e 10. ....	112
Figura 20 - Obras de Arte dos estudantes 11, 12, 13, 14 e 15.....	113
Figura 21 - Obras de Arte dos estudantes 16 e 17.....	115
Figura 22 - Atividade Experimental 03 – Registro dos Grupos 01 e 02.....	119
Figura 23 - Atividade Experimental 03 – Registro dos Grupos 03 e 04.....	120
Figura 24 - Dados da Simulação - água no estado líquido recebendo calor. ....	122
Figura 25 - Dados da Simulação - água no estado líquido perdendo calor.....	124
Figura 26 - Dados coletados pelos 3 grupos na Parte I do Experimento 04. ....	128
Figura 27 - Dados coletados pelos 3 grupos na Parte II do Experimento 04. ....	129
Figura 28 - Respostas dos estudantes – Atividade Experimental 05. ....	131
Figura 29 - Mapa Conceitual do Estudante 01. ....	134
Figura 30 - Mapa Conceitual do Estudante 02. ....	135
Figura 31 - Mapa Conceitual do Estudante 03. ....	136
Figura 32 - Mapa Conceitual do Estudante 04. ....	137

Figura 33 - Mapa Conceitual do Estudante 05. ....	138
Figura 34 - Mapa Conceitual do Estudante 06. ....	139
Figura 35 - Mapa Conceitual do Estudante 07. ....	140
Figura 36 - Mapa Conceitual do Estudante 08. ....	141
Figura 37 - Mapa Conceitual do Estudante 09. ....	142
Figura 38 - Mapa Conceitual do Estudante 10. ....	143
Figura 39 - Mapa Conceitual do Estudante 11. ....	144
Figura 40 - Mapa Conceitual do Estudante 12. ....	145
Figura 41 - Mapa Conceitual do Estudante 13. ....	146
Figura 42 - Mapa Conceitual do Estudante 14. ....	146
Figura 43 - Mapa Conceitual do Estudante 15. ....	147
Figura 44 - Mapa Conceitual do Estudante 16. ....	147
Figura 45 - Mapa Conceitual do Estudante 17. ....	148
Figura 46 - Mapa Conceitual do Estudante 18. ....	149

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais conceitos físicos sugeridos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental na BNCC .....	37
Quadro 2 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades propostos na BNCC para os anos iniciais do ensino fundamental relacionados aos estudos de terminologia:.....	38
Quadro 3 - Caracterização dos Estágios de Desenvolvimento cognitivo propostos por Piaget.....	46
Quadro 4 - Quantitativo de Artigos relacionados ao Ensino de Física, Ensino de Ciências, Experimentação nos anos iniciais e Atividades experimentais encontrados na base de dados “Portal de Periódicos da Capes” .....	50
Quadro 5 - Temática dos artigos selecionados .....	51
Quadro 6 - Editora Ática – Coleção: Ápis – Título: Descobrir o mundo.....	54
Quadro 7 - Editora Ática – Coleção: Ápis – Título: Ciências. ....	56
Quadro 8 - Estrutura e Cronograma de Aplicação do Produto Educacional .....	69
Quadro 9 - Estrutura do horário de aulas original da turma de aplicação do produto educacional .....	92
Quadro 10 - Estrutura do horário de aulas reestruturado da turma para aplicação do produto educacional. ....	93
Quadro 11 - Hipóteses sobre como determinar a temperatura. ....	106
Quadro 12 - Conclusões da Atividade Experimental 01. ....	107
Quadro 13 - Elementos Semelhantes nas respostas dos grupos nas aulas 5 e 6. .	109
Quadro 14 - Hipóteses da Atividade Experimental 03.....	117
Quadro 15 - Classificação das Hipóteses iniciais sobre o que é a temperatura com relação a sua natureza física.....	121
Quadro 16 - Registro das respostas da Atividade Experimental 03. ....	123
Quadro 17 - Registro das respostas após Experimento com o Simulador. ....	124
Quadro 18 - Sentido de propagação do calor.....	127
Quadro 19 - Classificação dos mapas conceituais - conceitos e complexidade.....	133

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS .....</b>	<b>28</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
3.2	ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA .....	29
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>32</b>
4.1	O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	32
4.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	39
4.3	AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E OS MAPAS CONCEITUAIS.....	42
4.4	ABORDAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	44
4.5	EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	48
<b>5</b>	<b>ASPECTOS TEÓRICOS DE FÍSICA ABORDADOS NO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>53</b>
5.1	CONCEITOS DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	53
5.2	DEFINIÇÃO E CONCEITOS DE TERMOLOGIA .....	57
<b>5.2.1</b>	<b>Temperatura .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Escalas de Temperatura .....</b>	<b>59</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Energia térmica e Calor .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Primeira Lei da Termodinâmica .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Transferência de Energia Térmica.....</b>	<b>62</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Condutividade Térmica .....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>65</b>
6.1	CONCEPÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	65
6.2	CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	70
<b>6.2.1</b>	<b>Dia 1 – Sondagem das concepções prévias 1 .....</b>	<b>71</b>
6.2.1.1	<i>Apresentação e descrição do projeto.....</i>	<i>71</i>
6.2.1.2	<i>Aula 02 e 03 – Problematização e extração de ideias .....</i>	<i>72</i>
<b>6.2.2</b>	<b>Dia 2 – Sondagem das concepções prévias 2 .....</b>	<b>74</b>
6.2.2.1	<i>Aula 04 – Degustação de chás e a percepção do quente, frio e morno.....</i>	<i>74</i>
6.2.2.2	<i>Aula 05 – Exposição de concepções acerca da temperatura e calor.....</i>	<i>76</i>
6.2.2.3	<i>Aula 06 – Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor.....</i>	<i>77</i>

<b>6.2.3</b>	<b>Dia 3 – Apropriação do conhecimento</b> .....	<b>78</b>
6.2.3.1	<i>Aula 07 – Retomada de conteúdos e análise de obras de arte sobre temperatura e calor</i> .....	78
6.2.3.2	<i>Aula 08 – A mistura do quente e do frio e o calor/A dança das partículas e a temperatura</i> .....	79
6.2.3.3	<i>Aula 09 – O sentido e velocidade da transferência espontânea de calor</i> ....	82
<b>6.2.4</b>	<b>Dia 4 – Aplicação do conhecimento</b> .....	<b>84</b>
6.2.4.1	<i>Aula 10 – Explicação sobre transferência de calor</i> .....	85
6.2.4.2	<i>Aula 11 – Experimento sobre condução e convecção térmica</i> .....	86
6.2.4.3	<i>Aula 12 – Explicação sobre Mapas Conceituais</i> .....	89
<b>6.2.5</b>	<b>Dia 5 – Verificação da Aprendizagem</b> .....	<b>89</b>
6.2.5.1	<i>Aulas 13, 14 e 15 – Construção de um Mapa Conceitual</i> .....	90
<b>7</b>	<b>DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	<b>92</b>
7.1	LOCAL DE APLICAÇÃO E PÚBLICO-ALVO.....	92
7.2	RELATO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	94
7.2.1	<b>Dia 01 (Aulas 01, 02 e 03)</b> .....	<b>94</b>
7.2.2	<b>Dia 02 (Aulas 04, 05 e 06)</b> .....	<b>96</b>
7.2.3	<b>Dia 03 (Aulas 07, 08 e 09)</b> .....	<b>99</b>
7.2.4	<b>Dia 04 (Aulas 10, 11 e 12)</b> .....	<b>101</b>
7.2.5	<b>Dia 05 (Aulas 13, 14 e 15)</b> .....	<b>104</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>105</b>
8.1	DIA 1 (AULAS 01, 02 E 03).....	105
8.2	DIA 2 (AULAS 04, 05 E 06).....	107
8.3	DIA 3 (AULAS 07, 08 E 09).....	116
8.4	DIA 4 (AULAS 10, 11 E 12).....	130
8.5	DIA 5 (AULAS 13, 14 E 15).....	133
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	<b>151</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>156</b>
	APÊNDICE A – ARTIGOS RELACIONADOS AO ENSINO DE FÍSICA.....	162
	APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL.....	166

## 1 APRESENTAÇÃO

Neste capítulo, irei apresentar a trajetória de uma filha de agricultores que se tornou professora de Física e Matemática, atuando tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio nas escolas públicas. Além disso, também vou abordar seu trabalho como tutora interna e sua preocupação com o Ensino de Física.

Sou natural de Taió (SC), nasci em uma família de agricultores em uma pequena cidade do interior nomeada Rio do Campo (SC). Estudei durante toda a Educação Básica em escolas públicas. Desde pequena eu, assim como meu irmão, sempre ajudei meus pais na lavoura e eles sempre nos incentivaram a estudar. Sempre demonstrei grande interesse pelas Ciências da Natureza e, apoiada por meus pais, decidi seguir uma carreira na área da educação.

Terminei o Ensino Médio em 2009, mas devido ao pouco acesso às universidades na época iniciei a faculdade de matemática apenas em 2012.2. Em 2013 a UFSC lançou o curso de Licenciatura em Física pelo programa da Universidade Aberta do Brasil no polo de Pouso Redondo/SC onde realizei o vestibular e passei. Em 2014.1 tranquei a graduação de Matemática para ir atrás do sonho das Ciências da Natureza e iniciei o curso de Licenciatura em Física. Neste mesmo ano eu já iniciei como professora de Física na escola onde fiz todo o meu Ensino Médio e tive a oportunidade de ser colega de trabalho de alguns professores que me deram aula no Ensino Médio e alguns até no Ensino Fundamental.

Durante toda a graduação em Física sempre prestei processo seletivo e atuei como professora de Física na rede estadual, sendo contratada em caráter temporário (ACT). No último ano da graduação em Física fiz a inscrição no MNPEF por incentivo dos professores, com o objetivo de buscar mais conhecimento e aperfeiçoamento.

No ano de 2019 iniciei o MNPEF e por questões de logística foi necessário mudar de cidade e ir morar em Blumenau/SC, onde também consegui 30 horas semanais como professora de Física mesmo sem ter feito o processo seletivo para essa regional, devido à falta de professores nesta área na rede estadual naquele momento. No mesmo ano tive a oportunidade de iniciar como tutora interna de Física no Nead/Uniasselvi de Indaial na modalidade presencial, período noturno, onde aprendi muitas coisas relacionadas as questões acadêmicas que enquanto estudante não tinha conhecimento.

Devido a carga horária semanal, o fato de morar sozinha e a distância dos meus pais e amigos, alguns problemas de saúde começaram a ser evidenciados e em

2020 optei por morar em Indaial/SC, mais perto do meu trabalho de tutoria interna e do meu irmão e sua família. Morando em Indaial, trabalhei por dois anos (2020 e 2021) como professora de Física em Rodeio/SC e como tutora interna de Física. Nesse meio tempo entramos em Pandemia devido à COVID-19, tivemos aulas online, houve prorrogação do curso e muitas mudanças no formato de ensinar e estudar. Aproveitei este período para voltar na graduação de matemática e terminá-la, assim como, também realizei uma pós-graduação no Ensino de Física.

Ainda no ano de 2021 tentei aplicar o estágio do mestrado, mas devido à COVID-19, as escolas receberam orientações de não permitirem aplicações de estágios presenciais. E como escolhi montar uma sequência didática para o Ensino de Termologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental com o uso de experimentos e simulações, seria totalmente inviável realizar a aplicação dele num formato não presencial.

No início de 2022, ainda morando em Indaial recebi o convite e iniciei como professora de Física em uma escola particular no município de Timbó/SC e, neste mesmo período, também iniciei como professora de Matemática na rede Estadual do mesmo município. Neste mesmo ano, para regularizar a minha situação na disciplina de estágio, necessitei optar pela redução de carga horária e, devido a isso, escolhi pedir o desligamento da função de tutora interna.

A decisão de pedir o desligamento da tutoria interna, assim como, as experiências e vivências conquistadas no estágio, a pressão em trabalhar em uma escola particular e a metodologia obrigatória a ser utilizada na mesma, que ia totalmente em desconforto ao que eu buscava com o aperfeiçoamento do mestrado e ao que eu propunha no meu produto educacional, fizeram meus problemas de saúde relacionados a ansiedade retornarem e também se agravarem. Então, em outubro de 2022 fui convidada a retornar a minha função de tutora interna, e ao final do ano de 2022, retornei às minhas origens ficando mais próxima dos meus familiares e amigos.

Hoje, avaliando toda a minha trajetória enquanto estudante e professora de física e matemática, preocupo-me constantemente com a qualidade da educação que compartilho com os meus alunos e com o impacto que isso terá em seu futuro, pois o ensino de Física é um dos pilares fundamentais na formação acadêmica dos estudantes. Esta disciplina, que abrange conceitos essenciais para o entendimento do mundo natural e sua dinâmica, merece ser valorizada e ensinada de forma eficiente. Além de ser uma disciplina fascinante, ela é também desafiadora. Ela nos

ajuda a compreender como o mundo funciona, desde a trajetória de um planeta até o movimento dos elétrons em um átomo. Não apenas para aqueles que seguem carreiras científicas, mas para todo cidadão, a Física oferece uma base sólida para a compreensão do mundo que nos rodeia.

No entanto, o Ensino de Física enfrenta diversos obstáculos. Muitos estudantes encontram dificuldades em compreender os conceitos complexos e abstratos dessa ciência. O uso excessivo de fórmulas matemáticas e a falta de contextualização dos temas contribuem para o desinteresse e a desmotivação dos alunos. Isso resulta em um aprendizado superficial, onde eles são levados apenas a decorar fórmulas e resolver problemas mecânicos. E é por isso que considero importante todo o trabalho desenvolvido e espero que ele possa inspirar novos estudantes a irem além e a buscarem mais do que tem.

## **2 INTRODUÇÃO**

Atualmente o mundo moderno encontra-se em completa transformação e globalização, em grande parte possibilitada pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A aventura do pensamento ocidental, que começou na Grécia e culminou nos grandes desenvolvimentos tecnológicos e científicos atuais, foi baseada em um procedimento que aliou o conhecer e o experimentar, verificando hipóteses e estabelecendo teorias. Ao longo dessa trajetória, o pensamento humano derrubou mitos, aperfeiçoou formas sociais e econômicas, mas apesar disso, ainda encontra grandes dificuldades no que tange ao ensino, especificamente ensino de ciências e Física. (FERNANDES, RANULFO E SANTOS, 2022; WAISELFISZ, 2009; DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2002).

Nos últimos anos, os professores de Física em geral vêm encontrando problemas de falta de motivação por parte dos estudantes no Ensino Médio, assim como dificuldade de aprendizagem, além da ideia pré-concebida de que a Física é uma disciplina de difícil compreensão (da SILVA & BOZELLI, 2019; LOUZADA, ELIA e SAMPAIO, 2015).

Tais dificuldades são evidenciadas quando se observam os resultados de avaliações como o PISA<sup>1</sup>, por exemplo. De acordo com Fernandes, Ranulfo e Santos (2022), com base nos relatórios divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), observa-se que

[...] na avaliação de 2009 do PISA, em um ranking de 65 países, o Brasil foi o 53º colocado em Ciências, estando muito abaixo da média (INEP, 2010). Em 2012, o Brasil ocupou o 59º lugar (INEP, 2013), em 2015, foi o 63º país em 70 países participantes (INEP, 2016b) e em 2018, foi o 57º país em 77 países participantes. (FERNANDES, RANULFO E SANTOS, 2022, p. 3).

Percebe-se pelo resultado da última edição do PISA, em 2018, conforme o relatório do INEP, que a média das avaliações realizadas pelos estudantes brasileiros continua abaixo da média internacional (INEP, 2018).

Nesse contexto, diversos estudiosos e pesquisadores têm se dedicado a investigar sobre o ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio, tentando assim construir modelos para superar as dificuldades enfrentadas nessa área do conhecimento, como por exemplo, os estudos realizados por Júnior *et al* (2017), Barroso, Rubini e Silva (2018), Setlik e Higa (2019), entre outros.

Essas dificuldades têm diversas origens, mas em grande parte advindas da falta de interesse, motivação e das dificuldades matemáticas e conceituais que os estudantes do ensino médio têm na interpretação e compreensão de textos e desenvolvimento de cálculos. Parte desse resultado é causado por uma introdução científica tardia dos estudantes, tanto do ponto de vista conceitual como do ponto de vista experimental. (da SILVA & BOZELLI, 2019; JÚNIOR *et al*, 2017).

Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) olhando para o processo formativo dos estudantes ao longo de toda a educação básica, aponta essa mesma preocupação quando menciona que

[...] poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da

---

<sup>1</sup> PISA: *Programme for International Student Assessment* – Programa Internacional para a Avaliação de Estudantes. É uma proposta de avaliação promovida pela OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), uma entidade intergovernamental dos países industrializados que atua em modo de foro de promoção do desenvolvimento econômico e social dos membros. Trata-se de uma avaliação sistemática, prospectiva e comparativa no nível internacional, que teve início no ano 2000 e focaliza as áreas de Matemática, Ciências e Língua. (WASELFI SZ, 2009, p.13).

Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018, p. 547).

Nesse contexto, ela destaca ainda

[...] que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. [...] a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 547.)

Nesse sentido, muitos dos problemas supracitados poderiam ser amenizados ao se estabelecer maior sinergia entre as disciplinas, permitindo a introdução de conceitos básicos da Física desde os anos iniciais do ensino fundamental de uma forma simples e sem muito aprofundamento/rigorosidade, tornando assim o aprendizado mais agradável e estabelecendo um primeiro contato com conceitos que serão posteriormente retomados no ensino médio.

Essa introdução de conceitos físicos nos anos iniciais foi foco das pesquisas coordenadas pela professora Doutora Ana Maria Pessoa de Carvalho, no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), no período de 1990 a 2000. Esta pesquisa teve seus resultados publicados em livros e artigos, como por exemplo, Carvalho (1997) e Carvalho, Vannucchi e Barros (1998), dentre outros, e resultou também na publicação de uma série de vídeos chamada “Física no Ensino Fundamental”<sup>2</sup>. Pode-se considerar esta pesquisa como precursora e referência em relação ao Ensino de Física para os anos iniciais no Brasil.

No cenário mais recente, considerando o mesmo objeto de investigação, encontram-se pesquisas como as de Barai et al. (2016), Pereira et al. (2016), Paiva e Guidotti (2017), Fortunato, Souza e Lanfranco (2020). Nesse sentido, o foco do estudo de Barai *et al.* (2016) esteve no ensino de Astronomia para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, utilizando como motivador a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Foram realizadas ações em parceria entre escola e universidade, buscando abordar a formação dos professores dos anos iniciais, e, palestras direcionadas aos estudantes dessa fase de ensino.

---

<sup>2</sup> Vídeos disponíveis em: [http://paje.fe.usp.br/estrutura/index\\_lapef.htm](http://paje.fe.usp.br/estrutura/index_lapef.htm)

Nessa perspectiva, os autores consideram que a experiência realizada contribuiu para a formação tanto dos profissionais da escola, quanto dos profissionais da universidade, além de promover um estudo acerca dos conceitos de Astronomia com os estudantes dos Anos Iniciais, o que poderá reverberar na elevação do nível de ensino brasileiro, em todas as suas fases.

Já para Pereira *et al.* (2016), o estudo se direcionou à inserção de atividades experimentais relacionadas à Física/Ciências nas práticas de professores dos anos iniciais do ensino fundamental, participantes de um programa formativo composto por módulos de Física, bem como em avaliar os resultados obtidos por esse programa de formação docente. Ao iniciar o estudo, os pesquisadores observaram a prevalência do ensino de Matemática e de Língua Portuguesa nos Anos Iniciais, e a pouca presença de atividades relacionadas ao Ensino de Ciências.

Após o desenvolvimento da pesquisa, como resultados a partir da avaliação realizada pelos professores participantes, notou-se que as práticas na sala de aula foram modificadas, observando-se a presença de modo mais enfático de práticas e atividades experimentais relacionadas à Física/Ciências. Como consequência desse programa de formação docente com módulos de Física, observou-se também o maior interesse dos estudantes dos anos iniciais acerca dos assuntos relacionados à Física.

Nessa mesma perspectiva, Paiva e Guidotti (2017) investigaram uma proposta de inserção do ensino de Física nos Anos Iniciais, a partir de uma ação de formação continuada com base no planejamento colaborativo de professoras do Ensino Fundamental, participantes da pesquisa. As professoras elaboraram coletivamente uma sequência didática, sendo possível desenvolver propostas contextualizadas e interdisciplinares para o ensino de Ciências/Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

As análises realizadas por Paiva e Guidotti (2017) estiveram mais focadas nos aspectos da formação docente propriamente dita, e na importância do planejamento coletivo de uma sequência didática, do que no ensino de Física e nos conceitos possíveis de serem abordados nos anos iniciais.

Já Fortunato, Souza e Lanfranco (2020) realizaram um levantamento das pesquisas de mestrado e doutorado que abordam a relação entre o ensino de Física e os anos iniciais do ensino fundamental, utilizando como base o Catálogo de teses e dissertações da CAPES, no período de 2014 a 2018. Como resultado, os pesquisadores encontraram 1 tese e 12 dissertações.

De acordo com Fortunato, Souza e Lanfranco (2020) esse resultado evidencia a ausência de trabalhos específicos sobre a formação inicial de professores de Física e o ensino dessa ciência para os anos iniciais do ensino fundamental, o que pode estar relacionado à não obrigatoriedade destes conteúdos no currículo escolar oficial dessa fase de ensino. Os autores mencionam ainda a importância de que se desenvolvam mais investigações relacionadas a esse tema, destacando a importância do estudo dos conceitos da Física desde o começo da escolarização, tendo em vista que essa ciência investiga os fenômenos da vida e pode facilmente ser observada pelos estudantes em seu cotidiano.

De modo geral, é possível observar a preocupação destas pesquisas mencionadas em promover a formação dos professores para atuar com ensino de Física nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, indicando possibilidades de fortalecer a base do ensino de Física desde a iniciação ao estudo escolar, como forma de potencializar o ensino e aprendizagem da Física nos níveis seguintes (Ensino Médio e Superior).

Outros desafios associados ao ensino de Física dizem respeito à experimentação, que também praticamente inexistente nos anos iniciais, assim como a falta de materiais de apoio apropriados para os professores com formação em pedagogia que atuam nas escolas, e que muitas vezes não tem a formação necessária para ir mais a fundo nos conteúdos de ciências e dar uma maior ênfase em Física.

Nessa perspectiva, as múltiplas Propostas Curriculares do Estado de Santa Catarina (considerando a proposta da rede estadual e das redes municipais), dão ênfase à formação humana integral como princípio estruturante do processo educativo, definida no documento de 2014 como “[...] uma estratégia histórica que visa desenvolver percursos formativos mais integrados, complexos e completos, que considerem a educabilidade humana em sua múltipla dimensionalidade” (SANTA CATARINA, 2014, p. 26).

De igual forma, no Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (CBTC) (2019), elaborado com base nos princípios propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), é destacada “[...] a necessidade de propor-se um currículo integrado, que promova o diálogo entre as áreas do conhecimento, em um processo continuado e de ampliação constante de conhecimentos, considerando as múltiplas dimensões do desenvolvimento humano”. (SANTA CATARINA, 2019, p. 19).

Nesse sentido, entende-se que, em relação à educação integral do estudante, as Propostas Curriculares do Estado de Santa Catarina preveem algumas mudanças no currículo do Ensino Fundamental e Médio, o que, conseqüentemente, implica na adequação dos conteúdos trabalhados desde os anos iniciais do ensino Fundamental. Este é um dos pontos que norteia algumas das proposições desta pesquisa, ou seja, a necessidade de adequação dos conteúdos de ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental, de modo a promover maior efetividade na aprendizagem de conteúdos de Física no Ensino Médio.

Assim, acredita-se que a exposição dos estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental a alguns conceitos básicos de Física, a partir de experimentação e contato com metodologia científica, pode exercer papel fundamental para um melhor aproveitamento e compreensão de conceitos físicos por esses mesmos estudantes quando chegarem no Ensino Médio. Além disso, as crianças apresentam uma curiosidade genuína, que está em completa consonância com o conhecimento científico, que é motivado pela busca de explicações a partir de um questionamento inicial. Se essas questões forem melhor trabalhadas nos anos iniciais, a qualidade de pensamento pode ser melhorada para o futuro.

Nessa perspectiva, a BNCC destaca que

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2018, p. 321).

No que se refere aos conteúdos de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental o Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (2019) baseado na BNCC (2018), estabelece que

“[...] os tópicos disciplinares precisam estar em sintonia com problemas concretos, próximos à realidade dos estudantes em nosso estado [...] tais tópicos devem ser relevantes para o desenvolvimento da vida pessoal e comunitária de cada estudante. Para tal, o conhecimento a ser discutido e trabalhado necessita partir da realidade concreta vivida por cada indivíduo, para que esta tenha condições de sentir-se um sujeito agente, transformador do seu meio e capaz, então, de pensamento crítico sobre o mundo no qual irá atuar como profissional e como cidadão (SANTA CATARINA, 2019, p. 372).

Nessa perspectiva, é proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), e apresentado também no Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (2019) como uma das competências específicas para serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental:

3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza. (SANTA CATARINA, 2019, p. 370).

Para executar estes procedimentos na escola é necessário que os experimentos propostos sejam de baixo custo, a fim de facilitar sua concepção e construção, além de possibilitar a manipulação dos instrumentos e observação direta dos fenômenos, motivando assim os estudantes e facilitando os processos de ensino e aprendizagem. Ademais, os materiais didáticos ou textos de apoio devem ser bem estruturados e de fácil compreensão, para que possam ser utilizados sem ressalvas ou insegurança por parte dos professores.

Dessa forma, com as alterações realizadas na Proposta Curricular e um projeto de ação voltado ao ensino da Física direcionado aos estudantes do ensino fundamental, seria possível resolver diversos desafios em relação à aprendizagem que os professores vêm encontrando de modo recorrente no Ensino Médio (JÚNIOR *et al*, 2017; BARROSO, RUBINI E SILVA, 2018; SETLIK E HIGA, 2019).

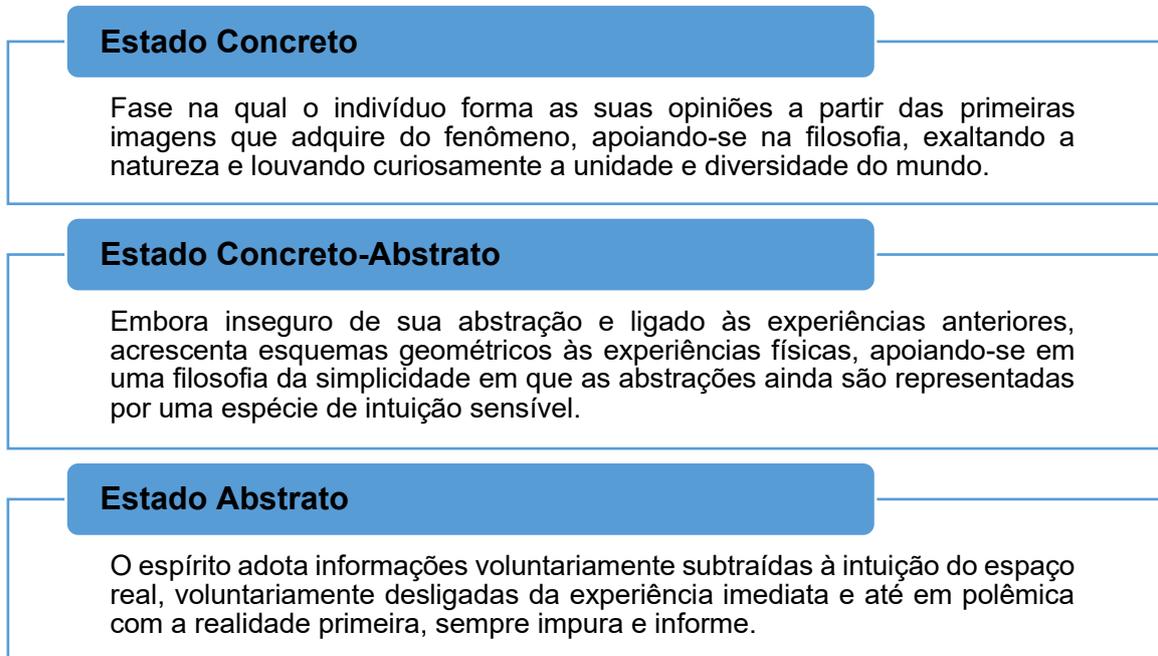
Contudo, além das questões levantadas até o momento, ainda resta uma de fundamental importância e que remete aos conteúdos específicos de Física e seu potencial de transposição didática (NEVES E BARROS, 2011), abordagem e discussão para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Evidentemente os diferentes conteúdos apresentam diferentes níveis de complexidade conceitual ou matemática, além de exigirem maior ou menor capacidade de abstração por parte dos alunos, aspecto este diretamente associado à sua fase de desenvolvimento cognitivo (PIAGET, 1996).

Alguns indicativos referentes a isso podem ser obtidos a partir de uma análise superficial acerca do desenvolvimento da Física durante a evolução da humanidade. Nesse sentido, observa-se que os primeiros avanços ocorreram a partir do estudo de

fenômenos originados exclusivamente da percepção sensorial. A mecânica e a termodinâmica, por exemplo, foram duas das áreas da Física que no início se desenvolveram a partir dessas motivações, intrinsecamente ligadas à experiência concreta (sensorial) de vida e observacional.

Com o avanço do aporte conceitual e aumento na complexidade experimental, fenômenos mais abstratos passaram a ser estudados e explicados do ponto de vista científico, como o eletromagnetismo, e mais à frente, generalizações de teorias clássicas como a Mecânica Quântica e a Relatividade Restrita e Geral. Essa evolução do desenvolvimento científico é bem definida do ponto de vista de Bachelard (1996, p. 8) que indica três estágios específicos, como mostra a Figura 1, a seguir:

Figura 1 - Três estados do desenvolvimento científico segundo Bachelard (1996)



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023) com base em Bachelard (1996).

Considerando essas concepções relacionadas ao desenvolvimento científico de forma mais ampla e traçando um paralelo com este, o processo de aprendizagem também apresenta estados bem definidos que devem ser considerados e que remetem ao conteúdo de Física a ser ensinado, além da fase de desenvolvimento cognitivo do estudante. Nesse sentido, de acordo com Piaget (1996) a questão sensorial é extremamente importante em determinadas faixas etárias, onde o poder de abstração ainda não está muito bem desenvolvido (MOREIRA, 1999). Nesse contexto, é mais fácil para os estudantes compreenderem determinados fenômenos

se estiverem ligados a experiências diretamente sensoriais, ao invés de simplesmente imaginá-los.

Considerando os aspectos supracitados, verifica-se que a Termologia é um conteúdo de Física que tem muito a ver com a questão sensorial, sendo esse exatamente um dos motivos que o tornam um excelente candidato para se trabalhar nos anos iniciais. No dia a dia, frequentemente os termos “quente, morno, frio, gelado”, entre outros, são utilizados para relacionar diferentes sensações térmicas. Muitas vezes estes termos são utilizados com compreensões que se baseiam no senso comum, o que indica a presença das chamadas “concepções prévias”, que, muitas vezes, se constituem em obstáculos à aprendizagem dos conceitos físicos (MILANI e ARTHURY, 2019).

Nesse âmbito emergiu o interesse por aprofundar os estudos em relação ao ensino de Física nos anos iniciais, foco desta pesquisa, buscando responder a seguinte questão: “Como abordar conceitos de Termologia nos anos iniciais do ensino fundamental, de forma acessível aos estudantes e aos professores desse nível de ensino?”. Sendo assim, esta investigação dedicou-se a desenvolver um produto educacional, organizado em uma sequência didática contendo experimentos com tópicos de termologia voltados aos anos iniciais que sejam simples e de baixo custo, complementado por textos de apoio direcionados a profissionais que atuam nesse contexto e que eventualmente não tenham uma formação científica suficiente para tratar de conceitos físicos ou que não tenham acesso a materiais adequados.

Além disso, almeja-se levar alguns desses conceitos de Física aos estudantes do Ensino Fundamental defendendo o lugar da Física nas aulas de ciências, através de atividades práticas, experimentos simples e com aplicações tecnológicas baseadas nas Tecnologias da Informação e Comunicação.

Para apresentar o desenvolvimento desta pesquisa, a introdução foi organizada de modo a abordar em linhas gerais a temática e a proposta da presente investigação. No segundo capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos, enquanto que no terceiro capítulo é apresentado a revisão de literatura que se constituiu como alicerce para a concepção e elaboração do produto educacional, cujos aspectos teóricos básicos em relação aos conceitos de Termologia são apresentados no capítulo 4. No capítulo 5 é possível encontrar a caracterização do Produto Educacional proposto, no formato de Sequência Didática, sendo a descrição de sua aplicação apresentada no capítulo 6. No capítulo 7 são apresentados

os resultados e discussões a partir da análise dos trabalhos elaborados pelos estudantes da turma de 5º ano do Ensino Fundamental em que o produto educacional foi aplicado. Concluindo, no capítulo 8 apresentam-se as considerações finais e perspectivas de estudos futuros com base nas reflexões suscitadas a partir da pesquisa realizada.

### 3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados todos os pressupostos teóricos e metodológicos que embasam o desenvolvimento desta pesquisa, desde sua natureza e organização. O resultado desse estudo compõe a caracterização e organização da pesquisa.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à natureza, esta pesquisa se caracteriza como aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. (SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p.35). Essa característica se evidencia e se concretiza por meio da elaboração de um produto educacional como resultado da investigação realizada, que poderá ser utilizado/aplicado por professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Em relação à abordagem do problema, a pesquisa se caracteriza como sendo qualitativa, pois seu objetivo reside na tentativa de investigar, descrever e compreender dificuldades associadas ao ensino de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental, por meio de um levantamento bibliográfico inicial e de fenômenos didáticos observados em sala de aula e viabilizado pela proposta de um produto educacional. Conforme destacam Silveira e Córdova (2009): “A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. (SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p.32). Além disso, segundo Gerhard e Silveira, “a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização”. (GERHARD e SILVEIRA, 2009, p. 31).

O levantamento bibliográfico inicial se dá de modo exploratório e descritivo, no intuito de compreender as referências e pesquisas atuais acerca do tema, descrevendo as percepções e conclusões comuns, possibilitando um exercício de fundamentação teórica do produto a ser desenvolvido, criando as bases que sustentam a investigação realizada. Nesse sentido, Silveira e Córdova (2009, p.35) afirmam que a pesquisa exploratória “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir

hipóteses”. Segundo Fonseca (2002 *apud* SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p.37), a pesquisa bibliográfica:

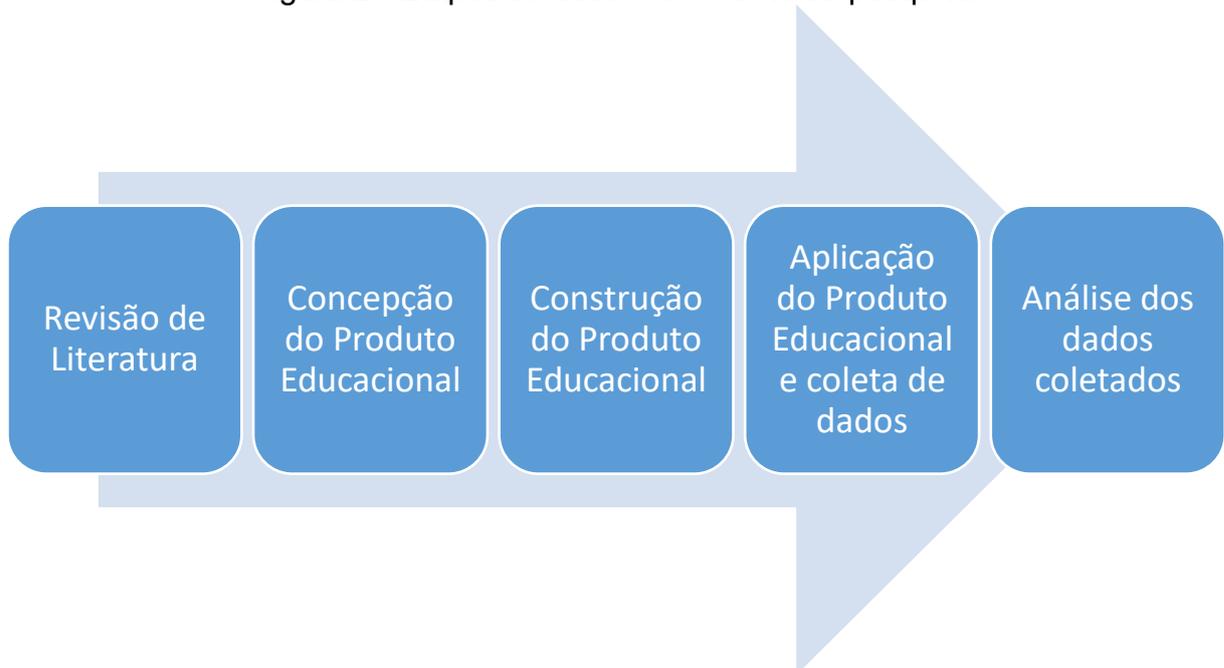
[...] é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. [...] (FONSECA, 2002 *apud* SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p.37).

Tal levantamento bibliográfico é realizado utilizando o Portal de Periódicos da Capes, com recorte temporal para o período dos últimos 5 anos relacionado ao ensino de Física nos anos iniciais do ensino fundamental, aprendizagem significativa, abordagem de conceitos e experimentação, elaborando um panorama geral do acerca do tema.

### 3.2 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa pode ser organizado e dividido em diferentes etapas: revisão da literatura, concepção, construção e aplicação do produto educacional, além da análise e discussão dos dados coletados, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Etapas do desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na primeira fase da revisão da literatura, foi explorado o Ensino de Física na Educação Básica, sua história e evolução, apontando os fatores que têm contribuído para a dificuldade no aprendizado. Em seguida, o enfoque foi sobre a aprendizagem significativa e sua importância, culminando então em um levantamento sobre diferentes instrumentos de avaliação da aprendizagem, identificando o que pode ser modificado e o que deve ser considerado no contexto desse trabalho. Também foi verificado como em geral se dá a abordagem de conceitos de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental, onde procurou-se identificar qual seria a melhor forma de se trabalhar esses conceitos em cada etapa prevista. Por fim, foi abordada a questão da Experimentação no Ensino de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental, que praticamente inexistente atualmente, contextualizando e justificando sua importância como instrumento didático.

A segunda etapa trata da concepção do produto didático e das escolhas dos conceitos, atividades e estratégias utilizados em cada uma das fases do produto, além da escolha da arquitetura e formatação adequada para sua apresentação, almejando-se a interconexão de fenômenos e conceitos, viabilizando assim otimizar os processos de aprendizagem.

A construção do produto educacional constitui a terceira etapa do desenvolvimento da pesquisa, onde foram elaborados roteiros de atividades, experimentos, questionários e problematizações adequadas para a aplicação em uma determinada fase dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O estudo desenvolvido sugere um modelo de atividades com aplicação em turmas de 5º ano durante as aulas de ciências. É importante ressaltar que o objetivo é proporcionar ao professor novas ferramentas de ensino que possam lhe auxiliar na efetivação de uma aprendizagem significativa.

A quarta etapa, de aplicação do produto educacional, foi realizada pela autora deste trabalho com o auxílio da professora regente da turma. Compreende-se que, futuramente poderá ser utilizado por outros professores que queiram diversificar suas aulas e proporcionar aos estudantes novos caminhos para o aprendizado significativo de determinados conceitos de Física.

Na etapa final foram discutidos e analisados os resultados a partir dos dados coletados durante a aplicação do produto educacional. Nesta fase foram identificados e apontados os possíveis problemas do produto que podem impedir ou prejudicar a

sua aplicação em sala de aula, bem como possíveis contribuições e sugestões de novas aplicações.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são apresentados toda a revisão de literatura que embasa o desenvolvimento desta pesquisa, baseadas em um levantamento bibliográfico inicial acerca do ensino de Física na educação básica, os instrumentos de coleta de dados e de avaliação da aprendizagem, a abordagem de conceitos de Física nos Anos iniciais do Ensino Fundamental, além da utilização de experimentação como uma das estratégias didáticas.

O resultado do estudo bibliográfico compõe a fundamentação teórica da pesquisa que possibilitou a elaboração do produto didático, alicerçado nos pilares da aprendizagem significativa e que busca o aperfeiçoamento das estratégias didáticas para o ensino de Física na educação básica, contemplando a experimentação, interação social, elementos artísticos e mapas conceituais na abordagem de conceitos de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

### 4.1 O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ao longo dos últimos 300 anos a ciência desenvolveu uma variedade de instrumentos teóricos e experimentais que auxiliam os cientistas a explicar diferentes fenômenos físicos. Esses instrumentos têm origem no acúmulo de resultados positivos de pesquisas que permitem sua utilização em um futuro imediato.

O conhecimento físico oriundo desses instrumentos é o conjunto de enfoques particulares bem-sucedidos no passado aplicados à tarefa de entender a natureza. Desse processo resulta o que é chamado de mundo físico, uma forma de conceber o mundo construída ao longo de vários séculos de pesquisas, que é fruto de um processo cumulativo de saberes localizados no espaço e no tempo, mas também de processos de rupturas (KUHN, 1997), quando são feitas grandes revisões de seus pressupostos.

O mundo físico está intimamente relacionado ao mundo cotidiano, uma vez que a natureza faz parte de ambos, sendo os fenômenos naturais presentes no dia a dia, como o arco-íris, a chuva, os raios durante as tempestades, as fases da Lua, entre outros, objetos de estudo da Física. Além desses aspectos genuinamente naturais, outros podem ser acrescentados, como a energia elétrica, que permite a iluminação de casas e ruas e o funcionamento de equipamentos eletrônicos. Além disso, no cotidiano há a forte presença de equipamentos criados pelas tecnologias atuais, cujos

princípios de funcionamento se relacionam, direta ou indiretamente, com conhecimentos físicos.

Embora introduzidos no cotidiano basicamente a partir do final do século XIX como fruto de avanços científicos e tecnológicos, tais equipamentos não deixam de ser objetos de conhecimento da Física, pois podem e devem ser explicados pelas mesmas leis e princípios que se aplicam aos fenômenos genuinamente naturais. De acordo com o Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (2019), baseado na proposição feita na BNCC (2018), no território catarinense os tópicos disciplinares relacionados aos conteúdos de Ciências da Natureza que serão abordados no Ensino Fundamental:

[...] precisam estar em sintonia com problemas concretos, próximos à realidade dos estudantes em nosso estado (por exemplo, ligados ao nosso perfil econômico particular, mas nunca perdendo o panorama nacional). Em outras palavras, tais tópicos devem ser relevantes para o desenvolvimento da vida pessoal e comunitária de cada estudante. Para tal, o conhecimento a ser discutido e trabalhado necessita partir da realidade concreta vivida por cada indivíduo, para que esta tenha condições de sentir-se um sujeito agente, transformador do seu meio e capaz, então, de pensamento crítico sobre o mundo no qual irá atuar como profissional e como cidadão. (SANTA CATARINA, 2019, p. 372).

Considerando o exposto, uma das tarefas do ensino de Física seria modelizar fenômenos e situações presentes no cotidiano, visando gerar conhecimento e intimidade com o mundo e seus eventos. Dessa forma, a construção de modelos físicos sobre diversas facetas da realidade, materializada em uma série de fenômenos, envolveria uma parte substancial das atividades do ensino de Física.

Diferentes princípios físicos podem explicar uma vasta quantidade de fenômenos que ocorrem no cotidiano, ajudando a conhecer e compreender mais sobre a natureza e o mundo tecnológico que vive em constante mudança. Dessa forma, o estudo da Física faz-se muito importante, pois coloca os estudantes frente a situações concretas e reais, além de auxiliar na obtenção de respostas e compreensão da natureza, e nutrindo assim o interesse pela ciência.

Nesse sentido, o Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (2019), destaca que,

[...] desde os primeiros anos de aprendizado em sala de aula, a ciência deve ser entendida como mais uma das diferentes facetas do espírito crítico humano. Seu conteúdo dentro do BNCC, portanto, deve auxiliar o estudante a compreender a realidade a sua volta, dando-lhe os instrumentos necessários para poder alterar de forma positiva o mundo em que habita. Por

isso mesmo, a conexão transparente do conhecimento científico com as outras áreas é fundamental para que o estudante entenda que a ciência tem o grande poder de transformar o modo de vivermos. Assim sendo, sua apropriada utilização necessita de consciência e capacidade de análise e de decisão. (SANTA CATARINA, 2019, p. 373).

De acordo com Moraes (2009, p. 5), apesar de sua importância, a disciplina de Física ainda é considerada por parte dos estudantes como uma disciplina de conteúdos difíceis de se entender sem o uso de atividades experimentais. De acordo com a pesquisa realizada por ele, os estudantes mencionam que se os professores utilizassem mais experimentos e desafios que os incentivassem a levar para as aulas questionamentos do seu dia a dia, as aulas seriam mais dinâmicas e interessantes, proporcionando assim uma aprendizagem significativa.

Em contrapartida, Moreira (2018) tem uma visão de que o ensino está cada vez mais longe de ser o que os estudantes necessitam e justifica sua visão afirmando que,

A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 horas-aula ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas de maneira mecânica, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física de forma significativa. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor, baseada no modelo de narrativa criticado por Finkel, na educação bancária de Freire, no comportamentalismo de Skinner. O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física. (MOREIRA, 2018, p. 1).

Sobretudo a cada dia que passa se faz mais necessário que as pessoas tenham um domínio mínimo da escrita, interpretação e cálculos básicos. Em vista disso, a educação científica no nível básico, abordada no Ensino Fundamental e Médio, deve desenvolver a capacidade de aplicar conhecimentos e ferramentas de análise para a interpretação de fenômenos simples, solução de problemas práticos no cotidiano, bem como de correlacionar conhecimentos e métodos próprios da Física e de outros campos do conhecimento, para análise e interpretação de fenômenos mais complexos.

Nesse sentido, o ensino de Física no Brasil precisa urgente de uma reforma, sendo que a maneira com que é adotado se mostra ineficaz de diversas formas. Os estudantes cada vez mais sentem-se desmotivados a aprender Física. Cabe a nova

geração de professores fazer diferente, ensinar diferente, utilizar estratégias diferenciadas e propor práticas que possibilitem a participação ativa dos estudantes.

Essa questão já é percebida na proposta da Base Nacional Comum Curricular, a BNCC (BRASIL, 2018, p. 322), que destaca a necessidade de:

[...] organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções.

Logo, não é necessário fazer uma análise em profundidade para encontrar as grandes dificuldades no ensino de Ciências no Brasil e verificar a distância profunda entre as propostas inovadoras, fruto de investigações na área de ensino de Ciências, e as ações desenvolvidas em sala de aula dos cursos de nível fundamental e médio. Com isto, vem diminuindo o número de pessoas que procuram uma formação nesta área. Para tentar mudar esse quadro, faz-se necessário encontrar formas de motivar nos estudantes o interesse pela Ciência desde o ensino fundamental.

Cabe destacar, conforme consta no Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (2019), que a finalidade do estudo das Ciências da Natureza no Ensino Fundamental - Anos Iniciais e Finais constitui-se em:

[...] gerar oportunidades, possibilidades para que os estudantes possam adquirir um corolário de ideias, de conceitos, de procedimentos além de atitudes que atuem como instrumentos para a interpretação do mundo científico e tecnológico, capacitando-os na educação científica. O estudante pode, assim, intervir na produção do conhecimento, razão pela qual se apropria como sujeito social de um processo coletivo de questionamento. Isso posto, deve-se dar ênfase à construção dos conhecimentos sobre a natureza, na relação homem x natureza, homem-homem e sobre os espaços físicos, social, econômico e político, buscando diálogo cultural. (SANTA CATARINA, 2019, p. 374).

Para que o ensino de Física cumpra a tarefa de auxiliar os sujeitos de hoje, também é fundamental perceber que a Física escolar difere muito da Física profissional, aquela dos laboratórios e centros de pesquisa. Isso fica claro quando consideramos que aquilo que motiva o cientista nem sempre é o mesmo que motiva os estudantes: Cientistas são levados a melhorar o conhecimento disponível na comunidade a que pertencem.

Nesse sentido, o aumento de precisão no conhecimento sobre o tempo de vida médio de uma partícula elementar, a velocidade da luz ou os graus de liberdade em um composto qualquer são atividades totalmente justificadas no interior da Física.

Os estudantes, por sua vez, nem sempre se interessam por tais questões, mas se intrigam quando é mencionado que duas pessoas nunca veem o mesmo arco-íris ou que um aparelho de telefonia celular emite ondas eletromagnéticas, mesmo quando não está sendo utilizado.

Outros fatores que podem contribuir para a dificuldade no aprendizado e a formação da má imagem da Física, é a difícil linguagem matemática que ela utiliza, assim como distanciamento entre o que é lecionado dentro de sala de aula e o mundo exterior a ela, o distanciamento entre professor e estudante e a falta de interdisciplinaridade (da SILVA & BOZELLI, 2019; LOUZADA, ELIA e SAMPAIO, 2015). Por esses e outros motivos os estudantes se sentem desestimulados com o ensino de Física e apresentam conseqüentemente dificuldades no seu aprendizado.

O ensino de Física deve ser feito de forma a mostrar aos estudantes que essa ciência está presente em nosso dia a dia e deve ser pensado como parte de um saber científico a ser compartilhado dentro de um contexto definido pelos interesses dos estudantes, pelos interesses da sociedade ou comunidade onde vivem e pelas condições da escola. Por isso, os objetivos do ensino de Física na Educação Básica não se superpõem integralmente àqueles presentes no contexto científico de sua produção.

Com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997, p. 8), o ensino de ciências deve auxiliar no desenvolvimento de habilidades para a formação de pessoas capazes de empenhar um pensamento investigativo, crítico, questionador e reflexivo. As situações de aprendizagem escolar devem garantir a formação de pessoas aptas a compreender, posicionar-se e até mesmo apresentar soluções e ações de combate a problemas estudados. Conhecer os avanços das pesquisas e o uso dos produtos resultantes para a melhoria da qualidade de vida também pode provocar nos estudantes um maior interesse pelo estudo de Ciências, contribuindo para o autoconhecimento e a formação da identidade dos mesmos.

Nessa perspectiva, a BNCC (BRASIL, 2018) destaca que, anteriormente ao ingresso no Ensino Fundamental, os estudantes,

[...] possuem vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o mundo natural e tecnológico que devem ser valorizados e mobilizados. Esse deve ser o ponto de partida de atividades que assegurem a eles construir conhecimentos sistematizados de Ciências, oferecendo-lhes elementos para que compreendam desde fenômenos de seu ambiente imediato até temáticas mais amplas. (BRASIL, 2018, p. 331).

Apoiados por essas proposições constantes nos documentos legais, além das dificuldades dos professores de Física no Ensino Médio, como mencionado no início deste tópico, compreende-se a necessidade de introduzir o ensino de conceitos físicos já nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse sentido, a partir da Base Nacional Comum Curricular, buscou-se identificar os principais conceitos físicos sugeridos para serem abordados nesse nível de ensino, conforme apresentado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Principais conceitos físicos sugeridos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental na BNCC

Ano	Unidade Temática	Objetos do Conhecimento	Conceitos Físicos Presentes
1	Matéria e Energia	Características dos materiais.	Introdução às características de diferentes materiais presentes em objetos do cotidiano.
	Terra e Universo	Escalas de Tempo.	Períodos diários, meses, anos; sucessão de dias e noites.
2	Matéria e Energia	Propriedades e usos dos materiais; Prevenção de acidentes domésticos.	Classificação de materiais com relação à passagem de luz.
	Terra e Universo	Movimento aparente do Sol no céu; O Sol como fonte de luz e calor.	Posições do sol; projeção da sombra; radiação solar (aquecimento e reflexão).
3	Matéria e Energia	Produção de som; Efeitos da luz nos materiais; Saúde auditiva e visual.	Vibração e produção de sons; Passagem da luz por diferentes objetos (opacos, transparentes, superfícies polidas - espelhos); som e luz.
	Terra e Universo	Características da Terra; Observação do céu.	Representações do planeta; dia/noite; sol, estrelas, lua.
4	Matéria e Energia	Transformações reversíveis e não reversíveis.	Transformações; Mudança de estados físicos da água.
	Terra e Universo	Pontos cardeais; Calendários, fenômenos cíclicos e cultura.	Pontos cardeais; Gnômon; movimentos cíclicos da Terra.
5	Matéria e Energia	Propriedades físicas dos materiais; Ciclo hidrológico.	Propriedades físicas dos materiais - densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras; estados físicos da água.
	Terra e Universo	Constelações e mapas celestes; Movimento de rotação da Terra; Periodicidade das fases da Lua; Instrumentos ópticos.	Constelações; Movimento aparente do Sol; Rotação da Terra; Fases da Lua; Dispositivos para observação (luneta, periscópio, lupa, microscópio, ...) e registros de imagens (máquinas fotográficas).

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023) com base na BNCC (BRASIL, 2018, p. 331-341)

Nesse contexto, é possível observar que os conceitos propostos neste estudo tratam principalmente das Unidades Temáticas<sup>3</sup> “Matéria e Energia” e “Terra e Universo”. Como objetos de conhecimento, relacionados a estas Unidades Temáticas, foram identificadas as medidas de tempo, propriedades dos materiais, o som, a luz, instrumentos ópticos, transformações, dentre outros.

Com base nos conceitos apresentados no Quadro 1, observou-se que os conteúdos de Termologia são abordados no 2º e 5º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. O que também acontece no 2º Ano do Ensino Médio, quando o foco dos estudos se direciona aos fenômenos relacionados à área de Termologia e Termodinâmica. De acordo com o estudo realizado por Louzada, Elia e Sampaio (2015), nessa fase do 2º do Ensino Médio, identifica-se a presença de concepções prévias em relação a estes conceitos de Termologia e Termodinâmica, que muitas vezes dificultam o aprendizado dos conceitos científicos, e que são elaborados no decorrer da vida escolar e cotidiana.

Delimitando o olhar para a abordagem dos conceitos de Termologia no Ensino Fundamental, observou-se a partir da BNCC as habilidades propostas para serem desenvolvidas no 2º e no 5º ano, conforme apresentado no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades propostos na BNCC para os anos iniciais do ensino fundamental relacionados aos estudos de termologia:

Ano	Unidade Temática/ Objetos do Conhecimento	Habilidades
2º	Terra e Universo/ O Sol como fonte de luz e calor;	(EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).
5º	Matéria e Energia/ Propriedades físicas dos materiais	(EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023) com base na BNCC (BRASIL, 2018, p. 331-341)

A partir desse recorte e levando em consideração a importância de construir as bases conceituais desde os anos iniciais, optou-se por elaborar um produto

<sup>3</sup> Para estudo detalhado das Unidades Temáticas, consultar a BNCC (BRASIL, 2018), disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)

educacional que pudesse ser utilizado com o 5º ano do Ensino Fundamental para trabalhar conceitos relacionados à área de Termologia, considerando que os estudantes do 5º ano, com média de idade de aproximadamente 10 a 11 anos, possuem maior desenvolvimento cognitivo para realizar abstrações e compreender conceitos para além do uso de materiais concretos, do que os estudantes do 2º ano do ensino fundamental (7 a 8 anos), conforme apontado por Jean Piaget em relação às fases de desenvolvimento infantil (que serão apresentadas brevemente em capítulos posteriores).

## 4.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa pode ser entendida, de maneira simplificada, como quando o estudante consegue atribuir algum significado àquilo que aprendeu. Dessa maneira, esse significado passa a fazer sentido na vida desse aprendiz. Com isso, esse significado deixa de ser uma ideia abstrata e se transforma em um conceito concreto com o qual esse estudante consegue trabalhar.

Assim, já defende Tavares (2004) quando afirma que:

Quando se dá a aprendizagem significativa, o aprendiz transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, à medida que esse conteúdo se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva, e cada pessoa tem um modo específico de fazer essa inserção, o que torna essa atitude um processo idiossincrático. (TAVARES, 2004, p. 56).

Desse modo, aquele conteúdo que o estudante teve contato não é mais apenas uma mera aprendizagem, mas sim uma aprendizagem significativa, pois, não é mais um conteúdo que ele deveria ter aprendido a fim de ser aprovado em uma avaliação, todavia, agora é um conteúdo que além de aprová-lo em uma avaliação, será utilizado em algum momento em sua vida.

Desde meados dos anos 1960, o psicólogo da educação estadunidense, David Ausubel, já era um estudioso da teoria da aprendizagem significativa. De acordo com Frazzon (1999), Ausubel acreditava que a aprendizagem significativa é “estabelecer a interação das novas aprendizagens com os conhecimentos prévios do aluno”. (FRAZZON, 1999, p. 9). Assim, Ausubel defende que a ideia seria “avançar a partir da base existente”. (FRAZZON, 1999, p. 9).

A autora também declara que Ausubel, ao explicar como funciona a aprendizagem significativa, defendia que

[...] para que a aprendizagem seja significativa, o conteúdo deve apresentar uma estrutura lógica inerente; a forma de sua apropriação deve ser significativa para o aluno e este deve apresentar condições intelectuais e motivacionais para que as novas informações sejam incorporadas à estrutura cognitiva existente, dando significado à nova aprendizagem. (FRAZZON, 1999, p. 11).

Continuando a reflexão nessa mesma linha de raciocínio sobre a definição de um conceito da aprendizagem significativa, o professor e pesquisador referência na área da Física, Marco Antonio Moreira (2003) destaca que,

A aprendizagem significativa se caracteriza basicamente pela interação entre novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para isso, em sala de aula, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender e os materiais educativos devem ser potencialmente significativos. Contudo, tais condições são necessárias, mas não suficientes. É preciso levar em conta que a aprendizagem não pode ser pensada isoladamente de outros lugares comuns do fenômeno educativo como o currículo, o ensino e o meio social. Mas não só esses. (MOREIRA, 2003, p.14).

A partir do exposto, é possível compreender que a aprendizagem significativa se constrói adicionando conhecimentos novos ao que o aluno já conhece para que, depois, ele consiga aplicar esse conhecimento construído, não apenas na sala de aula, como também em sua vida pessoal e profissional.

O filósofo, químico e poeta francês Gaston Bachelard que focava seus pensamentos em questões relacionadas à filosofia da ciência, também acreditava nessa aprendizagem significativa. Assim, defendem De Souza & Ghidini (2021) na sua obra, ao mostrar as próprias palavras de Bachelard (1996):

Os alunos carregam consigo uma carga de conhecimentos que acumularam durante sua vida extraclasses, “não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana”. (BACHELARD, 1996, p. 23, apud DE SOUZA & GHIDINI, 1996, p. 304).

Então, De Souza & Ghidini (2021), ao estudarem a aprendizagem significativa segundo Bachelard, entendem que “o caminho da aprendizagem só terá significado quando o conteúdo a ser assimilado apresentar capacidade de ligação entre a informação que o aluno já sabe com os novos conhecimentos”. (DE SOUZA & GHIDINI, 2021, p. 304).

Assim, acredita-se que Ausubel, segundo Frazzon (1999) e Moreira (2003), e Bachelard, de acordo com De Souza & Ghidini (2021), concordam em relação à eficácia da aprendizagem significativa para o aprendiz da sala de aula.

Essa aprendizagem significativa também foi objeto de estudo para o psicólogo estadunidense Carl Rogers, que era atuante na terceira força da Psicologia e desenvolvedor da Abordagem Centrada na Pessoa. Rogers também era dedicado à construção de um método científico na psicologia sendo reconhecido com um prêmio da Associação Americana de Psicologia, da qual também foi eleito presidente, em 1958, tendo sido um pioneiro no estudo sistemático da clínica psicológica. Ele também foi indicado ao Prêmio Nobel da Paz em 1987.

Para Souza, Lopes e Silva (2013), o “[...] conceito de aprendizagem significativa emerge de maneira importante nos trabalhos do psicólogo norte-americano Carl Rogers, sendo a ele creditada a criação de uma corrente na psicologia denominada Humanismo”. (SOUZA, LOPES e SILVA; 2013; p. 409). Souza, Lopes e Silva (2013) também acreditam que, de acordo com seus estudos sobre o Humanismo de Rogers, “o contexto e as experiências do discente são fundamentais na construção dos processos de aprendizagem”. (SOUZA, LOPES e SILVA; 2013; p. 411). Entende-se, portanto, que Rogers também foi um entusiasta da aprendizagem significativa.

A teoria da aprendizagem significativa também interessava o biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget, considerado um dos mais importantes pensadores do século XX, haja visto que Valadares (2011) considera que a aprendizagem significativa corrobora a abordagem interdisciplinar para a investigação epistemológica que Piaget defendia quando ele fundou a Epistemologia Genética, uma teoria do conhecimento com base no estudo da gênese psicológica do pensamento humano. Em função disso, Valadares (2011) afirma que:

[...] uma forma de construtivismo moderado, superador, que, na senda das ideias pioneiras de Joseph Novak, vai ao encontro de alguns consensos que se estão a estabelecer nas Ciências e Tecnologias da Cognição e intimamente ligado à Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual respeita o pressuposto de Piaget de que subjacente a uma teoria de aprendizagem consistente existe sempre uma epistemologia adequada. (VALADARES, 2011, p. 36).

Em virtude das ideias apresentadas sobre a aprendizagem significativa, pode-se perceber que o que está em pauta é o aprendizado do estudante na escola, conforme defendido por estudiosos das Ciências da Educação como David Ausubel, Marco Antonio Moreira e Gaston Bachelard, que acreditam que o estudante não seja uma mera tábula rasa na qual serão impressos todos os conhecimentos que os professores da escola lhe explanam. De acordo com os pesquisadores, o estudante chega à escola com alguns conhecimentos adquiridos, por isso, só consegue

aprender os conhecimentos escolares quando esses, realmente, fizerem sentido em sua vida.

Além disso, tomou-se como referência para a compreensão da teoria da aprendizagem significativa, também as teorias de Carl Rogers e Jean Piaget, que indicam que o conhecimento adquirido em sala de aula pelo estudante só poderá se efetivar se esse estudante entender que esse conhecimento pode ser utilizado em algum momento da sua vida real, e não, apenas, como um mero instrumento para que ele possa ser aprovado na escola para o ano letivo seguinte.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E OS MAPAS CONCEITUAIS

Quando se trata de discussões acerca da temática “avaliação” nos mais diferentes contextos, podem surgir inúmeros questionamentos e dúvidas. No entanto, é preciso reunir esforços para que se possa minimizar as fragilidades que este processo pode trazer.

Sendo assim, é necessário que o professor faça algumas perguntas a si mesmo ao pensar/planejar sua aula como, por exemplo, o que entendo por Avaliação da Aprendizagem? Qual é a minha concepção de Avaliação da Aprendizagem? Qual é a concepção de avaliação que devo contemplar em meu trabalho como professor?

A tendência geralmente é replicar no ambiente de sala de aula o modelo de avaliação que foi aplicado conosco quando fomos alunos (e especialmente na Educação Básica). Ocorre que, assim como o mundo vem mudando a passos largos, os conceitos ora estruturados vêm adquirindo novas abordagens a partir do conhecimento teórico-científico produzido por tantos pesquisadores mundo afora. Não é diferente com a avaliação da aprendizagem.

Embora historicamente o olhar do professor sobre a avaliação estivesse por muito tempo voltado apenas para o resultado final, considerando a avaliação como um momento para medir o que o estudante conseguiu produzir, examinando os resultados por meio da aplicação de uma prova realizada de forma pontual, estudos recentes, como por exemplo, Luckesi (2010), Moretto (2010) e Vasconcellos (2008), indicam uma significativa mudança no foco da avaliação passando-se a considerar o que o estudante já sabe, ou seja, ao elaborar uma avaliação o olhar do professor deve voltar-se no sentido de identificar na resposta do estudante o que ele já sabe e não somente aquilo que não conseguiu aprender por completo, promovendo-se assim uma

avaliação processual e diagnóstica e não apenas classificatória, eliminatória e excludente.

Pesquisadores como Vasconcellos (2008) Luckesi (2010) e Moretto (2010) reforçam que a avaliação precisa ser um momento de aprendizagem. Neste sentido é preciso também rever a forma de *feedback* das avaliações de tal modo que se possa indicar aos estudantes como eles podem estudar e produzir de maneira mais efetiva. Também o objetivo do *feedback* não é apontar apenas o que o estudante deixou de fazer, mas indicar o que ele já fez e como pode aprofundar sua produção a respeito daquela temática.

Em relação à avaliação do processo de ensino e aprendizagem, o Currículo Base da Educação Infantil e do Ensino Fundamental do Território Catarinense (2019), destaca que “[...] esta deve ocorrer de forma contínua, cumulativa, processual, formativa e integral, com o intuito de verificar o aproveitamento do estudante, bem como possibilitar ao professor a autoavaliação da sua prática pedagógica”. (SANTA CATARINA, 2019, p. 375). Além disso, acrescenta que:

A avaliação deve ser contínua, no processo de ensino e de aprendizagem, no sentido de possibilitar ao professor colocar em prática o seu planejamento de forma adequada às características de seus educandos, realimentando-o sempre que necessário. Dessa maneira, é fundamental utilizar diferentes instrumentos de avaliação para respeitar as diferentes aptidões dos educandos. São procedimentos que possibilitam a aprendizagem significativa: problematização; observação; experimentação; comparação; estabelecimento de relações entre fatos e ideias; leitura e escrita de textos; organização de informações por meio de tabelas, desenhos, gráficos, esquemas e textos; confronto entre suposições; obtenção de dados por investigação; proposição de soluções de problemas. (SANTA CATARINA, 2019, p. 375).

Cabe destacar, em relação ao papel docente, atrelado a esta reflexão sobre Avaliação da Aprendizagem, que também é necessário se preocupar com a elaboração de atividades, pois essas devem promover reflexão e, com isso, minimizar a reprodução, fazendo com que o estudante produza e não apenas copie mecanicamente. É necessário pensar em atividades que sejam provocativas e instigantes.

Certo é que, como professor de Física, é necessário avançar sempre nas concepções de como o sujeito aprende e, a partir disso, pensar em novas estratégias de ensino e avançar na concepção de avaliação que ainda permeia a prática de muitos, afinal, antes de fazer diferente, é preciso pensar diferente sobre o que se faz.

Tendo estes pressupostos como referência, para a organização do produto educacional, optou-se pela utilização de mapas conceituais como estratégia de avaliação para conclusão da sequência didática proposta, considerando que os mesmos irão contribuir para sintetizar a percepção dos estudantes acerca dos conteúdos estudados. De acordo com Moreira (2013),

Na avaliação através de mapas conceituais, a idéia principal é a de verificar o que o aluno sabe em termos conceituais, i.e., como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc. (MOREIRA, 2013, p. 20).

Nesse sentido, a avaliação por meio dos mapas conceituais possibilitará ao professor compreender o estabelecimento de relações entre os diferentes conceitos abordados, traçando um diagnóstico de aprendizagem de cada estudante e possibilitando organizar os próximos passos da proposição de estudos, de modo a contemplar o que identificar como necessário para que os estudantes consigam avançar na significação dos conceitos científicos estudados. Conforme afirma Moreira (2013, p. 20), os

[...] mapas conceituais serão úteis, não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno [...], mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma obtém-se, inclusive, informações que podem servir de “feedback” para instrução e currículo.

Sendo assim, a finalização da sequência didática se dará por meio da elaboração de mapas conceituais pelos estudantes, que serão analisados pelo professor e de onde ele identificará os elementos que cada estudante incorporou verdadeiramente ou que necessita aprofundar para que a aprendizagem significativa se efetive.

#### 4.4 ABORDAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Quando se observa uma criança estabelecendo suas primeiras relações com o mundo, fica fácil de entender que viver se baseia em um processo contínuo de superação pessoal. Os primeiros passos, as primeiras palavras e outras façanhas da

infância são como desafios que devem ser superados ao longo do caminho de adaptação em relação ao meio em que estamos inseridos. Tais desafios diversificam-se e tornam-se complexos durante a vida, e as soluções encontradas para superá-los se transformam em um patrimônio pessoal dos mais importantes, que é o entendimento sobre o mundo.

Nesse sentido, os trabalhos de epistemologia genética de Jean Piaget apresentados por Moreira (1999, p. 96), evidenciam como as crianças elaboram explicações causais para os fenômenos físicos da natureza que as cerca, e a partir dessas explicações, constroem seu conhecimento físico.

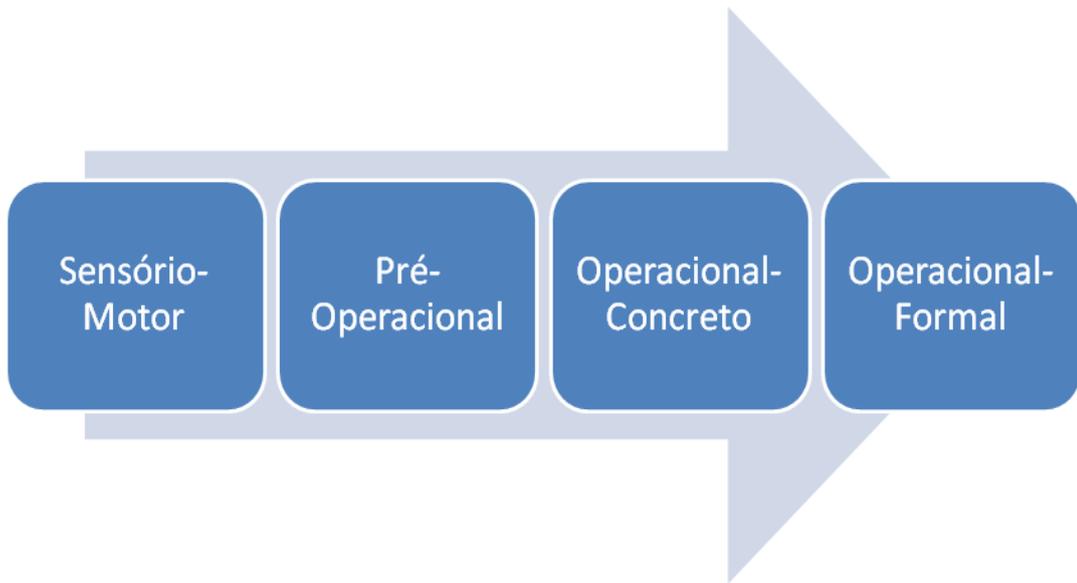
É importante que seja questionado o quanto a escola de hoje tem cumprido o papel de propagadora de uma tradição que auxilia os indivíduos a adquirir uma visão de mundo adequada ao seu desenvolvimento pessoal e social. Nesse sentido é importante que os professores compreendam o processo de aquisição do conhecimento por parte dos estudantes, na medida em que esta compreensão possa contribuir na busca de estratégias que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem.

Os professores devem se perguntar a todo momento em que medida aquilo que pretendem ensinar pode contribuir para que os estudantes compreendam o mundo em que vivem, sendo que uma das preocupações pertinentes ao trabalho, no espaço pedagógico escolar, deve ser o desenvolvimento cognitivo da criança.

Dessa forma, considera-se importante que os profissionais da educação compreendam a necessidade de conhecimento nesta área. A ausência de formação adequada desses profissionais pode implicar em planejamentos e uso de estratégias que não correspondem às necessidades que proporcionem o desenvolvimento da criança, em sentido pleno. Logo, para ensinar e aprender é necessário entender como o estudante pensa, e para o estudante aprender é necessário saber como o professor está pensando (MOREIRA, 1999).

Sendo assim, busca-se referência nos estudos de Jean Piaget, em relação ao desenvolvimento cognitivo que, segundo ele, passa por quatro estágios, conforme apresentado na Figura 3:

Figura 3 - Estágios do desenvolvimento cognitivo de acordo com Jean Piaget



Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Os estágios propostos por Piaget podem ser caracterizados e sintetizados<sup>4</sup>, conforme apresentado no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 - Caracterização dos Estágios de Desenvolvimento cognitivo propostos por Piaget

Estágio	Período	Caracterização
Sensório-Motor	Do nascimento até por volta de 2 anos	É considerado um período em que o mundo é a extensão do corpo da criança, por isso é chamado de sensório motor. Até uns dois anos a criança não compreende que o mundo não é só aquilo que ela vê e considera-se um objeto dentre os demais.
Pré-Operacional	Dos 2 até os 6-7 anos	É a fase onde a criança precisa ver e tocar. A criança precisa experimentar e isso é importante; as crianças não têm o princípio da reversibilidade, mesmo você mostrando como são as coisas, por isso é considerada pré-operacional.
Operacional-Concreto	Dos 7-8 até os 11-12 anos	Trata-se da fase onde a compreensão do mundo é feita pelas ações e essas ações, na maioria das vezes, precisam ser concretas. Porém, com o desenvolvimento, cada vez menos se observa essa necessidade, apenas em determinados momentos.
Operacional-Formal	Por volta dos 12 anos até a vida adulta	É a fase onde é possível raciocinar apenas com possibilidades, onde a teoria tem que ser revista para ser incorporada e sofrer adaptações.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

<sup>4</sup> Aqui não nos cabe apresentar uma descrição detalhada, tendo em vista que o desenvolvimento infantil não é o foco deste estudo, apenas o suporte para compreender as possibilidades e necessidades no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, mais informações podem ser verificadas nas seguintes referências: Moreira (1999), Lins (2005), e, Sá e Santim-Filho (2017).

De acordo com Piaget, na medida em que o ser humano cresce, vai desenvolvendo mais seus conhecimentos, pois durante seu crescimento ele acessa novas experiências e tenta adaptá-las às estruturas cognitivas que já possui. Em outras palavras, a criança desenvolve,

[...] uma integração à estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação (PIAGET, 1996, p. 13).

Com base em Piaget pode-se afirmar que as crianças de doze anos em diante possuem uma estrutura cognitiva que alcança seu grau máximo de desenvolvimento, atingindo a forma final de equilíbrio. Anterior a isso, no entanto, é necessário a utilização de práticas educativas que possibilitem a ação concreta sobre os objetos de estudo (Estágio Operacional-Concreto).

Em vista disso, é importante o ensino de ciências desde os anos iniciais, incluindo conceitos fundamentais de Física com base na experimentação com uso de materiais concretos, considerando a curiosidade como característica intrínseca ao ser humano e que desde cedo a criança manifesta interesse em saber sobre o mundo que a cerca. Sendo assim, os primeiros anos escolares podem propiciar a ela momentos de intenso envolvimento com a descoberta de muitos fenômenos que até então eram desconhecidos. Em contrapartida,

Se não existirem problemas a serem resolvidos, dificuldades a serem superadas, a estrutura cognitiva apenas absorverá a realidade, com os esquemas de assimilação. Ao passo que, diante de dificuldades, eles terão que se reorganizar com conseqüente desenvolvimento. (DAMASIO, 2008, p. 3).

Contudo, se a Física for introduzida durante o ensino fundamental, e principalmente nos anos iniciais (6 a 10 anos), quando o raciocínio está diretamente associado a situações passíveis de serem manipuladas de forma concreta (estágio operacional-concreto, proposto por Piaget), o estudante irá progredir o seu pensamento e obter novas habilidades, desenvolvendo, aos poucos, raciocínio, linguagem e escrita científica, até alcançar o último estágio, o operatório-formal.

Mesmo com a evidente importância do ensino de conceitos de Física e experimentação nos anos iniciais, existem inúmeras dificuldades que contribuem para sua não implementação, como é evidenciado por Coelho (2008):

A falta de apoio material e pedagógico das escolas para o desenvolvimento de metodologias que privilegiem atividades experimentais investigativas, bem como limitações na formação acadêmica do professor em relação ao saber experimental são fatores que contribuem para a ausência ou realização não sistemática de experimentação na realidade escolar do ensino de Física nos níveis Fundamental e Médio (COELHO, 2008, p. 9).

Sabendo que o conhecimento é produto da interação do ser humano com o meio, é preciso propor experiências para os estudantes dos anos Iniciais do Ensino Fundamental, a fim de lhes oportunizar uma reflexão sobre o conhecimento físico de forma prazerosa. Com base nisso, cada vez mais faz-se necessário a utilização de experimentos no ensino de ciências. Ademais, cabe ressaltar que:

O desenvolvimento de atividades experimentais fortemente associadas ao método experimental, vem tomando a conotação de saber específico, deslocando o referencial de atividades vinculadas aos conteúdos discutidos em sala de aula, para o status de elemento do saber. A utilização de um método rigoroso no laboratório didático vem sendo questionada por pesquisadores ao mostrarem que isso acaba por distorcer o real propósito da inclusão dessas atividades no processo ensino-aprendizagem (ROSA, 2007, p. 266).

Nesse sentido, cabe salientar que a ideia de usar experimentos em sala de aula apresenta muitas contribuições ao processo de ensino e aprendizagem, no entanto é importante observar que é necessário planejamento e clareza de objetivos, ou seja, saber onde se deseja chegar com o uso dos experimentos em sala de aula no ensino de Física/Ciências. É imprescindível que se tenham objetivos bem delineados, tanto para o uso de atividade experimental, quanto de qualquer outra metodologia.

Logo, de acordo com a teoria de Piaget, a atividade concebida como uma interação do indivíduo com o meio, faz parte de um processo cognitivo essencial para a construção de nossas estruturas de pensamento. O estado cognitivo exige a experimentação, uma vez que a abstração ainda não está totalmente desenvolvida. Por essa razão, optou-se pela utilização de experimentos concretos para o estudo de conceitos físicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental, conforme será melhor discutido na seção a seguir.

#### 4.5 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Quando os estudantes dos anos iniciais chegam na escola, eles já possuem uma série de conhecimentos advindos de suas experiências anteriores que necessitam ser considerados e valorizados pelos professores, a fim de promover a construção dos novos conhecimentos que serão estudados de maneira mais formal na escola.

Uma das formas de valorizar esse conhecimento prévio que os estudantes possuem é utilizar-se de atividades experimentais como instrumento de problematização, contradição de percepções, demonstrações ou corroborações conceituais referentes aos conteúdos abordados. Tais atividades podem contribuir para a superação de obstáculos da aprendizagem em ciências (BACHELARD, 1996), ao passo que propiciam interpretações, discussões e confrontos de ideias.

As atividades experimentais têm como objetivos a observação, a demonstração, a sistematização e a manipulação de materiais e equipamentos alternativos. Através delas pode-se garantir momentos de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, juntamente com a construção de conteúdos procedimentais, conceituais e atitudinais envolvidos na proposta e no desenvolvimento de habilidades como cooperação, concentração, organização e manipulação de materiais. As atividades experimentais possibilitam aos estudantes vivenciar o método científico, a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões.

Para que isto ocorra, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018),

[...] não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p.331).

Nessa mesma perspectiva os PCN (BRASIL, 1997, p.34) ressaltam que:

[...] A observação, a investigação, a comunicação, a comparação, o estabelecimento de relações em fatos ou fenômenos e ideias, leitura e a escrita de textos informativos, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a apropriação de suposições, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem.

Analisando o exposto pela BNCC, buscou-se no Portal de Periódicos da Capes artigos relacionados a Experimentação no Ensino de Física nos anos iniciais e a sua importância, com o objetivo de explorar um pouco mais o tema e refletir como cada um dos elementos podem ser combinados para promover uma educação mais inovadora e eficaz. Ademais, almeja-se explorar elementos que indiquem uma possível preocupação de como o Ensino de Física é tratado atualmente dentro do Ensino de Ciências nos anos iniciais. Buscou-se por artigos que tivessem propostas de atividades que objetivassem a promoção de uma educação mais dinâmica, cativante e pertinente, e que capacitasse os estudantes a enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, buscando ainda exemplos de boas práticas, no sentido de evidenciar os desafios enfrentados e as oportunidades oferecidas por essa abordagem.

Os termos de busca somente no título: “Ensino de Física”, “Ensino de Ciências”, “Experimentação nos anos Iniciais” e “Atividades experimentais”, com recorte para o período de 2015 a 2019<sup>5</sup>. Os resultados quantitativos encontrados estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Quantitativo de Artigos relacionados ao Ensino de Física, Ensino de Ciências, Experimentação nos anos iniciais e Atividades experimentais encontrados na base de dados “Portal de Periódicos da Capes”

Portal de Periódicos da Capes		
Pesquisa	Termos de Busca	Resultado
1	“Ensino de Física” e “Anos Iniciais”	422 artigos
2	“Ensino de Física” e “Experimentação”	203 artigos
3	“Ensino de Física” e “Atividades Experimentais”	134 artigos
4	“Ensino de Ciências” e “Experimentação nos Anos Iniciais”	23 artigos
5	Cruzamento de dados	63 artigos

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023)

A pesquisa foi realizada, primeiramente, utilizando os pares de termos de busca, conforme apresentado no Quadro 4. Logo após, foi feita a análise individual de cada um dos artigos encontrados como resultados para as duplas de palavras chaves

<sup>5</sup> A Pesquisa Bibliográfica foi realizada no ano de 2019, e o recorte temporal delimitado para os últimos 5 anos, o que compreende a janela temporal de 2015 a 2019, por este motivo os artigos selecionados se referem a este período.

em comum, ou seja, aqueles que tratam de Ensino de Física nos Anos Iniciais por meio de experimentação ou atividades experimentais. Esse refinamento resultou na seleção de 63 artigos, cujas referências encontram-se organizadas em um Quadro apresentado no Apêndice B.

O próximo passo se deu com a realização da leitura integral dos 63 artigos, que foram organizados por temáticas relacionadas às grandes áreas da Física, isto é, Astronomia, Termodinâmica, Ótica, Ondas, Mecânica, Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna/Quântica, dentre os quais foram selecionados aqueles que evidenciavam ações e reflexões nas práticas pedagógicas dos professores dos anos iniciais, buscando promover um ensino de ciências baseado em um contexto investigativo, a fim de possibilitar aos estudantes a elaboração de hipóteses e questionamentos que estejam relacionados ao seu dia-a-dia.

Com isso, após o refinamento, foram selecionados 8 artigos com abordagem de atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental que se distribuem nas diferentes áreas temáticas do ensino de Física conforme apresentado no Quadro 5, a seguir:

Quadro 5 - Temática dos artigos selecionados

Área	Temática	Quantidade
Astronomia	Lixo espacial, telescópios, foguetes, fases da Lua, rotação, translação, revolução, satélites e espectro eletromagnético de diferentes fontes luminosa	04
Termodinâmica	-	00
Ótica	-	00
Ondas	-	00
Mecânica	Análise das características educativas das propostas experimentais de baixo custo apresentadas em revistas brasileiras da área de Ensino; Estudo do movimento e de conservação de energia mecânica, a partir de uma situação problema envolvendo esses conceitos;	02
Eletricidade	Metodologia de ensino para crianças do quarto ano do Ensino Fundamental, com o objetivo de viabilizar o início da construção de alguns conceitos de eletricidade, a partir do uso de um experimento virtual.	01
Magnetismo	-	00
Moderna/Quântica	Reflexão na busca do diálogo e estabelecimento de relações interdisciplinares entre construtivismo e experimentação didática através da análise das concepções de construtivismo no campo educacional e os sentidos que lhe são atribuídos nesse contexto;	01

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O refinamento dos artigos permitiu uma seleção mais precisa daqueles artigos mais relevantes para a área de estudo, procurando garantir maior qualidade e precisão das informações utilizadas em diferentes contextos. Porém, obviamente o resultado é devido ao tema e termos escolhidos para pesquisa. Assim, é importante ressaltar que se outras palavras-chave tivessem sido utilizadas na pesquisa, como por exemplo o Ensino de Ciências de uma forma mais geral, é possível que fosse encontrado muito mais informações.

Na busca realizada, verificou-se poucos artigos que tratam de produções teóricas e investigações acerca do uso de atividades experimentais no ensino de Física nos anos iniciais, especialmente no que se refere às áreas de termodinâmica, ótica, ondas e magnetismo, o que mais uma vez reforça a importância da presente pesquisa e da elaboração de um produto educacional que irá contribuir com o processo de ensino e aprendizagem da Física nos anos iniciais, proporcionando aos professores dessa fase um material de suporte acessível e adequadamente fundamentado.

## **5 ASPECTOS TEÓRICOS DE FÍSICA ABORDADOS NO PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste capítulo são apresentadas as definições e conceitos de Física que embasam a elaboração do produto educacional, focados principalmente na área de Termologia.

### **5.1 CONCEITOS DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

A Física é uma disciplina presente em todos os aspectos do nosso dia a dia, desde a queda de um objeto até os movimentos dos planetas, e por isso é fundamental que a sua abordagem inicie desde os anos iniciais da educação básica, de forma adequada e acessível a todos os alunos.

Uma forma eficaz de introduzir os conceitos de Física aos alunos é por meio dos livros didáticos. Esses materiais são planejados cuidadosamente por especialistas e devem ser selecionados com atenção pelos professores. Por este motivo, dedicou-se um tempo nesta pesquisa para observação de alguns livros, com o objetivo de verificar se eles possuem uma linguagem clara e adequada ao nível de compreensão dos alunos, além de apresentarem exemplos de situações cotidianas que facilitem a aprendizagem.

Foram observados livros das editoras Ática e FTD e a escolha deles se deu por serem as editoras que mais participam das escolhas de livros nas escolas. Dentre as editoras mencionadas acima, deu-se preferência a observação de alguns livros de ciências de 1º ao 5º ano, pois entende-se que o mesmo conteúdo pode ser trabalhado de forma diferente e em etapas diferentes, dependendo de qual for a editora.

Com relação aos livros observados da editora Ática – Coleção: Ápis – Título: Descobrir o mundo – o livro é dividido em unidades e cada unidade está dividida em capítulos. Os capítulos começam com hora da roda, atividade essa que serve para despertar o interesse para o tema a ser estudado, possui atividades para serem trabalhadas oralmente e, nos capítulos, há diferentes seções como: Experimentos – Para aprender mais sobre o assunto estudado; Divirta-se – Uma maneira divertida de aprender mais; Pesquise – Atividade para aprender a pesquisar e aumentar o seu conhecimento; Saiba mais – Um texto ou atividade para ampliar o seu estudo; Desafio – Oportunidade de fazer descobertas e comparações em grupo ou individualmente;

Leia mais – Textos, poemas ou letras de canções sobre o tema estudado; Traçando saberes – Uma seção especial para utilizar conhecimentos de outras disciplinas; O que estudamos – Seção de encerramento da unidade com objetivo de rever o que aprendeu e Entrevista – Conversa com profissional da área em questão. Porém, apesar de apresentar todas essas seções, os experimentos não tiveram nenhum questionário e/ou algo que oportunizasse uma interpretação e reflexão acerca dos resultados obtidos nos experimentos. No quadro 6 é possível verificar os conteúdos de Física observados nesta coleção.

Quadro 6 - Editora Ática – Coleção: Ápis – Título: Descobrir o mundo

Conteúdo de Física	Nome do experimento	Objetivo
Empuxo	Um barco que flutua	Observar na prática a relação do formato de um corpo e a sua capacidade de flutuação
Processos de propagação de calor	Irradiação	Verificar o que acontece com a pele quando tomamos Sol
Óptica geométrica e instrumentos ópticos	Construção de invenção para ampliar a imagem das coisas	Observar que as coisas podem sofrer aumento de tamanho com a utilização de determinados mecanismos
Dinâmica	Construindo uma bicicleta com massa de modelar	Identificar a força que move a bicicleta
Óptica	Iluminando um corpo opaco	Identificar fonte de luz, feixe de luz, corpo opaco e sombra.
Óptica	Representação do Sol com o uso de uma lanterna	Representar o Sol com uma lanterna para estudar a mudança de posição das sombras durante o dia
Óptica	Fases da Lua	Simular como a Lua aparece no céu

Elaborado pela autora (2023).

Ainda da editora Ática, também foram observados os livros da Coleção: Ápis – Título: Ciências. Este livro está dividido em 4 unidades subdivididas em capítulos, sendo que cada capítulo possui uma estrutura didática que proporciona um início, um desenvolvimento e um fim. No início, todos os capítulos têm uma imagem e uma questão inicial e possuem uma seção intitulada “Para iniciar”. Nesta etapa os alunos conversam sobre o que vão estudar e podem dar opiniões sobre os temas, pois a ideia é ouvir o que os alunos tem a dizer. Os livros também apresentam uma seção

“Atividade prática”, onde os alunos são incentivados a fazer uma exploração inicial dos assuntos que serão estudados. A ideia desta etapa é colocar em prática a atividade proposta e se divertir com os colegas.

No desenvolvimento, os livros apresentam atividades, textos e imagens. A obra utiliza-se de muitos recursos que proporcionam a observação, comparação e análise por parte do aluno leitor. Também tem a seção “Com a palavra”, item que tem como objetivo mostrar para os alunos que o conhecimento não se encontra apenas nos livros didáticos, ou seja, o conhecimento pode ser adquirido além dos livros. Outro item interessante é o “Mural da turma”, onde os estudantes são convidados a montar murais com as suas produções. A ideia deste tópico é compartilhar com os colegas as produções de cada aluno. “Assim também aprendo” é uma seção onde o objetivo é que os estudantes possam aprender um pouco mais através de jogos e atividades divertidas.

Ao final de cada capítulo, é apresentado o item “Vamos ver de novo?”, onde existe um conjunto de itens e um mapa conceitual que resumem os conceitos estudados, assim como atividades para rever o aprendizado. No final da Unidade temática é apresentado o item “Tecendo saberes”, seção que explora alguns temas que foram estudados em Ciências e propõe atividades que possibilitam relações com outras disciplinas. O objetivo desta etapa é que o aluno perceba como tudo o que aprendeu poderá ajudar no estudo de outras áreas do conhecimento.

No final de cada unidade também aparece uma seção “O que estudamos”, que destaca os principais tópicos da unidade didática e traz questões que podem ser utilizadas na autoavaliação e na reflexão de valores e atitudes relacionadas aos conteúdos estudados. Também representa um momento de refletir sobre o que aprendeu e sobre a forma de agir, pensar e sentir no dia a dia.

Outro detalhe importante dessa coleção é que em cada capítulo são mostradas quais são as habilidades da BNCC que serão abordadas. Assim como, os objetivos e questões para sensibilização no estudo, objetivos do capítulo e orientações didáticas.

Quadro 7 - Editora Ática – Coleção: Ápis – Título: Ciências.

Conteúdo de Física	Nome do experimento	Objetivo
Calor e mudança de fase	Como fazer um anel de estanho	Identificar o que acontece com os metais quando são aquecidos; Fases da matéria.
Hidráulica	Construção de máquinas	Construir uma máquina que seja capaz de erguer uma carga e que funcione com água.
Astronomia	Construção de relógio solar	Identificar as horas sem a necessidade de utilizar um relógio comum; Perceber que o relógio só funciona quando há luz solar.

Elaborado pela autora (2023).

No quadro 7 são apresentados os conteúdos de Física abordados na Coleção: Ápis – Título: Ciências da editora Ática. Nesta coleção observou-se que é apresentado um experimento para cada capítulo e em algumas dessas atividades existe, além do procedimento de construção experimental, algum questionamento para os alunos, porém, o nível de aprofundamento dos experimentos e questionamentos é bastante superficial.

Nos anos iniciais, os alunos podem ser introduzidos à Física de forma gradual, por meio da problematização de situações reais. Ao propor questões que envolvam conceitos físicos, os estudantes são incentivados a pensar criticamente e a buscar soluções através da observação e experimentação. Essa abordagem ativa torna o aprendizado mais significativo e estimula o pensamento científico.

A experimentação é outro elemento essencial para o entendimento dos conceitos de Física. Ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de realizar experimentos simples, como medir o tempo de queda de objetos, observar o movimento de uma bola em um plano inclinado ou investigar a resiliência de diferentes materiais, eles são capazes de compreender os princípios físicos de maneira concreta. A experimentação também desenvolve habilidades como observação, coleta de dados e análise, além de despertar a curiosidade dos alunos.

A avaliação da aprendizagem dos conceitos de Física deve ser contínua e diversificada. Além das tradicionais provas e testes escritos, é importante utilizar estratégias complementares, como a construção de mapas conceituais. Essas representações gráficas ajudam os alunos a organizar as informações e a estabelecer

conexões entre os diferentes conceitos estudados. Além disso, permitem ao professor identificar possíveis lacunas na aprendizagem e auxiliar os alunos a superá-las.

Dessa forma, a abordagem adequada dos conceitos de Física na educação básica desperta o interesse dos alunos, torna o aprendizado mais significativo e contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico (RODRIGUES; LEONEL, 2023). Ao utilizar uma linguagem acessível e propor atividades de problematização, experimentação e avaliação diversificadas, os professores tornam a Física mais compreensível e instigante para os estudantes. Assim, eles serão capazes de compreender os fundamentos dessa ciência e relacioná-la às situações do cotidiano, enriquecendo o seu repertório de conhecimentos e habilidades.

## 5.2 DEFINIÇÃO E CONCEITOS DE TERMOLOGIA

Termologia é a área da Física que estuda a energia térmica em nível macroscópico com algumas interpretações na escala micro. Segundo Boas, Biscuola e Doca (2013, p. 8) esta “[...] é a parte da Física que estuda os fenômenos relativos ao aquecimento, ao resfriamento ou às mudanças de estado físico em corpos que recebem ou cedem determinado tipo de energia”.

Nessa perspectiva, em nível macroscópico ela se preocupa com a temperatura e propriedades que podem ser detectadas pelos sentidos do ser humano, enquanto em nível microscópico ela se preocupa com a energia, velocidade e interação entre as moléculas dos corpos, dentre outras coisas.

Além disso, a Termodinâmica, da qual a Termologia faz parte, é uma das áreas da Física elaborada e desenvolvida baseando-se em observações empíricas intrinsecamente ligadas à experiência concreta (sensorial) de vida e observacional.

Nesse contexto, a termodinâmica trata de sistemas de equilíbrio termodinâmico, ou seja, quando as variáveis macroscópicas que caracterizam o sistema não variam com o decorrer do tempo. No entanto, o fato de essas variáveis serem constantes no tempo não quer dizer que o sistema é estático do ponto de vista microscópico, ou seja, as partículas que formam o sistema estão em constante movimento e mudam constantemente de velocidade.

Sendo assim, nesta seção serão abordados alguns conceitos bases de termodinâmica identificados dentro da termologia e relacionados com a temperatura,

o calor e as trocas de calor que foram utilizados para elaboração e construção do produto educacional.

### 5.2.1 Temperatura

O conceito de temperatura está associado a uma propriedade comum de sistemas em equilíbrio térmico (que acontece quando dois ou mais corpos encontram-se com a mesma temperatura), e é considerada uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional (SI). Do ponto de vista microscópico, ela é responsável por caracterizar o estado de agitação das moléculas de um corpo e está associada à sua energia cinética (TIPLER; MOSCA, 2013).

No entanto, a nível macroscópico, as primeiras concepções acerca do conceito de temperatura remetem ao tato ou sensação subjetiva desta, o que por sua vez não fornece um método confiável de medição. Por exemplo: num dia frio, tocar um pedaço de metal e um pedaço de madeira, que estejam no mesmo ambiente, dá a falsa impressão de que o metal está mais frio. Do ponto de vista físico, isso está associado ao coeficiente de condutividade térmica do metal, que é maior e permite uma transferência de calor mais rápida da mão para o metal quando comparado com a madeira.

Nesse sentido, em relação ao equilíbrio térmico, entende-se que um sistema pode ser caracterizado em termos de sua temperatura quando o estado estacionário é atingido. Esse é um estado em que a interação entre dois corpos ou substâncias, que constituem o sistema, faz com que não exista mais nenhuma variação de temperatura no mesmo. Nesse caso, diz-se que o sistema atingiu o equilíbrio térmico.

Desse aspecto trata a chamada Lei Zero da Termodinâmica, que pode ser enunciada da seguinte forma: “Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então os três corpos estão em equilíbrio térmico entre si” (TIPLER; MOSCA 2013, p. 572).

De acordo com Halliday e Resnick (2011, p. 184), “em uma linguagem menos formal, o que a lei zero nos diz é o seguinte: Todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais e vice-versa”.

### 5.2.2 Escalas de Temperatura

No cotidiano, o estado térmico de um corpo muitas vezes é avaliado pela sensação de quente ou frio que algum objeto apresenta ao ser tocado. Mas até que ponto pode-se confiar nessa sensação? Muitas vezes, pessoas diferentes em um mesmo ambiente experimentam sensações térmicas diferentes. Isso ocorre porque as sensações de quente e frio são individuais e subjetivas, dependendo do indivíduo e das condições a que eles estão sujeitos.

Sendo assim, a medição de temperatura de um corpo é feita através de um processo indireto, ou seja, utiliza-se um terceiro corpo que sofra alterações mensuráveis em suas propriedades físicas quando este atinge o equilíbrio térmico com o primeiro. Logo, esses instrumentos de medição são chamados de termômetros.

Existem vários tipos de termômetros, como por exemplo o termômetro clínico (utilizado para medir a temperatura do ser humano), que pode ser de mercúrio ou digital, e o termômetro de rua (utilizados para medir a temperatura do ar local).

A escala Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) é a escala adotada nos termômetros utilizados no Brasil, sendo ela definida inicialmente como  $100^{\circ}\text{C}$  para o ponto de gelo e  $0^{\circ}\text{C}$  para o de vapor. Posteriormente os fabricantes de termômetro propuseram como sendo  $0^{\circ}\text{C}$  o ponto do gelo (congelamento da água) e  $100^{\circ}\text{C}$  o ponto de vapor (ebulição da água), ambos considerados próximos ao nível do mar.

Uma escala termométrica é na verdade um conjunto de valores numéricos, onde cada valor está associado a uma temperatura. Para ser construída uma escala é necessário escolher dois pontos fixos e um sensor, sendo os pontos fixos fenômenos que se reproduzem sempre nas mesmas condições, como por exemplo, a ebulição da água e a fusão do gelo sob pressão normal. Dessa forma, um termômetro na escala Celsius, por exemplo, é calibrado a partir desses parâmetros, sendo dividido em 100 partes iguais, onde cada divisão equivale a  $1^{\circ}\text{C}$ . Com isso pode-se medir a temperatura desconhecida de outros corpos.

A escala Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) é de uso corrente em países de cultura inglesa e foi definida como sendo  $32^{\circ}\text{F}$  o ponto de congelamento da água e  $212^{\circ}\text{F}$  o ponto de ebulição da água, quando próximo ao nível do mar. Portanto, a diferença entre os pontos de congelamento e de ebulição é de  $100^{\circ}$  para a escala Celsius e de  $180^{\circ}$  para a escala Fahrenheit. Com isso, pode-se estabelecer uma relação geral entre essas duas escalas de temperatura para realizar conversões entre elas:

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \quad \text{Eq. 1}$$

ou

$$T_F = \frac{5}{9}(T_C + 32) \quad \text{Eq. 2}$$

A escala Kelvin (K) é denominada de escala de temperatura absoluta, pois o ponto de 0 K, que é igual a  $-273,15^\circ\text{C}$ , é a temperatura de pressão nula de qualquer gás. Esse valor é obtido através da extrapolação da curva de pressão em função da temperatura, medida por um termômetro a gás de volume constante; para atingir a pressão zero o gráfico intercepta o eixo da temperatura em  $-273,15^\circ\text{C}$ , que é conhecido como Zero Absoluto (TIPLER; MOSCA 2013, p. 576).

Como a variação de 1 K é igual a  $1^\circ\text{C}$ , a relação entre as duas escalas é dada por:

$$T_C = T_K - 273,15 \quad \text{Eq. 3}$$

ou

$$T_K = T_C + 273,15 \quad \text{Eq. 4}$$

Apesar de as escalas Celsius e Fahrenheit serem convenientes para o dia a dia, a escala Kelvin é a escala termométrica adotada pelo Sistema Internacional de Unidades e Medidas.

### 5.2.3 Energia térmica e Calor

A medida da agitação média das moléculas de um corpo é caracterizada como a temperatura desse corpo. Quando essas partículas se movimentam, a esse estado está associado uma energia de natureza cinética, que está relacionada com o seu movimento. A soma da energia cinética de todas as partículas de um mesmo corpo/objeto é definida como a energia térmica desse corpo/objeto. Já a transferência de energia térmica entre dois corpos pode ser definida como calor (NUSSENZVEIG, 2014).

Em 500 A.C. os gregos já formulavam teorias acerca do calor, associando-o ao fogo. Mas, no século XVIII Lavoisier na tentativa de definir “calor” formulou a hipótese do calórico, uma substância que escoaria entre os corpos, transferindo calor de um corpo para outro, sendo que a quantidade total de calórico era conservada. Para contrapor essa teoria, uma hipótese foi apresentada por Francis Bacon e Thomas Hooke e enunciada por Newton, atribuindo o calor ao movimento de vibração das partículas que constituem os corpos (NUSSENZVEIG, 2014).

Analisando casos específicos da primeira Lei da Termodinâmica quando não há trocas de energia por trabalho, ou seja, processos que ocorrem à volume constante, a definição mais correta é que “Calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura”. (HALLIDAY; RESNICK 2011, p. 190)

Nesse contexto, não faz sentido dizer que um corpo possui mais calor que outro; na verdade, os corpos podem possuir temperaturas diferentes, mas o calor está sempre associado a energia em trânsito ocasionada por uma diferença de temperatura (TIPLER; MOSCA 2013).

#### 5.2.4 Primeira Lei da Termodinâmica

De acordo com Sears e Zemanski a primeira lei da termodinâmica “[.] é uma extensão do princípio da conservação da energia. Ela amplia esse princípio para incluir trocas de energia tanto por transferência de calor quanto por realização de trabalho, e introduz o conceito de energia interna de um sistema.” (SEARS, ZEMANSKY, 2015, p. 279).

Sendo assim, a primeira Lei da Termodinâmica trata da conservação da energia interna de um sistema, considerando como parâmetros a quantidade de calor trocada ( $Q$ ), o trabalho realizado ( $W$ ) pelo sistema ou sobre ele e a variação de energia interna  $U$ . Dessa forma, a primeira Lei da Termodinâmica pode é escrita como “a variação da energia interna de um sistema é igual ao calor transferido para o sistema mais o trabalho realizado sobre o sistema (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 607)” conforme apresentado na equação 05.

$$U = Q + W \quad \text{Eq. 5}$$

Logo, “para formular relações envolvendo energia com precisão, é necessário introduzir o conceito de sistema termodinâmico e definir calor e trabalho como dois modos de transferir energia para o interior ou para o exterior desse sistema (SEARS, ZEMANSKY, 2015, p. 279).

Segundo Nussenzveig (2014), sistema pode ser definido como um conjunto de elementos de determinado estudo geralmente confinado dentro de um recipiente e que todo o restante do universo que não pertence a esse sistema é chamado de meio externo.

### 5.2.5 Transferência de Energia Térmica

A transferência de energia térmica refere-se à transferência de calor de um objeto ou sistema para outro, quando houver diferença de temperaturas (em sólidos e líquidos) ou quando há a transformação de trabalho em calor (gases). De acordo com a primeira Lei da Termodinâmica, quando um gás isolado do meio externo recebe trabalho ele tem a sua energia interna aumentada sem que necessariamente ocorra uma variação de sua temperatura.

Considerando um sistema isolado onde o volume é constante, ou seja, com expansão térmica negligenciável, sempre que existir uma diferença de temperatura entre dois corpos ou dois meios, essa diferença de temperatura faz com que haja um fluxo de energia térmica do corpo com temperatura mais elevada para o corpo com temperatura menos elevada. Essa transferência de energia pode ocorrer de três formas diferentes: condução, convecção e radiação.

No processo de transferência por condução, o calor é transferido pelas interações entre os átomos e moléculas que constituem o material, mas sem transferência direta de matéria. Nesse caso, a transferência de energia térmica ocorre através do contato direto entre as moléculas de dois objetos ou até do mesmo objeto. Quando uma molécula de alta energia térmica entra em contato com uma molécula de baixa energia térmica, a primeira transfere parte de sua energia para a segunda. Isso continua até que haja uma igualização das energias térmicas (SEARS, ZEMANSKY, 2015).

Durante o processo de convecção, “o calor é transferido por transporte direto de matéria” (TIPLER; MOSCA 2013, p. 678) que ocorre pelo movimento coletivo das moléculas de um fluido (líquido ou gás). É um processo contínuo, ativado pela diferença de temperatura entre duas regiões do fluido, a qual altera a densidade do meio. Dessa forma, ocorre um movimento do fluido no sentido de homogeneizar a densidade. Por exemplo, ao colocar uma panela com água no fogo para ferver, durante um certo tempo é possível notar que a temperatura da superfície da água aumenta lentamente. Durante esse período, a transferência de calor para a superfície ocorre pela condução através da vibração das moléculas. Contudo, a temperatura no fundo da panela aumenta mais depressa, e quando a diferença entre a temperatura da água da superfície e a do fundo atinge um valor crítico, a água começa a se mover. A partir desse ponto, o processo de convecção é dominante na transferência de calor,

fazendo com que rapidamente a água atinja o equilíbrio térmico. Portanto, a convecção é uma forma muito eficiente de transferência de calor.

No processo de radiação,

[...] a energia é transferida através do espaço na forma de ondas eletromagnéticas que se movem com a rapidez da luz. Ondas de infravermelho, ondas de luz visível, ondas de rádio, ondas de televisão e raios X, são todas, formas de radiação eletromagnética que diferem entre si nos seus comprimentos de onda e frequências (TIPLER; MOSCA 2013, p. 678).

De uma maneira mais abrangente, os corpos emitem radiações térmicas a qualquer temperatura, e, quanto maior ela for, maior será a intensidade da radiação emitida. O corpo humano, por exemplo, emite radiações, assim como uma lâmpada acesa e um ferro elétrico. Essas radiações são ondas eletromagnéticas capazes de se propagar em qualquer meio, inclusive no vácuo. Logo, a radiação é a única maneira de transmitir energia térmica sem a necessidade de um meio para isso, ou seja, a radiação pode atravessar o espaço vazio.

No momento em que a energia radiante incide em um corpo, uma parte é absorvida por ele, outra parte pode ser transmitida através desse corpo e uma terceira parte é refletida. Quando um corpo recebe radiação, ele se aquece proporcionalmente à sua capacidade de absorver energia. Sendo assim, um corpo com boa capacidade de absorção é também em geral um mau emissor de radiação.

Todos os corpos podem emitir energia por radiação, e a quantidade de energia emitida depende da natureza e da forma da superfície do corpo. De maneira geral, corpos escuros são bons absorvedores e maus emissores, e corpos claros e polidos são maus absorvedores e bons emissores de energia (TIPLER; MOSCA 2013).

### 5.2.6 Condutividade Térmica

A taxa de transmissão de calor pode ser calculada, por exemplo, a partir de um modelo de uma barra metálica de comprimento ( $l$ ), de seção transversal de área ( $A$ ) e com suas extremidades submetidas às temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ , como sendo  $T_2 > T_1$  (NUSSENZVEIG, 2014).

Nesse caso, o fluxo de calor ( $\phi$ ) é a quantidade de calor ( $\Delta Q$ ) transferida por unidade de tempo ( $\Delta t$ ) ao longo da barra e expressa pela equação:

$$\phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{Eq. 6}$$

Com base nesse conceito e em seus experimentos, Fourier propôs a expressão para o fluxo de calor:

$$\Phi \approx \frac{A(T_2 - T_1)}{l} \quad \text{Eq. 7}$$

A expressão acima mostra que o fluxo de calor  $\Phi$  é diretamente proporcional à área de contato  $A$ , diretamente proporcional à diferença de temperatura  $(T_2 - T_1)$  e inversamente proporcional ao comprimento  $l$ .

Todos os materiais possuem um coeficiente de condutividade ( $K$ ) característico, que representa a quantidade de calor conduzida por segundo e que pode ser expresso pela equação:

$$R = \frac{e}{K} \quad \text{Eq. 8}$$

onde  $e$  representa a espessura do material em que o calor está sendo transferido e  $R$  a resistência térmica do material. De acordo com o SI, o coeficiente de condutividade térmica possui como unidade de medida o  $J/s.m.K$ ,  $W/m.K$  ou  $c/s.m.^{\circ}C$ .

Os materiais podem ser classificados em bons condutores térmicos ou bons isolantes térmicos de acordo com a sua constante de condutividade térmica, ou seja, “quanto maior a condutividade térmica  $k$ , melhor condutora de calor é a substância” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 211). Os metais, como por exemplo o alumínio e o cobre, possuem coeficiente de condutividade superior a outros materiais como a madeira, o vidro ou a lã.

Segundo Nussenzveig (2014, p. 211), “os metais que conduzem bem a eletricidade, também são bons condutores de calor, o que não é coincidência: segundo a Lei de Wiedemann e Franz, a condutividade térmica de um metal é proporcional a sua condutividade elétrica”.

## 6 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo é apresentado o detalhamento do processo de pesquisa, concepção, elaboração e planejamento do produto educacional, desenvolvido no formato de sequência didática para ensino de Termologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

### 6.1 CONCEPÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desenvolvido neste trabalho foi concebido tendo em vista as dificuldades conceituais e falta de familiaridade com métodos científicos apresentados por grande parte dos estudantes que ingressam no Ensino Médio, cujas deficiências manifestam-se potencialmente nas disciplinas de Física. Nesse contexto, um dos objetivos do produto didático desenvolvido é que possa servir como um instrumento metodológico de apoio às aulas de ciências dos anos iniciais do ensino fundamental I e que possa auxiliar os estudantes em uma educação científica mais precoce e assim prepará-los melhor para o ingresso no Ensino Médio.

O Ensino Fundamental I engloba os 4º e 5º anos, onde nas aulas de ciências comumente se estudam conteúdos relacionados ao mundo invisível dos microrganismos, a cadeia alimentar, misturas reversíveis e irreversíveis, propriedades físicas da matéria, processos físicos relacionados ao calor, entre outros (BRASIL, 2018). Para que as aulas não se tornem excessivamente teóricas e abstratas, a proposta é dar a elas formas pelas quais os estudantes poderão “ver” e “sentir” na prática o que está sendo estudado em sala de aula, atribuindo à experimentação um fator fundamental de integração da área de ciências para essas turmas.

No âmbito deste trabalho, a turma escolhida para aplicação do produto foi o 5º ano do Ensino Fundamental, o que se justifica por razão dos conceitos abordados no produto estarem inseridos nesta fase, dentro da Unidade Matéria e Energia.

Como a Unidade Matéria e Energia é bastante ampla nos anos iniciais, indo desde “Propriedades físicas dos materiais” até “Estados físicos da água”, optou-se pelo tópico “Propriedades físicas dos materiais” com ênfase nos conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico e condução térmica, cuja abordagem é realizada a partir de uma sequência didática para uso do professor, elaborada com enfoque no ensino de Termologia por meio de experimentos, buscando sobretudo alternativas de

superação dos problemas percebidos pelos professores em suas práticas pedagógicas.

A escolha do tema Termologia para os anos iniciais, teve como base os seguintes fatores:

- Ser um dos temas sugeridos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), relacionado à Unidade Matéria e Energia;
- Compor o conteúdo programático das disciplinas de Ciências para o Ensino Fundamental e Física para o Ensino médio;
- Oferecer várias possibilidades de atividades experimentais;
- Ter poucos trabalhos que relacionam a abordagem experimental e essa temática, conforme pesquisa realizada pela autora em 2019 e apresentada no Quadro 5.

Um dos objetivos deste trabalho é introduzir conceitos básicos de Termologia tendo como ponto de partida a experimentação, uma vez que os conhecimentos relativos à temperatura e calor estão intimamente relacionados com a percepção sensorial, principalmente o tato e a visão. Tal abordagem facilita evidenciar as relações entre teorias físicas e fenômenos físicos cotidianos, que muitas vezes passam despercebidos e alheios a uma interpretação científica, mesmo que incipiente.

Considerando que muitos profissionais que atuam nos anos iniciais podem não dominar alguns dos conceitos de Física envolvidos, o que por sua vez pode limitar discussões mais amplas em função de uma possível insegurança, o produto foi pensado como um material de apoio com linguagem mais acessível a esses professores. O intuito é evitar qualquer desconforto em aplicar o produto didático e superar perguntas específicas sobre conceitos de Física. Além disso, este material servirá de apoio para o professor não fugir do assunto ou mesmo não o explicar de forma errada.

O título do produto educacional é “TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?” ESTUDO DE TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL e trata-se de uma sequência didática para professores e estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, cujo apêndice é composto por uma cartilha com atividades experimentais direcionada especificamente para os estudantes e que pode ser aplicado durante as aulas regulares, ou ainda durante o contraturno no formato de um projeto. Essa sequência deverá nortear as aulas do professor pois, conforme afirma

Libâneo (1994, p. 221) “o planejamento escolar é uma tarefa docente que inclui tanto a previsão das atividades didáticas em termos de organização e coordenação em face dos objetivos propostos, quanto a sua revisão e adequação no decorrer do processo de ensino”. Os experimentos oferecem aos estudantes a oportunidade de compreender o que se passa no mundo invisível por meio da simples observação experimental ou como resultado de investigações experimentais mais sistemáticas, focadas em um determinado fenômeno ou conceito. Ambas as estratégias visam aproximar a criança do fazer e pensar as Ciências, além de provocar sua curiosidade e incentivá-la a olhar o mundo de forma questionadora e criativa.

Os experimentos propostos são simples, contextualizados e envolvem a percepção sensorial e uma análise fenomenológica, em contraposição ao ensino tradicional, onde fatos cotidianos geralmente são apenas citados através de comentários gerais, como motivação ou sem conexão com conceitos e definições físicas. Dessa forma, o estudante tem a oportunidade da experiência de fazer ciência experimental na aula de Ciências, ancorando assim alguns conceitos fundamentais a partir de fenômenos relacionados ao seu dia a dia e relacionando teoria e prática.

No planejamento de aulas, cada atividade é acompanhada de um resumo da atividade, os objetivos, sugestões de organização da turma para a realização de tal atividade, os recursos que o professor necessitará para o desenvolvimento da atividade, a duração prevista e o planejamento das aulas. Conta ainda com textos explicativos destinados ao professor e referentes à dinâmica de experimentação nas Ciências, pois muitas vezes, devido à sua formação, por não entender alguns dos conceitos ou até mesmo pela falta de tempo para planejar tais atividades, isso acaba sendo um fator limitante para a utilização de atividades experimentais.

Na cartilha do estudante o nível de aprofundamento das ideias e a complexidade dos conceitos e das relações solicitadas aos estudantes são pequenos, o que significa que o professor não precisa descuidar do planejamento das aulas e da necessidade de um ritmo de tarefas e estudos de acordo com a particularidade de cada estudante. No entanto, com essa cartilha dos estudantes, espera-se auxiliar os mesmos com prioridade na leitura, escrita, resolução de problemas e interpretação, através da utilização de experimentos.

Para o desenvolvimento das atividades experimentais, os estudantes deverão seguir o roteiro do experimento que será guiado e orientado pelo professor. De modo geral, todos os experimentos propostos têm o objetivo de partir de algo visual e

macroscópico, possibilitando a seguir que os estudantes abstraíam e que consigam perceber que tem algo mais acontecendo sob uma perspectiva microscópica.

Para tal, é necessário fomentar o trabalho autônomo em equipe, que por sua vez facilita a aprendizagem em todas as dimensões do conhecimento: conceituais, procedimentais e habilidades cognitivas e não cognitivas. A sala de aula torna-se, assim, um espaço comunitário, interativo e experimental. Nessa perspectiva, o professor busca dar voz e vez aos estudantes, saindo da cena principal e assumindo o lugar de quem planeja e organiza as aprendizagens, cuidando para que os objetivos propostos sejam alcançados.

A observação, o levantamento de hipóteses e a argumentação, além das competências socioemocionais relativas ao trabalho autônomo, são os destaques da atividade para o desenvolvimento científico dos estudantes. A orientação é de que o professor avalie essas habilidades ao circular entre os estudantes e acompanhe os trabalhos (BRASIL, 2018).

A partir dessa proposta entende-se que uma abordagem adequada para gerir as aulas de ciências nos anos iniciais depende também das concepções prévias dos estudantes e das dificuldades de aprendizagem apresentadas. Sendo assim, essas devem ser avaliadas constantemente, a fim de diferenciá-las e, assim, escolher as ferramentas que tornarão a gestão da aula mais eficaz e eficiente.

Pretende-se com este material proporcionar aos estudantes momentos em que eles possam fazer experimentações e investigar fenômenos cotidianos para, em seguida, formalizar os conceitos a partir da perspectiva teórica apresentada pelo professor em sala de aula, contrapondo suas hipóteses iniciais com os resultados e conhecimentos científicos obtidos.

A aplicação da sequência didática foi estruturada em cinco dias distintos, com um total de 15 aulas distribuídas e organizadas conforme apresentado no Quadro 8, a seguir. Porém, é importante observar que para a aplicação foi necessário a realização de uma reestruturação do horário escolar, já que no contexto atual acontecem apenas 02 aulas semanais da disciplina de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental no Estado de Santa Catarina.

Quadro 8 - Estrutura e Cronograma de Aplicação do Produto Educacional

Dia	Tema	Aula	Atividade	Tempo
1	Sondagem de concepções prévias	01	Apresentação e descrição da proposta	38 min
		02	Problematização e sondagem de ideias - Montagem e realização do experimento 1.	20 min
		03	Problematização e sondagem de ideias - Realização do experimento 1.	56 min
2	Sondagem de concepções prévias	04	Experimento 2. Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno	45 min
		05	Exposição de concepções acerca da temperatura e calor	45 min
		06	Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor	45 min
3	Apropriação do conhecimento	07	Retomada de conteúdos e análise de obras de arte acerca da temperatura e calor	20 min
		08	Experimento 03. A mistura do quente e do frio e o calor Simulador: A dança das partículas e a temperatura	56 min
		09	Experimento 4. Será possível transportar Calor?	38 min
4	Apropriação do conhecimento	10	Explicação sobre os processos de propagação de calor	45 min
		11	Experimento 5. Cuidado para não se queimar! Experimento 6. Será que o calor se movimenta sozinho?	45 min
		12	Explicação sobre Mapa conceitual	45 min
5	Verificação da aprendizagem	13, 14 e 15	Construção de um mapa conceitual (Ausubel)	135 min

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Intenciona-se que este produto educacional seja disponibilizado na internet e que possa ser impresso e adequado futuramente pelos professores que porventura decidirem utilizá-lo em suas aulas, já que a seleção dos experimentos foi feita a partir de materiais de baixo custo e de fácil acesso, tendo em vista a baixa remuneração dos professores e a precariedade de materiais e estrutura física na maioria das escolas brasileiras.

Importante destacar que a presente pesquisa foi desenvolvida durante o período de pandemia da COVID-19, que trouxe novos desafios à educação, além dos já existentes, e que precisaram ser contornados em caráter de urgência, ocasionando a suspensão imediata das aulas presenciais, em março de 2020. Com isso, professores e estudantes precisaram se adaptar ao ensino híbrido e à distância por

um período de quase 2 anos letivos (2020 – 2021), quando lentamente as aulas presenciais começaram a retornar, seguindo medidas de restrição e prevenção.

Nesse período, no desenvolvimento da pesquisa, foi utilizado o prazo de prorrogação concedido pelo MNPEF em acordo com a CAPES, além de um período de licença solicitado pela autora por motivos pessoais (18/04/2022 à 23/12/2022). Portanto, o produto educacional que seria aplicado em 2020, seguindo o cronograma normal do Programa de Mestrado, foi efetivamente desenvolvido e aplicado na escola em 2022, período em que a situação de pandemia já estava controlada no Estado de Santa Catarina, mas ainda exigia alguns cuidados como o uso de álcool em gel nas mãos e a redução do contato físico entre os estudantes. As recomendações de cuidados feitas pela escola e pelo Ministério da Saúde foram observadas e respeitadas durante a aplicação do produto educacional presencialmente com a turma de 5º ano, conforme já mencionado.

Em função da pandemia também houve a flexibilização das formas de aplicação dos produtos educacionais pelo MNPEF nesse período, mas a autora optou por aguardar o retorno à presencialidade para a realização das atividades experimentais com o grupo de estudantes. Considerando a necessidade de adaptabilidade e/ou distanciamento físico, foi incluída na sequência didática uma atividade com uso de simuladores virtuais, que pode ser desenvolvida tanto presencial quanto à distância, possibilitada pela utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação no âmbito educacional.

## 6.2 CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Como mencionado anteriormente, o produto educacional é composto por uma sequência didática contendo momentos de contextualização, problematização, interação e socialização, além de atividades experimentais de fácil abordagem e realização. Nessa seção, serão apresentados detalhadamente os objetivos de aprendizagem, os objetivos específicos de cada aula, uma breve descrição do que se pretende em cada dia de aplicação do produto educacional, além da justificativa para a escolha das atividades e lógica de construção deste.

### 6.2.1 Dia 1 – Sondagem das concepções prévias 1

A sondagem das concepções prévias 01 tem como objetivos de aprendizagem realizar o levantamento dos conhecimentos que os estudantes já possuem sobre os conceitos de temperatura e calor; desenvolver atividades para potencializar o aprendizado destes conceitos e abordar brevemente o conceito de calor.

O dia 01 consiste em três aulas (Aula 01, 02 e 03) distribuídas entre apresentação da sequência didática, problematização e extração de ideias sobre a determinação da temperatura, e a realização da atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro). Essa distribuição das aulas é devido ao tempo necessário para a realização das atividades.

#### 6.2.1.1 *Apresentação e descrição do projeto*

##### **Objetivos:**

- Acolher e conhecer os estudantes;
- Apresentar um panorama geral da sequência didática aos estudantes;
- Cativar os estudantes com as atividades propostas na sequência;
- Criar vínculo com a turma.

##### **Justificativa:**

O início de um período letivo ou aplicação de uma sequência didática é um momento de ansiedade e expectativa por parte dos estudantes, enquanto que para o professor é o momento de compartilhar com estes um panorama global de todas as atividades que serão realizadas. Dessa forma, antes de iniciar a aplicação é importante que seja realizada uma apresentação dos atores envolvidos, para que sejam criados vínculos com os estudantes e que esses se sintam confortáveis em apresentar seus interesses, expectativas ou até mesmo experiências a respeito do conteúdo a ser estudado (ESCARABOTO, 2007).

Uma boa relação de confiança e de afeto entre o professor e o estudante pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Freire (1980, p.42), “o diálogo é um encontro no qual a reflexão e a ação, inseparáveis daqueles que dialogam, orientam-se para o mundo que é preciso transformar e humanizar”. Sendo

assim, cabe ao professor aprender a inovar, buscando qualidade na prática educativa, incentivando a aprendizagem entre os educandos, combinando respeito e autoridade.

#### 6.2.1.2 *Aula 02 e 03 – Problematização e extração de ideias*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Lápis de escrever;
- 03 recipientes com capacidade de 2 litros;
- 03 litros de água a temperatura ambiente;
- 20 cubos de gelo;
- 01 Termômetro;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 01 cronômetro.
- 01 Caneta;
- 01 Folha de papel;
- 01 Tesoura;
- Fita adesiva.

##### **Objetivos:**

- Problematizar a determinação da temperatura de um corpo;
- Extrair ideias dos estudantes sobre como determinar a temperatura de um corpo ou líquido;
- Realizar a atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro);
- Verificar que o tato não é um instrumento confiável para determinação da temperatura;
- Abordar brevemente o conceito de calor.

##### **Justificativa:**

De acordo com Bachelard (1977) a ciência “[...] exige, em vez da pausa da dúvida universal, a constituição de uma problemática. Essa procura tem seu ponto de

partida real em um problema, mesmo que esse problema seja mal colocado”. Dessa forma, pode não ser tão efetivo realizar a construção de algum conhecimento com apenas uma aula expositiva, ou seja, faz-se necessário partir de uma problemática que possa ser resolvida pelos estudantes.

O intuito inicial dessa aula é realizar uma problematização inicial questionando os estudantes sobre **“Como é possível determinar a temperatura de um líquido?”**, que pode ser realizada de forma oral e posteriormente anotada na cartilha dos estudantes.

Prevendo que os estudantes possam fornecer respostas do tipo *“para medir a temperatura de um líquido é possível colocar as mãos nas paredes externas do recipiente com o líquido”, “colocar as mãos diretamente no líquido dentro do recipiente”* ou então, *“usando um termômetro”*, será realizada a atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro) apresentada na Figura 4, para que os estudantes possam verificar na prática se as hipóteses iniciais estavam corretas ou não.

Figura 4 – Experimento 01: O corpo humano como um termômetro



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A escolha da realização dessa atividade experimental se deve ao fato de que os estudantes, para os quais a sequência didática será aplicada, encontram-se ainda no estado cognitivo operacional concreto. Devido a isso, sua abstração ainda não está totalmente desenvolvida sendo, portanto, necessário a utilização de atividades concretas.

Para realização do experimento, é sugerido que os estudantes se organizem em grupos, e um dos integrantes coloque simultaneamente as duas mãos em

recipientes distintos com água (uma mão em um recipiente com água quente e a outra em um recipiente com água fria). Em seguida, o mesmo estudante deverá colocar as duas mãos simultaneamente em um mesmo recipiente contendo água à temperatura ambiente. Ao fazer isso o estudante terá percepções distintas para ambas as mãos, ilustrando assim que o tato não é adequado e confiável para medidas precisas de temperatura.

### **6.2.2 Dia 2 – Sondagem das concepções prévias 2**

A sondagem das concepções prévias 02 têm como objetivos de aprendizagem expor os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre os conceitos de temperatura e calor, além de desenvolver atividades para potencializar o aprendizado destes conceitos e abordar brevemente o conceito de calor.

A aplicação será realizada em três aulas (aulas 04, 05 e 06), nas quais os estudantes deverão inicialmente realizar a degustação de chás para verificar que as noções de quente e frio não são sinônimos de calor e estão associadas a temperatura corporal. Na sequência, os estudantes deverão representar calor e temperatura através de desenhos, a fim de que sejam identificadas e contrapostas suas diferentes concepções.

#### **6.2.2.1 Aula 04 – Degustação de chás e a percepção do quente, frio e morno**

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Quadro da sala;
- Canetão;
- Lápis de escrever;
- 01 copo de isopor para cada estudante;
- 01 garrafa térmica com chá à 80°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 60°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 40°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 35°C;

- 01 garrafa térmica com chá à 30°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 20°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 05°C;
- 01 termômetro.

**Objetivos:**

- Permitir que os estudantes percebam que os conceitos de quente e frio são sensações térmicas e não são sinônimos de calor;
- Possibilitar que os estudantes compreendam que a noção de quente, frio e morno quando ingerimos qualquer líquido, assim como outros alimentos, estão relacionados com a temperatura corporal.

**Justificativa:**

Partindo do pressuposto que os estudantes já tenham compreendido que o tato pode fornecer sensações equivocadas de temperatura, será realizada a atividade experimental 02 (Vamos tomar um chá?), conforme apresentado na Figura 5. Essa atividade possui um nível fácil de realização e lembrará os estudantes de algumas brincadeiras de infância, o que permitirá um maior interesse por se tratar de algo que já sabem como fazer.

Figura 5 – Experimento 02: Vamos tomar um chá?



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Nesta atividade pretende-se ilustrar, a partir da ingestão de chás em diferentes temperaturas, que temperaturas muito acima ou muito abaixo da temperatura corporal humana (aproximadamente 36,6 °C) podem ser consideradas muito altas e muito baixas, respectivamente. Dessa forma, pretende-se com esta

atividade criar um caos na cabeça dos estudantes com relação ao que estes consideram quente e frio.

Piaget (1976) afirma que a equilibração é o processo pelo qual a criança busca um equilíbrio entre suas estruturas cognitivas existentes e suas experiências externas. Esse equilíbrio consiste em assimilar novas informações a estruturas de pensamento já existentes, adaptando-se assim às suas experiências imediatas. Quando a criança encontra informações que se encaixam perfeitamente em seus esquemas mentais pré-existentes, ocorre a assimilação, e o equilíbrio é mantido.

No entanto, Piaget (1976) também argumentou que esse processo de assimilação constante pode levar a situações em que a criança encontra informações que não se encaixam em seus esquemas mentais existentes. Isso resulta em um estado de desequilíbrio, o que estimula a criança a buscar um novo equilíbrio cognitivo.

Contudo, nesse contexto, busca-se mostrar que a sensação térmica é uma manifestação sensorial acerca de diferentes estados (do ponto de vista térmico) que os corpos ou o ambiente se encontram.

#### 6.2.2.2 *Aula 05 – Exposição de concepções acerca da temperatura e calor*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Quadro da sala;
- Canetão;
- Lápis de escrever;
- Lápis de cor;
- Folha para desenho.

##### **Objetivos:**

- Criar um modelo mental para explicar os conceitos de calor e temperatura;
- Representar calor e temperatura através de desenhos.

##### **Justificativa:**

De acordo com Zimring (2010), “A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa do processo [...] A aprendizagem espontânea que envolve a personalidade do aluno em sua totalidade - sentimentos e intelecto imbricados – é a mais profunda e duradoura”. Enquanto que, de acordo com Freire, “É através da leitura dos símbolos, que representam as atividades que a criança vai “lendo” e “escrevendo” seu cotidiano [...] tudo que lhe é significativo é expresso através do desenho. Por isso o ato de desenhar é um ato de “escrever” seus “pensamentos” sobre a realidade (FREIRE, 1986, p. 88).

Sendo assim, os estudantes deverão criar um modelo mental para explicar determinado fenômeno. E de acordo com isso, pretende-se que eles representem através de desenhos (que serão chamados de “obras de arte”) as suas concepções sobre os conceitos já abordados: Calor e temperatura.

Para realizar esta atividade será necessário que o professor organize uma apresentação de slides explicando e exemplificando o que são modelos mentais.

#### 6.2.2.3 *Aula 06 – Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Fita adesiva;
- Lápis de escrever.

##### **Objetivos:**

- Verificar os diferentes modelos mentais para explicar os conceitos de calor e temperatura;
- Contrapor os diferentes modelos mentais dos estudantes.

##### **Justificativa:**

Nesta aula os estudantes deverão passear pela sala e observar todas as obras de arte, analisando cada detalhe, desde o formato do desenho até as cores e tonalidades utilizadas na pintura. Em seguida, os estudantes deverão se posicionar à frente de uma determinada obra, retirá-la da exposição, levá-la até sua carteira e

analisar mais detalhadamente as suas características. Ao final da análise, os estudantes apresentarão para seus colegas a obra de arte escolhida e analisada, assim como, quais foram as suas observações com relação à obra. Por fim, o verdadeiro dono da obra de arte deverá explicar o que realmente quis representar com o seu desenho. Dessa forma, os estudantes poderão ver as obras de arte sob diversas perspectivas, analisar as diferentes concepções e justificativas utilizadas ao criá-las e, acima de tudo, criar pontes entre o seu mundo imaginário e o que é real. Ao desenvolver tal atividade, os estudantes assumirão o papel de autores no processo de construção do seu próprio aprendizado.

### **6.2.3 Dia 3 – Apropriação do conhecimento**

Nesta fase de apropriação do conhecimento, os objetivos de aprendizagem são expor as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos de calor e temperatura, a partir da análise das obras de arte feitas pelos próprios estudantes; demonstrar a transferência de calor entre dois fluidos; definir equilíbrio térmico a partir de medidas de temperatura e construção de gráficos; definir o conceito de temperatura a partir da demonstração de um modelo microscópico simples e demonstrar que a transferência espontânea de calor ocorre do corpo de maior temperatura para aquele de menor temperatura.

#### **6.2.3.1 Aula 07 – Retomada de conteúdos e análise de obras de arte sobre temperatura e calor**

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Projetor;
- Notebook;
- Apresentação de slides com as obras de arte realizadas anteriormente pelos estudantes;
- Lápis de escrever.

**Objetivos:**

- Expor as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos de calor e temperatura;
- Possibilitar aos estudantes a análise das diversas representações sobre calor e temperatura.

**Justificativa:**

Com o auxílio do projetor, nesta aula o professor deverá projetar as obras de arte feitas pelos estudantes nas aulas anteriores, a fim de promover uma rememoração das explicações dadas sobre cada uma delas. Nesta atividade espera-se que ocorra um conflito na cabeça dos estudantes sobre se realmente existe uma forma correta para representar calor e temperatura e, no caso de existir, como esta seria. Os estudantes também terão a possibilidade de realizar uma associação das cores aos termos de quente e frio, permitindo ao professor um diagnóstico inicial complementar sobre as concepções prévias dos estudantes para ser trabalhado e melhor desenvolvido nas aulas seguintes.

### 6.2.3.2 *Aula 08 – A mistura do quente e do frio e o calor/A dança das partículas e a temperatura*

**Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Computador ou notebook;
- Internet;
- Lápis de escrever;
- 09 copos de 300 ml cada;
- 200 ml de água à temperatura ambiente (20 °C);
- 15 cubos de gelo;
- 01 termômetro;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 01 cronômetro.

- 01 Caneta;
- 01 Folha de papel;
- 01 Tesoura;
- Fita adesiva.

### **Objetivos:**

- Demonstrar a transferência de calor entre dois líquidos;
- Definir equilíbrio térmico a partir de medidas de temperatura;
- Definir o conceito de calor a partir da realização de uma atividade experimental;
- Definir o conceito de temperatura a partir da realização de uma atividade de simulação.

### **Justificativa:**

Para iniciar a aula, com o objetivo de promover uma confusão nas justificativas por parte dos estudantes, o professor deverá propor as seguintes perguntas fundamentais: **O que ocorre se misturarmos dois líquidos com temperaturas distintas ou ambos com a mesma temperatura?** Espera-se que a partir do conflito de justificativas os estudantes reflitam e queiram descobrir o que faz com que a temperatura aumente, diminua ou se mantenha a mesma.

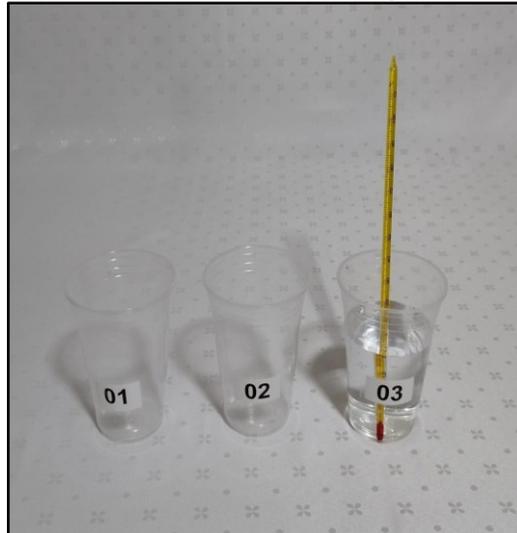
De acordo com Piaget (1976), durante o estágio de desequilíbrio, a criança é impulsionada a realizar um processo chamado acomodação. Isso implica na modificação e reorganização de suas estruturas cognitivas existentes para acomodar as novas informações que não se encaixam em seus esquemas previamente estabelecidos. A acomodação permite que a criança se adapte às novas experiências e atualize sua compreensão do mundo.

É importante destacar que os processos de equilibração e desequilibração não são eventos isolados, mas sim um ciclo contínuo de aprendizado e desenvolvimento. A cada nova experiência, a criança assimila e acomoda as informações, buscando um novo equilíbrio cognitivo. Dessa forma, seu conhecimento se aprofunda e suas estruturas mentais são refinadas ao longo do tempo.

Sendo assim, ao realizar a atividade experimental 03 (A mistura do quente e do frio e o calor) apresentada na Figura 6, os estudantes deverão analisar duas amostras de água à temperatura ambiente e verificar que ao juntar as duas quantidades a temperatura não se altera. Enquanto que, se juntarem duas

quantidades de água a temperaturas diferentes (5° C e 90 °C), a temperatura final será diferente. Para a realização deste experimento, os estudantes deverão organizar-se em equipes para que eles tenham a possibilidade de desenvolver habilidades como decidir, debater, ouvir, aceitar opiniões diferentes e autoavaliar, pois, essa troca de experiências com os colegas possibilita uma construção coletiva do conhecimento.

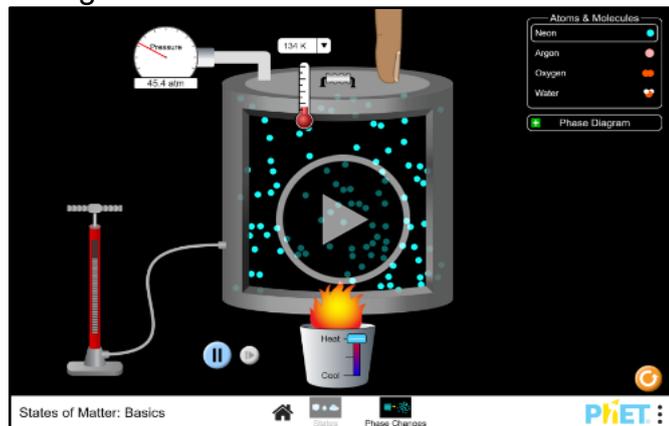
Figura 6 – Experimento 03: A mistura do quente e do frio e o calor.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após a realização da atividade experimental, os estudantes também deverão fazer uma atividade com o simulador online “Estados da matéria”, conforme Figura 7, a seguir:

Figura 7 - Simulador Estados da Matéria.



Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics).

De acordo com os estudos realizados e apresentados no Quadro 3, os estudantes ainda se encontram no estágio cognitivo denominado por Piaget como

Operacional-concreto. Neste estágio, a compreensão do mundo é feita pelas ações e essas ações, na maioria das vezes precisam ser concretas. Portanto, essa atividade foi escolhida devido a fácil visualização microscópica do que acontece com as partículas de água quando adicionamos ou retiramos energia do sistema.

Ao realizar a atividade com o simulador é importante que o professor perceba que o foco não é se aprofundar na parte microscópica, mas sim dar uma noção aos estudantes sobre a relação entre temperatura e agitação das moléculas de determinada substância. Sendo assim, os estudantes poderão verificar através do simulador o movimento das partículas da água quando a energia térmica é aumentada ou diminuída e relacionar as fases da matéria com o nível de energia relativa das partículas. No estado sólido elas ficam só um pouco agitadas e aglomeradas, enquanto que, no estado líquido as moléculas ficam mais agitadas e espalhadas somente na base do recipiente e no estado gasoso elas ficam extremamente agitadas e espalhadas por todo o recipiente.

Após a realização da atividade de simulação, os estudantes deverão responder o questionário aberto disponível na cartilha do estudante. Esse questionário foi elaborado com o objetivo de permitir que os estudantes possam construir um modelo microscópico da temperatura, associando esta ao grau de agitação das moléculas evidenciado no simulador. Portanto, a escolha da realização desse questionário é justamente porque pretende-se através dele permitir que os estudantes formulem suas próprias respostas com base nas observações realizadas.

Para finalizar a atividade, o professor deverá explicar oralmente, com o auxílio de slides, por que as partículas de água se comportam de tal maneira quando a energia térmica é aumentada ou diminuída e explicar as condições de temperatura para a água ferver ou congelar. Além disso, também deverá ser discutido como são lidas as escalas termométricas em um termômetro, explicando cada uma delas (Celsius, Fahrenheit e Kelvin).

### 6.2.3.3 *Aula 09 – O sentido e velocidade da transferência espontânea de calor*

#### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;

- 01 recipiente de plástico com tamanho suficiente para caber o recipiente de alumínio;
- 01 copo ou caneca de alumínio com capacidade de aproximadamente 300 ml;
- 800 ml de água à temperatura ambiente;
- 10 pedras de gelo;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 02 termômetros;
- 01 cronômetro;
- 01 folha de papel milimetrado;
- 01 régua;
- 01 lápis.

**Objetivos:**

- Coletar dados de temperatura e tempo, registrar em tabela e construir gráficos;
- Definir qual é o sentido de propagação do calor;
- Compreender que a transferência espontânea de calor ocorre do corpo de maior temperatura para aquele de menor temperatura.

**Justificativa:**

Para iniciar a aula, o professor deverá questionar os estudantes sobre: Qual é o sentido de propagação de calor entre dois corpos? Em seguida, deve ser solicitado que eles formulem hipóteses com base em suas concepções prévias. Ao término da formulação de hipóteses o professor deverá problematizar qual é o tempo necessário para alcançar o equilíbrio térmico, ouvir atentamente a exposição das concepções prévias dos estudantes e na sequência, realizar junto a eles a atividade experimental 04 (Sentido e velocidade da transferência espontânea de calor), apresentada a seguir na Figura 8. Essa atividade deverá ser realizada em equipes de no máximo 04 integrantes.

Figura 8 - Experimento 04: Será possível transportar calor?



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A atividade experimental 04 foi escolhida porque, além de ser de fácil construção, é possível evidenciar que a transferência espontânea de calor ocorre do corpo de maior temperatura para aquele de menor temperatura. Já a construção de gráficos possibilita aos estudantes compreender de forma visual a relação entre diferentes grandezas físicas e seus comportamentos para condições distintas.

Na atividade experimental, os estudantes deverão realizar os procedimentos experimentais e coletar os dados, a fim de analisar a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente e depois analisar a transferência de calor entre o gelo e a água à temperatura ambiente. Durante a realização da atividade experimental 04, os estudantes deverão coletar dados sobre o que aconteceu com a temperatura a medida em que o tempo foi passando, preencher as tabelas relacionadas ao experimento e construir gráficos da temperatura em função do tempo. Como resultado eles deverão obter uma curva crescente para o primeiro caso e uma curva decrescente para o segundo caso.

#### 6.2.4 Dia 4 – Aplicação do conhecimento

A aplicação do conhecimento tem como objetivos de aprendizagem utilizar-se de todos os conhecimentos adquiridos ao longo da aplicação da sequência didática, a fim de possibilitar uma maior compreensão sobre os processos de propagação de calor em sólidos e fluidos.

Nas aulas 10, 11 e 12 o professor deverá fazer uma explicação e demonstração na prática de como acontecem os processos de propagação de calor através da condução e convecção térmica.

#### 6.2.4.1 *Aula 10 – Explicação sobre transferência de calor*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Projetor,
- Notebook;
- Apresentação de slides previamente preparada sobre transferência de calor por condução e convecção.

##### **Objetivos:**

- Analisar e identificar as formas de propagação de calor;
- Explicar os processos de propagação de calor por condução e convecção.

##### **Justificativa:**

De acordo com os estágios de desenvolvimento cognitivo propostos por Piaget apresentados no Quadro 3, os estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental encontram-se em uma fase em que já conseguem assimilar e entender determinados conteúdos sem a necessidade de ações concretas. Mas, apesar dos estudantes já possuírem um pouco mais do abstrato desenvolvido, ainda é necessário que o professor interfira em alguns momentos e realize uma explicação mais detalhada do conteúdo estudado.

Sendo assim, para iniciar a aula 10, é importante que os estudantes tenham construído conhecimentos essenciais sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico. Com esses conceitos minimamente definidos e construídos pelos estudantes, o professor deverá preparar antecipadamente uma apresentação de slides sobre os processos de propagação de calor por condução e convecção.

Para iniciar a aula expositiva, o professor deverá realizar alguns questionamentos aos estudantes, como por exemplo: **Como não queimar a mão**

quando seguramos um fio metálico em que a outra ponta está em contato com uma fonte de calor? Ou então, sobre por que o ar condicionado é instalado no alto da parede, enquanto os aquecedores são utilizados no chão? Como acontece o processo de aquecimento da água em uma chaleira? Após o levantamento das hipóteses, o professor deverá então realizar a explicação sobre os processos de propagação de calor por condução e convecção e convidar os estudantes a confirmarem na prática as teorias apresentadas.

#### 6.2.4.2 *Aula 11 – Experimento sobre condução e convecção térmica*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- 01 fio de cobre com aproximadamente 30 cm de comprimento;
- 01 lata de refrigerante vazia e com argola;
- 02 velas comuns;
- 01 copo medidor com 200 ml de água;
- 07 percevejos;
- 01 caixa de fósforos;
- 01 pedaço de papel alumínio (aproximadamente 28 cm X 6 cm);
- 01 régua;
- 01 caneta;
- 01 lápis de escrever;
- 01 copo de vidro liso e transparente com 150 ml de água;
- 01 copo de vidro liso e transparente com 10 ml de leite;
- 01 canudinho de plástico;
- 01 vela comum;
- 01 caixa de fósforos.

##### **Objetivos:**

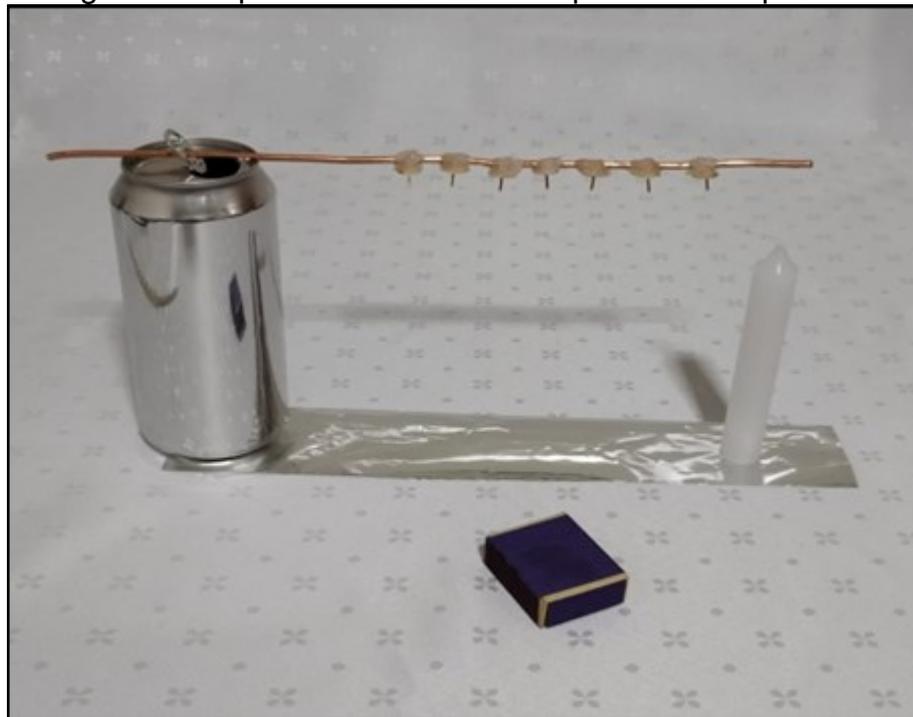
- Compreender como ocorre a transmissão de calor por condução em um sólido em aquecimento.

- Compreender como ocorre a transmissão de calor por convecção em um líquido colocado dentro de um copo em aquecimento.
- Verificar o sentido da transferência de calor.

**Justificativa:**

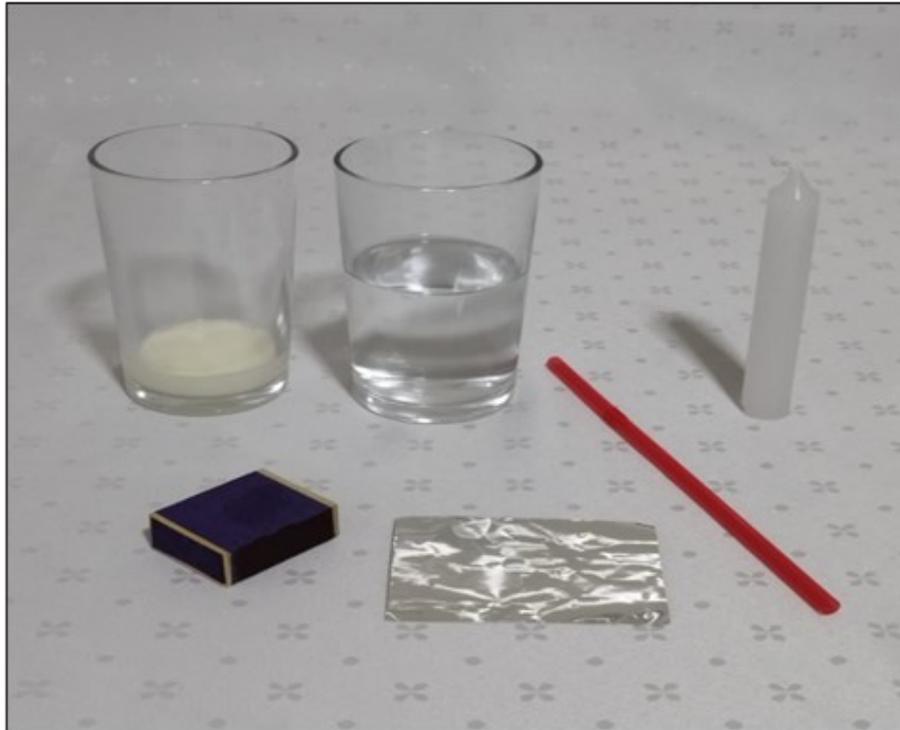
Nesta aula serão realizadas duas atividades experimentais relativamente simples, sendo elas a atividade 05 (Cuidado para não se queimar!) e a atividade 06 (Será que o calor se movimenta sozinho?) apresentadas, respectivamente, na **Erro! Fonte de referência não encontrada.9** e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.10** e escolhidas por serem de baixo custo e de fácil construção. A realização dessas atividades experimentais servirá de continuação para a atividade experimental 04, corroborando para uma maior compreensão de como o calor se propaga nos sólidos e nos líquidos.

Figura 9 - Experimento 05: Cuidado para não se queimar!



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Figura 10 - Experimento 06: Será que o calor se movimenta sozinho?



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

No experimento 05 (Cuidado para não se queimar!), tem-se como objetivo que os estudantes possam verificar que, ao queimar uma vela, é produzido calor e este se propaga através de um fio metálico, fazendo com que os percevejos nele colados com resina de vela se descolem um a um do fio devido ao aumento de temperatura (aumento da agitação das partículas), mas sem o deslocamento da matéria. Já no experimento 06 (Será que o calor se movimenta sozinho?), o objetivo é que os estudantes percebam que o calor emitido da chama de uma vela é transmitido com o acompanhamento de matéria.

Para realizar as atividades experimentais, orienta-se que os estudantes trabalhem em grupos de até 04 integrantes, mas sempre com a orientação do professor, pois haverá a presença e o manuseio da chama de uma vela, necessitando de cuidados e de sua constante supervisão.

Ao final da realização das atividades experimentais 05 e 06, o professor deverá retomar e ouvir os estudantes acerca das hipóteses criadas no início dos experimentos e as conclusões obtidas ao final do experimento, dando um feedback aos estudantes e finalizando esta etapa.

#### 6.2.4.3 *Aula 12 – Explicação sobre Mapas Conceituais*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Projetor;
- Notebook;
- Apresentação sobre mapas conceituais previamente preparada;
- Lápis de escrever.

##### **Objetivos:**

- Compreender o que são mapas conceituais.
- Compreender como construir mapas conceituais.

##### **Justificativa:**

Conforme justificado no Capítulo 2, escolheu-se a construção de mapas conceituais como instrumento de avaliação global de aprendizagem, pois estes servirão para condensar a percepção dos estudantes acerca dos conteúdos estudados, já que possibilitam uma hierarquização dos conceitos relacionados através da representação, mostrando dessa forma o que o estudante conseguiu compreender ao longo da aplicação da sequência didática.

Para realizar esta atividade será necessário que o professor organize uma apresentação de slides explicando e exemplificando o que são os mapas conceituais.

#### **6.2.5 Dia 5 – Verificação da Aprendizagem**

Ao longo da aplicação da sequência didática serão desenvolvidas diversas atividades que poderão servir como avaliação de aprendizagem, mas é importante que ao término da aplicação da sequência seja feita uma verificação de aprendizagem global. Ou seja, realizar uma atividade que tenha como objetivo fundamental expor o que o estudante sabe e possibilitar a organização de novas experiências, permitindo enriquecer seu conhecimento além do conceito estudado, através do relacionamento das novas informações com seus conhecimentos prévios.

Dessa forma, a construção de um mapa conceitual servirá para diagnosticar se os estudantes realmente compreenderam os conceitos estudados durante a aplicação desta sequência didática. As aulas 13, 14 e 15 servirão para aplicação da avaliação de aprendizagem global.

#### 6.2.5.1 *Aulas 13, 14 e 15 – Construção de um Mapa Conceitual*

##### **Materiais necessários:**

- Cartilha do professor;
- Cartilha do estudante;
- Projetor;
- Notebook;
- Apresentação sobre mapas conceituais previamente preparada;
- Lápis de escrever;
- Folha para desenho;
- Lápis de cor;
- Canetinha;
- Fita adesiva.

##### **Objetivos:**

- Proporcionar a exposição do que os estudantes estudaram ao longo da aplicação do produto educacional;
- Diagnosticar se os estudantes realmente compreenderam os conceitos estudados.

##### **Justificativa:**

Conforme apresentado na aula 12, a utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação de aprendizagem deverá possibilitar aos estudantes uma forma de explicitar os seus conhecimentos lapidados através dos conhecimentos adquiridos ao longo da aplicação desta sequência didática.

Sendo assim, nas aulas 13 e 14 cada estudante deverá construir um mapa conceitual a partir das palavras “Calor e Temperatura”. E na aula 15, o professor deverá possibilitar que os estudantes compartilhem com os colegas os seus mapas

conceituais, para que juntos percebam que existem diferentes formas de representação, assim como, quais eram os conceitos que fundamentalmente deveriam ter aparecido interligados e hierarquizados entre si em cada mapa conceitual.

## 7 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo, é caracterizado o local da aplicação do produto educacional e do público-alvo, além de serem apresentadas a metodologia de trabalho desenvolvido e o relato da aplicação em sala de aula. Ademais, são discutidos alguns elementos particulares associados ao contexto de aplicação e das estratégias adotadas para verificação de indícios ou evidências de aprendizagem.

### 7.1 LOCAL DE APLICAÇÃO E PÚBLICO-ALVO

O Produto Didático construído faz parte da Linha de Pesquisa “Física no Ensino Fundamental”, mais especificamente na área de concentração “Física na Educação Básica”. Foi aplicado em uma Escola de Educação Básica da rede Estadual no Município de Timbó (SC), com uma das turmas do 5º Ano do Ensino Fundamental.

Para aplicação do produto educacional foi necessário realizar uma observação do horário as aulas da turma e posteriormente uma conversa com a direção escolar e professora regente sobre qual o melhor formato de aplicação. De acordo com o Quadro 9, verifica-se que as aulas de ciências estavam organizadas sempre em segundas e terças-feiras, conforme o horário de aulas disponível:

Quadro 9 - Estrutura do horário de aulas original da turma de aplicação do produto educacional

<b>Aulas</b>	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>
<b>1ª</b>	Educação Física	Ciências	Geografia	História	Língua Portuguesa
<b>2ª</b>	Ciências	Língua Portuguesa	Geografia	História	Língua Portuguesa
<b>3ª</b>	Ciências	Língua Portuguesa	Geografia	História	Educação Física
<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>
<b>4ª</b>	Matemática	Artes	Matemática	Artes	Matemática
<b>5ª</b>	Matemática	Língua Portuguesa	Educação Física	Ensino Religioso	Matemática
<b>6ª</b>	Matemática				

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como a sequência didática foi planejada para 15 aulas de aplicação, entendeu-se que não seria viável em termos de aprendizagem para os estudantes trabalhar a sequência apenas três aulas por semana, pois a mesma necessitaria de

cinco semanas para aplicação. Dessa forma, optou-se por uma reorganização do horário de aulas da turma (conforme apresentado no Quadro 10), objetivando-se a aplicação da sequência no menor número de dias possíveis.

Observando o Quadro 10 e comparando-o com o Quadro 9, é possível identificar a ausência de uma aula de Matemática e duas aulas de Língua Portuguesa durante o período de aplicação, enquanto que, houve um aumento de três aulas semanais de ciências. Porém, é importante enfatizar que essa reorganização do horário foi apenas durante a aplicação do produto educacional e não interferiu no horário de outros professores da escola (apenas da professora regente da turma). Com relação às aulas de Matemática e Língua Portuguesa, elas foram repostas pela professora regente assim que a aplicação da sequência foi finalizada pela autora desta pesquisa.

Quadro 10 - Estrutura do horário de aulas reestruturado da turma para aplicação do produto educacional.

<b>Aulas</b>	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>
<b>1ª</b>	Educação Física	Ciências	Geografia	História	Língua Portuguesa
<b>2ª</b>	Ciências	Ciências	Geografia	História	Língua Portuguesa
<b>3ª</b>	Ciências	Ciências	Geografia	História	Educação Física
<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>	<b>Recreio</b>
<b>4ª</b>	Ciências	Artes	Matemática	Artes	Matemática
<b>5ª</b>	Matemática	Língua Portuguesa	Educação Física	Ensino Religioso	Matemática
<b>6ª</b>	Matemática				

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Contudo, a aplicação foi realizada pela autora em parceria com a professora regente da turma, no período vespertino, com a participação de aproximadamente 21 estudantes. Foram necessárias 15 aulas distribuídas em um total de cinco dias, sendo cada dia composto por 03 aulas de aplicação.

Sobre a viabilidade e disponibilidade de aplicação deste produto educacional, estende-se que a escola é uma realidade diferente e que nem sempre é possível utilizar-se de tantas aulas para aplicação de uma atividade assim. Mas, se for o caso, sugere-se então que o professor que escolher utilizar esta sequência didática realize dentre todas as atividades propostas pelo menos: A atividade experimental 1: O corpo

humano como um termômetro; Atividade experimental 02: Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno; a construção e exposição das obras de arte; a atividade com o simulador “Estados da Matéria: Básico; e os experimentos 05 (Propagação de calor por condução) e 06 (Propagação de calor por convecção); Como atividade de avaliação final sugere-se a utilização dos mapas conceituais.

## 7.2 RELATO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

### 7.2.1 Dia 01 (Aulas 01, 02 e 03)

O primeiro dia de aplicação foi dedicado basicamente à sondagem das concepções prévias dos estudantes e aconteceu em uma segunda-feira (dia 27/06/2022). Neste dia estavam presentes, além de mim, os 21 estudantes da turma, a professora regente e meu professor orientador.

Para a aplicação da primeira aula planejada (Aula 01) foi necessário utilizar aproximadamente 38 minutos. Nesta aula iniciei com uma apresentação pessoal, informando nome, formação e o motivo de estar trabalhando com eles naquele momento, indicando e justificando também a presença da professora regente da turma e do meu professor orientador, que se apresentou brevemente aos estudantes. Em seguida, solicitei para que os estudantes e a professora regente também se apresentassem e indicassem o que mais gostavam na escola em termos de disciplinas e atividades desenvolvidas.

A seguir, apresentei com slides o conteúdo a ser trabalhado nas aulas subsequentes em que estaríamos juntos, assim como, a justificativa para a escolha dos conteúdos e atividades, partindo de meus interesses em relação ao Ensino de Termologia nos anos iniciais. Nesta aula pude observar que os estudantes em geral estavam animados e entusiasmados com as atividades que seriam desenvolvidas, ficando evidente que a turma era participativa em sua maioria, apesar de alguns estudantes apresentarem relativa timidez.

Para a realização da segunda aula (Aula 02) foram necessários aproximadamente 20 minutos. Inicialmente entreguei aos estudantes uma cartilha que deveria os acompanhar as atividades que seriam realizadas em todas as aulas. Em seguida, apresentei o problema a ser estudado e realizei algumas perguntas relacionadas ao problema, conforme já apresentado e justificado no capítulo precedente. Após ouvir meus questionamentos, os estudantes realizaram a

elaboração de algumas hipóteses com base nos seus conhecimentos prévios e as anotaram na cartilha do estudante, compartilhando-as em seguida. Porém, apesar de 21 estudantes estarem presentes na aula, apenas 15 deles anotaram as hipóteses criadas na cartilha do estudante.

Na terceira aula (Aula 03) foi realizada a atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro), conforme apresentado na Figura 11. Para isso, orientei os estudantes inicialmente a se dividirem em equipes de até três integrantes e, logo após, realizar a leitura dos procedimentos experimentais descritos na cartilha do estudante. Na sequência, os próprios estudantes dividiram entre si as responsabilidades da atividade experimental, ficando um estudante responsável por realizar a parte prática propriamente dita, enquanto outro media o tempo com um cronômetro e o outro realizava todas as anotações que a equipe considerasse necessário.

Durante a realização da atividade, à medida que a mesma evoluiu, os estudantes que estavam fazendo a parte prática imediatamente já tiravam suas conclusões sobre o experimento, o que motivava os outros integrantes do grupo a também realizarem a prática e verificarem os resultados por si mesmos. Essa aula ocorreu em aproximadamente 56 minutos e tudo funcionou consideravelmente bem, de acordo com o planejado.

Figura 11 - Atividade experimental 01: O corpo humano como um termômetro.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

### 7.2.2 Dia 02 (Aulas 04, 05 e 06)

No segundo dia de aplicação, terça-feira (28/06/2022) estiveram presentes 17 estudantes onde foi dada continuidade a sondagem das concepções prévias. Durante a aplicação da quarta aula (Aula 04), apresentei novamente aos estudantes um problema que deveria ser resolvido sobre a definição do quente, do frio e do morno de forma absoluta. E em seguida lhes fiz algumas perguntas relacionadas ao problema proposto, solicitando que eles conversassem entre si e formulassem algumas hipóteses sobre como poderiam resolver o problema apresentado.

Após a formulação das hipóteses criadas pelos estudantes sobre a definição do quente, do frio e do morno de forma absoluta, realizei a leitura da atividade experimental 02 (Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno), conforme apresentado na Figura 12. Em seguida, coloquei 07 garrafas térmicas com chá em cima da mesa do professor e distribuí um copo térmico e descartável para cada um deles. Neste experimento, os estudantes euforicamente fizeram a

degustação de chás a diferentes temperaturas, conforme apresentado na Figura 16 da seção seguinte, classificando as temperaturas dos chás em termos de quente, frio e morno e anotando na cartilha. Após a realização da atividade experimental, os convidei para refletirem sobre porque responderam em alguns momentos que o chá estava quente e em outros que estava morno ou frio. Para a aplicação dessa aula foram necessários 45 minutos, conforme o planejado, pois os estudantes gostaram tanto da atividade que queriam sempre repetir.

Figura 12 - Realização da atividade experimental 02.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Na quinta aula (Aula 05) de aplicação, conforme o planejamento das atividades apresentado no capítulo precedente, solicitei aos estudantes que representassem calor e temperatura através de um desenho na cartilha do estudante, utilizando para isso lápis de escrever, lápis de cor, giz de cera ou qualquer outro material que considerassem necessário. Para a realização desta aula foram necessários 45 minutos, entretanto, alguns estudantes terminaram o desenho em menos de 30 minutos. Outros demoraram os 45 minutos dedicados para a atividade e ainda necessitariam de mais tempo se houvesse.

Durante a aplicação da sexta aula (Aula 06), expliquei aos estudantes que os desenhos feitos por eles na aula anterior seriam chamados, a partir daquele momento, de “obras de arte” e que estas seriam expostas dentro da sala de aula para observação, mas para isso era necessário que ninguém colocasse o nome ou

comentasse de quem era cada obra. Quando mencionei aos estudantes que faríamos uma exposição das obras de arte, eles se mostraram um pouco assustados e preocupados com o que seria feito depois, mas em seguida expliquei como seria desenvolvida esta atividade e pedi para que dois estudantes me ajudassem a colocar fitas nas obras de arte para em seguida expô-las na parede da sala, conforme os demais iam finalizando os desenhos.

Após expor as obras de arte dentro da sala, convidei os estudantes a observarem cada uma delas atentamente, principalmente os detalhes como desenhos, cores e tonalidades utilizadas. Enquanto analisavam as obras de arte expostas, mesmo tendo sido orientados sobre a necessidade de não ser mencionado quem era dono de qual obra de arte, alguns estudantes contaram para os colegas enquanto visitavam as obras, enquanto outros achavam graça de todos os desenhos.

Figura 13 - Construção e exposição das obras de arte.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Depois de analisar as obras de arte (Figura 13), os estudantes escolheram individualmente uma obra de arte, retirando-a da exposição e levando-a consigo até a sua carteira. Sentados em seus lugares, eles fizeram uma análise ainda mais detalhada das obras e depois foram convidados um a um a se levantar, mostrar a obra

escolhida aos colegas e explicá-la de acordo com o seu ponto de vista e análise realizada. Ao final de cada explicação, o autor ou autora da obra ia se levantando e indicando se o colega compreendeu corretamente sua obra, ou se poderia acrescentar ainda mais alguma observação.

### **7.2.3 Dia 03 (Aulas 07, 08 e 09)**

O terceiro dia de aplicação da sequência didática aconteceu na segunda-feira seguinte (04/07/2022), com 19 estudantes presentes. Este dia foi dedicado à apropriação do conhecimento.

Para a aplicação da sétima aula (Aula 07), foram necessários 20 minutos, onde realizei através de uma apresentação de slides a retomada de todas as atividades desenvolvidas até o momento. Nesta apresentação abordei imagens, questionamentos e explicações feitas durante as atividades, inclusive das obras de arte. Durante essa revisão, alguns estudantes estavam conversando e isso dispersou um pouco da atenção dos demais.

Para a aplicação da oitava aula (Aula 08), convidei os estudantes a se organizarem em 04 equipes para realizar a atividade experimental 03 (A mistura do quente e do frio e o calor). Porém, antes de iniciar esta atividade, assim como em qualquer outra, apresentei um problema inicial aos estudantes e algumas questões a ele relacionadas, solicitando que formulassem hipóteses de como poderiam resolver determinada situação. Após a formulação de hipóteses os estudantes puderam escrevê-las na cartilha e depois compartilharam as suas respostas com os colegas. Após o compartilhamento das hipóteses criadas, os estudantes (ainda em equipes) realizaram a leitura da atividade experimental 03, dividiram as funções de cada integrante da equipe e realizaram todos os passos da atividade anotando os dados coletados.

Durante a realização da atividade experimental, algumas equipes tiveram alguns pequenos desentendimentos devido ao manuseio e leitura correta das indicações do termômetro. Esses desentendimentos prejudicaram um pouco a realização da atividade porque os estudantes ainda não sabiam lidar muito bem com os conflitos. Ao término da coleta de dados, os estudantes puderam observar os dados coletados, preencher a tabela do experimento e responder as questões referente ao experimento.

Após a realização da atividade experimental 03, sugeri que os estudantes desfizessem as equipes e se organizassem para realizar individualmente a atividade com o simulador “Estados da Matéria: Básico”, conforme já justificado em capítulo precedente. Tendo em vista que na próxima aula eles voltariam a realizar atividades em equipes, permiti que ficassem nos grupos, porém, solicitei que respondessem a atividade individualmente.

Em seguida, com o auxílio de um *notebook*, mostrei aos estudantes o Simulador, fazendo um *tour* por ele e explicando para que ele nos serviria naquele momento, além de como seria possível observar diferentes substâncias alternando entre diferentes estados físicos, adicionando ou retirando calor. Essa atividade deveria ser realizada totalmente pelos estudantes, mas devido aos problemas de funcionamento de internet encontrados na escola, foi necessário alterar o planejamento e realizar a atividade junto com os estudantes, projetando no quadro da sala o simulador e seguindo o passo a passo da atividade proposta na cartilha dos estudantes com o auxílio deles mesmos.

A medida em que desenvolvemos a atividade, os estudantes realizaram a coleta de dados para preencher a tabela que relaciona o tempo com a temperatura e depois responderam às questões propostas na cartilha. Como a parte prática da simulação foi realizada apenas por mim, obviamente os dados coletados pelos estudantes foram todos os mesmos. Conforme o previsto, a realização da oitava aula teve duração de 56 minutos.

Em seguida, iniciamos a aplicação da nona aula (Aula 09). Nesta aula, assim como na maior parte das aulas anteriores, iniciei apresentando aos estudantes um problema e fazendo algumas perguntas relacionadas a ele. A partir dos questionamentos, os estudantes formularam algumas hipóteses, escrevendo-as em sua apostila e depois compartilharam com os demais. Na sequência, pedi que os estudantes se organizassem em 03 equipes dentro da sala para realizar a atividade experimental 04 (O sentido e velocidade da transferência espontânea de calor).

Após a organização das equipes, os estudantes realizaram a leitura da atividade experimental e dividiram entre eles as tarefas. Neste experimento, apesar de os estudantes estarem um pouco mais acostumados a trabalhar em equipes, ainda foi necessário mediar alguns conflitos durante o manuseio do experimento e coletas de dados. Nesta atividade experimental, os estudantes primeiro analisaram a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente, depois

analisaram a transferência de calor entre o gelo e a água à temperatura ambiente, coletando os dados e anotando nas tabelas indicadas na cartilha do estudante.

Enquanto os estudantes coletaram os dados do experimento, realizei a montagem de uma tabela no quadro da sala de aula, com dados obtidos previamente por mim durante a testagem do experimento. Ao lado da tabela, também desenhei uma malha quadriculada para depois construir os gráficos com os dados experimentais, no intuito de orientar os estudantes com relação a construção de seus próprios gráficos a partir do mesmo arranjo experimental utilizado por eles. Porém, à medida em que os estudantes foram finalizando a coleta de dados e observando o que estava sendo colocado no quadro, também foram demonstrando surpresa e falta de conhecimento sobre como colocar os dados no gráfico ou como estruturar um plano cartesiano.

De acordo com o planejamento original da sequência didática, os estudantes deveriam realizar a coleta de dados, receber a orientação sobre construção de gráficos do professor e construir seus próprios gráficos de linhas para as duas etapas do experimento em 38 minutos, mas infelizmente esse tempo não foi suficiente. Logo, como a atividade experimental 04 levou mais tempo para a realização do que o esperado, nessa aula, além da coleta de dados, aconteceu apenas uma pequena explanação sobre como deveria ser a construção dos gráficos a partir dos dados previamente coletados e colocados no quadro da sala por mim.

Durante a construção do gráfico no quadro, para as duas situações do arranjo experimental utilizado pelos estudantes descrito anteriormente, apresentei aos estudantes a relação de proporcionalidade entre as grandezas tempo e temperatura, assim como, a sua localização nos eixos. De forma superficial, indiquei através do gráfico o sentido e a velocidade da transferência de calor, além de classificar o gráfico em crescente ou decrescente.

#### **7.2.4 Dia 04 (Aulas 10, 11 e 12)**

O quarto dia de aplicação aconteceu na terça-feira (05/07/2022), este dia foi dedicado à aplicação do conhecimento e nele todos os 21 estudantes estavam presentes na aula.

No início da décima aula (Aula 10), conforme justificado em capítulo precedente, como de costume apresentei um novo problema aos estudantes. Esperando deles uma solução e almejando que isso fosse o mais breve possível,

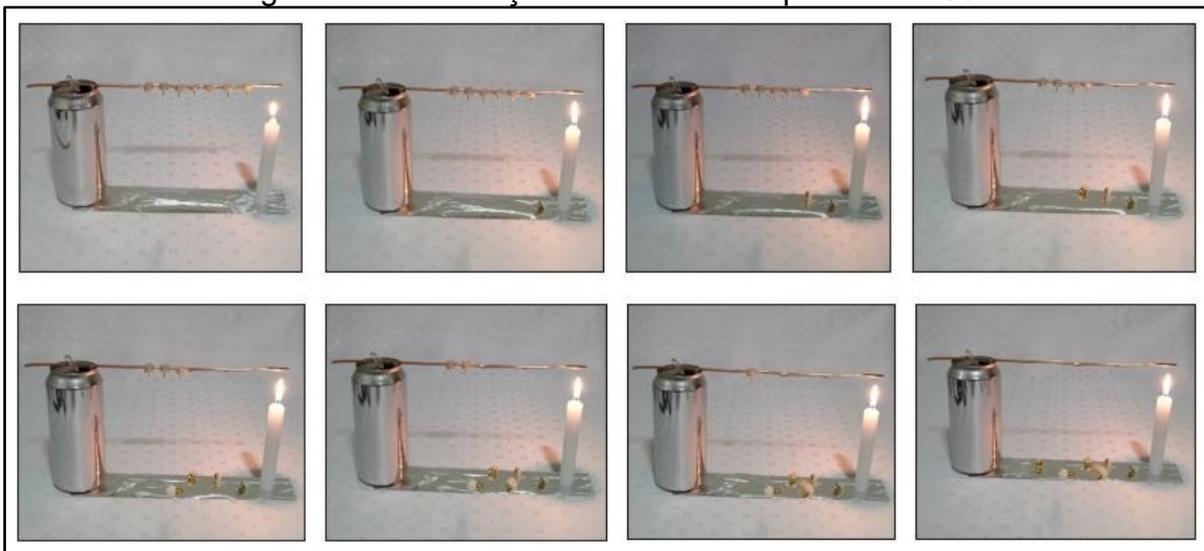
realizei também alguns questionamentos essenciais a respeito. Após serem questionados, os estudantes já sabiam que o esperado deles é que tentassem formular algumas hipóteses para responder às questões e problemas propostos. Após a formulação de hipóteses, os estudantes as transcreveram para a cartilha e depois as compartilharam com o restante da sala.

Em seguida, com o objetivo de organizar e dar uma base mais sólida aos estudantes acerca dos conteúdos estudados até então, antes da realização das atividades experimentais 05 (Propagação de calor por condução) e 06 (Propagação de calor por convecção), foi realizada uma aula expositiva e dialogada com o auxílio de uma apresentação de slides preparada antecipadamente, onde foram abordados alguns elementos referentes a transferência de calor e como ela pode acontecer, dando maior ênfase nos processos de condução e convecção. Para a aplicação dessa aula foram necessários 45 minutos.

Para a aplicação da décima primeira aula (Aula 11), ao invés de pedir que os estudantes se organizassem em equipes ou individualmente para realizar as atividades experimentais 05 (Propagação de calor por condução) e 06 (Propagação de calor por convecção), eu mesma às realizei como demonstração aos estudantes, no centro da sala de aula.

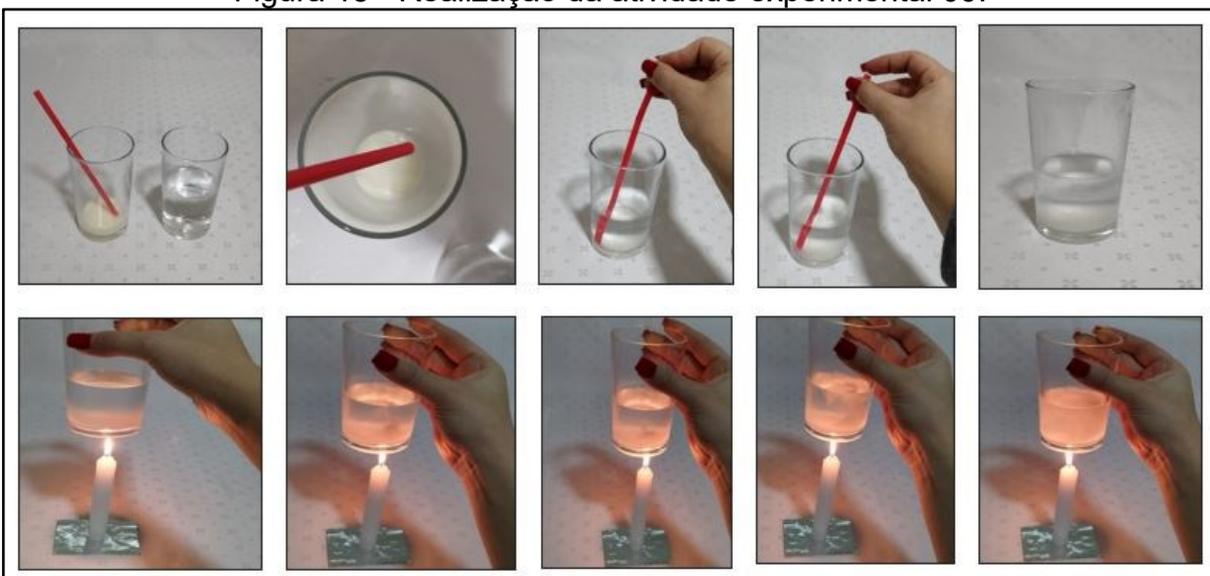
Para a realização do experimento 05, cujo objetivo principal era demonstrar a transferência de calor através do processo de condução, o arranjo foi posicionado sobre uma mesa na sala de aula. Para possibilitar a observação da evolução do experimento, os estudantes posicionaram-se ao redor da mesa, entretanto, alguns deles infelizmente não conseguiram ficar de frente para o experimento, devido ao tamanho da turma e, assim, observar da melhor forma possível o processo. Obviamente essa não foi a melhor escolha, pois alguns estudantes não conseguiram visualizar corretamente os perceijos do experimento 05 caindo (Figura 14), afinal, alguns estudantes estavam de frente para o experimento enquanto que outros estavam de lado, dificultando assim a visualização.

Figura 14 - Realização da atividade experimental 05.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Figura 15 - Realização da atividade experimental 06.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Quanto ao experimento 06 apresentado na Figura 15, aconteceu o mesmo problema do experimento 05 e, por mais que eu tenha repetido ambas as atividades, não consegui contornar a situação para que todos tivessem a melhor visão dos experimentos, prejudicando as respostas das questões relacionadas a esses experimentos. Para a realização dessa aula eu havia reservado o tempo de 45 minutos e este acabou sendo o suficiente.

Na décima segunda aula (Aula 12), realizei uma explicação expositiva e verbal sobre mapas conceituais, conforme justificado no capítulo precedente através da utilização de uma apresentação de slides. Nesta aula, aproveitei para exemplificar o que são mapas conceituais, como são construídos e quais as principais vantagens de sua utilização. Durante a explicação percebi que os estudantes nunca tinham tido até o momento um contato com mapas conceituais. Para essa aula foram necessários 45 minutos.

#### **7.2.5 Dia 05 (Aulas 13, 14 e 15)**

No último dia de aplicação da sequência didática, ocorrido em uma segunda-feira (18/07/2022), foi o momento da verificação da aprendizagem global. Para realização dessa avaliação de aprendizagem global, conforme justificado no capítulo precedente, escolhi realizar a construção de mapas conceituais a partir dos principais conceitos trabalhados durante a aplicação da sequência didática: Calor e Temperatura. Neste dia de aula 18 estudantes estiveram presentes.

Para a realização da décima terceira (Aula 13) e décima quarta aulas (Aula 14), foram necessários 76 minutos. Durante essas aulas projetei no quadro da sala novamente a apresentação de slides sobre mapas conceituais utilizada na aula anterior, mas dessa vez, apenas com a intenção de deixar exposto um exemplo sobre mapas conceituais para lembrar os estudantes sobre a explicação feita a respeito. Através do exemplo projetado no quadro e com algumas orientações feitas por mim enquanto circulava entre as carteiras, os estudantes elaboraram seus mapas sobre calor e temperatura. Enquanto alguns dos estudantes dedicaram-se seriamente à construção do mapa, sobre quais as ideias mais importantes de serem utilizadas e qual a melhor forma de organizá-las, outros ficaram mais preocupados em decidir qual canetinha utilizar.

A aplicação da décima quinta e última aula (Aula 15) teve duração de 38 minutos. Nesta aula, propus que todos os estudantes compartilhassem com os colegas, novamente através de uma exposição, os mapas conceituais criados. Para isso, fixamos com fita os mapas na parede da sala e os estudantes realizaram um passeio por ela, analisando cada mapa construído e os conceitos envolvidos, dentre eles calor e temperatura, além de outros. Ao final dessa aula me despedi dos estudantes e agradei a eles e a professora regente da turma pela participação e colaboração durante a aplicação da sequência didática desenvolvida.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo é realizada a análise e discussão dos resultados obtidos durante a aplicação do produto educacional, além da identificação de possíveis evidências para a verificação de indícios de aprendizagem.

### 8.1 DIA 1 (AULAS 01, 02 E 03)

Na primeira aula de aplicação da sequência didática foi possível obter um panorama geral da turma no que se refere ao seu desenvolvimento, sua formação e a bagagem conceitual adquirida até o momento. Inicialmente, percebeu-se que apenas 15 dos 21 estudantes escreveram as hipóteses formuladas em suas cartilhas, surgindo assim uma preocupação com relação ao interesse e participação dos estudantes. Conversando com a professora regente da turma, verificou-se que 15 desses estudantes possuíam um ótimo desempenho em atividades de leitura, interpretação e escrita, assim como, no desenvolvimento de cálculos envolvendo as quatro operações básicas e cálculos introdutórios envolvendo frações. Já os outros 06 estudantes possuem uma leitura fragmentada em nível silábico e apenas realizam cálculos simples envolvendo soma e subtração.

Com relação ao desenvolvimento cognitivo, 14 estudantes estão muito desenvolvidos, 01 possui grande dificuldade e 02 não possuem grande dificuldade, mas possuem déficit de atenção e concentração. Além disso, 02 estudantes são muito faltosos e infantilizados quando comparados com os demais e 01 estudante não possui interesse algum em participar das aulas e está sempre desmotivado. Ademais, vale ressaltar que, segundo relato da professora regente e confirmado através de observações realizadas nas aulas posteriores, alguns dos estudantes que estavam no 5º ano do Ensino Fundamental ainda não estavam totalmente alfabetizados, o que por sua vez pode explicar o motivo pelo qual estes estudantes não escreveram as hipóteses em suas cartilhas.

Na segunda aula, durante o levantamento de algumas concepções prévias dos estudantes, após ser apresentado o problema sobre como seria possível determinar a temperatura de um fluido ou um corpo e sua relação com a percepção corporal humana, os estudantes realizaram a formulação de algumas hipóteses que são apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 11 - Hipóteses sobre como determinar a temperatura.

Grupo	Respostas	Quantidade
Tato	“Encostar/ tocando na pessoa	4
	Colocando a mão na testa/cabeça	3
	Rolando na pessoa	1
	Sentindo o corpo/Colocando a mão em alguma parte do corpo	2
	Tocando no lugar onde o calor é mais perceptível	1
	Molhar a mão na água ou água gelada	2
Utilização de instrumento de medida	Termômetro	11
	É com o termômetro que vai dar de ver se o corpo está quente ou frio	1

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023)

Observando as hipóteses apresentadas no Quadro 11, pode-se concluir que uma grande parte dos estudantes possuem uma noção de que para realizar medições de temperatura é necessário a utilização de um instrumento específico de medição, afinal a palavra termômetro aparece de forma explícita em 12 das 25 respostas. Porém, ao mesmo tempo verifica-se que 13 respostas apresentadas estão relacionadas diretamente ao tato para medição da temperatura em corpos ou líquidos. Isso indica que os estudantes têm uma forte percepção do próprio corpo humano como um instrumento de medida confiável para a temperatura. Esse resultado deve estar associado a experiências domésticas cotidianas em que o corpo é utilizado para aferir a temperatura, como por exemplo, verificar se alguém está com febre ou verificar a temperatura da água do chuveiro.

Na atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro), o estudante escolhido para a execução do experimento iniciou colocando, simultaneamente, a mão direita em um recipiente com água à temperatura de 50°C e a mão esquerda em um recipiente com água à temperatura de aproximadamente 10°C (devido a utilização dos cubos de gelo) °C. Nessa etapa, sem sequer serem questionados sobre como classificavam a temperatura da água, os estudantes já realizaram afirmações do tipo “a água à 50°C é quente e boa para colocar a mão” enquanto que “a água à que tem gelo dentro (10°C) é mais fria”.

A seguir, após colocarem as mãos na água à temperatura ambiente e realizarem algumas discussões nos grupos, os estudantes descreveram como

classificavam a água à temperatura ambiente utilizando a mão esquerda e a mão direita como termômetros. As equipes realizaram as afirmações apresentadas a seguir:

Quadro 12 - Conclusões da Atividade Experimental 01.

Grupo	Conclusão
1	Quando coloquei a mão esquerda na água fria doeu muito, enquanto que ao colocar a mão direita na água quente foi agradável. Mas, quando coloquei as duas mãos na água à temperatura ambiente, a mão direita ficou gelada e a mão esquerda ficou quente.
2	A mão esquerda colocada na água com gelo doeu mais do que a mão direita colocada na água quente. E quando coloquei as duas mãos na temperatura ambiente a minha mão esquerda formigou enquanto que a mão direita ficou normal. No final, as minhas duas mãos ficaram bem vermelhas.
3	Quando bota a mão esquerda na água fria ela começa a doer e formigar enquanto que a mão direita colocada na água quente começa a doer e esquentar

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Com base nas conclusões dos estudantes, percebe-se que os grupos 01 e 02 conseguiram verificar que, quando as mãos foram colocadas simultaneamente em um mesmo recipiente com água a temperatura ambiente, ambas apresentaram percepções distintas da água em temperatura ambiente. Sendo assim, os estudantes tiveram a impressão de que a água estava fria na mão direita, que inicialmente estava no recipiente com água a 50°C, enquanto, na mão esquerda tiveram a impressão de que a água estava quente, devido ao fato da mão esquerda estar inicialmente inserida na água a 10°C (com gelo). Dessa forma, ficou evidente uma concepção de calor associado ao corpo (mão) principalmente ao observar as respostas no grupo 01.

Ao observar a resposta apresentada pelo grupo 03, não ficou evidente se realmente houve a compreensão de que as duas mãos apresentaram percepções distintas de temperatura para a água em temperatura ambiente, o que leva a crer que possivelmente essas respostas sejam resultado da falta de compreensão inicial do experimento, talvez sendo assim necessário uma revisão na metodologia utilizada.

## 8.2 DIA 2 (AULAS 04, 05 E 06)

Na quarta aula, inicialmente foi apresentado aos estudantes o problema da definição do quente, do frio e do morno de forma absoluta, a partir da pergunta “Por que temos a sensação de que algo está quente, frio ou morno? Os estudantes apresentaram verbalmente as seguintes respostas: “*temos a sensação de frio porque*

é gelado”, “é quente quando a gente se queima”, “é morno quando tá bom para tomar ou comer algo” e “para saber se está quente tem que usar o termômetro”.

A seguir, os estudantes fizeram a degustação de chás a diferentes temperaturas e classificaram os mesmos em termos de quente, frio e morno, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Tabela da turma com respostas sobre degustação de chás.

Classificação	Temperatura						
	Chá à 80 °C	Chá à 60 °C	Chá à 40 °C	Chá à 35 °C	Chá à 30 °C	Chá à 20 °C	Chá à 05 °C
<b>Quente</b>	15	10	--	--	--	--	--
<b>Frio</b>	--	--	--	05	07	17	17
<b>Morno</b>	02	07	17	12	10	--	--

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Ao analisar os dados da Figura 16, fica evidente que a maioria dos estudantes classificou os chás nas temperaturas de 80°C e 60°C com o termo quente, os chás nas temperaturas de 40°C, 35°C e 30°C com o termo morno e os chás nas temperaturas de 20°C e 05°C com o termo frio.

Após a realização da atividade experimental e registro das respostas na cartilha dos estudantes, foi realizada com os estudantes uma discussão sobre os motivos das classificações das temperaturas dadas por eles com relação ao desenho de alguém. Em sua maioria, eles afirmaram que classificaram como sendo quente aqueles chás que demoraram mais para tomar, ou seja, que necessitavam de pausa. Enquanto que, os chás classificados como frios eram os que eles podiam tomar rápido, porque eram inclusive até refrescantes. Já os chás classificados como morno eram os melhores para serem bebidos.

Em seguida, os estudantes foram abordados com um questionamento acerca da temperatura corporal média do ser humano, entretanto, eles afirmaram não saber. De todo modo, disseram acreditar ser morno, pois ao encostar em outra pessoa eles não se queimavam.

Após informar aos estudantes que a temperatura média do corpo humano é 36,7°C, os mesmos foram perguntados se era possível estabelecer alguma relação entre essa temperatura e os termos quente, frio e morno discutidos anteriormente. As

respostas dos estudantes foram que a temperatura corporal está mais próxima das temperaturas classificadas como morno e que as temperaturas mais altas (quente) e mais baixas (frio) são mais distantes da temperatura corporal humana.

Com base nessas respostas, foi explicado que os termos quente e frio não são bons para identificar e caracterizar completamente uma determinada temperatura, necessitando assim de uma referência para que possam ser utilizados. No caso da atividade experimental realizada, essa referência foi a temperatura corporal humana, entretanto, caso a referência fosse, por exemplo, a superfície do sol (5505 °C), as maiores temperaturas da atividade seriam consideradas baixas. Assim, os estudantes puderam perceber que a noção de quente, frio e morno quando ingerimos qualquer líquido, assim como, outros alimentos, está relacionada com a temperatura corporal.

As aulas 05 e 06 foram dedicadas à construção e exposição de obras de arte a partir dos termos "Calor e Temperatura". Para fins de discussão dos resultados, as obras obtidas foram divididas em 5 grupos, conforme elementos semelhantes que foram utilizados nas representações, tentativa de descrição de processos térmicos ou características geográficas relacionadas aos conceitos de calor e temperatura. É importante ressaltar que essa análise dos desenhos se refere à minha interpretação enquanto autora da sequência didática, incorporada da discussão com os estudantes e a professora regente da turma. Os resultados são apresentados no Quadro 13, a seguir.

Quadro 13 - Elementos Semelhantes nas respostas dos grupos nas aulas 5 e 6.

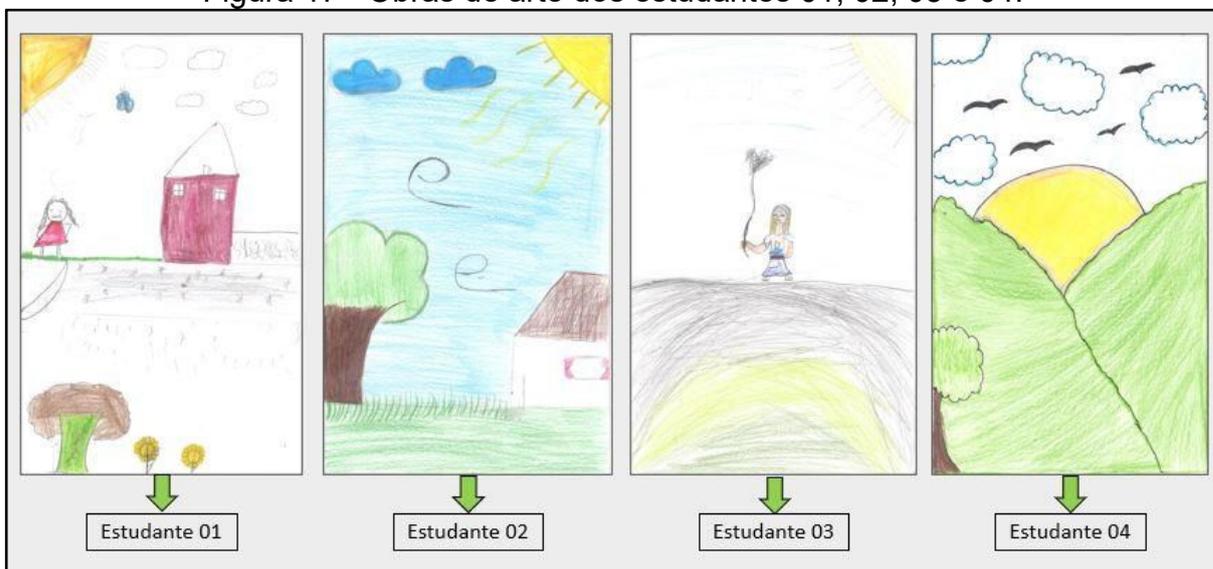
Categoria	Elementos Semelhantes
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte de Calor</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte de calor</li> <li>• Fonte fria e fonte quente</li> <li>• Equilíbrio térmico</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte de calor</li> <li>• Fonte fria e fonte quente</li> <li>• Equilíbrio térmico</li> <li>• Estações do ano</li> <li>• Processos físicos: Solidificação, vaporização e liquefação;</li> <li>• Transferência de calor: Condução, convecção e radiação</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte de calor</li> <li>• Fonte fria e fonte quente</li> <li>• Equilíbrio térmico</li> <li>• Processos físicos: Liquefação, Fusão, Liquefação, vaporização e solidificação.</li> <li>• Transferência de calor: Radiação,</li> <li>• Associação do estado Físico da Matéria com a sua temperatura</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características geográficas</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte de calor</li> <li>• Fonte fria e fonte quente</li> <li>• Equilíbrio térmico</li> <li>• Transferência de calor: Convecção, Condução e radiação.</li> <li>• Processos físicos: Vaporização.</li> <li>• Instrumentos de medição</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Na Figura 17 são apresentadas as 4 obras dos estudantes 01, 02, 03 e 04 (Categoria 1 do Quadro 13), onde é possível observar que, de maneira geral, todos os estudantes fizeram apenas uma representação tradicional do Sol em um dos cantos superiores ou no meio da folha do desenho, identificando este como uma fonte de luz e de energia que pode proporcionar o aquecimento de outros corpos. Além dessas representações, não é possível identificar nos desenhos outros indícios que indiquem processos térmicos mais elaborados ou elementos que possam fazer uma distinção clara entre temperatura e calor, talvez porque os estudantes não possuíam conhecimento sobre isso ou então porque não conseguiram se expressar corretamente.

Figura 17 - Obras de arte dos estudantes 01, 02, 03 e 04.

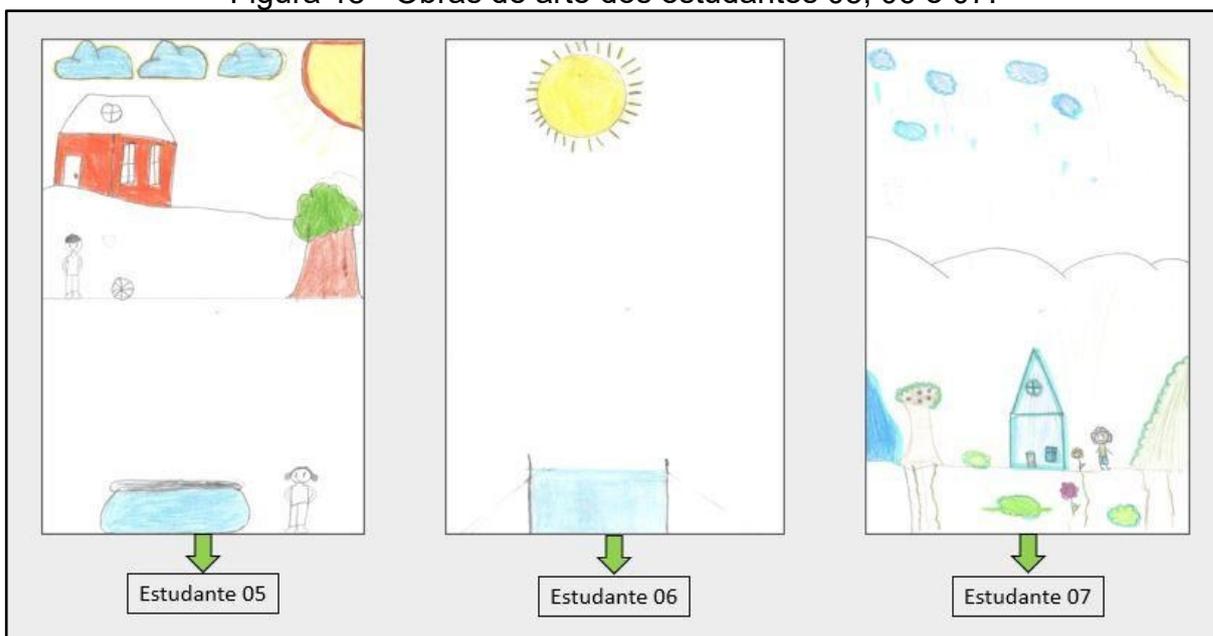


**Fonte:** Arquivos da Autora (2023)

Ao observar a Figura 18, percebe-se que os estudantes da categoria 2 do Quadro 13, assim como os da categoria 1 (apresentados na figura 18) do Quadro 13, representaram o Sol como fonte de luz e de calor. Porém, nos desenhos desse grupo,

também se percebe que há a presença de água, representada a partir de piscinas, riachos ou chuva e que podem indicar a percepção dos estudantes de que esta poderia servir para as pessoas refrescarem-se em dias com temperaturas elevadas, indicando assim uma ideia incipiente de transferência de energia e posterior equilíbrio térmico. Além disso, a presença da água também pode estar associada a constatação empírica de algumas de suas propriedades características, como por exemplo, sua alta capacidade térmica.

Figura 18 - Obras de arte dos estudantes 05, 06 e 07.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Os desenhos dos estudantes 08, 09 e 10 (Categoria 3 do quadro 13), representados na Figura 19, apresentam, assim como nos desenhos dos estudantes 05, 06 e 07 apresentados na Figura 18 (Categoria 2 do Quadro 13), o Sol como fonte de calor e a água representando um elemento que poderia amenizar a alta temperatura, mas além disso, também observa-se a presença de neve, ilustrado por um boneco vai passar meu (estudante 08) ou em forma de flocos (estudante 09).

Figura 19 - Obras de arte dos estudantes 08, 09 e 10.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Observando mais atentamente as obras de arte dos estudantes 08, 09 e 10 é possível ter duas interpretações: A primeira está relacionada à forma de expressão dos conceitos em termos de definição de calor e temperatura. Observa-se que, o estudante 08 apresenta duas representações, sendo uma delas utilizando o Sol certamente como fonte de calor, uma pessoa com roupas curtas e uma bebida ou um barquinho de brinquedo nas mãos, além de uma piscina com água.

Essa primeira representação indica uma forma de se refrescar em dias quentes (com temperaturas elevadas) enquanto que, na outra parte do desenho, ele utiliza a representação de uma casa, um boneco de neve, uma pessoa utilizando touca com uma xícara na mão cheia de um líquido quente e um floco de neve ao seu lado. Ao analisar essa segunda situação é possível fazer uma ligação com a estação do ano (inverno) onde as temperaturas são mais amenas e as pessoas preferem bebidas quentes e uma casa fechada para se manterem aquecidas. Do ponto de vista dos processos físicos apresentados, é possível perceber que o estudante apresenta solidificação, vaporização e liquefação.

Ao observar a obra de arte do estudante 09, percebe-se que ele faz uma separação de duas situações, onde na situação 01 representa através dos flocos de gelo um lago congelado e uma pessoa com as mãos sobrepostas. Essa representação remete ao pensamento de que o lago de gelo indica o frio (temperatura baixa), e as

mãos postas indicam uma pessoa com frio que geralmente esfrega as mãos para se aquecer.

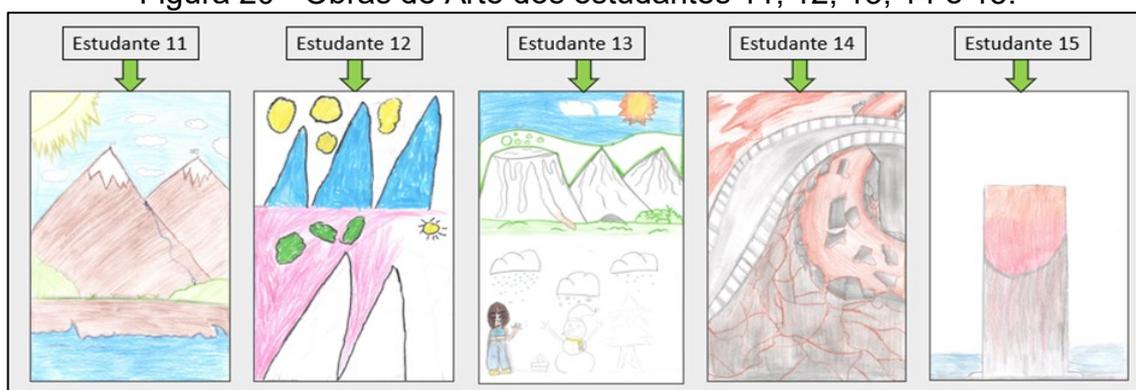
Na situação 2, o estudante representa o Sol como fonte de calor emitindo ondas eletromagnéticas, uma pessoa suando usando roupas curtas e ondas de “ar” saindo do solo. Essa representação indica que o estudante associa que em dias quentes (com temperaturas elevadas) é muito mais fácil de suar. Do ponto de vista dos processos físicos apresentados, percebe-se na situação 1 a representação da solidificação enquanto que na situação 2 é visível a presença da vaporização.

Ainda com relação a obra de arte do estudante 09, é possível analisar a presença dos processos de transferência de calor e equilíbrio térmico (mesmo que ainda não estudados) representados através da pessoa que supostamente está com frio e através das ondas eletromagnéticas emitidas pelo Sol. Por fim, ao analisar a obra de arte do estudante 10 percebe-se que foi representado uma casa e que dentro dela há um fogão e nele repousa uma panela com algo cozinhando (devido o vapor saindo da panela).

Com base nessas observações, é possível verificar que nesta obra de arte foi apresentado o processo de transferência de calor por condução e convecção através da panela e o alimento sendo aquecidos no fogão. Através do Sol é possível observar o processo de transferência de calor por radiação, assim como nas obras de arte dos estudantes 08 e 09.

Na Figura 20 são apresentadas as obras de arte dos estudantes 11, 12, 13, 14 e 15 (classificados como pertencentes a categoria 4 do Quadro 13) e, apesar de as obras dos estudantes 12 e 13 não terem sido finalizadas, é visível que ambos fizeram o uso de montanhas em suas obras.

Figura 20 - Obras de Arte dos estudantes 11, 12, 13, 14 e 15.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

O estudante 11, além das montanhas, apresenta em sua obra o Sol, um lago e parte das montanhas cobertas por gelo. Com base nisso fica evidente que o gelo (ou neve) nas montanhas deveria indicar temperatura baixa (fonte fria) enquanto que o Sol indica a temperatura alta (fonte quente). Porém, é possível encontrar outros detalhes importantes ao analisar com mais cuidado a obra. Assim como representado por outros estudantes, é possível observar o processo de transferência de calor por radiação através do Sol, mas também se identifica um processo de liquefação envolvendo o aumento da temperatura da camada de gelo das montanhas e seu consequente derretimento, formando assim o lago.

Voltando o olhar para a obra de arte do estudante 12, é possível verificar duas situações sendo representadas. Na situação 01, o estudante utiliza a cor azul para colorir as montanhas, e não apresenta de forma explícita uma fonte de calor. Mas, através da cor utilizada (azul), tem-se uma noção de que a intenção era representar temperaturas baixas nesta situação. Na situação 02, o estudante desenhou o Sol provavelmente para ilustrar temperaturas altas (fonte de calor), não coloriu as montanhas, porém, coloriu quase tudo ao redor delas utilizando para isso a cor rosa. Fica evidente através desta obra que o estudante possui uma noção sobre o processo de transferência de calor por radiação através do Sol.

Diferentemente dos desenhos dos grupos de desenhos apresentados até agora, os desenhos dos estudantes 13, 14 e 15 (apresentados na Figura 20 e classificados como pertencentes a categoria 4 do Quadro 13) apresentam uma outra fonte de calor, além do Sol. Nesses desenhos é possível observar a presença de vulcões, cuja lava jorrando de suas crateras seria uma referência a altas temperaturas. Nesses exemplos também é possível verificar a ideia da matéria fluida (lava) escoando, indicando assim uma possível associação do estado físico da matéria com a temperatura desta.

Com relação a obra de arte do estudante 13, ao que tudo indica ela não foi finalizada, mas apesar disso é possível verificar a representação de duas situações. Na situação 01 o estudante apresenta o Sol, montanhas e vulcões através do desenho, mas, no entanto, o Sol neste caso não é utilizado necessariamente para representar uma fonte de calor. Na situação 2, é apresentado um segundo cenário, este provavelmente para indicar estados de baixa temperatura, onde é possível observar bonecos de neve e nuvens com chuva, além dos processos de liquefação e solidificação.

A obra do estudante 14, apesar de ser um pouco mais abstrata do que as outras, traz consigo cores quentes e frias ao mesmo tempo, representando através do vermelho a lava líquida de um vulcão, enquanto que a parte escura (cinza) representa a lava já petrificada. Com base nisso, percebe-se que o autor da obra relatou através dela que em temperaturas elevadas a lava encontra-se no estado líquido, enquanto que a baixas temperaturas o corpo encontra-se em estado sólido, indicando novamente uma possível associação do estado físico da matéria com a temperatura desta.

Na obra de arte do estudante 15 também percebe-se que se trata de um vulcão no momento da erupção, com a lava líquida em seu topo representada através de cores quentes e com lava petrificada ao seu redor. Também se observa na parte inferior do desenho a cor azul pode estar representando a água do mar, como no caso de vulcões localizados em pequenas ilhas. Nesse caso, a água pode estar indicando um reservatório de baixa temperatura associado a solidificação da lava.

Figura 21 - Obras de Arte dos estudantes 16 e 17.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Finalizando a análise das obras de arte, temos na Figura 21 os desenhos dos estudantes 16 e 17 (classificados como pertencentes a categoria 5 do Quadro 13). Essas duas obras de arte sintetizam de uma forma geral a utilização do termômetro

como instrumento de medição de temperatura. Essa manifestação pode estar associada às aulas precedentes, em que foi introduzida a ideia do termômetro para medir a temperatura de maneira precisa.

Na obra de arte criada pelo estudante 16 é nítida a relação desta com a atividade experimental dos chás, realizada nas aulas anteriores. Inicialmente o estudante apresenta uma xícara de chá utilizando flocos de gelo e a cor azul ao redor da xícara para representar que aquilo ainda está frio. Na sequência, é apresentada uma chama representando uma fonte de calor que faz com que o chá se aqueça. Em seguida, o entorno da xícara é representado na cor amarela, indicando que a mesma se encontra em temperatura ambiente e que para fazer uma medida precisa da temperatura é necessário um termômetro. Por fim, o entorno da xícara é apresentado com a cor vermelha e algumas linhas indicando processos de evaporação associados a uma temperatura mais elevada, com o termômetro indicando 50°C.

Na obra de arte do estudante 17, é verificado a representação de um termômetro dentro de um recipiente, mas sem a indicação de valores coletados para a temperatura. Analisando as cores utilizadas como fundo da obra de arte (azul) e a base do recipiente com o termômetro, pode-se assimilar que o valor da temperatura não é apresentado no termômetro, devido a relação usualmente feita entre a cor azul para representar temperaturas baixas e cor vermelha para representar temperaturas altas. Dessa forma, a obra retrata uma temperatura baixa.

De acordo com as obras de arte criadas, ficou claro que existem diferentes níveis de representação da temperatura e do calor, envolvendo processos físicos, relações de causa e efeito e expressão de conceitos que variam de aluno para aluno e sua bagagem conceitual do momento, além obviamente da capacidade de expressão artística mais ou menos desenvolvida. Ademais, evidencia-se como algo em comum em todos os desenhos a representação das altas temperaturas nas cores vermelho, amarelo e laranja e das baixas temperaturas ou temperaturas mais próximas do ambiente nas cores azul, verde e violeta.

### 8.3 DIA 3 (AULAS 07, 08 E 09)

Em relação às análises, apresentações e discussões das obras com toda a turma, que aconteceram na aula 07, as mesmas inicialmente transcorreram de forma satisfatória, entretanto, a partir da observação da décima obra de arte, os estudantes começaram a dar sempre as mesmas respostas para suas análises, com o autor da

obra geralmente concordando com a explicação do colega sobre o seu desenho, sem acrescentar mais nada à observação.

Para que as discussões sejam mais efetivas, evitando que os estudantes apenas repliquem as respostas, sugere-se como alternativa que os estudantes, ao finalizarem as obras de arte, criem um diário da sua obra de arte na cartilha do estudante, explicando o que tentaram representar através da mesma. Em seguida, deve-se realizar a exposição e observação das obras, assim como, a escolha de uma delas para análise. Ao invés da análise ser realizada apenas oralmente, os estudantes deverão ao final da análise escrever o relato das observações realizadas também na cartilha do estudante e, posteriormente, compartilhá-las com os colegas através de leitura.

Na aula 08 foi realizada a atividade experimental 03 (A mistura do quente e do frio e o calor). Para iniciar a aula, foram propostos os seguintes questionamentos: O que ocorre se misturarmos dois líquidos com temperaturas distintas ou ambos com a mesma temperatura? O que é calor? A seguir, os estudantes elaboraram algumas hipóteses, escreveram na cartilha e depois compartilharam com os colegas.

As hipóteses formuladas pelas equipes estão apresentadas no Quadro 14:

Quadro 14 - Hipóteses da Atividade Experimental 03.

Grupo	Hipóteses
1	Se colocar água quente com água fria pode ficar morna. O calor pode ser fogo, Sol, lava ou vapor
2	Se juntarmos ambos da mesma temperatura talvez ambos fiquem com a mesma temperatura. Calor é quando a temperatura é grande.
3	Fica a mesma coisa. É uma temperatura quente que faz nosso corpo ter reações (faz ele suar e esquentar).
4	Se misturarmos dois fluidos com temperaturas iguais a outro fluido eles continuarão na mesma temperatura ou mais alta.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Ao analisar as respostas apresentadas no Quadro 14 para o primeiro questionamento proposto, é possível observar que os estudantes possuem certa relutância em fazer as afirmações de forma clara e direta, indicando assim que possuem compreensão relativa do conceito de equilíbrio térmico. Apenas o grupo 3

afirma que, no caso de líquidos inicialmente na mesma temperatura, “*Fica a mesma coisa (a temperatura)*”. Já os grupos 1, 2 e 4 apresentaram suas respostas em termos de orações condicionais ou com mais de uma possibilidade, manifestando certa insegurança sobre os conceitos abordados. Esse comportamento pode estar associado a uma falta de domínio conceitual ou a uma estratégia de resposta que garanta um acerto parcial. De todo modo, as respostas contêm em essência elementos que indicam certa familiaridade com o conceito de transferência de calor e equilíbrio térmico.

Com relação ao questionamento sobre o que é calor, percebe-se que 3 dos 4 grupos apresentaram suas respostas. Em todos os casos, o calor foi definido a partir de fontes de temperaturas elevadas, ilustrando assim uma evidente confusão conceitual entre calor e temperatura. Essas concepções prévias que foram obtidas, devem ser estudadas em diferentes níveis de escolaridade dos estudantes, pois indicam uma barreira conceitual fundamental que deve ser superada no processo de ensino dos conceitos em questão.

Um exemplo disso é apresentado no estudo realizado por Louzada, Elia e Sampaio (2015), quando investigaram as concepções alternativas de estudantes do 2º ano do ensino médio acerca de conceitos térmicos, por meio da aplicação de um questionário antes e depois (pré e pós teste) no período de um ano letivo. Outro exemplo que pode ser relacionado é o estudo desenvolvido por Santos e Sarmiento (2010), relacionado às concepções prévias acerca do conceito de calor e temperatura, apresentado como trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Química, onde investigou-se, também por meio de um questionário de pré-teste e de pós-teste, uma turma de estudantes do 2º semestre do curso de Licenciatura em Química. É importante observar que este exemplo trata de estudantes bem mais avançados em termos de escolarização do que os estudantes desta pesquisa, porém, indicam que a medida em que os estudantes possuem maior escolaridade, eles também já passaram por muitas apresentações sobre concepções de calor e temperatura, o que comprova a importância dos desafios e do conflito cognitivo para o desenvolvimento e aprendizagem das crianças.

Nesse sentido, acrescenta-se e reafirma-se o posicionamento assumido na presente pesquisa acerca da relevância da exploração de conceitos científicos/físicos desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, levando em consideração que poderá contribuir para que no Ensino Médio e no Ensino Superior, as concepções alternativas

estejam melhor desenvolvidas e tenham dado espaço às concepções e conceitos científicos.

Após a realização da atividade experimental 03 (A mistura do quente e do frio e o calor), os estudantes obtiveram os dados experimentais apresentados a seguir, na Figura 22 e na Figura 23.

Figura 22 - Atividade Experimental 03 – Registro dos Grupos 01 e 02.

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01	24°C	03 (copo 01 + copo 02)	24°C
02	23°C		
04	2°C	06 (copo 04 + copo 05)	42°C
05	80°C		
07	10°C	09 (copo 07 + copo 08)	47°C
08	85°C		

**Grupo 01**

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01	23°C	03 (copo 01 + copo 02)	23°C
02	24°C		
04	1°C	06 (copo 04 + copo 05)	38°C
05	78°C		
07	10°C	09 (copo 07 + copo 08)	46°C
08	85°C		

**Grupo 02**

**Fonte:** Arquivos da Autora (2023).

Figura 23 - Atividade Experimental 03 – Registro dos Grupos 03 e 04.

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01	24°C	03 (copo 01 + copo 02)	25°C
02	25°C		
04	3°C	06 (copo 04 + copo 05)	35°C
05	83°C		
07	10°C	09 (copo 07 + copo 08)	45,5°C
08	84°C		

**Grupo 03**

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01	24°C	03 (copo 01 + copo 02)	24°C
02	24°C		
04	2°C	06 (copo 04 + copo 05)	40°C
05	80°C		
07	15°C	09 (copo 07 + copo 08)	50°C
08	87°C		

**Grupo 04**

**Fonte:** Arquivos da Autora (2023).

Essa atividade possibilitou que os alunos trabalhassem com um arranjo experimental pré-determinado e manipulassem um instrumento de medida (termômetro), realizando medidas experimentais em líquidos com diferentes temperaturas iniciais e, a seguir, medidas da temperatura da mistura após o equilíbrio térmico.

Esses resultados então puderam ser comparados com suas respostas aos questionamentos do início da aula. No caso dos quatro grupos, as medidas foram realizadas de forma adequada sem apresentar nenhum imprevisto e os resultados foram dentro do esperado. Assim, eles puderam observar que, os líquidos que tinham inicialmente a mesma temperatura, após serem misturados, permaneceram com a mesma temperatura, enquanto que, líquidos inicialmente com temperaturas distintas, atingiram outra temperatura no equilíbrio, intermediária entre as temperaturas iniciais. Na nomenclatura utilizada pelos estudantes, a mistura fica morna.

Antes de iniciar a atividade de simulação virtual com os estudantes, foi realizada uma problematização acerca da natureza da temperatura e sua manifestação em fluidos e corpos. Logo após foi realizada a pergunta “O que é

temperatura?”. Com base em seus conhecimentos prévios e os estudos realizados até o momento, as respostas foram anotadas em suas cartilhas e classificadas conforme o estágio de compreensão em construção, conforme apresentado no Quadro 15 a seguir.

Quadro 15 - Classificação das Hipóteses iniciais sobre o que é a temperatura com relação a sua natureza física.

Natureza Física	Hipótese	Classificação		
		Estágio I	Estágio II	Estágio III
Transferência de Calor	Temperatura é a base de calor para todas as pessoas que você encosta.	x		
	Temperatura é algo que a pessoa dá de corpo em corpo.		x	
Sensação Térmica	Temperatura é o que nós sentimos. Exemplo: Quando entramos no banho no inverno tiramos as roupas e ficamos com frio porque nosso corpo está quente. Quando entramos no chuveiro nos esquentamos mais ainda e quando saímos ficamos com mais frio ainda porque o nosso corpo está quente.		x	
	A temperatura é a base do nosso corpo e quando a gente sente frio e calor.		x	
	Temperatura é o frio e o quente	x		
	Calor	x		
	A temperatura é frio e calor	x		
	Para ter a temperatura perde o calor	x		
	A temperatura é um calor que se desenvolve do ar. Exemplo: Quando se veste uma roupa você vai desenvolver calor e a temperatura baixa e o frio e o ar gelado.	x		
É o calor apenas que aquece e não esfria, mas quando tomamos o chá a nossa boca queima por causa que está muito quente.	x			
Medição	Ela pode mudar uma bebida fria para quente; Ela pode mostrar se uma comida está quente ou fria e é representada por °C		x	
	Quando a gente coloca muito casaco no frio a gente começa a sentir calor porque é acima da nossa temperatura.		x	
	Temperatura é algo que usamos para medir		x	
	Temperatura é o que define o que é frio e o que é quente	x		x
Outros	Temperatura é um ambiente	x		

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Após a classificação das hipóteses criadas pelos estudantes em corretas, parcialmente corretas ou incorretas também houve uma classificação das mesmas associada a sua natureza física conforme apresentado no Quadro 15.

A atividade de simulação virtual foi realizada com o auxílio de um notebook e projetor para projetá-la no quadro da sala, onde inicialmente foi apresentado aos estudantes a interface do Simulador “Estados da Matéria: Básico” do projeto PhET - Simulações Interativas da Universidade do Colorado, explicando do que se tratava a simulação e como seria possível observar diferentes substâncias respondendo, sob a perspectiva molecular, a regimes de aquecimento ou resfriamento.

De acordo com a concepção inicial da sequência didática, essa atividade deveria ser realizada pelos próprios estudantes, apenas com a orientação do professor, entretanto, como a escola não possuía laboratório de informática com equipamentos funcionando e nem mesmo uma internet de qualidade razoável para sua realização a partir dos celulares dos estudantes, a atividade foi realizada pelo professor, e contando com a participação e sugestões de ações dos estudantes.

Ao longo da atividade com o simulador, os estudantes realizaram a coleta de dados e preencheram uma tabela, que relaciona o tempo com a temperatura para a água no estado líquido sujeita a um regime de aquecimento (passo I) e para a água sujeita a um regime de resfriamento (passo II). Como a simulação foi realizada pelo professor uma única vez, os dados apresentados pelos estudantes foram todos os mesmos, conforme apresentado na Figura 24 e na Figura 25.

Figura 24 - Dados da Simulação - água no estado líquido recebendo calor.

Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	13
5	81
20	326
30	982
60	1204

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Após realizar a coleta de dados, os estudantes responderam algumas questões disponíveis na cartilha do estudante e apresentadas a seguir, no Quadro 16:

Quadro 16 - Registro das respostas da Atividade Experimental 03.

Questão	Resposta	Quantidade
Descreva como as partículas de água estavam no estado inicial, ou seja, antes de você adicionar calor.	As partículas estão se movimentando pouco, no mesmo lugar	01
	As partículas estavam se movimentando pouco	13
	As partículas estavam todas juntas e se movimentando pouco	02
	Estavam mexendo	01
	Não respondeu	03
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 5 segundos? E a temperatura?	As partículas se movimentam mais rápido e separadas uma das outras e a temperatura aumentou.	06
	As partículas se movimentam mais rápido e separadas	05
	Elas se movimentam mais rápido	03
	Elas se separaram e a temperatura aumentou	01
	Não respondeu	04
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 20 segundos? E a temperatura?	Elas se movimentam mais rápido e se separam ainda mais. a temperatura aumentou mais ainda.	02
	Elas se movimentam mais rápido e ficam mais separadas	05
	Elas se movem mais rápido e a temperatura também aumentou.	06
	Elas se movem mais rápido	01
	Começou a ferver	01
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 30 segundos? E a temperatura?	Elas ficam ainda mais rápidas e se separam cada vez mais, enquanto que a temperatura também aumenta.	04
	Ficam cada vez mais rápidas e se separando cada vez mais.	03
	Ficam cada vez mais rápidas e a temperatura aumenta.	07
	Se movimentam mais rápido.	01
	Não respondeu	04
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo da chama (calor) por 30 segundos? E a temperatura?	As moléculas ficaram mais rápidas e distantes e a temperatura aumentou devagar.	04
	As moléculas continuam se movimentando	04
	A temperatura aumenta, porém devagar.	04
	As moléculas se separam com menor velocidade e a temperatura continua aumentando	01
	Não respondeu	06

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Na sequência da Atividade Experimental, os estudantes realizaram o registro dos dados coletados na segunda parte do experimento, quando a simulação se deu em relação à água no estado líquido cedendo calor, conforme a Figura 25, a seguir.

Figura 25 - Dados da Simulação - água no estado líquido perdendo calor.

Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	13
5	- 228
20	-271
30	-273
60	-273

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Após realizar a coleta de dados, os estudantes responderam algumas questões disponíveis na cartilha do estudante e apresentadas a seguir, no Quadro 17:

Quadro 17 - Registro das respostas após Experimento com o Simulador.

Questão	Resposta	Quantidade
Descreva como as partículas de água estavam no estado inicial, ou seja, antes de você adicionar gelo.	Elas estavam em estado normal se mexendo devagar e bem próximas umas das outras.	09
	As partículas estavam se mexendo devagar.	01
	As partículas estavam se mexendo	04
	Não respondeu	05
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 5 segundos? E a temperatura?	Elas estavam se mexendo um pouco	02
	Elas começaram a ficar lentas	01
	Elas começaram a ficar lentas e a temperatura diminuiu	05
	Elas começaram a ficar lentas e próximas umas das outras e a temperatura diminuiu	03
	Elas ficaram mais perto umas das outras e a temperatura diminuiu	02
Não respondeu	06	
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 20 segundos? E a temperatura?	As partículas estão se mexendo bem pouco e a temperatura diminui.	12
	As partículas pararam de se mexer e a temperatura diminuiu.	01
	Não respondeu	06
O que você percebeu que acontece com as	As partículas estavam se mexendo bem pouco e a temperatura diminuiu ainda mais.	09

partículas de água após você fornecer gelo a elas por 30 segundos? E a temperatura?	As partículas pararam de se movimentar e a temperatura diminuiu ainda mais.	02
	As partículas quase não se movimentam e a temperatura aumenta.	02
	Não respondeu	06
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo da chama (calor) por 30 segundos? E a temperatura?	As moléculas ficaram mais rápidas e distantes, enquanto que a temperatura aumentou com menor velocidade se comparada com os casos anteriores.	04
	As moléculas continuaram se movimentando	04
	A temperatura continuou aumentando, porém mais lentamente do que nos casos anteriores.	04
	As moléculas continuam se separando, porém com menor velocidade, assim como, a temperatura também continua aumentando só que de forma mais lenta do que nos casos anteriores.	01
	Não respondeu	06
O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo de gelo por 30 segundos? E a temperatura?	As partículas ficaram paradas e a temperatura chegou ao máximo.	06
	As partículas ficaram paradas e a temperatura diminuiu ainda mais.	05
	As partículas ficaram paradas e a temperatura aumentou.	01
	As partículas ainda estavam se mexendo.	01
	Não respondeu	06
Qual a relação que se pode estabelecer entre a temperatura e o movimento de partículas da água?	Quanto maior o valor da temperatura, mais rápido as partículas se movimentam; E quanto menos o valor da temperatura mais devagar as partículas se movimentam.	08
	Quanto maior a temperatura mais as partículas se mexiam.	01
	Na temperatura mais quente elas se mexiam bem rápido e no frio elas se moviam mais lentamente.	02
	Não respondeu	08
Qual a relação entre calor e temperatura?	Quanto mais calor damos ao corpo maior é a temperatura.	08
	A temperatura é o estado de calor	01
	Quando sinto frio e fico perto do meu pai, o calor dele passa para mim.	01
	O calor não é temperatura e quando a temperatura aumenta é porque aumentou calor e quando a temperatura fica baixa é porque diminuiu o calor.	01
	Na temperatura alta as partículas ficam mais movimentadas e tem sobra de calor.	01
	Não respondeu	07

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Com base nas informações apresentadas no Quadro 16 e no Quadro 17, é possível observar que os estudantes conseguiram perceber que, conforme a chama da vela era aumentada (aumento de transferência de calor), a vibração das partículas também aumentava, enquanto que ao diminuir a chama da vela (diminuição da transferência de calor), a vibração das partículas também diminuía. O mesmo acontece quando é adicionado gelo, quando nesse caso há uma inversão no sentido da transferência de calor, ou seja, o calor é fornecido pelas partículas ao gelo, diminuindo assim a vibração das mesmas.

A partir desse contexto, é possível verificar evidências de que os estudantes perceberam que o calor é algo (energia) que está associado a uma troca e que pode ser fornecido de um corpo a outro, através das respostas fornecidas pelos estudantes na última questão do Quadro 17. Além disso, essa transferência de calor, motivada pela diferença de temperatura entre dois corpos, também altera o estado vibracional das partículas e, portanto, sua temperatura, dependendo do tempo em que essa transferência está ocorrendo.

Outro elemento importante manifestado nas respostas dos estudantes trata da percepção destes em relação à separação média das partículas à medida em que o calor é fornecido ou retirado destas, respectivamente, aumentando ou reduzindo as distâncias, o que por sua vez está associado a processos de dilatação térmica.

O objetivo principal dessa atividade não era um aprofundamento maior na abordagem microscópica da temperatura, mas sim dar aos estudantes apenas uma noção preliminar sobre a relação entre temperatura e agitação das moléculas de determinada substância.

Após a finalização da atividade com o simulador e com os conceitos de temperatura e calor definidos, a nona aula iniciou com os estudantes se organizando em no máximo 03 grupos, na qual foi apresentada a seguinte pergunta problematizadora: “Qual o sentido em que se dá a transferência de calor entre dois corpos e qual o tempo necessário para alcançar o equilíbrio térmico?” A seguir, os estudantes formularam algumas hipóteses, as anotaram na cartilha do estudante e depois compartilharam com os colegas, conforme apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 - Sentido de propagação do calor.

Grupo	Hipóteses
1	Entre dois corpos a temperatura sempre vai de um para o outro.
2	O calor vai de um corpo para o outro.
3	A temperatura sempre tenta encontrar o equilíbrio térmico entre duas temperaturas diferentes.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Com relação as respostas formuladas pelos grupos de estudantes e apresentadas no Quadro 18, verifica-se que novamente eles indicam a noção de que o calor está associado a troca e que vai de um corpo ao outro. Porém, apesar de já possuírem evidências necessárias para perceberem que o calor (energia térmica) passa sempre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura, verificou-se que nenhum dos grupos apresentou isso como resposta. Na perspectiva da autora, isso não se deve ao fato de faltar ferramentas para a construção deste conhecimento, mas sim pela dispersão na atenção dos estudantes, que acabou acontecendo devido a redução da quantidade de grupos e, por consequência, aumento de integrantes de cada grupo.

Para a realização do experimento 4, os estudantes se reorganizaram em novos grupos e o realizaram em duas partes. Primeiro os estudantes analisaram a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente, medindo as temperaturas de ambos após determinados intervalos de tempo. Os dados coletados pelos 3 grupos são apresentados na Figura 26 a seguir.

Figura 26 - Dados coletados pelos 3 grupos na Parte I do Experimento 04.

Tabela 1 - Temperatura versus Tempo - Grupo 1

Recipiente	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Alumínio com água	80	54	53	52	51	50	49		
Plástico com água	22	28	37	39	43	45	47		

Tabela 1 - Temperatura versus Tempo - Grupo 2

Recipiente	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Alumínio com água	79	62	48						
Plástico com água	22	36	47						

+ Tabela 1 - Temperatura versus Tempo - Grupo 3

Recipiente	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Alumínio com água	80	73	68	60	54	50	48	47	
Plástico com água	20	24	27	34	39	44	46	47	

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Após realizar a primeira coleta de dados sobre a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente, os estudantes analisaram a transferência de calor entre o gelo e a água à temperatura ambiente. Os dados coletados pelos 03 grupos são apresentados na Figura 27 a seguir.

Figura 27 - Dados coletados pelos 3 grupos na Parte II do Experimento 04.

Tabela 2 - Temperatura versus Tempo - Grupo 1

Recipiente	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Alumínio com gelo	2	2	3	4	5	6			
Plástico com água	20	20	19	18	17	16			

Tabela 2 - Temperatura versus Tempo - Grupo 2

Recipiente	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Alumínio com gelo	0	1	3	4	4	5			
Plástico com água	22	21	19	18	18	17			

Tabela 2 - Temperatura versus Tempo - Grupo 3

Recipiente	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Alumínio com gelo	0	0	1	2	2	3	4	5	
Plástico com água	22	22	21	20	20	19	18	17	

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Observando os resultados experimentais apresentados nas tabelas dos dois procedimentos, verifica-se que houve divergência entre os grupos em relação ao tempo para atingir o equilíbrio térmico no primeiro procedimento. De acordo com os dados apresentados, o equilíbrio térmico demorou cerca de 210 segundos (3,5 minutos) para acontecer nos grupos 1 e 3, enquanto que, no grupo 2 o equilíbrio térmico aconteceu em menos da metade do tempo, o que se deve provavelmente ao fato de o grupo ter esquecido de registrar algumas marcações de tempo e temperatura.

Além da divergência encontrada no primeiro procedimento, também foi verificado que no segundo procedimento o equilíbrio térmico não foi alcançado por nenhum dos grupos. Apesar de não ter sido realizada uma discussão com os grupos a respeito, isso se justifica pelo fato de que a água utilizada no recipiente de plástico estava em temperatura ambiente, medida pelos grupos como 20 e 22°C. Dessa forma, apesar de ter ocorrido troca de calor entre o recipiente de alumínio com gelo e o recipiente de plástico com água, o equilíbrio térmico não poderia acontecer devido a

temperatura ambiente ser maior que a temperatura do equilíbrio (supostamente  $11^{\circ}\text{C}$ ). Mas, no entanto, o problema desta atividade também é justificado pela mudança de estado físico do gelo. Dessa forma, tal problema poderia ser evitado se fosse substituído a água a temperatura ambiente por água a uma temperatura mais elevada como por exemplo  $80^{\circ}\text{C}$  e o gelo por água a uma temperatura mais amena como por exemplo,  $5^{\circ}\text{C}$ .

#### 8.4 DIA 4 (AULAS 10, 11 E 12)

O experimento 05 apesar de ter sido planejado para ser executado pelos estudantes foi realizado como demonstração pela professora no centro da sala de aula, conforme mencionado no capítulo precedente. Ao término da realização do experimento, foram feitas algumas perguntas aos estudantes conforme apresentado na Figura 28.

Figura 28 - Respostas dos estudantes – Atividade Experimental 05.

<b>Grupo 01 – Estudantes de frente para a parte da frente do experimento</b>	
<b>Perguntas</b>	<b>Respostas</b>
1. Escreva o que aconteceu com os percevejos colados no fio de cobre à medida em que o tempo foi passando depois que você acendeu a vela.	Eles começaram a desgrudar do fio e cair sobre a mesa.
2. Qual foi a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?	Do lado da vela para o lado da lata (Direita para esquerda).
3. Como você explica a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?	Eles caíram porque estavam mais perto da vela, então esquentavam mais rápido.
4. Como o calor foi transferido da chama da vela até o percevejo mais próximo da lata?	O fio de cobre transferiu o calor.

<b>Grupo 02 – Estudantes de frente para a parte de trás do experimento</b>	
<b>Perguntas</b>	<b>Respostas</b>
1. Escreva o que aconteceu com os percevejos colados no fio de cobre à medida em que o tempo foi passando depois que você acendeu a vela.	Eles começaram a desgrudar do fio e cair sobre a mesa.
2. Qual foi a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?	Do lado da vela para o lado da lata (Esquerda para a direita).
3. Como você explica a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?	Caíram porque estavam mais perto da vela e esquentavam mais rápido.
4. Como o calor foi transferido da chama da vela até o percevejo mais próximo da lata?	Através do fio.

<b>Grupo 03 – Estudantes de frente para a parte lateral do experimento</b>	
<b>Perguntas</b>	<b>Respostas</b>
1. Escreva o que aconteceu com os percevejos colados no fio de cobre à medida em que o tempo foi passando depois que você acendeu a vela.	Alguns caíram.
2. Qual foi a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?	Não deu pra ver direito.
3. Como você explica a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?	Não teve uma sequência correta. Eles só foram caindo.
4. Como o calor foi transferido da chama da vela até o percevejo mais próximo da lata?	O fio deve ter levado.

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

Os estudantes posicionados de frente para o experimento puderam visualizar melhor o que acontecia enquanto que, os estudantes posicionados ao lado ou na parte de trás do experimento não tiveram a mesma visão, gerando respostas diferentes às perguntas realizadas. Porém, com base nas respostas apresentadas pelos estudantes, verifica-se que a maioria deles conseguiu perceber qual era o sentido de

propagação de calor e o que aconteceu com os percevejos colados no fio de cobre à medida em que o tempo foi passando, após a vela ser acesa. Pode-se considerar que a atividade experimental contribuiu para complementar as explicações feitas durante a aula expositiva, ou seja, os estudantes puderam compreender que o calor se propaga sempre da região de maior temperatura (fonte de calor) para a parte de menor temperatura, e que no processo de transferência por condução o calor precisa de um meio material para se propagar, porém, sem transferência de matéria.

Apesar de o experimento ter funcionado, a metodologia escolhida para sua visualização não foi a mais adequada. Como sugestão para essa atividade, seria interessante que o professor questionasse aos estudantes se, com base no que foi observado nessa atividade experimental, seria possível eles preverem a partir de outras atividades, qual é o sentido de propagação do calor? Se sim, que explicassem como. E também, sugere-se que o experimento seja filmado e projetado em tempo real, se houver a disponibilidade de uma filmadora e um projetor.

Com relação ao experimento 06, a metodologia utilizada para a sua realização foi a mesma do experimento 05, entretanto, como era possível visualizar o copo por todos os lados, devido a seu formato cilíndrico, sua transparência e o contraste do leite com a água, ficou mais fácil para os estudantes perceberem o que acontecia à medida que era fornecido calor à mistura. De todo modo, em caso de aplicações futuras para este experimento, também se sugere que este seja filmado e projetado em tempo real, se houver a disponibilidade de uma filmadora e um projetor.

Como este experimento precisava ser montado no momento de sua realização em sala de aula, aconteceram alguns contratempos devido à dificuldade de colocar o leite no fundo do copo sem causar muita turbulência à mistura antes do aquecimento. Apesar das dificuldades, os estudantes conseguiram visualizar através do contraste do leite com a água, que a parte de líquido mais próxima da fonte de calor era aquecida mais rapidamente, diminuindo a sua densidade e então deslocada para a parte superior do copo, realizando uma troca com o líquido (água pura) localizado na parte superior do copo com densidade maior, devido a sua menor temperatura, estabelecendo assim as chamadas correntes de convecção. Ficou evidente através deste experimento que a convecção térmica acontece em meios fluídos, com o transporte de energia e matéria através de agitação molecular acompanhada do próprio material aquecido.

## 8.5 DIA 5 (AULAS 13, 14 E 15)

No último dia de aplicação da sequência didática foram construídos mapas conceituais a partir dos conceitos principais “Calor e Temperatura”, com o objetivo de realizar uma avaliação global sobre os conceitos trabalhados durante a aplicação desta. Após a construção dos mapas, eles foram expostos dentro da sala de aula para que todos os estudantes pudessem verificar suas diferentes formas e concepções, assim como as diferentes relações e conexões entre os conceitos estudados.

A seguir são apresentados e discutidos os mapas conceituais construídos pelos estudantes. Os mesmos foram organizados em categorias, a partir de critérios relacionados ao nível de complexidade (tendo como referência a categoria 01 como mais complexo e 05 menos complexo), construção e inter-relação de conceitos, conforme apresentados no Quadro 19.

Quadro 19 - Classificação dos mapas conceituais - conceitos e complexidade.

Categoria	Conceitos com maior destaque	Estudantes
1	Calor e Temperatura	01, 02, 03 e 04
2	Sensação e equilíbrio térmico	05, 06, 07 e 08
3	Transferência de calor - Condução e convecção	09, 10, 11 e 12
4	Poucos destaques/ Relação entre mapa conceitual e mapa geográfico	13
5	Poucos destaques	14, 15, 16, 17 e 18

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Conforme apresentado no Quadro 19, os mapas conceituais dos estudantes 01, 02, 03 e 04 apresentam os conceitos de calor e temperatura com maior ênfase. O estudante 01 (Figura 29) apresentou uma relação entre baixa temperatura devido a perda de calor e alta temperatura devido ao ganho de calor, indicando que essa mudança é intermediada pelo processo de transferência de calor. As altas e baixas temperaturas são representadas a partir de uma clara referência à atividade com o simulador virtual, onde é ilustrada uma substância cujo espaçamento das partículas é maior ou menor, indicando, respectivamente, o maior ou menor nível de agitação térmica dessas partículas. Também é possível identificar que sempre que há temperaturas diferentes é passado algo (calor), até que as temperaturas fiquem iguais, atingindo o equilíbrio térmico. Ainda neste mapa foi apresentada a palavra

termômetro, indicando que o estudante se lembra que para medir temperaturas é necessário a utilização de um instrumento de medição apropriado, não sendo possível confiar apenas no tato.

Figura 29 - Mapa Conceitual do Estudante 01.



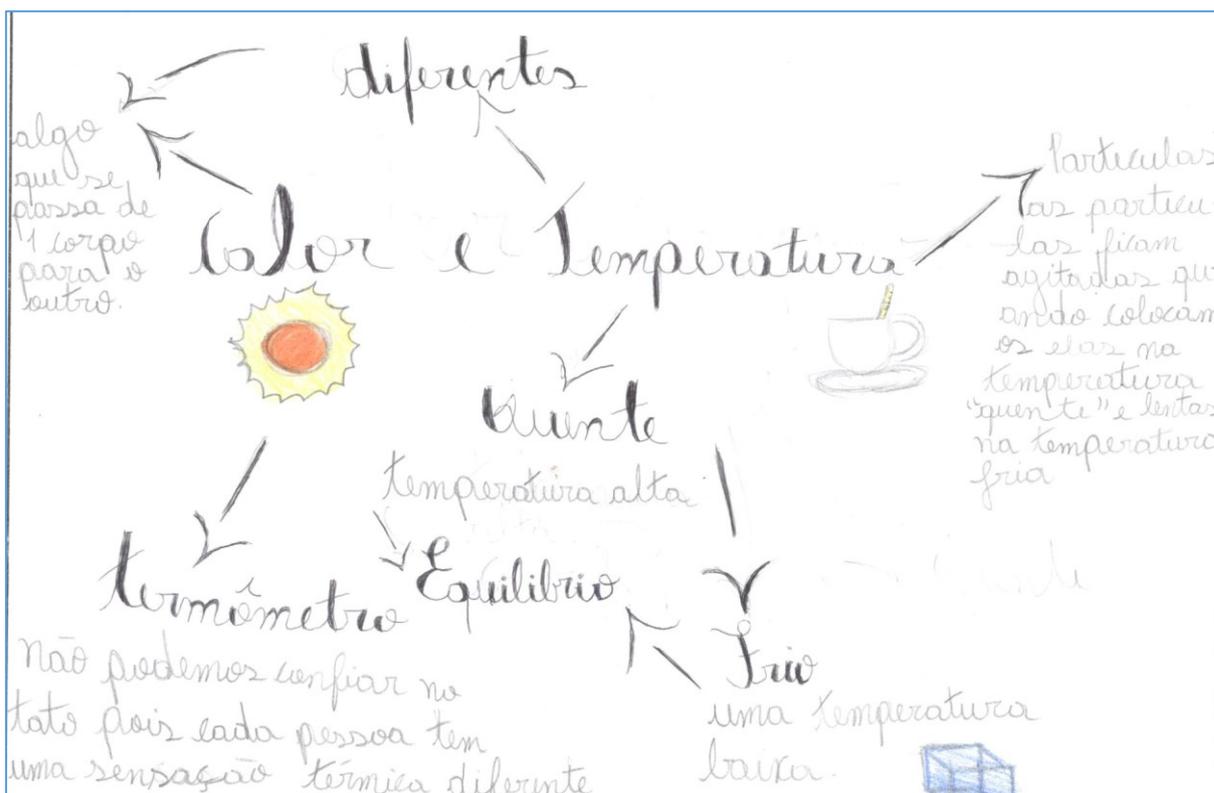
Fonte: Arquivos da Autora (2023).

O mapa conceitual do estudante 02 (Figura 30), apresenta uma relação entre a temperatura e o movimento das partículas em uma substância. De acordo com o mapa, as partículas ficam agitadas quando colocadas em um regime de temperatura identificado como “quente” e lentas quando colocadas em uma temperatura identificada como “fria”. A expressão “quente” está relacionada a temperaturas altas, enquanto que a expressão “frio” está relacionada a temperaturas baixas. Ademais, o estudante também faz uma relação entre a temperatura e os termos “quente” e “frio” sob a perspectiva das sensações térmicas corporais, menção explícita à atividade 01 da sequência didática, indicando que o estudante compreende que os termos quente e frio estão relacionados a uma temperatura de referência.

Ainda sobre o mapa do estudante 02, verifica-se que ele relacionou o termo calor a algo que é passado de um corpo para outro, associando ainda este termo à palavra “diferentes” que também está ligada a “temperatura”, indicando que quando

dois corpos se encontram em diferentes temperaturas, deve haver transferência de calor de um corpo para outro. Com relação aos instrumentos de medição, foi apresentada a palavra termômetro ligada à palavra calor, contudo afirmando que o mesmo deve ser utilizado devido às sensações térmicas.

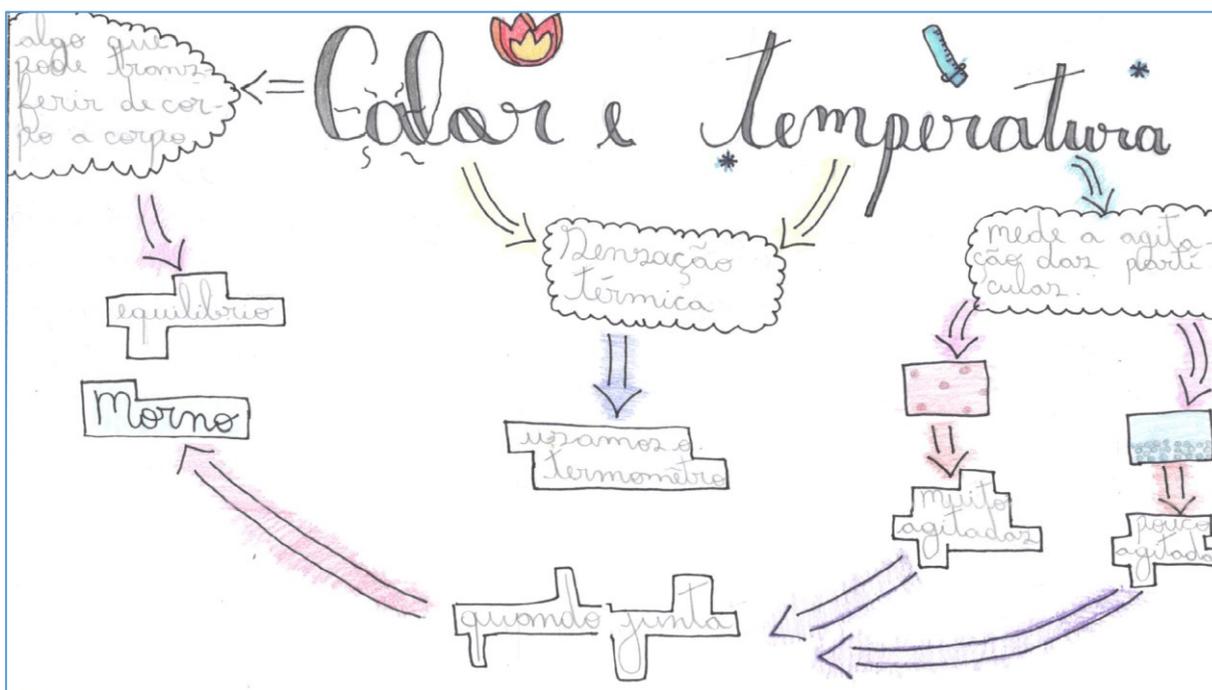
Figura 30 - Mapa Conceitual do Estudante 02.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

No mapa conceitual do estudante 03 (Figura 31) é utilizado um pouco mais de cores nas representações, dando maior destaque aos conceitos e as palavras ou termos de ligação. Verifica-se através deste mapa que a temperatura está diretamente relacionada ao nível de agitação das partículas, onde são feitas duas representações de sistemas com moléculas, um com as partículas bem separadas e mais agitadas e outro com as partículas mais próximas e menos agitadas. Ademais, identifica-se ainda que, quando colocados em contato, esses dois sistemas atingem um estado identificado com o termo morno, que está relacionado com o equilíbrio (térmico) e que é mediado pela transferência de calor de um corpo para outro.

Figura 31 - Mapa Conceitual do Estudante 03.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

No mapa também aparece o termo sensação térmica ligado à palavra termômetro, remetendo a ideia de que não podemos confiar no tato para realizar medições de temperatura e que para isso são necessários instrumentos específicos. Além disso, as palavras temperatura e termômetro aparecem dentro de um mesmo quadro, indicando que o último deve ser o instrumento de medição da temperatura.

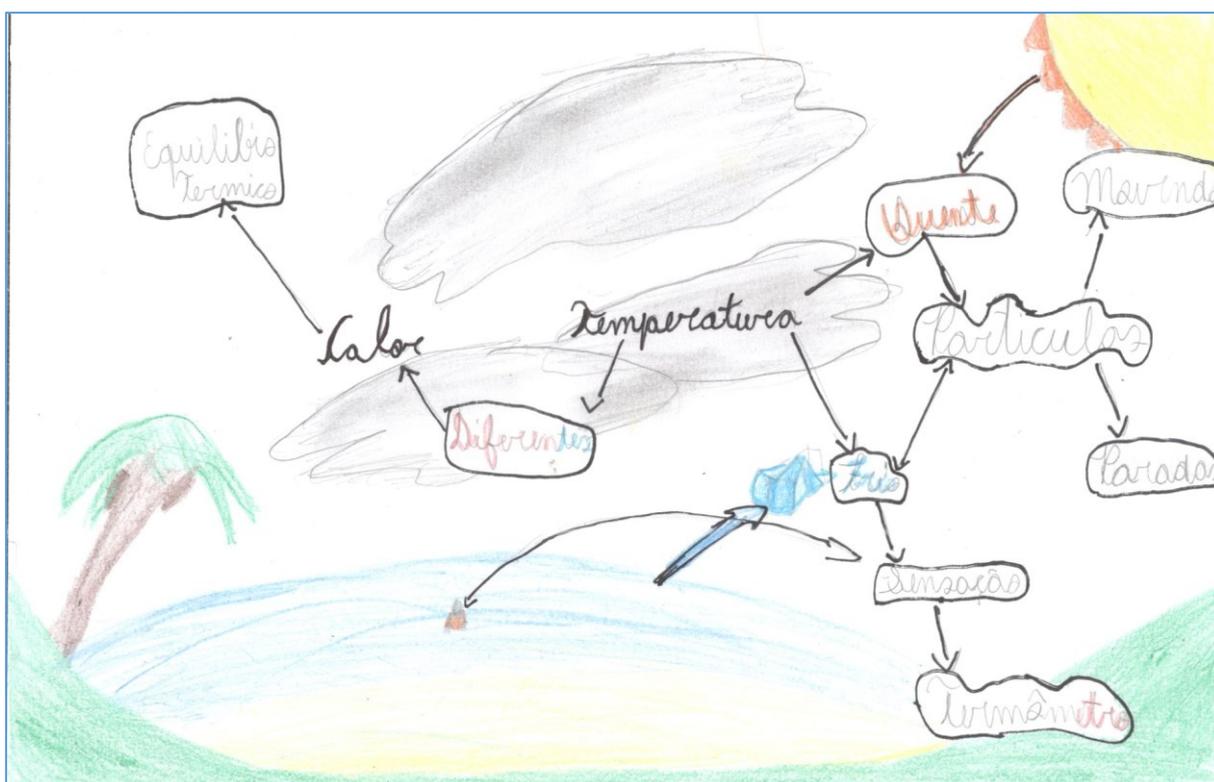
Com relação ao mapa conceitual do estudante 04 (Figura 32), fica evidente que são apresentados poucos conceitos e que alguns deles ainda são representados unicamente através de desenhos, como por exemplo, o Sol para representar o termo quente e a água para representar o termo frio, conforme já haviam sido utilizados durante a construção das obras de arte. Porém, agora o estudante acrescenta a esses conceitos uma ligação com a sensação térmica.

Ainda sobre os conceitos apresentados, o estudante associa os termos quente e frio à temperatura, mas também faz uma ligação entre eles com a palavra partícula, ligando-a diretamente com as palavras movendo e paradas. Entende-se através dessa representação que o estudante consegue perceber que, em temperaturas baixas, as partículas se movem menos e que, em temperaturas elevadas, elas se movem mais, sendo essa novamente uma menção direta à atividade

com o simulador virtual. Ao analisar o termo de ligação entre os conceitos de calor e temperatura, verifica-se a tentativa do estudante de representar que, quando há temperaturas diferentes, existe transferência de calor até que se alcance o equilíbrio térmico.

Com relação aos instrumentos de medição, o estudante apresentou a palavra termômetro ligada à sensação, provavelmente se referindo à sensação térmica. Acredita-se que isso se deve ao fato de que ele esteja relacionando a Atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro), que trata das percepções corporais humanas, com a necessidade da utilização de um instrumento de medição de temperatura adequado, que deve ser o termômetro.

Figura 32 - Mapa Conceitual do Estudante 04.



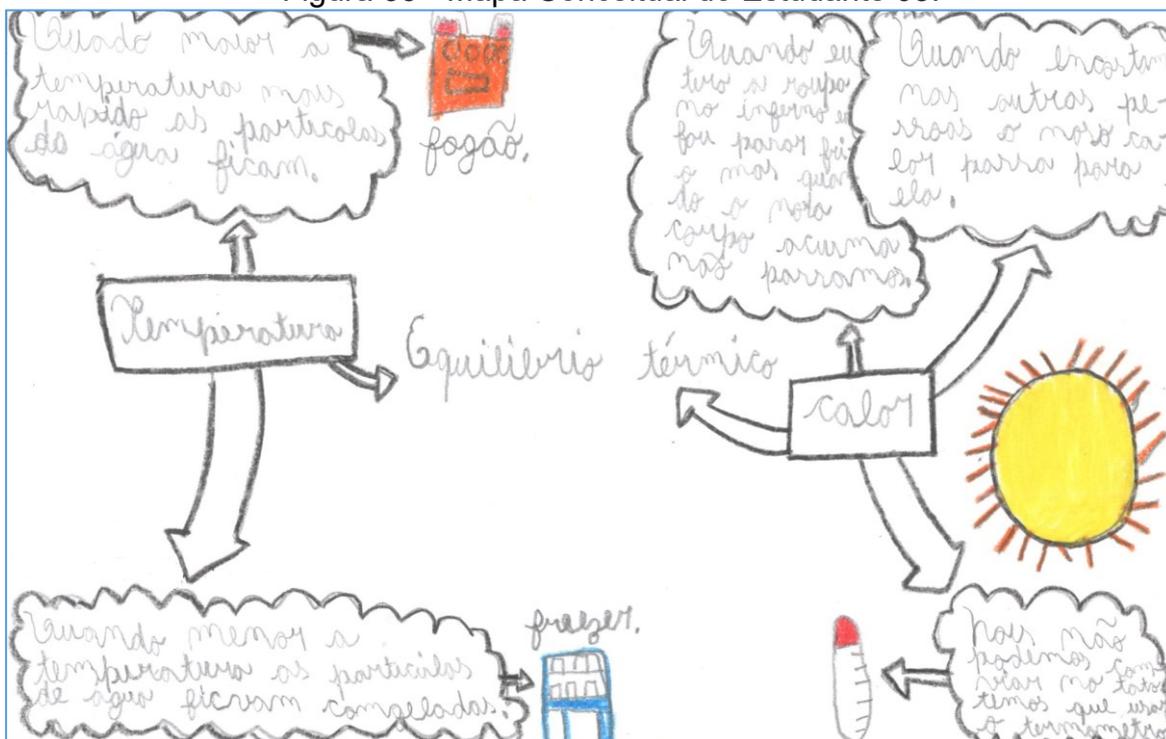
Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Na categoria 2 (estudantes 05, 06, 07 e 08) apresentado no Quadro 19, os termos Calor e Temperatura não possuem tanto destaque quanto os mapas do grupo 01, sendo que boa parte dos conceitos são apresentados separadamente e sem conexão com outros.

O mapa conceitual do estudante 05 (Figura 33) traz algumas definições um pouco mais extensas se comparado com os demais, além de alguns conceitos terem sido deixados de fora do mapa, o que pode ser atribuído à falta de tempo ou até mesmo a falta de entendimento na construção dos mesmos. O conceito de temperatura foi definido e dividido em duas partes, uma para altas temperaturas e outra para baixas temperaturas. No primeiro caso, foi apresentado que quanto maior a temperatura, maior é a velocidade de agitação das partículas, cuja representação foi realizada a partir da ilustração de um fogão de cozinha, muito provavelmente devido a conexão de que utilizamos o fogão para cozinhar alimentos e que para isso é necessário um aumento de temperatura. No segundo caso, é apresentado que quanto menor a temperatura, menor é a velocidade de agitação das partículas, cuja representação foi realizada a partir da ilustração de um freezer, exemplificando a água congelada.

Em relação ao conceito de calor, o estudante apresentou que ele é algo que pode ser transferido de um corpo para outro, mas não relacionou isso com a diferença de temperaturas. Ainda neste mapa, percebe-se que o estudante utilizou exemplos de transferência de calor, sensação térmica e medidas de temperatura, apresentando o termômetro como instrumento de medição.

Figura 33 - Mapa Conceitual do Estudante 05.

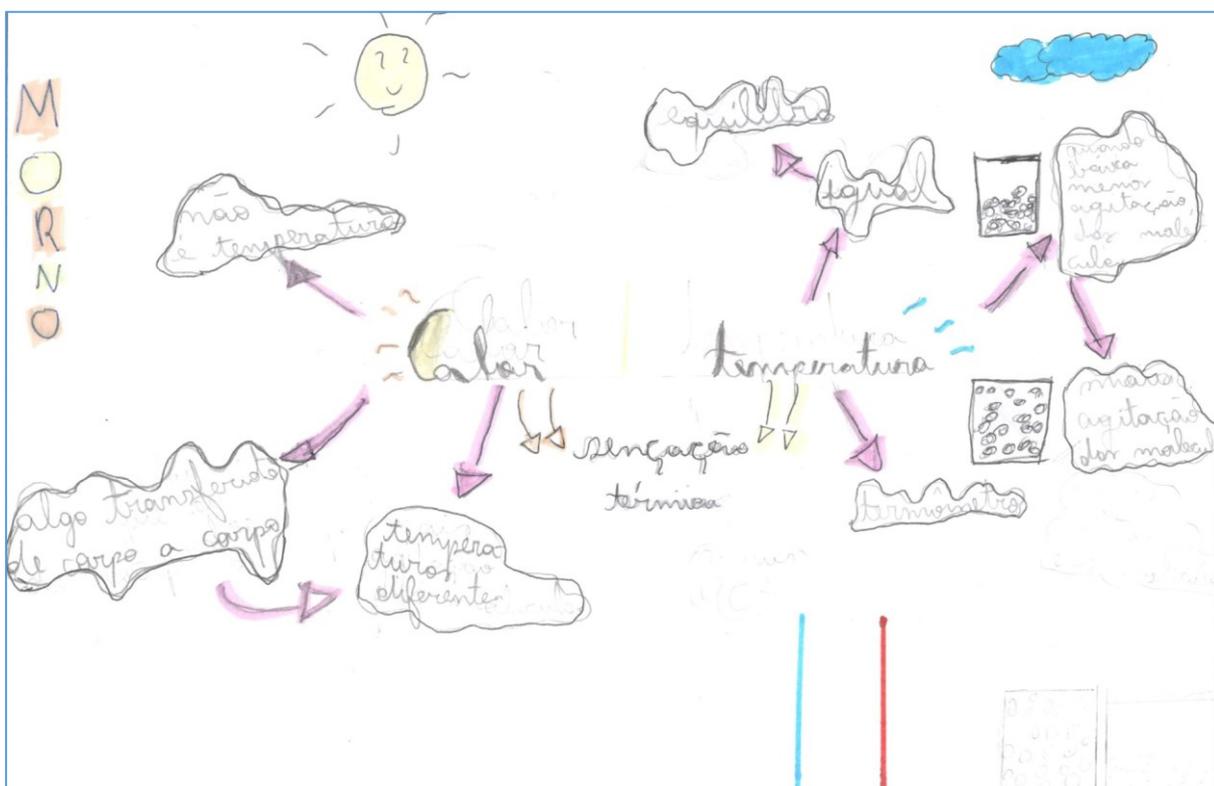


Fonte: Arquivos da Autora (2023).

O mapa conceitual do estudante 06 (Figura 34), apesar de não ter sido finalizado, traz de forma discreta alguns pontos importantes de serem comentados. Por exemplo, fica evidente que o estudante compreendeu que, quando os corpos possuem temperaturas iguais, eles estão em equilíbrio térmico, e que temperaturas altas significam maior agitação das partículas, enquanto que temperaturas baixas indicam menor agitação.

O termômetro, por sua vez, está ligado diretamente ao conceito de temperatura, indicando que ele serve para medir o estado de agitação das partículas de um corpo. Sobre o conceito de calor é acrescentada a informação importante de que o calor não é temperatura. A representação é ainda complementada com a afirmação de que o calor é algo transferido de corpo a corpo quando se tem temperaturas diferentes. Com isso fica evidente que o estudante compreende que há relação entre os termos calor e temperatura, porém, que eles não significam a mesma coisa.

Figura 34 - Mapa Conceitual do Estudante 06.

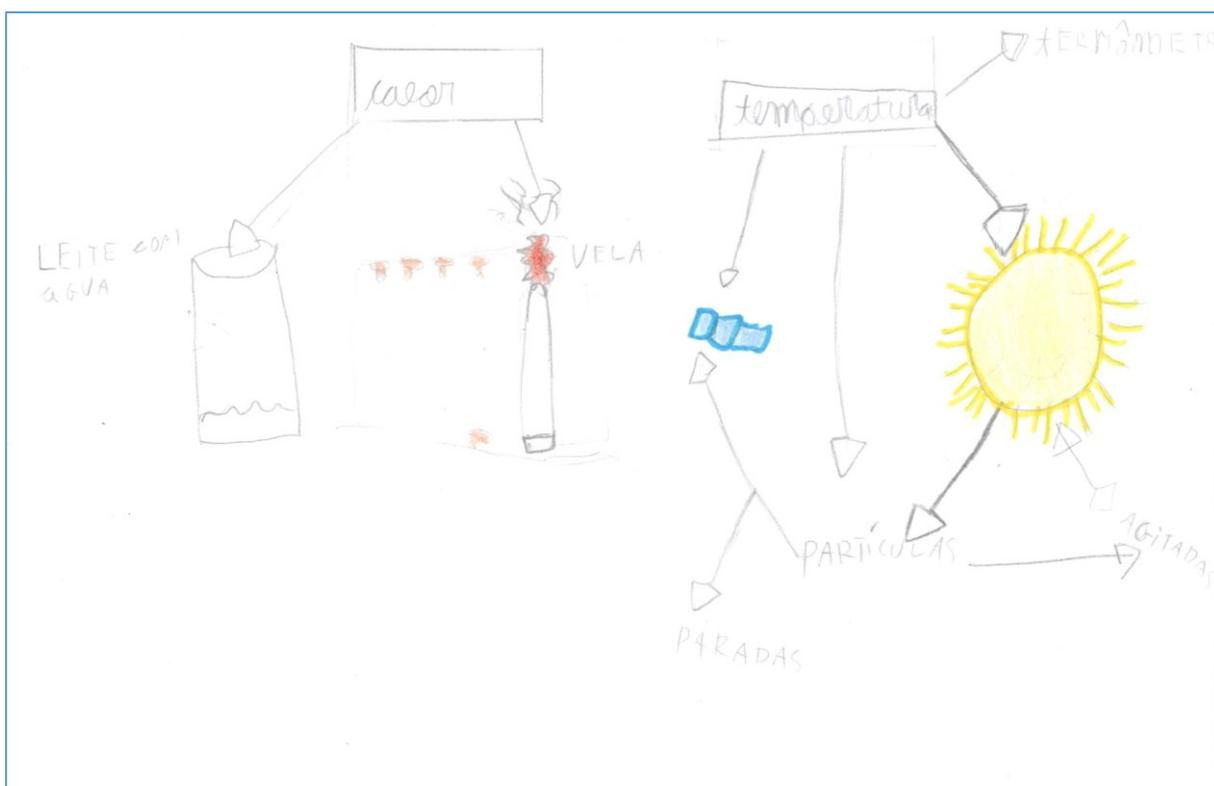


Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Analisando o mapa conceitual do estudante 07 (Figura 35), percebe-se que ele não compreende calor e temperatura como conceitos diretamente relacionados,

porém, distintos. Para definir temperatura é utilizado a palavra partículas ligada ao termo agitadas (representada pela figura do Sol) e paradas (representada pela figura do gelo). Para o termo calor, o estudante buscou representar os dois experimentos desenvolvidos para explicar a transferência de calor por condução e por convecção. Esse mesmo estudante ainda associa o termômetro à temperatura, indicando que é necessário o seu uso para a realização de medições.

Figura 35 - Mapa Conceitual do Estudante 07.

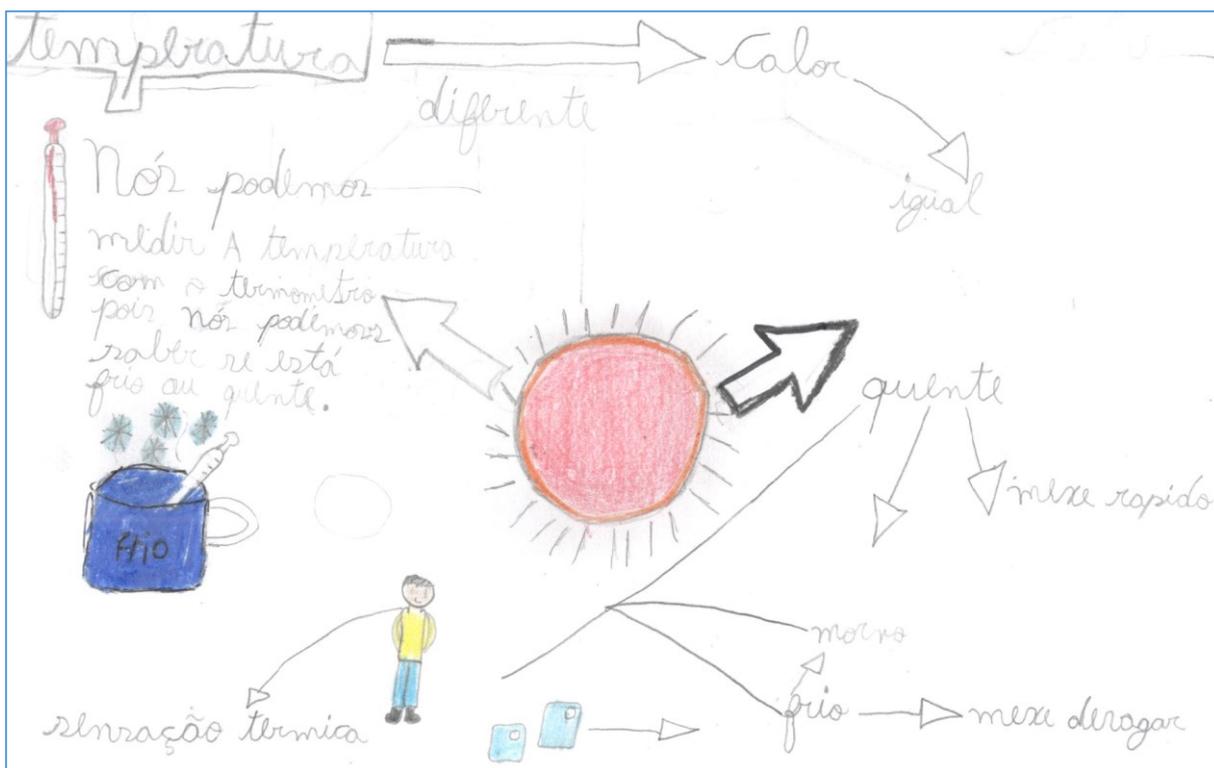


**Fonte:** Arquivos da Autora (2023).

O mapa conceitual do estudante 08 (Figura 36) traz uma abordagem relacionando temperatura e calor e dando a entender que, quando há diferença de temperaturas, existe a passagem de calor de um corpo a outro até que as temperaturas fiquem iguais, apresentando assim a ideia de equilíbrio térmico. Ainda com relação a temperatura, o estudante apresenta no mapa que é necessário a utilização de um termômetro para medir se está quente ou frio, representando o termo frio através de uma caneca na cor azul com flocos de gelo e dentro dela um termômetro representando a temperatura baixa. Próxima dela existe um termômetro representando temperatura alta. Ainda com relação aos termos quente e frio, fica evidente no mapa que o estudante relaciona o termo quente com “algo que se mexe

rápido” e o termo frio com “algo que se mexe devagar”, levando ao entendimento de que ele se refere a definição de temperatura. Nesse caso, observa-se que o estudante apresenta minimamente que compreendeu que em altas temperaturas as partículas dos corpos se movimentam com maior velocidade e em temperaturas mais baixas as partículas se movimentam em menor velocidade.

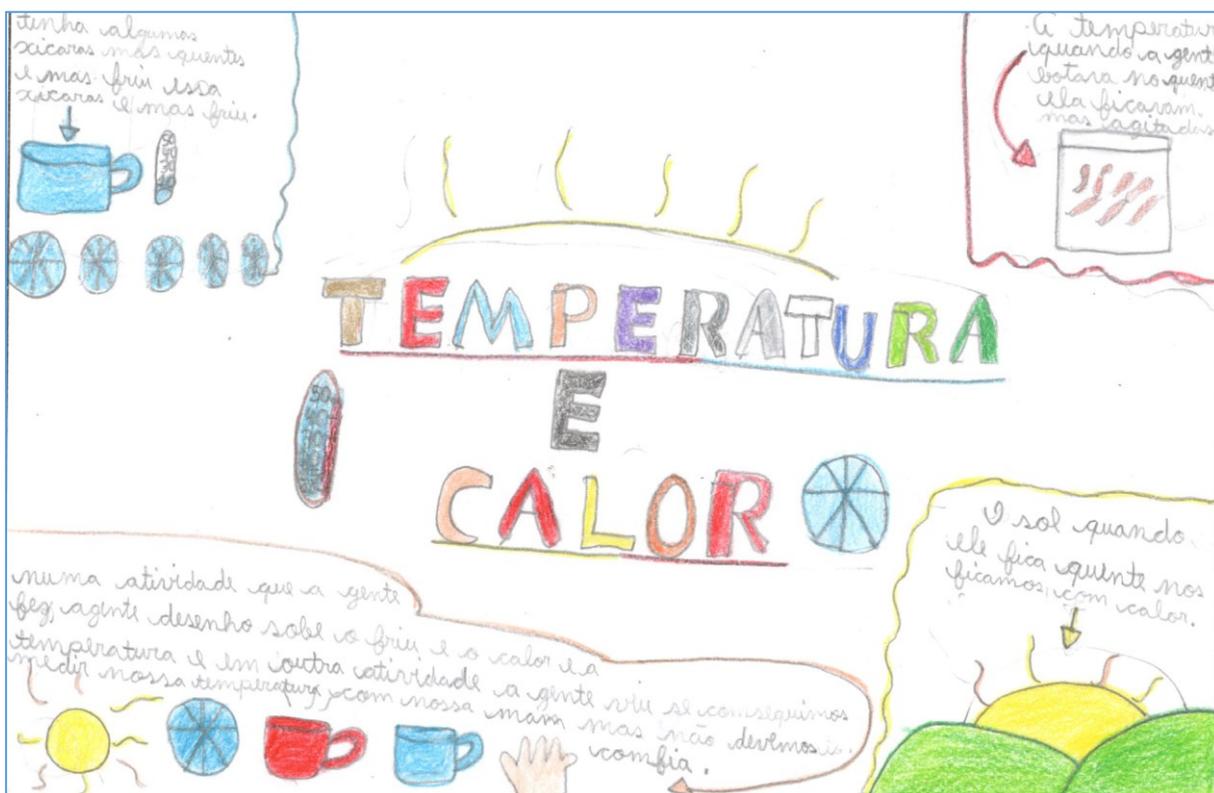
Figura 36 - Mapa Conceitual do Estudante 08.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Com relação aos mapas conceituais da categoria 3 do Quadro 19, dos estudantes 09, 10, 11 e 12, apenas o mapa do estudante 09 (Figura 37) foi finalizado. Este por sua vez, traz um misto em formato de desenhos e descrições das atividades desenvolvidas durante a aplicação da sequência didática. Dentre as tentativas de significar os conceitos, o estudante apresenta a importância da utilização do termômetro como instrumento de medição de temperatura devido ao fato do tato não ser confiável e a relação entre temperatura e o movimento das partículas.

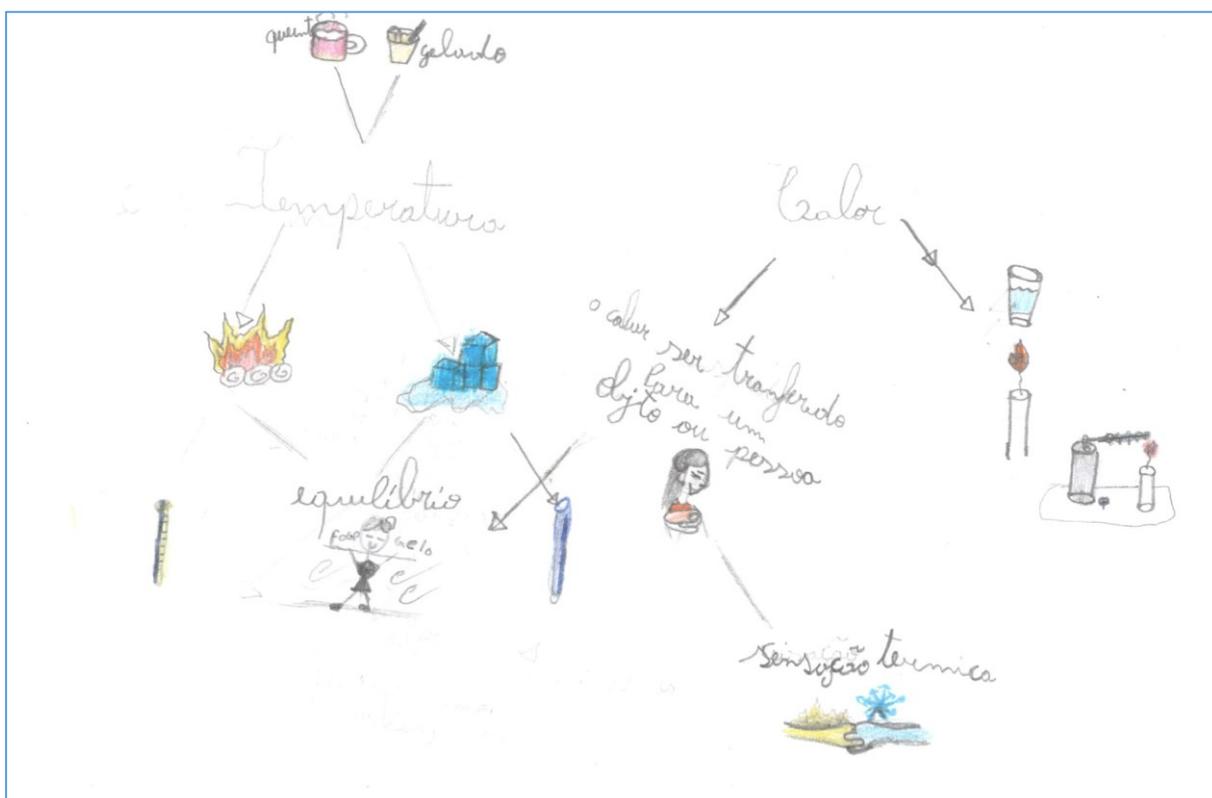
Figura 37 - Mapa Conceitual do Estudante 09.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Os estudantes 10, 11 e 12, apesar de não terem finalizado a construção dos seus mapas conceituais, conseguiram evidenciar que sabem ou pelo menos lembram de alguns dos conceitos trabalhados. Por exemplo, no mapa do estudante 10 (Figura 38) é apresentada a definição de calor e, através de desenhos, são representadas as experiências desenvolvidas para explicar como ocorre a transferência deste. Ao conceito de calor o estudante associa a expressão sensação térmica, que está associada à percepção corporal humana, e que é também diretamente influenciada pela temperatura, enquanto que a temperatura ele associa os termos “quente” e “gelado”, indicando que com a mistura dos dois pode-se chegar ao equilíbrio térmico.

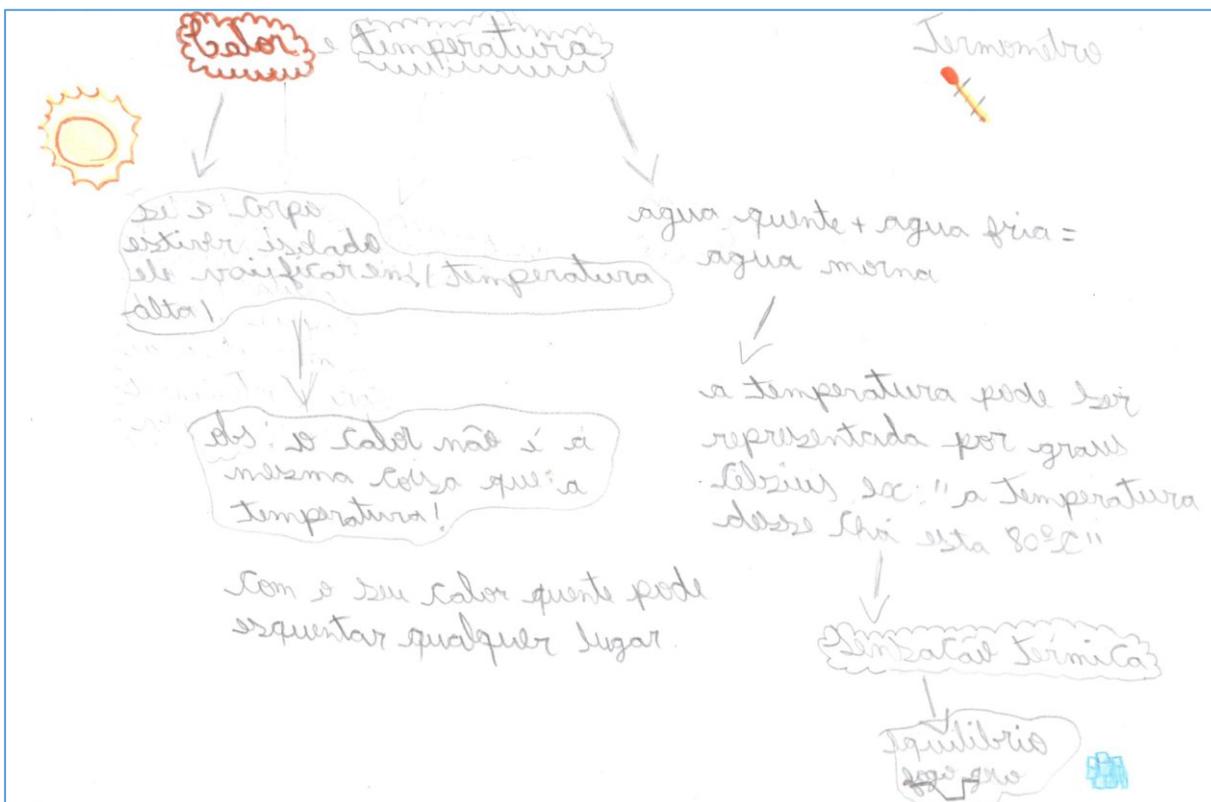
Figura 38 - Mapa Conceitual do Estudante 10.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

O estudante 11 (Figura 39) demonstra através do seu mapa conceitual que se lembra que os conceitos de calor e temperatura não são a mesma coisa, entretanto, não consegue defini-los. Também demonstra lembrar que foi trabalhado com termômetros, mas não consegue indicar para que servem. O termo sensação térmica foi apresentado, mas não há evidências da sua compreensão, ou seja, fica claro que o estudante não conseguiu compreender que a sensação térmica trata das percepções corporais humanas relacionados a uma temperatura de referência.

Figura 39 - Mapa Conceitual do Estudante 11.

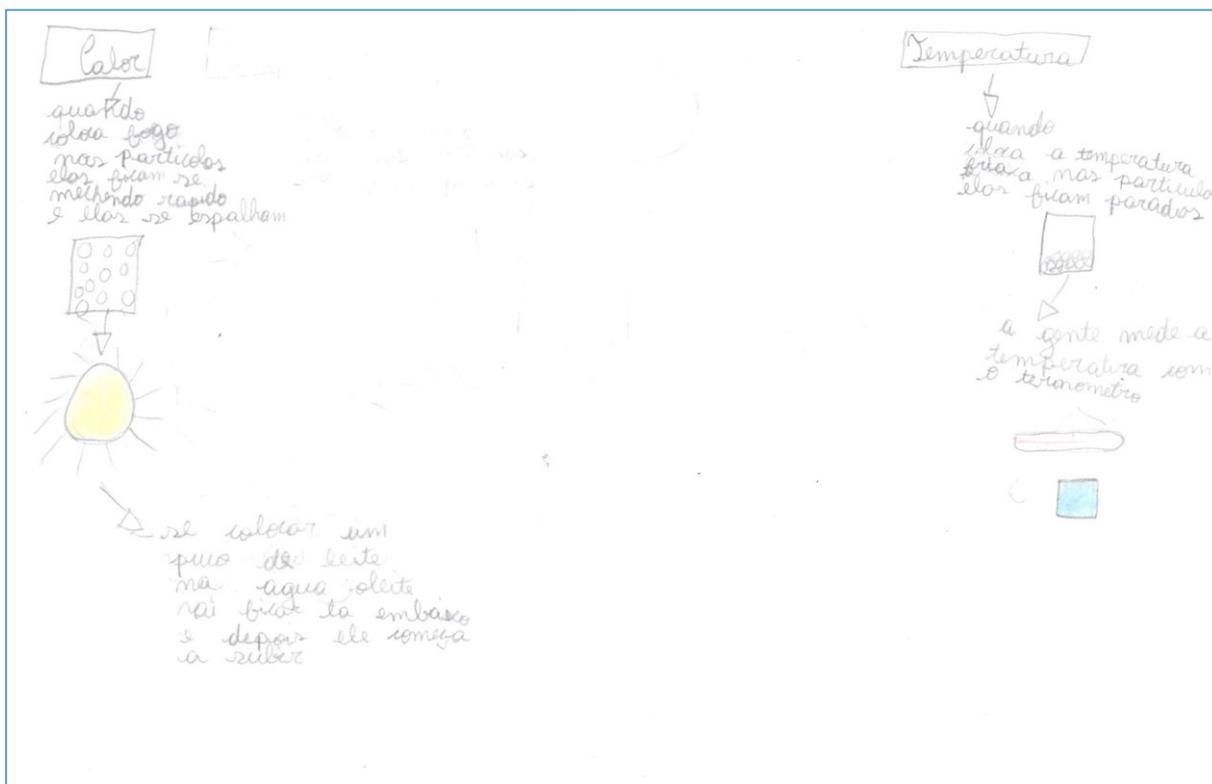


Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Com relação ao estudante 12 e seu mapa conceitual (Figura 40), os termos calor e temperatura são apresentados de forma totalmente isolados, porém, ele demonstra lembrar da atividade de simulação, associando o pouco movimento das partículas a temperaturas baixas, além de apresentar que para a medição de temperaturas é necessário a utilização de um termômetro.

Com relação ao conceito de calor, ele cita alguns resultados obtidos na atividade com o simulador e indiretamente menciona que, ao adicionarmos calor em um corpo, as partículas se movem mais rápido e se espalham, indicando assim uma tentativa de construção do conceito de temperatura. Neste mapa conceitual o estudante também apresenta elementos observados na atividade experimental sobre convecção, porém, não consegue explicá-lo ou indicar minimamente a sua compreensão.

Figura 40 - Mapa Conceitual do Estudante 12.

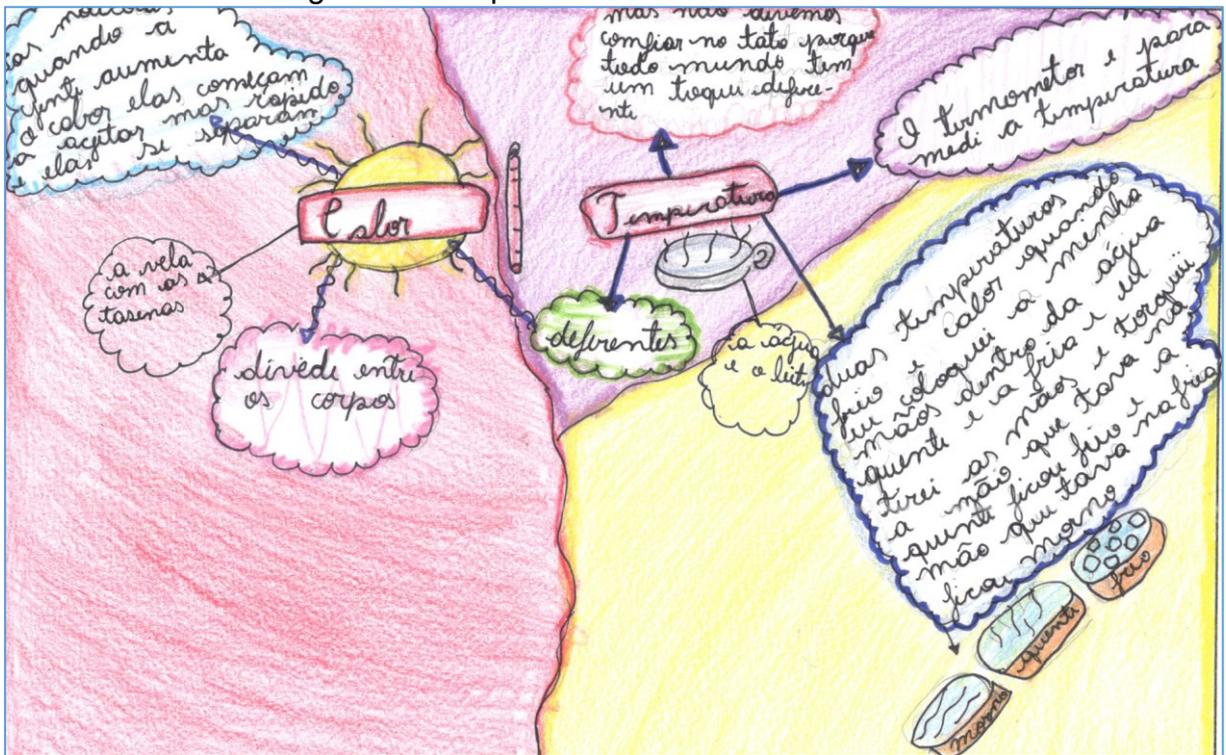


Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Nas categorias 04 e 05 do Quadro 19 são apresentados os mapas conceituais dos estudantes que apresentaram maior dificuldade ao longo do desenvolvimento da sequência didática e das atividades experimentais propostas. Essa dificuldade era ainda mais potencializada quando as atividades propostas eram de natureza individual ou remetiam à resolução de questionários.

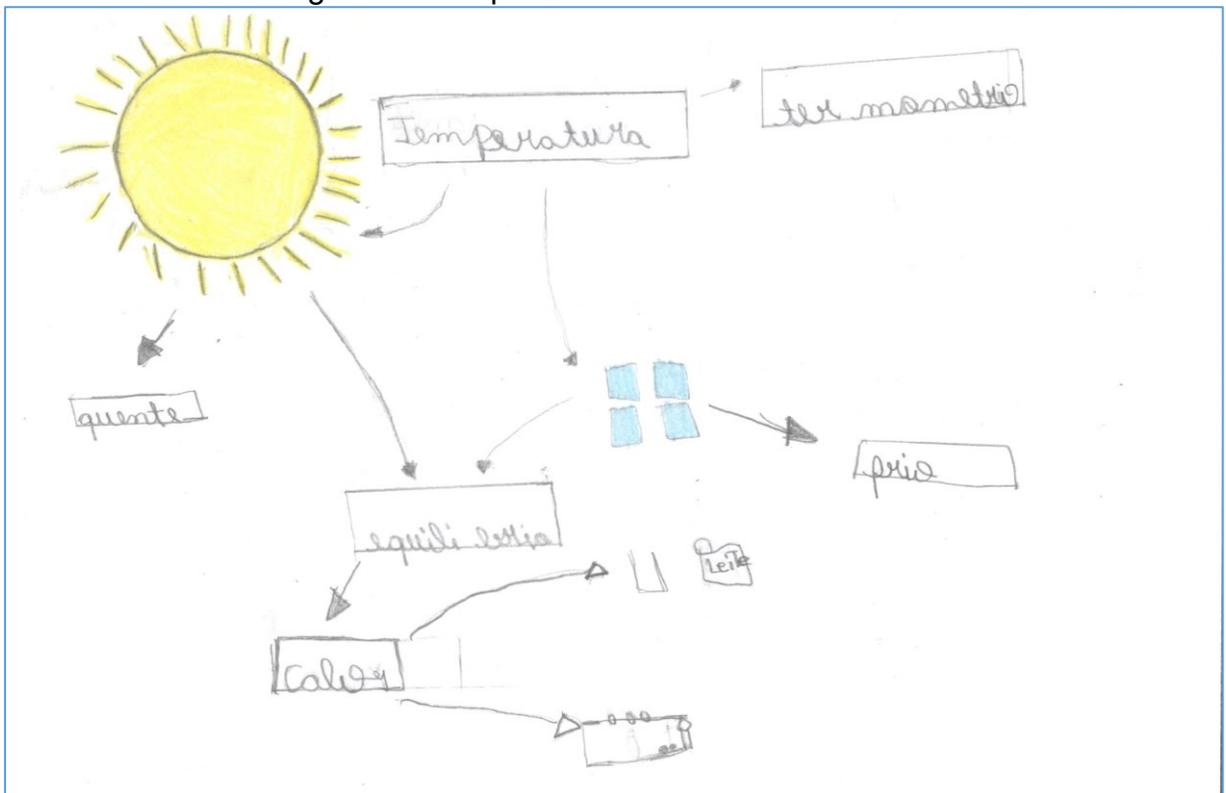
Percebe-se através da análise dos mapas dos estudantes 13 (Figura 41), 14 (Figura 42), 15 (Figura 43), 16 (Figura 44), 17 (Figura 45) e 18 (Figura 46) que todos os estudantes, apesar de suas evidentes dificuldades ao longo das aulas, conseguiram apresentar minimamente alguns dos conceitos abordados e relacioná-los entre si. O estudante 13, por exemplo, além de ter apresentado conceitos, definições e ligações entre eles, mas através das habilidades que dispõe, conseguiu esboçar à sua maneira uma compreensão da atividade. E além dos conceitos apresentados, relacionou a ideia de mapa conceitual com a única noção de mapa que os estudantes conheciam até o momento, o mapa que representa o espaço geográfico.

Figura 41 - Mapa Conceitual do Estudante 13.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Figura 42 - Mapa Conceitual do Estudante 14.



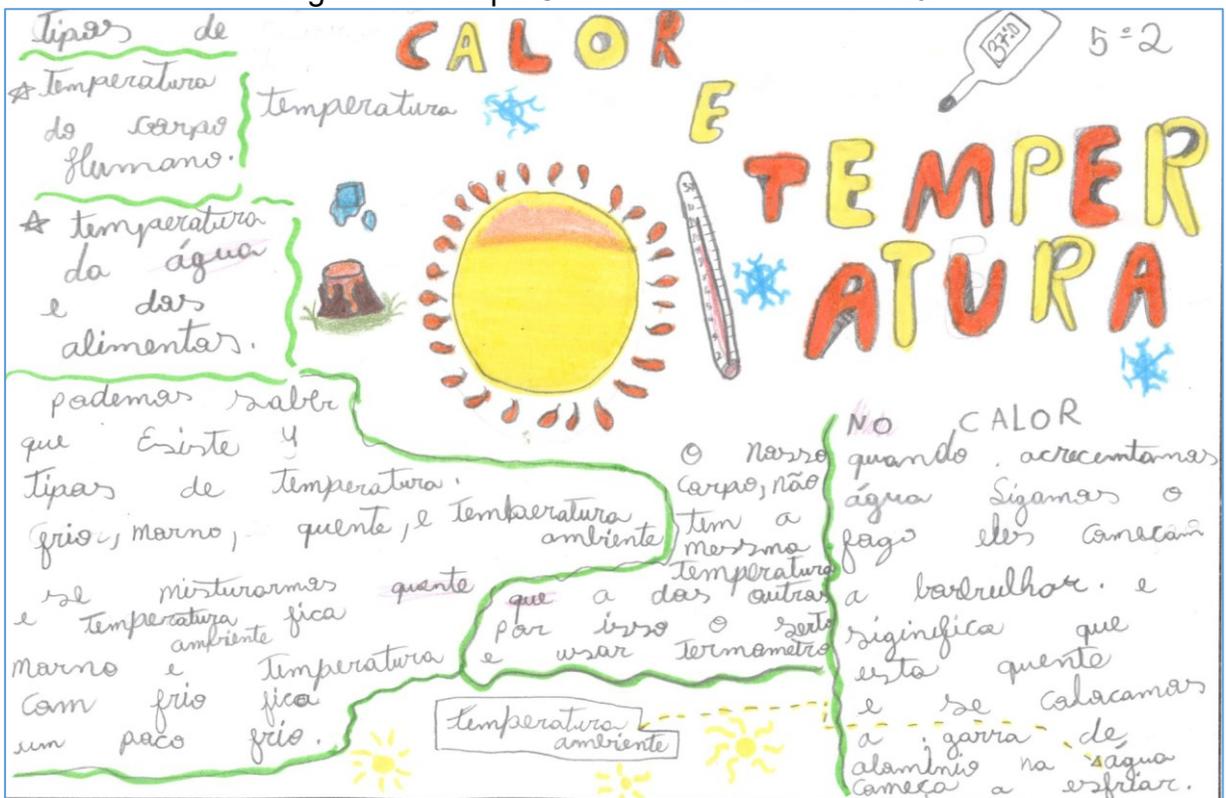
Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Figura 43 - Mapa Conceitual do Estudante 15.



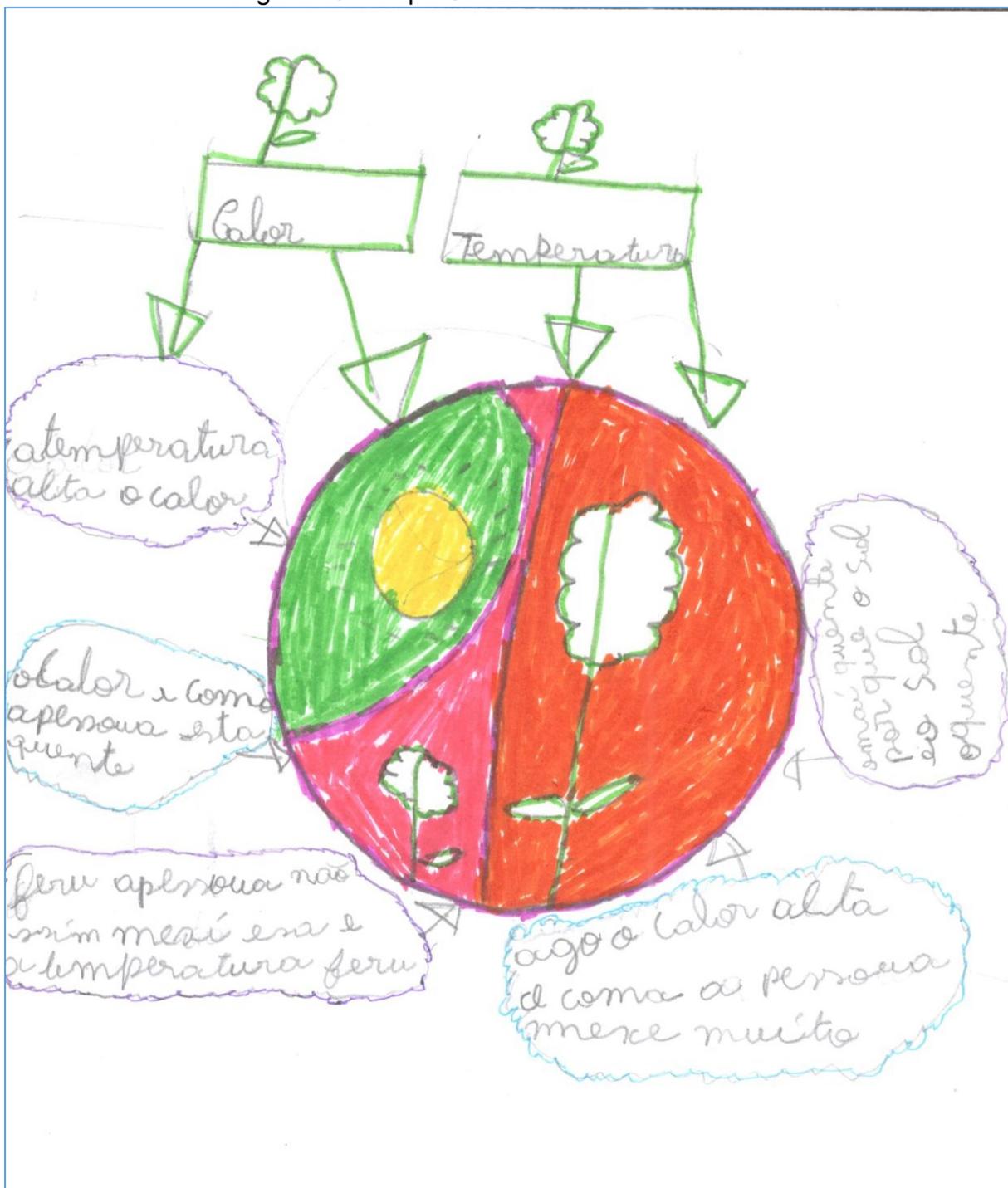
Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Figura 44 - Mapa Conceitual do Estudante 16.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Figura 45 - Mapa Conceitual do Estudante 17.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

Figura 46 - Mapa Conceitual do Estudante 18.



Fonte: Arquivos da Autora (2023).

A partir de uma análise geral dos resultados, oriundos da construção dos mapas conceituais e sua utilização como instrumento de avaliação global da sequência didática, foi possível perceber que as elaborações dos estudantes apresentaram elementos significativos de aprendizagem.

Os estudantes demonstraram ter compreendido que o tato não é considerado um bom instrumento para medição de temperaturas e que para isso existe a necessidade da utilização de instrumentos específicos, como o termômetro. Outro fator importante apresentado pelos estudantes é a relação que usualmente é feita entre os termos quente, frio e morno com a temperatura, ficando evidente através dos mapas conceituais que os estudantes perceberam que esses termos não são corretos e que podem ser considerados como sensações térmicas, enquanto que essas estão ligadas a um determinado valor de referência.

Com relação a definição de calor, os estudantes demonstraram entender minimamente que se trata de uma energia em movimento, de um corpo para outro, quando há diferença de temperatura entre eles. Sobre os processos de transferência de calor estudados, não souberam explicar de forma satisfatória o que acontecia em cada

um deles, entretanto, três estudantes mostraram lembrar das atividades experimentais realizadas e fizeram menção sobre os processos de condução e convecção.

Com relação a definição de temperatura, observa-se que praticamente todos os estudantes conseguiram relacionar e compreender que quanto maior a temperatura, maior será a velocidade de agitação das moléculas de um corpo e que, quanto menor a temperatura, menor será a velocidade e mais próxima as partículas estarão umas das outras.

Apesar de a turma ser muito heterogênea e apresentar uma distância relativamente grande entre os estudantes em termos de dificuldade e desenvolvimento, em geral foi possível observar uma qualificação, retenção e articulação de conceitos, além de indícios da compreensão de processos associados a eles, através das atividades e estratégias didáticas propostas.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

A construção de um produto educacional que contribua para o ensino de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental foi foco desta investigação, desenvolvida ao longo do curso de Mestrado Profissional no Ensino de Física. A mesma esteve pautada em elementos de pesquisas atuais que possibilitaram a estruturação e amparo teóricos necessários à sua elaboração e construção, permitindo assim sua aplicação e posterior análise da vivência realizada, com a identificação de pontos a serem melhorados ou aprimorados na prática proposta.

Sendo assim, ao realizar a aplicação do produto didático, foi possível observar alguns pontos a serem ajustados no material elaborado, tanto na cartilha dos estudantes, quanto no material de orientação aos professores, de modo que compreendesse um maior detalhamento nas orientações, prevenindo, por exemplo, a incidência de conflitos durante o desenvolvimento das atividades, como ocorreu em algumas situações nas relações interpessoais entre os estudantes participantes.

Cabe ressaltar que o desenvolvimento da presente pesquisa teve como principais objetivos, promover o estudo de Termologia nos anos iniciais do ensino fundamental, de forma acessível aos estudantes e aos professores desse nível de ensino, através do desenvolvimento de um produto educacional organizado em uma sequência didática contendo experimentos com tópicos de termologia voltados aos anos iniciais e que sejam simples e de baixo custo, complementado por textos de apoio direcionados a profissionais que atuam nesse contexto.

A eficiência da metodologia proposta pôde ser observada por meio de análises feitas com base no aproveitamento das atividades desenvolvidas, motivação e participação dos estudantes durante as atividades. Ao analisar as atividades desenvolvidas pelos estudantes, foi possível observar que apesar da heterogeneidade da turma em termos de dificuldades, na maior parte das vezes os estudantes apresentaram respostas coerentes com o que estava sendo trabalhado.

Alguns dos desafios observados durante a aplicação do produto educacional dizem respeito aos conhecimentos anteriores da turma, como por exemplo, o desconhecimento dos estudantes em relação à construção e análise dos gráficos, além do não dimensionamento adequado do tempo da aula dedicado à essa atividade, que se mostrou insuficiente.

Considera-se que esses dois pontos destacados poderiam ser sanados ou mesmo não existiriam, se fosse o caso do acompanhamento contínuo de uma turma,

como nas práticas docentes ao longo do ano, em que é possível organizar e desenvolver os conceitos e estratégias que proporcionem a base para os conhecimentos que serão abordados na sequência, diferentemente do que ocorreu no desenvolvimento da sequência didática, como experiência pontual no contexto da turma participante.

Nesse mesmo sentido, cabe salientar a importância da escolha das estratégias didáticas apropriadas tanto ao nível de ensino, quanto às condições reais da escola em que se pretende atuar, como no exemplo dos experimentos que abordaram a transferência de calor por condução e por convecção, que foram realizados como demonstração, mas que não puderam ser observados adequadamente por todos os estudantes devido à disposição dos mesmos na sala de aula.

Além disso, evidencia-se a importância do olhar observador e investigativo do docente que opta por utilizar experimentos para ensinar conceitos de Física em suas aulas no Ensino Fundamental, reafirmado na situação da aparente não participação de alguns estudantes na realização das anotações da primeira aula. Podia-se ter deduzido que se tratava de falta de interesse dos estudantes, ou que poderiam não gostar de atividades práticas. No entanto, ao investigar com a docente da turma, que os acompanhava todos os dias, identificou-se que os mesmos não participavam da atividade por ainda não ter concluído o processo de alfabetização, não conseguindo realizar os registros conforme estava sendo solicitado.

Mesmo passando por estes desafios citados como exemplo, considera-se que os resultados da aplicação do produto educacional foram muito positivos, e que o uso de atividades experimentais no ensino de Física nos Anos iniciais pode sim ser um recurso interessante para o estudo dos conceitos científicos.

Um aspecto interessante que cabe observar diz respeito à atividade com o Simulador, que possibilitou o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para abordagem dos conceitos físicos. Nessa atividade, os estudantes puderam verificar o movimento das partículas da água quando a energia térmica era aumentada ou diminuída e assim, relacionar as fases da matéria com o nível de energia relativa das partículas. No estado sólido as partículas ficam só um pouco agitadas e aglomeradas; no estado líquido as moléculas ficam mais agitadas e espalhadas, porém, somente na base do recipiente; enquanto que, no estado gasoso elas ficam extremamente agitadas e espalhadas por todo o recipiente.

Ainda em relação à essa atividade, cabe mencionar que o cenário ideal seria cada estudante utilizando um computador, podendo mexer nos comandos e experimentar por si só cada uma das etapas solicitadas no desenvolvimento desta atividade. No entanto, mais uma vez evidencia-se que, nem sempre o cenário ideal corresponde ao cenário real do contexto das escolas no Brasil. A partir disso, recorda-se do que mencionava Paulo Freire em relação à importância de considerar o contexto em que as práticas serão desenvolvidas, de modo a adaptar conforme as necessidades e utilizando os recursos disponíveis.

Em relação ao uso de Mapas conceituais como forma de sistematização da sequência didática proposta, pode-se observar pelas produções dos estudantes que a maior parte dos conteúdos foi compreendido, dentro do que era esperado para o nível de ensino e capacidade cognitiva do ano escolar. Além disso, essa forma de avaliação oportunizou aos 06 estudantes que, devido às limitações do processo de alfabetização que ainda não estava bem consolidado e que praticamente não participavam das aulas em que se requeria um registro escrito, manifestassem suas compreensões por meio de outras formas de expressão. Sendo assim, considera-se fundamental elaborar estratégias de ensino e de avaliação que contemplem a todos os estudantes, considerando as suas possibilidades e necessidades, promovendo um processo educacional acessível, contextualizado e significativo.

Cabe destacar alguns aspectos observados a partir da aplicação do produto didático que contribuem para a realização da práxis educativa, ou seja, contribuem para o desenvolvimento da postura de pesquisadora da educação e também de pesquisadora da própria prática inerente ao trabalho docente, tais como, a flexibilidade necessária ao planejamento docente, a necessidade da devida organização na montagem dos experimentos que possibilite a interação dos estudantes ou a visualização adequada dos mesmos (o que interfere nos resultados obtidos) e a possibilidade de desenvolvimento de práticas interdisciplinares, como no exemplo da abordagem da relação entre as Ciências/Física e a Arte, além de outras linguagens.

Em relação à esse aspecto, importante evidenciar que a realização de práticas interdisciplinares no ensino de Física nos anos iniciais, a partir da vivência realizada, mostrou-se possível e viável, além de encontrar amparo tanto pela Proposta Curricular de Santa Catarina (2014), utilizada nesta pesquisa, quanto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento em vigência desde 2018, com caráter

normativo e que orienta os processos educativos, visando garantir o acesso adequado à escolarização em todo o território nacional.

No que concerne à socialização das obras de arte elaboradas pelos estudantes, cabe ressaltar que, durante a realização da atividade, conforme foi relatado, a partir da 10ª obra socializada, os estudantes começaram a repetir o que os anteriores haviam mencionado, e os autores passaram a concordar com a análise do colega sem acrescentar os aspectos de sua intencionalidade na representação. Pontua-se, a partir disso, a necessidade de utilizar outra estratégia para realizar a socialização das obras. Talvez, sortear/escolher algumas das obras para serem apresentadas, ou organizar a turma em grupos de modo a apresentarem aos colegas e produzirem uma síntese do que observaram.

Ainda, ao analisar as obras elaboradas pelos estudantes nesta atividade, ficou evidente a presença de alguns conhecimentos prévios, como por exemplo, a representação do sol como fonte de calor, de luz e de energia que possibilita o aquecimento dos corpos, sem identificar outras representações que indiquem processos térmicos mais elaborados ou elementos que possibilitem a distinção clara entre temperatura e calor. Outro elemento que se evidenciou nas representações das obras de arte foi a presença da água, que poderia ser útil para amenizar os dias de temperaturas elevadas, o que pode estar associada à constatação empírica de suas propriedades físicas, como por exemplo, a alta capacidade térmica, mas que os estudantes ainda não tinham condições para representar.

Além disso, outros tópicos de reflexão tratam sobre o desenvolvimento das competências socioemocionais, o uso de tecnologias nas práticas educacionais, a adequação dos recursos conforme a faixa etária/etapa do desenvolvimento em que os estudantes se encontram (no caso da inquietude para assistir apresentação expositiva com slides, sendo possível a sua substituição por outro recurso como o de contação de histórias por exemplo).

Outro aspecto importante a ser destacado no que se refere às possibilidades de estudos futuros, trata-se do desenvolvimento de uma pesquisa longitudinal que possa acompanhar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos físicos desde os anos iniciais até a conclusão do Ensino Médio, verificando se a exposição dos estudantes a alguns conceitos básicos de Física nos anos iniciais, assim como um maior contato com experimentação e metodologia científica, exercem ou não papel fundamental para um melhor aproveitamento e compreensão de conceitos físicos por

esses mesmos estudantes ao longo do processo de escolarização até a conclusão do ensino médio, o que não pôde ser verificado no desenvolvimento desta pesquisa, considerando a restrição temporal para isso.

Considerando o exposto, a pesquisa desenvolvida, a construção do produto educacional, sua aplicação e as reflexões suscitadas pela vivência e pela análise dos dados coletados, pode-se afirmar que o uso de experimentos para o ensino de Física nos Anos iniciais é uma prática possível no contexto das escolas de ensino fundamental, muito embora, precisem ser adaptadas conforme a necessidade de cada local.

Sendo assim, destaca-se o papel fundamental dos profissionais da educação como agentes da transformação que se busca para os processos de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos desde a infância, o que aponta também para a necessidade de investimentos na formação destes profissionais, contemplando a compreensão tanto dos conceitos científicos quanto das estratégias de abordagem que poderão ser utilizadas. O produto educacional desenvolvido a partir da presente pesquisa, apresenta uma destas possibilidades que pode contribuir na prática dos docentes reais em atuação nas escolas atualmente.

## 10 REFERÊNCIAS

- BACHELARD, Gaston; **A formação do espírito científico**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Contra Ponto, 1996.
- BACHELARD, Gaston. **O racionalismo aplicado**. Trad. Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Editora Zahar Editores, 1977 a.
- BARAI, Alexandre. NETO, João Teles de Carvalho. GARRIDO, Douglas. ITYANAGUI, Gustavo. NAVI, Matheus. Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma parceria entre universidade e escola. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1009-1025, dez. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p1009/33000>>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- BARROS, Rui Marcos de Oliveira; NEVES, Késia Caroline Ramires. Diferentes Olhares acerca da Transposição Didática. *Investigação em Ensino de Ciências*. V. 16, n. 1, p. 103-115, 2011. Disponível em: <<file:///C:/Users/Jessica/Downloads/admin,+v16n1a5.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- BARROSO, Marta. RUBINI, Gustavo. SILVA, Tatiana da. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol 40, n.4. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n4/1806-9126-RBEF-40-4-e4402.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- BOAS, N. V; BISCUOLA, G. J; DOCA, R. H; **Física: Termologia, Ondulatória e Óptica**. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Brasil no Pisa 2018** [recurso eletrônico]. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. Disponível em: <[https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes\\_e\\_exames\\_da\\_educacao\\_basica/relatorio\\_brasil\\_no\\_pisa\\_2018.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf)> Acesso em: 20 jan. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Ciências no Ensino Fundamental. **Cadernos de Pesquisa**. n101. p.152-168. jul/1997. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/757/769>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. VANNUCCHI, Andrea Infantosi. BARROS, Marcelo Alves. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento Físico**. Editora Scipione: São Paulo. 1998.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Um Ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. Volume 9 Número Especial/2017. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/7144>> Acesso em: 20 mar. 2023.

COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias e WIEHE, Lilian A. Nalepinski. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 25, n. 1, p. 7-34, abril 2008.

DAMASIO, F.; STEFFANI, M. H. A física nas séries iniciais (2<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 4503.1-4503.9, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/RNmF9nGGMXzQYvCdGVnjFVg/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 22 nov. 2022.

DE SOUZA, C.; GHIDINI, A. R. Aprendizagem baseada em problemas (ABP) a partir do pensamento descontinuista de Gaston Bachelard. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 1, 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

ESCARABOTO, K. M. Sobre a importância de conhecer e ensinar. **Psicologia USP**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 133-146, 2007. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/41942>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

FERNANDES, Geraldo Wellington Rocha. RANULFO, Adriana Aparecida. SANTOS, Danilo Lopes. A avaliação internacional PISA e o ensino de Ciências do Brasil: um estudo a partir de uma pesquisa bibliográfica. **Revista Vozes dos Vales - UFVJM**, MG: Brasil, nº 21, Ano XI, maio/2022. Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2022/05/2.pdf>> Acesso em 27 jul. 2022.

FRAZZON, L. M. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. **Revista Pedagógica**, v. 1, n. 3, p. 07-32, 1999.

FREIRE, Madalena. **Relatos da (con)vivência**: crianças e mulheres da Vila Helena nas famílias e na escola. Cadernos de Pesquisa. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, fev. 1986. n. 56, p. 82-105.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**: teoria e prática de libertação uma introdução ao Pensamento de Paulo Freire. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980, p. 23.

FORTUNATO, I.; SOUZA, R. A. de .; LANFRANCO, Áurea C. P. M. . Ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental: um estado do conhecimento. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 42–57, 2020. Disponível em: < <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/58>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HALLIDAY, D. e RESNICK, R. **Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 8ª Ed. Vol. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

INEP. **Relatório Brasil no PISA 2018 - Versão Preliminar**. Diretoria de Avaliação da Educação Básica - DAEB. Ministério da Educação. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_2018\\_preliminar.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2023.

JÚNIOR, Edio da Costa. RODRIGUES, Erica Castilho. SILVA, Marcus Vinícius Duarte. GOMES, Rita de Cássia dos Santos. ASSIS, Cristiano Carlos Borges de. Um estudo estatístico sobre o aproveitamento em Física de alunos de ensino médio e seus desempenhos em outras disciplinas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 1, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v39n1/1806-1117-rbef-39-01-e1403.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

KITTEL, C. **Introdução a Física do Estado Sólido**. 8 ed. Editora LTC, 2006, 598 p. KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1997.

LaPEF (Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física). (2003). **Física no ensino fundamental**. Produzido por Alter Mídia, São Paulo: FEUSP. Disponível em: < <http://nupic.fe.usp.br/projeto-materiais/fisica-no-ensino-fundamental/>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

LINS, Maria Judith Sucupira da Costa. Contribuições da teoria de Piaget para a educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, vol 2, n.4, 2005. (11-29). Disponível em: <<http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/4894/2322>> Acesso em: 09 fev. 2020.

LOUZADA, Alexandre Neves. ELIA, Marcos da Fonseca. SAMPAIO, Fábio Ferrentini. Concepções alternativas dos estudantes sobre conceitos térmicos: Um estudo de avaliação diagnóstica e formativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 1508, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n1/0102-4744-rbef-37-01-1508.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2023.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MILANI, Iankie Gabriel; ARTHURY, Luiz Henrique Martins. A introdução de temas em aulas de física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 414-430, ago. 2019. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/61870>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

MORAES, U. M. A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso. **Scientia Plena**, v. 5, n. 11, p.1-7, novembro de 2009.

MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: **Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Maragogi, AL, Brasil. 2003.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física, **Caderno Brasileiro de Ensino em Ciências**, vol. 32, n. 94, dezembro de 2018.

MOREIRA, M. A. (2013). **O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem**. Educação E Seleção, (10), 17–34. Disponível em: <<https://publicacoes.fcc.org.br/edusel/article/view/2568>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

MORETTO, Vasco Pedro. **Prova**: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas. 9. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2010.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**. 5ª Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2014.

PAIVA, Priscila Nunes; GUIDOTTI, Charles dos Santos. Formação Continuada de professores a partir do planejamento colaborativo: a inserção do ensino de física nos anos iniciais. **Revista Thema**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 209-224, maio 2017. ISSN 2177-2894. Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/438/373>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

PEREIRA, Grazielle Rodrigues. PAULA, Livia Mascarenhas de. SOARES, Kely Cristina Marciano. COUTINHO-SILVA, Robson. Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 579-605, set. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p579/32434>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

PIAGET, Jean. **Biologia e Conhecimento**. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

PIAGET, Jean. **A equilibrção das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento** (M. M. dos S. Penna, Trad.). Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1996.

RODRIGUES, S. D. N.; LEONEL, A. A. Ensino de Física nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Uma investigação acerca dos Desafios e contribuições apresentadas pelas pesquisas da área. **Educação**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. e81/1–49, 2023. DOI: 10.5902/1984644466247. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/66247>. Acesso em: 11 jul. 2023.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker e PECATTI, Claudete, Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 6, n. 02, p. 263 – 274, 2007.

SÁ, Marilde Beatriz Zorzi; SANTIN FILHO, Ourides. Alguns Aspectos da Obra de Piaget e sua Contribuição para o Ensino de Química. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, [S.l.], p. 190-204, jan. 2017. ISSN 1982-5587. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8180/6259>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Educação. **Proposta Curricular de Santa Catarina: Formação Integral na Educação Básica**. [S. l.]: [S. n], 2014. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1GefEwP8YlIewSXziAtOvYGOU67I6UjBD/view>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense** / Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Educação. – Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1jDrgVos9yXXdhPEeIWfSIVBEEEd-aSKI9/view>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SANTOS, Eduardo Macedo dos. SARMENTO, Victor Hugo Vitorino (Orientador). **Concepções Alternativas de Estudantes de Química sobre os Conceitos de Calor e Temperatura**. Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe. Itabaiana/ Sergipe, 2010. Disponível em: <[file:///C:/Users/Jessica/Downloads/Concepcoes%20alternativas%20de%20Estudante%20de%20Quimica%20sobre%20os%20conceitos%20de%20calor%20e%20temperatura%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Jessica/Downloads/Concepcoes%20alternativas%20de%20Estudante%20de%20Quimica%20sobre%20os%20conceitos%20de%20calor%20e%20temperatura%20(2).pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SETLIK, Joselaine. HIGA, Ivanilda. Contribuições e Dificuldades de Práticas de Leitura e Escrita para Ensinar e Aprender Física no Ensino Médio: Reflexões à Luz da Cultura Escolar. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 19, 2019. p.449-482. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4949>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SILVA, Dayvid Bruno Fernandes da. BOZELLI, Fernanda Cátia. Influências de metodologias de aula nos discursos sobre aula de Física de estudantes do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 599-629, dez. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n3p599/42062>>. Acesso em: 14 de dez. 2022.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. Unidade 2 - A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p.31-42. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 25 ago. 2021.

SOUZA, M. V. L. de; LOPES, E. S.; SILVA, L. L. da. **Aprendizagem significativa na relação professor-aluno**. 2013.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Mecânica, Oscilações, Ondas e Termodinâmica**. 6ª Ed. Vol 1. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

VASCONCELLOS, Celso dos S. **Avaliação da aprendizagem**: práticas de mudança: por uma práxis transformadora. 9. ed. São Paulo: Libertad, 2008.

WAISELFISZ, Julio Jacobo. **O ensino das ciências no Brasil e o PISA**. Sangari do Brasil: São Paulo, 2009. Disponível em: <https://livros01.livrosgratis.com.br/is000003.pdf> Acesso em: 20 jan 2023.

ZIMRING, Fred. **Carl Rogers**. Tradução e organização: Marco Antônio Lorieri. – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. 142 p.: il. – (Coleção Educadores). Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4665.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

## APÊNDICE A – ARTIGOS RELACIONADOS AO ENSINO DE FÍSICA

Síntese dos artigos encontrados relacionados ao Ensino de Física nos Anos Iniciais por meio de experimentação, com suas respectivas referências.

Nº	Título	Periódico (Referência)
1.	Aprendizagem de conceitos de astronomia no ensino fundamental: uma oficina didática em preparação para a OBA	Gondola : Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias, Jul-Dec 2017, Vol.12(2), p.32
2.	O Ensino de Ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental: a experimentação como possibilidade didática	Research, Society and Development, 2019, Vol.8(6)
3.	Atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental: análise em um contexto com estudante cego	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 01 December 2017, Vol.19
4.	Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2016, Vol.33(2), pp.579-605
5.	O ensino de física nas séries iniciais do Ensino Fundamental na Rede Municipal de Ensino do Recife segundo os seus docentes	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 December 2011, Vol.33(4), pp.4313-4313
6.	Formação Continuada de professores a partir do planejamento colaborativo: a inserção do ensino de física nos anos iniciais	Revista Thema, 01 May 2017, Vol.14(2), pp.209-224
7.	O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: lendo e escrevendo histórias.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 01 February 2011, Vol.6(3)
8.	Física dos anos iniciais - estudo sobre a queda livre dos corpos através da metodologia da mediação dialética	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 September 2013, Vol.35(3)
9.	Física nos anos iniciais da educação básica - a experiência do pibid com o ensino de eletrostática	Revista de enseñanza de la física, 2015, Vol.27(1), pp.499-504
10.	Ensino em Ciências nos anos iniciais mediado pelas atividades experimentais: discussões envolvendo estudos na área	Revista de Estudios y Experiencias en Educación, 01 January 2018, Vol.17(35), pp.105-118
11.	Atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental: análise em um contexto com estudante cego	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 01 December 2017, Vol.19
12.	Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2016, Vol.33(2), pp.579-605
13.	Animais do cerrado - indo além da sala de aula	Ciência e Natura, 2016, Vol.38(1), pp.484-493
14.	“A Química das Cores”: uma oficina temática para o ensino e aprendizagem de Química	Ciência e Natura, 2017, Vol.39(3), pp.687-700
15.	Aspectos da identidade docente de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental e sua influência no Ensino de ciências	Ciência e Natura, 2015, Vol.37(2), pp.290-300
16.	Percepções de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre ciências naturais	Gondola : Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias, Jul 2015, Vol.10(2), pp.73-88
17.	Como adolescentes aprendem a ciência e a profissão de cientista?	Revista Estudo Feministas, 2017, Vol.25(2), p.829(27)
18.	O que dizem as pesquisas sobre atividades práticas experimentais publicadas em periódicos	Revista Thema, 01 August 2018, Vol.15(3), pp.951-961

	brasileiros de ensino de ciências entre 2001 e 2015?	
19.	A experimentação no ensino de ciências	Ambiente, 01 December 2018, Vol.11(1), pp.52-64
20.	Identificação das concepções dos estudantes de cursos técnicos sobre as atividades experimentais de ensino de Física	Revista Espaço Acadêmico, 01 April 2017, Vol.16(191), pp.106-116
21.	Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2016, Vol.33(1), pp.3-32
22.	Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2017, Vol.34(1), pp.6-46
23.	A Integração de Atividades Teóricas e Experimentais no Ensino de Física através de Ciclos de Modelagem: Um Estudo de Caso Exploratório no Ensino Superior	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 2016, Vol.9(1), pp.151-178
24.	Considerações sobre Propostas Experimentais de Baixo Custo em Mecânica Apresentadas em Revistas da Área de Ensino	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 2016, Vol.9(1), pp.131-150
25.	Dificuldades e avanços no domínio do campo conceitual da modelagem didático-científica: um estudo de caso em uma disciplina de física experimental	Investigações em Ensino de Ciências, 01 August 2018, Vol.23(2), pp.352-382
26.	Atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental: ferramenta metodológica para a construção do processo de ensino aprendizagem	Journal of Biochemistry Education, 01 July 2017, Vol.15(1), pp.40-63
27.	Atividades prático-experimentais no ensino de Física	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2017, Vol.34(1), pp.265-277
28.	O laboratório de ciências e a prática docente de um grupo de professoras de biologia: relato de um processo de reflexão coletiva	Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, 01 December 2015, Vol.10(4), pp.1339-1353
29.	Análise do movimento periódico: uma proposta de abordagem virtual	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, 01 December 2017, Vol.7(2), pp.15-23
30.	Laboratório remoto de física: uma montagem para os experimentos de acústica e hidrostática	Sisyphus, 01 June 2019, Vol.7(2)
31.	Atividades experimentais promotoras de pensamento crítico nas aulas de ciências naturais do 2º CEB	Revista da UIIPS - Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Vol. VI, N.º 1, 2018, pp. 110 - 125
32.	Estudo da queda livre em aulas de Física do Ensino Médio a partir de um marcador de tempo e da História da Ciência	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2018, Vol.35(3), pp.1004-1019
33.	Interações dialógicas na Experimentação investigativa em um clube de ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo	Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, 2018, Vol.14(29), pp.193-207
34.	Projeto de um calorímetro de relaxação para ensino de Física	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2017, Vol.34(1), pp.278-297
35.	Arquitetura óptica: análise de um modelo de associação de espelhos cilíndricos como representação dos prédios da Procuradoria Geral da República	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2015, Vol.32(3), pp.837-855
36.	Corrida de bolinhas: reflexão sobre o uso do conceito de movimento e de conservação de energia mecânica	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2018, Vol.35(2), pp.518-531

37.	Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2016, Vol.33(3), pp.1026-1046
38.	A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 01 December 2018, pp.795-818
39.	Uma montagem de câmara de nuvens por difusão para museus de ciências e laboratórios didáticos	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2019, Vol.36(2), pp.514-528
40.	Metacognição e a experimentação investigativa: a construção de categorias interativas dialógicas	Educação (UFSM), 01 April 2019, Vol.44(1), pp.1-26
41.	As perguntas do professor monitor na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: Classificações e organização	Research, Society and Development, 2019, Vol.8(4)
42.	Significados de eletrostática interpretados por meio da gesticulação de estudantes	Ciência & Educação (Bauru), 01 December 2015, Vol.21(4), pp.851-867
43.	A argumentação e o potencial metacognitivo de uma atividade experimental baseada na POA (Previsão -Observação-Argumentação)	Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, 2018, Vol.14(29), pp.27-42
44.	O construtivismo e a experimentação como tendências pedagógicas e metodológicas para o ensino de física moderna	INTERACÇÕES NO. 39, PP. 430-444 (2015)
45.	Concepções e práticas de educadores de infância e de professores do 1º ciclo acerca do ensino experimental das ciências	Revista da UIIPS - Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Vol. VI, N.º 1, 2018, pp. 21 - 36
46.	A importância do ensino experimental na formação contínua de professores do 1º CEB	INTERACÇÕES NO. 39, PP. 204-217 (2015)
47.	Formação inicial de docentes: uma oportunidade de vivenciar práticas inovadoras	INTERACÇÕES NO. 39, PP. 117-129 (2015)
48.	Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade	INTERACÇÕES NO. 39, PP. 368-380 (2015)
49.	Os Três Momentos Pedagógicos em consonância com a Abordagem Temática ou Conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o Ensino de Ciências da Natureza	Ciência e Natura, 2016, Vol.38(1), pp.513-525
50.	Ensino de ciências: um panorama multifocal	Sustinere - Revista de Saude e Educacao, 2016, Vol.4(1), p.3(24)
51.	O desempenho de alunos brasileiros e a avaliação pisa: alguns aspectos para discussão	Gondola : Ensenanza Aprendizaje de las Ciencias, Jan 2016, Vol.11(1), pp.86-99
52.	Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma parceria entre universidade e escola	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2016, Vol.33(3), pp.1009-1025
53.	Flutuação dos corpos: elementos para a discussão sobre sua aprendizagem em alunos dos anos iniciais do EF	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 September 2011, Vol.33(3)
54.	Transformação e conservação de energia na percepção de estudantes dos primeiros anos do Ensino Fundamental	Revista Ciência em Extensão, 01 March 2017, Vol.13(1), pp.35-52
55.	Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual	Revista Brasileira de Ensino de Física, 01 September 2013, Vol.35(3)
56.	Concepções epistemológicas dos docentes dos anos iniciais: um estudo envolvendo as atividades experimentais no ensino de ciências (física)	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, 01 June 2013, Vol.3(1), pp.30-48

57.	Investigação como princípio na formação de professores de ciências dos anos iniciais	Experiências em Ensino de Ciências V.12, No.3
58.	O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação	Ciência & Educação (Bauru), 01 December 2015, Vol.21(4), pp.911-930
59.	As contribuições do Ensino de Ciências para o desenvolvimento cognitivo de alunos nos primeiros anos de escolarização	Ciência e Natura, 2015, Vol.37(3), pp.777-795
60.	Uso dos conhecimentos prévios dos estudantes: uma experiência na formação inicial de professores de Física	HÓLOS, 2015, Vol.31(8), pp.122-135
61.	Mostruário de Práticas: considerações sobre a formação e a atuação de professores dos Anos Iniciais a partir das Feiras Catarinenses de Matemática	Bolema, Dec 2015, Vol.29(53), pp.909-935
62.	Formação continuada na educação infantil - interfaces com o brincar	HÓLOS, 2016, Vol.32(1), pp.91-106
63.	Crayon sharks: um estudo de caso sobre o design e aplicação de um jogo digital para o ensino de ciências	HÓLOS, 2017, Vol.33(7), pp.328-343

**Fonte:** Elaborado pela Autora (2023).

## APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS BLUMENAU

Jéssica Augusta Garlini

**PRODUTO EDUCACIONAL**

“TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?”:  
ESTUDO DE TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Blumenau  
2023

Jéssica Augusta Garlini

“TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?”:  
Estudo de Termologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Blumenau, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestra em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Lucas Natálio Chavero

Blumenau  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, o que possibilitou o aperfeiçoamento de minha carreira docente por meio do acesso ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) ofertado pela Universidade Federal de Santa Catarina – campus Blumenau (SC).

Nesse sentido, agradeço à CAPES, à coordenação e aos professores do Programa MNPEF e em especial ao meu orientador Professor Doutor Lucas Natálio Chavero, que aceitou e me acompanhou desde a construção do meu projeto até a sua qualificação, assim como no desenvolvimento e construção do produto educacional e sua aplicação.

Agradeço a Secretaria de Estado de Educação de Santa Catarina - SED, a Coordenadoria Regional de Educação de Timbó/SC, a direção da Escola de Ensino Fundamental Hugo Roepke, e a professora regente da turma, a Sra. Ivete Ferreira, por terem permitido que eu realizasse a aplicação do produto educacional na escola, possibilitando a coleta e análise dos dados para aprimoramento da sequência didática proposta. Agradeço também às crianças que participaram das atividades orientadas com muita motivação na maior parte das aulas.

Agradeço a todos os profissionais que participaram do meu processo de formação desde a escolarização fundamental, aos meus familiares, aos meus amigos e pessoas especiais que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conquista dos meus sonhos e o desenvolvimento da minha formação educacional.

## Sumário

1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	2
2.1 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL .....	2
2.2 DEFINIÇÃO E CONCEITOS DE TERMOLOGIA .....	3
2.2.1 Temperatura .....	4
2.2.2 Escalas de Temperatura .....	4
2.2.3 Energia Térmica e Calor .....	6
2.2.4 Primeira Lei da Termodinâmica .....	7
2.2.5 Transferência de Energia Térmica .....	7
2.2.6 Condutividade Térmica .....	9
2.3 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E OS MAPAS CONCEITUAIS .....	10
3 TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	14
3.1 DIA 01 – SONDAÇÃO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS .....	15
3.1.1 AULA 01 - Apresentação e descrição do projeto .....	15
3.1.2 AULA 02 - Problematização e extração de ideias .....	16
3.1.3 AULA 03 – O corpo humano como um termômetro .....	17
3.2 DIA 02 – SONDAÇÃO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS .....	22
3.2.1 AULA 04: Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno .....	23
3.2.2 AULA 05: Exposição de concepções acerca da temperatura e calor .....	27
3.2.3 AULA 06: Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor .....	28
3.3 DIA 03 – APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	30
3.3.1 AULA 07: Retomada de conteúdos e análise de obras de arte sobre temperatura e calor .....	31
3.3.2 AULA 08: A mistura do quente e do frio e o calor $\emptyset$ e a dança das partículas e a temperatura .....	33
3.3.3 AULA 09: Será possível transportar calor? .....	50
3.4 DIA 04 - APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	63
3.4.1 AULA 10: Explicação sobre transferência de calor .....	63
3.4.2 AULA 11: Experimento sobre condução térmica e convecção térmica .....	64
3.4.3 AULA 12: Explicação sobre Mapas Conceituais .....	72
3.5 DIA 05 – VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM .....	73
3.5.1 AULAS 13, 14 e 15: Construção de um mapa conceitual .....	74
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	76
REFERÊNCIAS .....	78
APÊNDICE A – Cartilha do Estudante .....	79
APÊNDICE B – Slides de apoio ao professor .....	136

## 1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL



### ● Olá, Colega Docente!

Eu me chamo Augusta e vou lhe apresentar o Produto Educacional que foi elaborado pela professora e pesquisadora Jéssica Augusta Garlini, sob orientação do professor Doutor Lucas Natálio Chavero, no âmbito do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), e que está organizado no formato de uma sequência didática com foco no estudo de conceitos relacionados à área de Termologia para os Anos Iniciais.

Nas próximas páginas são apresentadas as características gerais do produto educacional, sua fundamentação teórica, a sequência didática composta de 15 aulas com os roteiros de atividades orientadas e as considerações finais. Além disso, nos apêndices foram incorporados os materiais desenvolvidos para serem utilizados em sala de aula e que foram compilados no formato de “Cartilha do Estudante”.

Com isso, ao longo desse percurso, você colega, poderá trabalhar com os estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental alguns conceitos da área da Termologia como calor, temperatura, transferência de calor, percepção sensorial etc., além de realizar uma integração com as artes e a expressão das diferentes linguagens. Ademais, com a aplicação deste produto educacional, propõe-se realizar a avaliação dos registros criados pelos estudantes em formato de mapa conceitual, o que se difere das avaliações “tradicionais” baseadas em uma lista de perguntas e respostas.

Sugere-se também que você utilize, como parte do processo avaliativo, os registros realizados pelos estudantes em suas cartilhas durante o desenvolvimento da sequência didática, compondo assim uma avaliação processual, diagnóstica e formativa, que contribui para o aprendizado significativo dos saberes científicos abordados no decorrer das aulas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas as definições e conceitos científicos que embasam a elaboração do produto educacional, focados principalmente no estudo da área de Termologia, e que poderão contribuir para a sua preparação ao desenvolvimento da sequência didática proposta. Você pode consultar também para maior aprofundamento nos conceitos, a dissertação “Uma Proposta de Sequência Didática Para o Ensino de Termologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental” (GARLINI, 2023) da qual se originou este Produto Educacional.

### 2.1 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Quando os estudantes dos anos iniciais chegam na escola eles já possuem uma série de conhecimentos advindos de suas experiências anteriores que necessitam ser considerados e valorizados pelos professores a fim de promover a construção dos novos conhecimentos que serão estudados na escola.

Uma das formas de valorizar esse conhecimento prévio que os estudantes possuem é utilizar-se de atividades experimentais para a compreensão de fatos ou fenômenos explicados pelos conceitos e, além disso, tais atividades podem contribuir para a superação de obstáculos da aprendizagem (BACHELARD, 1996) em ciências, ao passo que propiciam interpretações, discussões e confrontos de ideias.

As atividades práticas têm como objetivos a observação, a demonstração e a manipulação de materiais e equipamentos alternativos. Através delas pode-se garantir momentos de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, juntamente com a construção de conteúdos procedimentais, conceituais e atitudinais envolvidos na proposta e no desenvolvimento de habilidades como cooperação, concentração, organização e manipulação de materiais. As atividades experimentais possibilitam aos estudantes vivenciar o método científico, a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões.

Para que isto ocorra, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018),

[...] não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas

e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p.331).

Nesse sentido, o produto educacional foi elaborado priorizando o uso de experimentos simples, de baixo custo, que podem ser organizados e construídos pelos professores do ensino fundamental, enfatizando a investigação, a criação de hipóteses, a autonomia do estudante na condução das atividades em grupos ou individuais, o registro e a sistematização das ideias levantadas por meio da observação.

## 2.2 DEFINIÇÃO E CONCEITOS DE TERMOLOGIA

Termologia é a área da Física que estuda a energia térmica em nível macroscópico com algumas interpretações na escala micro. Segundo Boas, Biscuola e Doca (2013, p. 8) esta “[...] é a parte da Física que estuda os fenômenos relativos ao aquecimento, ao resfriamento ou às mudanças de estado físico em corpos que recebem ou cedem determinado tipo de energia”.

Nessa perspectiva, em nível macroscópico ela se preocupa com a temperatura e propriedades que podem ser detectadas pelos sentidos do ser humano, enquanto em nível microscópico ela se preocupa com a energia, velocidade e interação entre as moléculas dos corpos, dentre outras coisas. Além disso, a Termodinâmica, da qual a Termologia faz parte, é uma das áreas da Física elaborada e desenvolvida baseando-se em observações empíricas intrinsecamente ligadas à experiência concreta (sensorial) de vida e observacional.

Nesse contexto, a termodinâmica trata de sistemas de equilíbrio termodinâmico, ou seja, quando as variáveis macroscópicas que caracterizam o sistema não variam com o decorrer do tempo. No entanto, o fato de essas variáveis serem constantes no tempo não quer dizer que o sistema é estático do ponto de vista microscópico, ou seja, as partículas que formam o sistema estão em constante movimento e mudam constantemente de velocidade.

Sendo assim, nesta seção serão abordados alguns conceitos bases de termodinâmica identificados dentro da termologia e relacionados com a temperatura, o calor e as trocas de calor que posteriormente são utilizados para elaboração e compreensão do produto educacional e das atividades experimentais sugeridas.

### **2.2.1 Temperatura**

O conceito de temperatura está associado a uma propriedade comum de sistemas em equilíbrio térmico (que acontece quando dois ou mais corpos encontram-se com a mesma temperatura), e é considerada uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional (SI). Do ponto de vista microscópico, ela é responsável por caracterizar o estado de agitação das moléculas de um corpo e está associada à sua energia cinética (TIPLER; MOSCA, 2013).

No entanto, a nível macroscópico, as primeiras concepções acerca do conceito de temperatura remetem ao tato e a sensação subjetiva desta, o que por sua vez não fornece um método confiável de medição. Por exemplo: num dia frio, tocar um pedaço de metal e um pedaço de madeira, que estejam no mesmo ambiente, dá a falsa impressão de que o metal está mais frio. Do ponto de vista físico, isso está associado ao coeficiente de condutividade térmica do metal, que é maior e permite uma transferência de calor mais rápida da mão para o metal quando comparado com a madeira.

Nesse sentido, em relação ao equilíbrio térmico, entende-se que um sistema pode ser caracterizado em termos de sua temperatura quando o estado estacionário é atingido. Esse é um estado em que a interação entre dois corpos ou substâncias, que constituem o sistema, faz com que não exista mais nenhuma variação de temperatura no mesmo. Nesse caso, diz-se que o sistema atingiu o equilíbrio térmico.

Desse aspecto trata a chamada Lei Zero da Termodinâmica, que pode ser enunciada da seguinte forma: “Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então os três corpos estão em equilíbrio térmico entre si” (TIPLER; MOSCA 2013, p. 572).

Nesse sentido, de acordo com Halliday e Resnick (2011, p. 184), “em uma linguagem menos formal, o que a lei zero nos diz é o seguinte: Todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais e vice-versa”.

### **2.2.2 Escalas de Temperatura**

No cotidiano o estado térmico de um corpo muitas vezes é avaliado pela sensação de quente ou frio que algum objeto apresenta ao ser tocado. Mas, até que ponto pode-se confiar nessa sensação? Muitas vezes, pessoas diferentes em um mesmo ambiente experimentam sensações térmicas diferentes. Isso ocorre porque as sensações de quente e frio são individuais e subjetivas, dependendo do indivíduo e das condições a que eles estão sujeitos.

Sendo assim, a medição de temperatura de um corpo é feita através de um processo indireto, ou seja, utiliza-se um terceiro corpo que sofra alterações mensuráveis em suas propriedades físicas quando do processo de equilíbrio térmico com o primeiro. Logo, esses instrumentos de medição são chamados de termômetros.

Existem vários tipos de termômetros como por exemplo o termômetro clínico (utilizado para medir a temperatura do ser humano) que pode ser de mercúrio ou digital e o termômetro de rua (utilizados para medir a temperatura do ar local). Existem também várias escalas para medir as temperaturas. Aqui vamos abordar as 3 mais conhecidas: Escala Celsius, Escala Fahrenheit, e, Escala Kelvin.

A escala Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) é a escala adotada nos termômetros utilizados no Brasil. A escala Celsius foi definida inicialmente como sendo  $100^{\circ}\text{C}$  para o ponto de gelo, e  $0^{\circ}\text{C}$  para a de vapor. Posteriormente os fabricantes de termômetro propuseram como sendo  $0^{\circ}\text{C}$  o ponto do gelo (congelamento da água) e  $100^{\circ}\text{C}$  o ponto de vapor (ebulição da água), ambos considerados próximos ao nível do mar. Dessa forma, um termômetro é calibrado a partir desses parâmetros, sendo dividido em 100 partes iguais, onde cada divisão equivale a  $1^{\circ}\text{C}$ . Com isso pode-se medir a temperatura desconhecida de outros corpos, por meio da comparação com as medidas de um instrumento (o termômetro) calibrado.

A escala Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) é de uso corrente em países de cultura inglesa e foi definida como sendo  $32^{\circ}\text{F}$  o ponto de congelamento da água e  $212^{\circ}\text{F}$  o ponto de ebulição da água, quando próximo ao nível do mar. Portanto, a diferença entre os pontos de congelamento e de ebulição é de  $100^{\circ}$  para a escala Celsius e de  $180^{\circ}$  para a escala Fahrenheit. Com isso, pode-se estabelecer uma relação geral entre essas duas escalas de temperatura para realizar conversões entre elas:

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \quad \text{Eq. 1}$$

ou

$$T_F = \frac{5}{9}(T_C + 32) \quad \text{Eq. 2}$$

A escala Kelvin (K) é denominada de escala de temperatura absoluta, pois o ponto de 0 K, que é igual a  $-273,15^{\circ}\text{C}$ , é a temperatura de pressão nula de qualquer gás. Esse valor é obtido através da extrapolação da curva de pressão em função da temperatura, medida por um termômetro a gás de volume constante; para atingir a pressão zero o gráfico intercepta o eixo da temperatura em  $-273,15^{\circ}\text{C}$ , que é conhecido como Zero Absoluto (TIPLER; MOSCA 2013, p. 576).

Como a variação de 1 K é igual a  $1^{\circ}\text{C}$ , a relação entre as duas escalas é dada por:

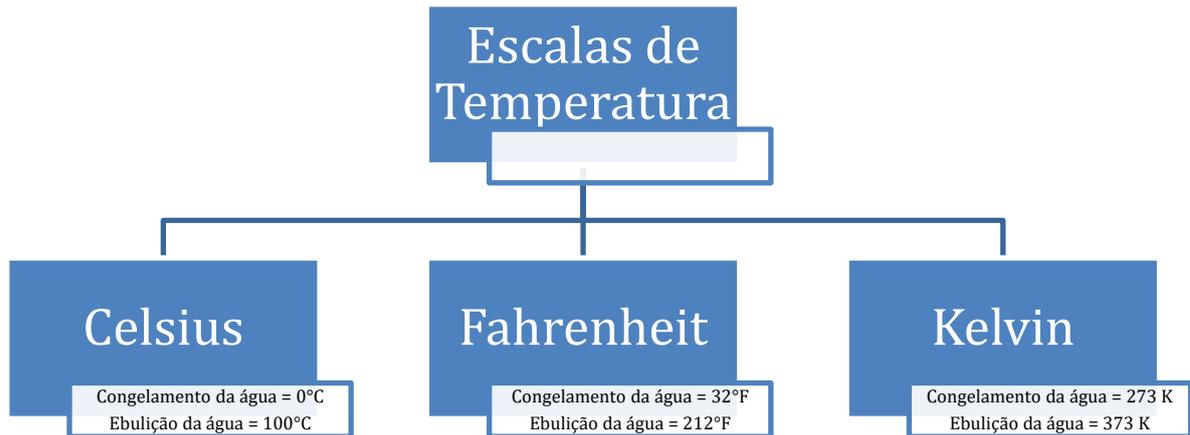
$$T_C = T_K - 273,15 \quad \text{Eq. 3}$$

ou

$$T_K = T_C + 273,15 \quad \text{Eq. 4}$$

Veja na Figura 1 uma síntese das escalas de temperatura mencionadas neste tópico.

Figura 1 - Escalas de Temperatura.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Cabe destacar que, apesar de as escalas Celsius e Fahrenheit serem convenientes para o dia a dia, a escala Kelvin é a escala termométrica adotada pelo Sistema Internacional de Unidades e Medidas.

### 2.2.3 Energia Térmica e Calor

A medida da agitação média das moléculas de um corpo é caracterizada como a temperatura desse corpo. Quando essas partículas se movimentam, a esse estado está associado uma energia de natureza cinética, que está relacionada com o seu movimento. A soma da energia cinética de todas as partículas de um mesmo corpo/objeto é definida como a energia térmica desse corpo/objeto. Já a transferência de energia térmica entre dois corpos pode ser definida como calor (NUSSENZVEIG, 2014).

Em 500 A.C. os gregos já formulavam teorias acerca do calor, associando-o ao fogo. Mas, no século XVIII Lavoisier na tentativa de definir “calor” formulou a hipótese do calórico, uma substância que escoaria entre os corpos, transferindo calor de um corpo para outro, sendo que a quantidade total de calórico era conservada. Para contrapor essa teoria, uma hipótese foi apresentada por Francis Bacon e Thomas Hooke e enunciada por Newton, atribuindo o calor ao movimento de vibração das partículas que constituem os corpos (NUSSENZVEIG, 2014).

Analisando casos específicos da primeira Lei da Termodinâmica quando não há trocas de energia por trabalho, ou seja, processos que ocorrem à volume constante, a definição mais aceita atualmente é de que o “Calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura”. (HALLIDAY; RESNICK 2011, p. 190).

Nesse contexto, não faz sentido dizer que um corpo possui mais calor que outro; na verdade, os corpos podem possuir temperaturas diferentes, mas o calor está sempre associado a energia em trânsito ocasionada por uma diferença de temperatura (TIPLER; MOSCA 2013).

#### **2.2.4 Primeira Lei da Termodinâmica**

De acordo com Sears e Zemanski a primeira lei da termodinâmica “[..] é uma extensão do princípio da conservação da energia. Ela amplia esse princípio para incluir trocas de energia tanto por transferência de calor quanto por realização de trabalho, e introduz o conceito de energia interna de um sistema.” (SEARS, ZEMANSKY, 2015, p. 279).

Sendo assim, a primeira Lei da Termodinâmica trata da conservação da energia interna de um sistema, considerando como parâmetros a quantidade de calor trocada ( $Q$ ), o trabalho realizado ( $W$ ) pelo sistema ou sobre ele e a variação de energia interna  $U$ . Dessa forma, a primeira Lei da Termodinâmica pode é escrita como “a variação da energia interna de um sistema é igual ao calor transferido para o sistema mais o trabalho realizado sobre o sistema (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 607)” conforme apresentado na equação 05.

$$U = Q + W \quad \text{Eq. 5}$$

Logo, “para formular relações envolvendo energia com precisão, é necessário introduzir o conceito de sistema termodinâmico e definir calor e trabalho como dois modos de transferir energia para o interior ou para o exterior desse sistema (SEARS, ZEMANSKY, 2015, p. 279).

Segundo Nussenzveig (2014), sistema pode ser definido como um conjunto de elementos de determinado estudo geralmente confinado dentro de um recipiente e que todo o restante do universo que não pertence a esse sistema é chamado de meio externo.

#### **2.2.5 Transferência de Energia Térmica**

De modo geral, A transferência de energia térmica refere-se à transferência de calor de um objeto ou sistema para outro, quando houver diferença de temperaturas (em sólidos e líquidos) ou quando há a transformação de trabalho em calor (gases). De acordo com a primeira

Lei da Termodinâmica, quando um gás isolado do meio externo recebe trabalho ele tem a sua energia interna aumentada sem que necessariamente ocorra uma variação de sua temperatura.

Considerando um sistema isolado onde o volume é constante, ou seja, com expansão térmica negligenciável, sempre que existir uma diferença de temperatura entre dois corpos ou dois meios, essa diferença de temperatura faz com que haja um fluxo de energia térmica do corpo com temperatura mais elevada para o corpo com temperatura menos elevada. Essa transferência de energia pode ocorrer de três formas diferentes: condução, convecção e radiação.

No processo de transferência por condução, o calor é transferido pelas interações entre os átomos e moléculas que constituem o material, mas sem transferência direta de matéria. Nesse caso, a transferência de energia térmica ocorre através do contato direto entre as moléculas de dois objetos ou até do mesmo objeto. Quando uma molécula de alta energia térmica entra em contato com uma molécula de baixa energia térmica, a primeira transfere parte de sua energia para a segunda. Isso continua até que haja uma igualização das energias térmicas (SEARS, ZEMANSKY, 2015).

Durante o processo de convecção, “o calor é transferido por transporte direto de matéria” (TIPLER; MOSCA 2013, p. 678) que ocorre pelo movimento coletivo das moléculas de um fluido (líquido ou gás). É um processo contínuo, ativado pela diferença de temperatura entre duas regiões do fluido, a qual altera a densidade do meio. Dessa forma, ocorre um movimento do fluido no sentido de homogeneizar a densidade. Por exemplo, ao colocar uma panela com água no fogo para ferver, durante um certo tempo é possível notar que a temperatura da superfície da água aumenta lentamente. Durante esse período, a transferência de calor para a superfície ocorre pela condução através da vibração das moléculas. Contudo, a temperatura no fundo da panela aumenta mais depressa, e quando a diferença entre a temperatura da água da superfície e a do fundo atinge um valor crítico, a água começa a se mover. A partir desse ponto, o processo de convecção é dominante na transferência de calor, fazendo com que rapidamente a água atinja o equilíbrio térmico. Portanto, a convecção é uma forma muito eficiente de transferência de calor.

No processo de radiação,

[...] a energia é transferida através do espaço na forma de ondas eletromagnéticas que se movem com a rapidez da luz. Ondas de infravermelho, ondas de luz visível, ondas de rádio, ondas de televisão e raios X, são todas, formas de radiação eletromagnética que diferem entre si nos seus comprimentos de onda e frequências (TIPLER; MOSCA 2013, p. 678).

De uma maneira mais abrangente, os corpos emitem radiações térmicas a qualquer temperatura, e, quanto maior ela for, maior será a intensidade da radiação emitida. O corpo humano, por exemplo, emite radiações, assim como uma lâmpada acesa e um ferro elétrico. Essas radiações são ondas eletromagnéticas capazes de se propagar em qualquer meio, inclusive no vácuo. Logo, a radiação é a única maneira de transmitir energia térmica sem a necessidade de um meio para isso, ou seja, a radiação pode atravessar o espaço vazio.

No momento em que a energia radiante incide em um corpo, uma parte é absorvida por ele, outra parte pode ser transmitida através desse corpo e uma terceira parte é refletida. Quando um corpo recebe radiação, ele se aquece proporcionalmente à sua capacidade de absorver energia. Sendo assim, um corpo com boa capacidade de absorção é também em geral um mau emissor de radiação.

Todos os corpos podem emitir energia por radiação, e a quantidade de energia emitida depende da natureza e da forma da superfície do corpo. De maneira geral, corpos escuros são bons absorvedores e maus emissores, e corpos claros e polidos são maus absorvedores e bons emissores de energia (TIPLER; MOSCA 2013).

### 2.2.6 Condutividade Térmica

A taxa de transmissão de calor pode ser calculada, por exemplo, a partir de um modelo de uma barra metálica de comprimento ( $l$ ), de seção transversal de área ( $A$ ) e com suas extremidades submetidas às temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ , como sendo  $T_2 > T_1$  (NUSSENZVEIG, 2014).

Nesse caso, o fluxo de calor ( $\Phi$ ) é a quantidade de calor ( $\Delta Q$ ) transferida por unidade de tempo ( $\Delta t$ ) ao longo da barra e expressa pela equação:

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{Eq. 6}$$

Com base nesse conceito e em seus experimentos, Fourier propôs a expressão para o fluxo de calor:

$$\Phi \approx \frac{A(T_2 - T_1)}{l} \quad \text{Eq. 7}$$

A expressão acima mostra que o fluxo de calor  $\Phi$  é diretamente proporcional à área de contato  $A$ , diretamente proporcional à diferença de temperatura ( $T_2 - T_1$ ) e inversamente proporcional ao comprimento  $l$ .

Todos os materiais possuem um coeficiente de condutividade ( $K$ ) característico, que representa a quantidade de calor conduzida por segundo e que pode ser expresso pela equação:

$$R = \frac{e}{K} \quad \text{Eq. 8}$$

onde  $e$  representa a espessura do material em que o calor está sendo transferido e  $R$  a resistência térmica do material. De acordo com o SI, o coeficiente de condutividade térmica possui como unidade de medida o  $J/s.m.K$ ,  $W/m.K$  ou  $c/s.m.^\circ C$ .

Os materiais podem ser classificados em bons condutores térmicos ou bons isolantes térmicos de acordo com a sua constante de condutividade térmica, ou seja, “quanto maior a condutividade térmica  $k$ , melhor condutora de calor é a substância” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 211). Os metais, como por exemplo o alumínio e o cobre, possuem coeficiente de condutividade superior a outros materiais como a madeira, o vidro ou a lã.

Segundo Nussenzveig (2014, p. 211), “os metais que conduzem bem a eletricidade, também são bons condutores de calor, o que não é coincidência: segundo a Lei de Wiedemann e Franz, a condutividade térmica de um metal é proporcional a sua condutividade elétrica”.

### 2.3 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E OS MAPAS CONCEITUAIS

Quando se trata de discussões acerca da temática “avaliação” nos mais diferentes contextos, podem surgir inúmeros questionamentos e dúvidas. No entanto, é preciso reunir esforços para que se possa minimizar as fragilidades que este processo pode trazer.

Sendo assim, é necessário que o professor faça algumas perguntas a si mesmo ao pensar/planejar sua aula como, por exemplo, o que entendo por Avaliação da Aprendizagem? Qual é a minha concepção de Avaliação da Aprendizagem? Qual é a concepção de avaliação que devo contemplar em meu trabalho como professor?

A tendência geralmente é replicar no ambiente de sala de aula o modelo de avaliação que foi aplicado conosco quando fomos alunos (e especialmente na Educação Básica). Ocorre que, assim como o mundo vem mudando a passos largos, os conceitos ora estruturados vêm adquirindo novas abordagens a partir do conhecimento teórico-científico produzido por tantos pesquisadores mundo afora. Não é diferente com a avaliação da aprendizagem.

Embora historicamente o olhar do professor sobre a avaliação estivesse por muito tempo voltado apenas para o resultado final, considerando a avaliação como um momento para medir o que o estudante conseguiu produzir, examinando os resultados por meio da aplicação de uma prova realizada de forma pontual, estudos recentes, como por exemplo, Luckesi (2010), Moretto (2010) e Vasconcellos (2008), indicam uma significativa mudança no foco da

avaliação passando-se a considerar o que o estudante já sabe, ou seja, ao elaborar uma avaliação o olhar do professor deve voltar-se no sentido de identificar na resposta do estudante o que ele já sabe e não somente aquilo que não conseguiu aprender por completo, promovendo-se assim uma avaliação processual e diagnóstica e não apenas classificatória, eliminatória e excludente.

Pesquisadores como Vasconcellos (2008) Luckesi (2010) e Moretto (2010) reforçam que a avaliação precisa ser um momento de aprendizagem. Neste sentido é preciso também rever a forma de *feedback* das avaliações de tal modo que se possa indicar aos estudantes como eles podem estudar e produzir de maneira mais efetiva. Também o objetivo do *feedback* não é apontar apenas o que o estudante deixou de fazer, mas indicar o que ele já fez e como pode aprofundar sua produção a respeito daquela temática.

Em relação à avaliação do processo de ensino e aprendizagem, a Proposta Curricular de Santa Catarina (2019), destaca que “[...] esta deve ocorrer de forma contínua, cumulativa, processual, formativa e integral, com o intuito de verificar o aproveitamento do estudante, bem como possibilitar ao professor a autoavaliação da sua prática pedagógica”. (SANTA CATARINA, 2019, p. 375). Além disso, acrescenta que:

A avaliação deve ser contínua, no processo de ensino e de aprendizagem, no sentido de possibilitar ao professor colocar em prática o seu planejamento de forma adequada às características de seus educandos, realimentando-o sempre que necessário. Dessa maneira, é fundamental utilizar diferentes instrumentos de avaliação para respeitar as diferentes aptidões dos educandos. São procedimentos que possibilitam a aprendizagem significativa: problematização; observação; experimentação; comparação; estabelecimento de relações entre fatos e ideias; leitura e escrita de textos; organização de informações por meio de tabelas, desenhos, gráficos, esquemas e textos; confronto entre suposições; obtenção de dados por investigação; proposição de soluções de problemas. (SANTA CATARINA, 2019, p. 375).

Cabe destacar, em relação ao papel docente, atrelado a esta reflexão sobre Avaliação da Aprendizagem, que também é necessário se preocupar com a elaboração de atividades, pois essas devem promover reflexão e, com isso, minimizar a reprodução, fazendo com que o estudante produza e não apenas copie mecanicamente. É necessário pensar em atividades que sejam provocativas e instigantes.

Nesse sentido, na Figura 2 a seguir, é apresentada uma síntese das características e potencialidades da avaliação realizada por meio da construção de Mapas Conceituais:

Figura 2 - Avaliação com Mapas Conceituais.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Certo é que, como professor de Física, é necessário avançar sempre nas concepções de como o sujeito aprende e, a partir disso, pensar em novas estratégias de ensino e avançar na concepção de avaliação que ainda permeia a prática de muitos, afinal, antes de fazer diferente, é preciso pensar diferente sobre o que se faz.

Tendo estes pressupostos como referência, para a organização do produto educacional, optou-se pela utilização de mapas conceituais como estratégia de avaliação para conclusão da sequência didática proposta, considerando que os mesmos irão contribuir para sintetizar a percepção dos estudantes acerca dos conteúdos estudados. De acordo com Moreira (2013),

Na avaliação através de mapas conceituais, a idéia principal é a de verificar o que o aluno sabe em termos conceituais, i.e., como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc. (MOREIRA, 2013, p. 20).

Nesse sentido, a avaliação por meio dos mapas conceituais possibilitará ao professor compreender o estabelecimento de relações entre os diferentes conceitos abordados, traçando um diagnóstico de aprendizagem de cada estudante e possibilitando organizar os próximos passos da proposição de estudos, de modo a contemplar o que identificar como necessário para que os estudantes consigam avançar na significação dos conceitos científicos estudados. Conforme afirma Moreira (2013, p. 20), os

[...] mapas conceituais serão úteis, não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno [...], mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma obtém-se, inclusive, informações que podem servir de “feedback” para instrução e currículo.

Sendo assim, a finalização da sequência didática se dará por meio da elaboração de mapas conceituais pelos estudantes, que serão analisados pelo professor e de onde ele identificará os elementos que cada estudante incorporou verdadeiramente ou que necessita aprofundar para que a aprendizagem significativa se efetive.

### 3 TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



● **Olá, Docente!**

Eu sou a Augusta! Você se lembra?

Eu sou cientista e preparei uma sequência de atividades experimentais relacionadas ao estudo de Termologia para você desenvolver com sua turma dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental!

Neste capítulo são apresentadas as orientações para o desenvolvimento da sequência didática, e de vez em quando eu vou aparecer para te dar mais algumas dicas. **Vamos juntos nessa aventura científica?!**

Confira a seguir a **síntese das aulas e atividades** que serão realizadas durante essa sequência didática:

Quadro 1 - Estrutura e Cronograma de Aplicação da Sequência Didática

Dia	Tema	Aula	Atividade	Tempo
1	Sondagem de concepções prévias	01	Apresentação e descrição da Proposta	38 min
		02	Problematização e sondagem de ideias - Montagem e realização do experimento 1.	20 min
		03	Problematização e sondagem de ideias - Realização do experimento 1.	56 min
2	Sondagem de concepções prévias	04	Experimento 2. Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno	45 min
		05	Exposição de concepções acerca da temperatura e calor	45 min
		06	Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor	45 min
3	Apropriação do conhecimento	07	Retomada de conteúdos e análise de obras de arte acerca da temperatura e calor	20 min
		08	Experimento 3. A mistura do quente e do frio e o calor $\emptyset$ Simulador A dança das partículas e a temperatura	56 min
		09	Experimento 4. Será possível transportar calor?	38 min
4	Apropriação do conhecimento	10	Explicação sobre os processos de propagação de calor	45 min
		11	Experimento 5. Cuidado para não se queimar! Experimento 6. Será que o calor se movimenta sozinho?	45 min
		12	Explicação sobre Mapa conceitual	45 min
5	Verificação da aprendizagem	13, 14 e 15	Construção de um mapa conceitual (Ausubel)	135 min

Fonte: elaborado pela autora (2023)

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?”

### ESTUDO DE TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

#### 3.1 DIA 01 – SONDAGEM DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS



Neste primeiro dia serão realizadas 3 aulas, contemplando a apresentação da sequência didática para estudo, apresentação dos materiais para os estudantes (Cartilha do Estudante), levantamento de hipóteses acerca do tema, e realização da primeira atividade experimental.

#### **Objetivos de Aprendizagem:**

- ❖ Realizar o levantamento das concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de temperatura e calor;
- ❖ Desenvolver atividades para potencializar o aprendizado sobre os conceitos de temperatura e calor;
- ❖ Definir o conceito de calor.

#### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:**

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.

#### **3.1.1 AULA 01 - Apresentação e descrição do projeto**

**Sobre esta aula:** Nesta aula, você irá realizar uma apresentação do projeto e cronograma de aplicação aos estudantes, onde serão abordados aspectos que fazem parte da habilidade (EF05CI01). É importante observar que a habilidade não será contemplada em sua totalidade e que as propostas podem ter continuidade em aulas subsequentes.



**Materiais necessários para a aula:** Projetor, computador, cartilha do professor e cartilha do aluno.

**Tempo sugerido para a aula:** 38 minutos

**Descrição:**

- I. Com o auxílio do projetor, computador e uma apresentação de slides (Apêndice B) preparada antecipadamente à aula, você iniciará a aula com uma apresentação geral acerca da proposta de sequência didática de estudo de Termologia.
- II. Na sequência, dê oportunidade para que os estudantes se apresentem também e comentem um pouco sobre as aulas de ciências e do que mais gostam nelas.
- III. Apresente o cronograma das aulas e explique aos estudantes que serão propostas atividades experimentais que visam promover uma investigação de conceitos científicos.
- IV. Para finalizar a etapa de apresentação entregue aos estudantes os materiais denominados de “Cartilha do estudante”, que serão utilizados por eles no decorrer dos estudos.



**Mão na massa:** Entregar as cartilhas aos estudantes.

### 3.1.2 AULA 02 - Problematização e extração de ideias

**Sobre esta aula:** Nesta aula, inicie com uma problematização acerca da postura do cientista e de como é possível determinar a temperatura de um líquido e escute as hipóteses criadas pelos estudantes. Peça que eles registrem na Cartilha do Estudante as hipóteses que imaginaram.



**Materiais necessários para a aula:** cartilha do estudante, materiais do experimento (descritos a seguir).

**Tempo sugerido para a aula:** 20 minutos.

### Descrição:

- I. Iniciar a aula colocando os materiais da atividade experimental 01 sobre a mesa;
- II. Na sequência, iniciar uma conversa com os estudantes e fazer a pergunta: **Como é possível determinar a temperatura de um líquido?**
- III. Ouvir as hipóteses criadas pelos estudantes e pedir que eles registrem na Cartilha na atividade “Aquecendo os Motores”.
- IV. Você pode também registrar na lousa as hipóteses levantadas pelos estudantes.

### 3.1.3 AULA 03 – O corpo humano como um termômetro



**Sobre esta aula:** Nesta aula você precisará preparar os materiais para realização do experimento antecipadamente. Você irá orientar os estudantes a se organizarem em grupos de até 03 integrantes para realizarem a atividade experimental 01 (O corpo Humano como um Termômetro). Caso não possua materiais suficientes para todos os grupos, oriente a realização do experimento para toda a turma, um de cada vez, ou adeque o número de integrantes dos grupos conforme a quantidade de materiais disponíveis. Espera-se que nesta aula os estudantes consigam perceber que o sentido do tato pode nos dar sensações erradas da temperatura e por isso não é recomendável usá-lo para medição de temperaturas.

**Materiais necessários para a aula:** Cartilha do professor, cartilha do estudante, materiais necessários para o experimento 01 (para cada grupo):

- 03 recipientes com capacidade de 2 litros;
- 03 litros de água a temperatura ambiente;
- 20 cubos de gelo;
- 01 Termômetro;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 01 cronômetro.
- 01 Caneta;
- 01 Folha de papel;
- 01 Tesoura;
- Fita adesiva;

Figura 3 - Materiais da Atividade Experimental 01



Fonte: A autora

**Tempo sugerido para a aula:** 56 minutos

**Descrição:**

- I. Peça que os estudantes acompanhem na Cartilha a orientação para realização do primeiro experimento, “O corpo Humano como um termômetro”.
- II. Após os questionamentos iniciais, proponha que os estudantes se dividam em trios para realizar a atividade experimental 01 (ou adeque a quantidade de grupos conforme a disponibilidade dos materiais).

**Mão na massa:** Realizar a atividade experimental 01.



## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1: O corpo humano como um termômetro



Agora que os estudantes já anotaram as ideias iniciais na cartilha (as hipóteses), vamos fazer **nosso primeiro experimento** para verificar se é **possível determinar com exatidão a temperatura da água** a partir da percepção corporal humana (ou seja, a partir do toque das nossas mãos).

**Descrição geral:** Para realizar este experimento, você irá preparar antecipadamente o ambiente com 3 bacias contendo água em temperaturas diferentes. Basicamente, neste experimento o estudante vai mergulhar uma das mãos em uma bacia com água quente (aproximadamente 50° C) e a outra em uma bacia com água fria (aproximadamente 10° C) durante 30 segundos. Em seguida, retirar as mãos das bacias iniciais e mergulhá-las em outra com água à temperatura ambiente.

**Antes de iniciar, peça que os estudantes registrem na Cartilha** o que eles imaginam que vai acontecer? Qual será a sensação na sua pele ao tocar a água em cada uma das bacias: vai ser diferente ou vai ser igual?

### Passo a passo para realizar com os estudantes:

1. Separe os três recipientes e coloque neles etiquetas para identificá-los como “água quente”, “água à temperatura ambiente” e “água fria”.
2. Coloque os três recipientes já etiquetados um ao lado do outro na seguinte ordem: recipiente com água quente, recipiente com água à temperatura ambiente e recipiente com água fria.

Figura 4 - Recipientes para Atividade Experimental 01



Fonte: A autora

3. Na sequência, acrescente 1 L de água a temperatura ambiente dentro do recipiente com a etiqueta “água à temperatura ambiente”.
4. Com o auxílio da chaleira elétrica aqueça 1 L de água até a temperatura de 50 °C e despeje-a no recipiente com a etiqueta “água quente”.
5. Coloque 1 L de água a temperatura ambiente dentro do recipiente com a etiqueta “água fria” e acrescente os 20 cubos de gelo.
6. Com o auxílio do termômetro verifique se as temperaturas da água quente e da água fria estão em torno de 50 °C e 10 °C respectivamente.

Figura 5 - Recipientes com água



Fonte: A autora

7. Na sequência oriente os estudantes para que coloque simultaneamente (ao mesmo tempo) uma das mãos na água quente à temperatura de aproximadamente 50 °C e a outra em uma bacia com água fria à temperatura de aproximadamente 10 °C durante aproximadamente 30 segundos.

Figura 6 - Estudante realizando a atividade Experimental 01



Fonte: A autora

8. Após 30 segundos com as mãos na água quente e na água fria, peça que coloque as duas mãos simultaneamente na água à temperatura ambiente por 10 segundos.

Figura 7 - Estudante realizando a 2ª etapa do Experimento 01



Fonte: A autora



**Após ter experimentado a sensação nas mãos, oriente o estudante a responder às seguintes questões, em sua Cartilha:**

**Questão 01:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou a mão esquerda.

.....  
.....

**Questão 02:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou a mão direita.

.....  
.....

**Questão 03:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou as duas mãos para medição: A água está quente ou está fria? Qual é a sensação na sua mão esquerda e qual é a sensação na sua mão direita?

.....  
.....

**Questão 04:** A partir da sua experiência, você poderia afirmar que é possível determinar a temperatura de um líquido (no caso desse experimento, a água) a partir da percepção corporal humana (o toque das mãos)? O resultado é confiável?

.....  
.....



**Para concluir este experimento, oriente que os estudantes elaborem uma síntese no espaço indicado em sua Cartilha:**

Após ter experimentado a temperatura da água nas 3 bacias diferentes, qual foi a sua percepção geral? O que você sentiu em cada uma das bacias? As sensações foram diferentes? Como você acha que poderíamos explicar essas percepções?

**Anote aqui as suas observações:**

.....  
.....

### 3.2 DIA 02 – SONDAGEM DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS



Neste segundo dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade ao levantamento das concepções prévias dos estudantes acerca da temática em estudo, levantamento de hipóteses acerca dos conceitos de temperatura e calor, e realização da segunda atividade experimental, além de um exercício artístico e exposição de obras de arte.

### **Objetivos de Aprendizagem:**

- ❖ Expor as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de calor e temperatura a partir da degustação de chás e construção de obras de arte feitas pelos próprios estudantes para representar calor e temperatura.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:**

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.
- (EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais.
- (EF15AR06) Dialogar sobre a sua criação e as dos colegas, para alcançar sentidos plurais.

#### **3.2.1 AULA 04: Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno**



**Sobre esta aula:** Partindo do pressuposto que os estudantes já tenham compreendido que o tato pode nos dar sensações erradas da temperatura, nesta aula será realizada uma degustação de chás (Atividade experimental 02 - Vamos tomar um chá?) com diferentes temperaturas para que os estudantes possam entender que quente e frio são sensações térmicas e

que não são sinônimos de calor.

**Materiais necessários para a aula:** Cartilha do professor, cartilha do estudante, materiais do experimento 2:

- 01 copo de isopor para cada estudante;
- 01 garrafa térmica com chá à 80°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 60°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 40°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 35°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 30°C;

- 01 garrafa térmica com chá à 20°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 05°C;
- 01 termômetro.

Figura 8 - Garrafas térmicas preparadas para a Atividade Experimental 02



Fonte: A autora

**Tempo sugerido para a aula:** 45 minutos

**Descrição:**

- I. Iniciar a aula colocando os materiais da atividade experimental sobre a mesa (você precisará preparar os chás antecipadamente, aquecendo a água conforme a indicação de cada garrafa térmica).
- II. Questionar os estudantes sobre: **Por que temos a sensação de que algo está quente, frio ou morno?**
- III. Peça que os estudantes registrem suas hipóteses em sua cartilha no item “Frio ou morno?”.
- IV. Ouça as hipóteses criadas pelos estudantes.
- V. Em seguida, convide os estudantes para a realização da atividade experimental 02: Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno.
- VI. Por fim, permita que os estudantes discutam e proponham soluções para o problema através das atividades experimentais e concluam assim a resolução do problema.



**Mão na massa:** Realizar a atividade experimental 02.

## **ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2: Vamos tomar um chá?**

### **Vamos ao passo a passo dessa atividade experimental:**

1. Distribua um copo descartável para cada estudante e na sequência sirva um pouco de chá da garrafa térmica que contém a indicação de 80°C. Peça que os estudantes conduzam o chá com cuidado. E então registrem na Cartilha a sua percepção em relação à Questão.

**Questão 01:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

2. Em seguida, sirva o chá da garrafa na temperatura de 60°C. Oriente os estudantes a beberem e então registrar suas percepções na Questão 2.

**Questão 02:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

3. Após responderem à questão, sirva o outro chá, da garrafa, na temperatura de 40°C. Oriente-os a beberem e responderem a questão 3.

**Questão 03:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

4. Na sequência, sirva o chá da garrafa térmica a 35°C. Da mesma forma, oriente os estudantes a beberem e registrarem suas percepções na Questão 4.

**Questão 04:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

5. Agora sirva o chá da garrafa térmica em temperatura de 30°C, que deve ser ingerido também. Oriente-os a registrarem suas respostas na Questão 5.

**Questão 05:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

6. Na sequência, sirva o outro chá, que está na garrafa térmica de 20°C. Oriente-os a ingerir e responder a questão 6.

**Questão 06:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

7. Para finalizar a sequência de chás sirva o chá que está na garrafa térmica com indicação de 05°C e peça que os estudantes ingiram e registrem suas percepções na questão 7.

**Questão 07:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....

8. Peça então que reflitam e respondam as perguntas seguindo a sequência proposta na Cartilha do Estudante.

**Questão 08:** Analise suas respostas nas questões 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07 e explique porque em algumas delas você respondeu que o chá estava quente e em outras você respondeu que o chá estava frio e em outras você respondeu que o chá estava morno.

.....  
.....

**Questão 09:** Você sabe qual é aproximadamente a temperatura corporal do ser humano?

.....  
.....

**Questão 10:** Qual relação que podemos ter entre a temperatura corporal humana e os termos quente, frio e morno?

.....  
.....



Após realizar o experimento de degustação de chás em diferentes temperaturas, como bons “*Aprendizes de cientistas*”, peça que os estudantes registrem suas percepções e observações no local indicado na Cartilha:

.....  
.....

### 3.2.2 AULA 05: Exposição de concepções acerca da temperatura e calor

**Sobre esta aula:** Após a realização da atividade experimental 02 e os estudantes terem compreendido que quente e frio não podem ser considerados sinônimos de calor é hora de construir obras de arte com o objetivo de representar calor e temperatura.



**Materiais necessários para a aula:** Quadro da sala, canetão, cartilha do professor, cartilha do estudante, lápis de escrever, lápis de cor e folha para desenho.

**Tempo sugerido para a aula:** 45 minutos

#### **Descrição:**

- I. Ao finalizar a atividade experimental 02 você iniciará uma conversa com os estudantes sobre as atividades propostas e realizadas até o momento, relembrando as atividades e a importância da utilização de instrumentos de medida da temperatura.

- II. Em seguida, questione aos estudantes: **Como você representaria calor e temperatura através de um desenho?**
- III. Distribua uma folha para cada estudante e solicite que eles façam um desenho (que chamaremos de obra de arte) representando calor e temperatura e sua relação.
- IV. Reserve o tempo da aula para que os estudantes possam realizar o seu desenho e pintar as suas obras de arte representando calor e temperatura e sua relação. Porém, é importante que os estudantes NÃO coloquem o nome nas obras de arte.
- V. Enquanto os estudantes elaboram as obras de arte, você organizará um espaço dentro da sala para realizar uma exposição das obras.
- VI. Ao término da aula ou, então, assim que os estudantes finalizarem as suas obras de arte, você poderá recolher todas as obras para expô-las e retomar na aula seguinte.
- VII. Nesta atividade espera-se que os estudantes se questionem sobre como representar corretamente calor e temperatura, isso irá permitir um diagnóstico inicial complementar que será retomado na próxima aula.



**Mão na massa:** Utilizar a folha para representar calor, temperatura e sua relação através de um desenho, sem contar aos colegas quais foram suas ideias para a representação e sem assinar a folha com sua obra de arte.

### 3.2.3 AULA 06: Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor

**Sobre esta aula:** Nesta aula, todas as obras de arte deverão ser expostas e os estudantes poderão analisar as obras dos colegas, escolher uma para si e posteriormente explicar para os colegas o que perceberam enquanto analisavam a obra. Os estudantes também deverão questionar o autor sobre o que ele quis representar e verificar os pontos em que acertou ou não em sua análise.



**Materiais necessários para a aula:** Cartilha do professor, cartilha do estudante, obras de arte, fita adesiva e lápis.

**Tempo sugerido para a aula:** 45 minutos

### **Descrição:**

- I. Ao finalizar as obras de arte, os estudantes deverão entregá-las à você.
- II. Assim que receber todas as obras de arte, conte aos estudantes que será realizada uma exposição das obras de arte e peça que ninguém comente de quem é cada obra.
- III. Em seguida, embaralhe as obras e com o auxílio de fita adesiva, exponha todas as obras de arte no quadro da sala.
- IV. Solicite aos estudantes que caminhem pela sala e observem as obras de arte, analisando cada detalhe, desde do formato do desenho até as cores e tonalidades utilizadas na composição da pintura.
- V. Por fim, peça para que os estudantes se posicionem cada um na frente de uma obra de arte.



**É necessário observar e orientar os estudantes no processo de escolher uma obra de arte que não seja a de sua autoria. Isso será importante para alcançarmos o objetivo dessa atividade.**

- VI. Assim que todos os estudantes estiverem posicionados em frente às obras de arte, cada estudante deverá pegar a obra de arte da sua frente e levar consigo para a sua carteira.
- VII. Já em seus lugares, os estudantes deverão formar um círculo com as carteiras para dar continuidade com a dinâmica da aula.
- VIII. Em ordem, cada estudante deverá explicar o que está vendo, assim como, o que entende pelo que vê na obra de arte que está a sua frente.
- IX. Na sequência, o artista responsável pela obra de arte deverá se posicionar e explicar se concorda com a observação do colega e se foi realmente essa a sua ideia quando a criou.



**Docente, é importante deixar os alunos bem confortáveis com essa atividade e mediar o respeito e empatia com a análise e interpretação sobre a obra de arte e o ponto de vista e explicação do colega.**

- X. Após realizar a análise das obras de arte, todos os estudantes deverão retornar aos seus lugares.
- XI. Na sequência, você deverá realizar uma conversa com os estudantes sobre as observações realizadas e explicações dadas por eles fazendo uma síntese da experiência dessa aula.

**Mão na massa:** Expor as obras de arte dos estudantes e realizar uma observação de todas as obras de arte. Em seguida, promover a explanação das análises das obras de arte.



### 3.3 DIA 03 – APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO



Neste terceiro dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade ao estudo dos conceitos de termologia visando a apropriação dos conhecimentos. Também serão realizadas a terceira e quarta atividade experimental. Para a quarta atividade, se possível, você deverá reservar o laboratório de informática da escola.

#### **Objetivos de Aprendizagem:**

- ❖ Expor as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos de calor e temperatura a partir da análise das obras de arte feitas pelos próprios estudantes para representar calor e temperatura.
- ❖ Demonstrar a transferência de calor entre dois fluidos e definir equilíbrio térmico a partir de medidas de temperatura.
- ❖ Definir o conceito de temperatura a partir da demonstração de um modelo microscópico simples.
- ❖ Demonstrar que a transferência espontânea de calor ocorre do corpo de maior temperatura para aquele de menor temperatura.
- ❖ Coletar dados, registrar em tabela e construir gráficos.

### **Habilidades da Base Nacional Comum Curricular:**

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.
- (EF05MA14) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.
- (EF05MA15) Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1º quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros.
- (EF05MA24) Interpretar dados estatísticos apresentados em textos, tabelas e gráficos (colunas ou linhas), referentes a outras áreas do conhecimento ou a outros contextos, como saúde e trânsito, e produzir textos com o objetivo de sintetizar conclusões.
- (EF05MA25) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas e numéricas, organizar dados coletados por meio de tabelas, gráficos de colunas, pictóricos e de linhas, com e sem uso de tecnologias digitais, e apresentar texto escrito sobre a finalidade da pesquisa e a síntese dos resultados.

#### **3.3.1 AULA 07: Retomada de conteúdos e análise de obras de arte sobre temperatura e calor**



**Sobre esta aula:** Neste dia será retomado e finalizado a análise das obras dos estudantes, onde os estudantes deverão explicar uns aos outros o que entenderam com a obra de arte do colega e questionar o autor sobre o que ele quis representar.

**Materiais necessários para a aula:** Projetor, apresentação de slides, notebook, cartilha do professor e obras de arte realizadas previamente pelos estudantes.

**Tempo sugerido para a aula:** 20 minutos

**Descrição:** Para iniciar você deverá retomar as atividades desenvolvidas nas aulas anteriores.

- I. No dia 01 os estudantes realizaram a atividade experimental 01 (O corpo humano como um termômetro) e através dela, observaram e verificaram que não é possível determinar a temperatura de líquidos ou sólidos utilizando um dos sentidos humanos (o tato), pois este sentido pode nos dar sensações erradas da temperatura já que o corpo humano não é um bom instrumento de medição de temperaturas, uma vez que, os corpos têm sensações térmicas, assim como, uma determinada temperatura corporal que é própria de cada indivíduo;
- II. No dia 02 os estudantes realizaram a atividade experimental 02 (Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno) e através dela, puderam perceber que a noção de quente, frio e morno quando ingerimos qualquer líquido, assim como outros alimentos estão relacionados com a temperatura corporal, pois a sensação térmica é uma manifestação sensorial acerca de diferentes estados (do ponto de vista térmico) que os corpos ou o ambiente se encontram. Sendo assim, temperaturas muito acima ou muito abaixo da temperatura corporal humana (aproximadamente  $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) podem ser consideradas muito altas e muito baixas;
- III. Você poderá acrescentar ainda que quente e frio não são termos bons para referência, sendo assim, devemos usar os termos “maior temperatura” e “menor temperatura”. Ao comparar  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  com a temperatura do corpo humano ela é maior, mas se comparar ela com a temperatura da superfície do Sol ( $5505\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por exemplo, essa temperatura é menor;
- IV. De acordo com esses experimentos, percebemos que os termos “quente e frio” estão sempre presentes em nosso dia a dia nos momentos em que a temperatura se afasta da temperatura corporal. Portanto, podemos associar o conceito de sensação térmica a uma característica dos corpos apenas do ponto de vista sensorial humano, pois a sensação térmica é uma manifestação sensorial acerca de diferentes estados (do ponto de vista térmico) que os corpos ou o ambiente se encontram. Um exemplo disso é o que acontece quando entramos no mar à noite e a água do mar está quente enquanto durante o dia está fria;



Após lembrar as atividades experimentais 01 e 02 desenvolvidas nas aulas de 01 a 04, é necessário que você retome a atividade desenvolvida nas aulas 05 e 06 (Representação de calor e temperatura através de um desenho e análise das obras de arte).

- V. Na aula 05 os estudantes criaram obras de arte para representar calor e temperatura através de desenhos. E após a criação das obras de arte foi realizada a exposição das mesmas para na sequência ser realizado a análise das obras, observando cada detalhe desde do formato do desenho até as cores e tonalidades utilizadas na pintura. Os estudantes escolheram uma obra para explicar o que viam e interpretavam através dela para depois os autores da obra darem sua explicação final sobre o significado da mesma;



Agora, com todas as atividades desenvolvidas até o momento lembradas, é hora de voltar e finalizar a explicação e interpretação das obras de arte.

- VI. Você deverá expor as obras de arte em uma apresentação de slides e conversar com os estudantes sobre as observações e análises feitas por eles na última aula, focando especialmente nas representações utilizadas para “calor” e “Temperatura”.

Nesta atividade espera-se que os estudantes reflitam sobre como representar adequadamente o calor e a temperatura. Isso permitirá um diagnóstico inicial complementar para ser trabalhado nas aulas seguintes (aulas 08 e 09).



### 3.3.2 AULA 08: A mistura do quente e do frio e o calor $\emptyset$ e a dança das partículas e a temperatura



● **Sobre esta aula:** Nesta aula será realizado a atividade experimental 03 (A mistura do quente e do frio e o calor  $\emptyset$ ). Os estudantes deverão trabalhar em equipes de até 04 integrantes e definir o que é calor através de uma sequência de experimentações. Após a realização da atividade experimental, os estudantes também deverão fazer uma atividade com simulador online. Com esta atividade pretende-se demonstrar a transferência de calor entre dois fluidos e definir equilíbrio térmico a partir de medidas de temperatura.

**Materiais necessários para a aula:** Cartilha do professor, cartilha do estudante, Computador, Internet, Lápis e/ou caneta e materiais da atividade experimental 03:

- 09 copos de 300 ml cada;
- 200 ml de água à temperatura ambiente (20 °C);
- 15 cubos de gelo;
- 01 termômetro;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 01 cronômetro.
- 01 Caneta;
- 01 Folha de papel;
- 01 Tesoura;
- Fita adesiva;

Figura 9 - Materiais para a atividade experimental 03



**Fonte:** A autora

**Tempo sugerido para a aula:** 56 minutos

**Descrição:**

**Parte I**

- I. Iniciar a aula colocando os materiais da atividade experimental sobre a mesa.
- II. Em seguida, convidar os estudantes para se organizarem em 04 equipes para realização da atividade experimental 03 (A mistura do quente e do frio e o calor  $\emptyset$ ), lembrando-os que deverão fazer os registros em suas Cartilhas do Estudante.
- III. Questionar os estudantes sobre: **O que ocorre se misturarmos dois líquidos com temperaturas distintas ou ambos com a mesma temperatura?**
- IV. Na sequência, o professor deverá aguardar os estudantes formularem algumas hipóteses e pedir para que anotem as mesmas na cartilha do estudante para depois compartilhá-las.
- V. Após o compartilhamento das hipóteses criadas, os estudantes deverão coletar alguns dados através das atividades experimentais, e responder às questões propostas.
- VI. Após a realização da atividade experimental os estudantes deverão realizar a análise dos dados da atividade respondendo as questões disponíveis no final do experimento enquanto você monta e preenche quatro quadros na lousa da sala (um quadro para cada equipe obedecendo o modelo de quadro do experimento – Quadro 1) com os dados coletados por cada equipe.

Quadro 1 - Coleta de dados da atividade Experimental 03

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01		03	
02			
04		06	
05			
07		09	
08			

**Fonte:** A autora

- VII. Assim que os estudantes finalizarem as questões sobre a análise de dados da atividade experimental, você deverá pedir para que cada equipe conte as suas respostas após a análise de dados realizada.
- VIII. Por fim, analisando todos juntos no quadro da sala, as tabelas montadas com os dados dos estudantes, espera-se que todos percebam que a quantidade de água com maior temperatura deverá fornecer calor para a quantidade de água com menor temperatura. Confirmando a hipótese de que corpos/misturas com temperaturas diferentes colocadas em contato terão temperaturas iguais após algum tempo, enquanto que, corpos/misturas que inicialmente possuem a mesma temperatura não terão alteração da mesma quando colocados em contato.

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3: A mistura do quente, do frio e o calor



**Veja a seguir a orientação do passo a passo que os estudantes irão realizar durante essa investigação:**

1. Coloque sobre uma mesa os nove copos.
2. Com o auxílio da folha de papel, caneta, tesoura e fita, junto com seus colegas, marquem os copos com etiquetas 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 e 09;

Figura 10 – Copos para Atividade Experimental 03



**Fonte:** A autora

3. Utilizando o copo medidor, coloque água à temperatura ambiente até a marcação de 1 cm nos copos 01 e 02.

Figura 11 - Materiais para Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

- Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial da água nos copos 01 e 02 e responda às questões a seguir.

**Questão 01:** Qual foi a temperatura medida no copo 01?

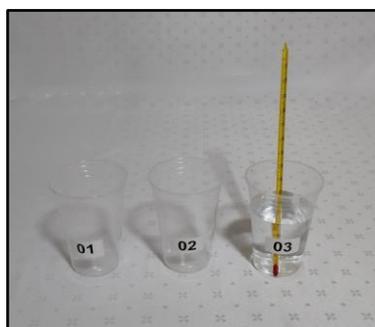
.....  
.....

**Questão 02:** Qual foi a temperatura medida no copo 02?

.....  
.....

- Despeje a água dos copos 01 e 02 no copo 03;
- Utilizando o termômetro, meça a temperatura da água no copo 03 e responda à questão a seguir.

Figura 12 - Realização da Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

**Questão 03:** Qual foi a temperatura medida no copo 03?

---

---

## Parte II

7. Coloque 15 cubos de gelo em um recipiente, adicione água à temperatura ambiente até praticamente cobrir o gelo e reserve;
8. Com a ajuda do termômetro observe quando a água do item 7 chegar à 5 °C;

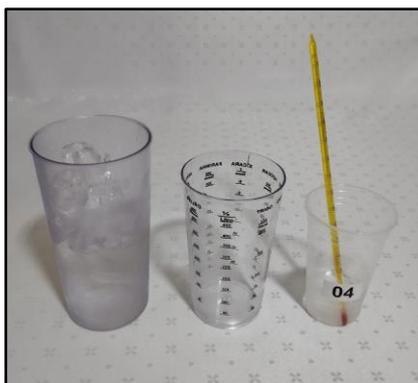
Figura 13 - Uso do Termômetro na Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

9. Em seguida, utilize o copo medidor e coloque parte dessa água até a marcação no copo 04;

Figura 14 - Uso do Copo medidor na Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

10. Com o auxílio da chaleira elétrica, aqueça parte da água à temperatura ambiente até próximo ao ponto de ebulição, aproximadamente 90 °C.
11. Com o auxílio de um copo medidor, coloque água aquecida à temperatura de 90 °C até a marcação no copo 05;

Figura 15 - Aquecendo a água para atividade experimental 03



Fonte: A autora

12. Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial da água nos copos 04 e 05 e responda às questões a seguir.

**Questão 04:** Qual foi a temperatura medida no copo 04?

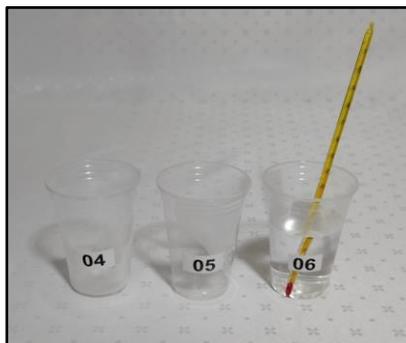
.....  
.....

**Questão 05:** Qual foi a temperatura medida no copo 05?

.....  
.....

13. Despeje a água dos copos 04 e 05 no copo 06;

Figura 16 - Mistura da água e verificação da temperatura



Fonte: A autora

14. Utilizando o termômetro, meça a temperatura da água no copo 06 e responda à questão abaixo.

**Questão 06:** Qual foi a temperatura medida no copo 06?

.....  
.....

**Parte III**

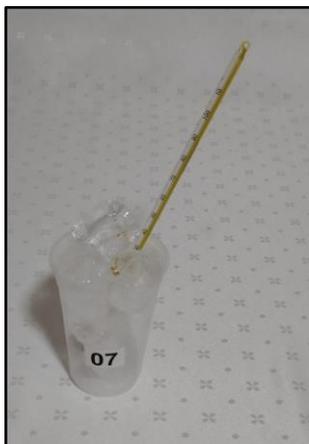
15. Coloque 5 cubos de gelo dentro do copo 07 e reserve;

Figura 17 - Cubos de gelo na Atividade Experimental 03



**Fonte:** A autora

Figura 18 - Verificação da Temperatura com os cubos de gelo



**Fonte:** A autora

16. Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial do copo 07 e responda à questão a seguir.

**Questão 07:** Qual foi a temperatura medida no copo 07?

.....  
.....

17. Com o auxílio da chaleira elétrica, aqueça novamente parte da água à temperatura ambiente até próximo ao ponto de ebulição, aproximadamente 90 °C.

Figura 19 - Novo aquecimento da água



Fonte: A autora

18. Com o auxílio de um copo medidor, coloque parte da água aquecida à temperatura de 90 °C até a marcação no copo 08;
19. Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial da água no copo 08 e responda à questão abaixo.

Figura 20 - Nova Verificação da Temperatura



Fonte: A autora

**Questão 08:** Qual foi a temperatura medida no copo 08?

.....

.....

20. Despeje as pedras de gelo do copo 07 e a água do copo 08 no copo 09 e observe o que ocorre com as pedras de gelo;

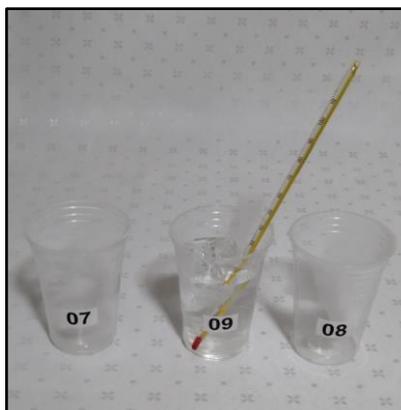
Figura 21 - Observação dos cubos de gelo



Fonte: A autora

21. Aguarde 03 minutos e com o auxílio do termômetro, meça a temperatura da mistura dentro do copo 09. Em seguida, responda a questão abaixo.

Figura 22 - Verificação da Temperatura com cubos de gelo



Fonte: A autora

**Questão 09:** Qual foi a temperatura medida no copo 09?

.....  
.....

22. Utilize as respostas das questões anteriores e complete o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Registro das medições de temperatura

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01		03	
02			
04		06	
05			
07		09	
08			

Fonte: A autora

**Análise de dados:**

1) Quando é misturado a água dos copos 01 e 02 há alguma variação de temperatura (copo 03)?

.....  
.....

2) Quando é misturado a água dos copos 04 e 05 há alguma variação de temperatura (copo 06)? Se sim, a temperatura aumentou ou diminuiu?

.....  
.....

3) Porque ao misturar a água dos copos 01 e 02 não houve variação de temperatura enquanto que ao misturar a água dos copos 04 e 05 houve variação de temperatura no copo 06?

.....  
.....

4) Porque a temperatura dentro do copo 09 (mistura da água com as pedras de gelo) é menor do que a temperatura dentro do copo 08?

.....  
.....

5) Com base nas observações feitas durante as atividades experimentais realizadas até o momento, você acha que o fato das misturas de água feitas na parte I possuem alguma relação com as misturas de água feitas na parte II deste experimento? E com as misturas feitas na parte III? Qual?

.....  
.....

6) Imagine um copo com água à temperatura ambiente e um recipiente com algumas pedras de gelo. O que deverá acontecer se colocarmos as pedras de gelo dentro do copo com água a temperatura ambiente? Quando colocados em contato entre si, há transferência de algo entre eles? Em caso afirmativo, responda o que é transferido e justifique sua resposta.

.....  
.....

**Registre aqui as suas conclusões a partir do experimento realizado:**

.....  
.....



**Após terminar a análise da atividade experimental 03, você deverá utilizar o projetor e notebook para mostrar aos estudantes o Simulador “Estados da Matéria: Básico” ou então levá-los até a sala de informática da escola, de modo que todos possam acessar ao simulador e analisar a dança das partículas dos materiais e a**

**relação entre temperatura e calor.**

## Parte II

- I. Você deverá acessar o simulador virtual “Estados da Matéria: Básico” disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics) e navegar por ele mostrando aso estudantes todas as suas possibilidades. Ou orientá-los a realizar essa navegação usando os computadores da sala de informática da escola.

- II. Na sequência, você deverá mostrar aos estudantes do que se trata a simulação, como é possível observar diferentes substâncias, como alternar entre os vários estados de uma substância, como adicionar calor ou remover calor de um estado.



**Após mostrar aos estudantes o simulador, você deverá permitir que os estudantes iniciem a atividade experimental no simulador para que possam coletar os dados e responder às questões propostas.**

- XII. Através deste simulador os estudantes poderão verificar o movimento das partículas da água quando a energia térmica é aumentada ou diminuída e relacionar as fases da matéria com o nível de energia relativa das partículas.
- XIII. No estado sólido elas ficam só um pouco agitadas e aglomeradas; No estado líquido as moléculas ficam mais agitadas e espalhadas, porém somente na base do recipiente; Já no estado gasoso elas ficam extremamente agitadas e espalhadas por todo o recipiente.
- XIV. Espera-se que os estudantes façam as atividades propostas na cartilha do estudante, coletando dados através do simulador e respondam as questões propostas completando as tabelas disponíveis.
- XV. Por fim, você pode finalizar esta atividade explicando por que as partículas de água se comportam de tal maneira quando a energia térmica é aumentada ou diminuída.

#### **IMPORTANTE:**

**Caro docente, nesta atividade os estudantes terão um contato preliminar com o modelo microscópico da temperatura. Mas, o foco não é se aprofundar na parte microscópica e sim, dar uma noção aos estudantes sobre a relação entre temperatura e agitação das moléculas de determinada substância.**



**Confira a seguir as orientações para os estudantes realizarem a atividade no simulador e anotarem suas percepções na Cartilha do Estudante:**

## **SIMULADOR: A dança das partículas**

### **Passo a passo:**

1. Faça um tour pelo simulador e verifique como pode observar diferentes substâncias, como alternar entre os vários estados de uma substância e como adicionar calor ou remover calor de um estado.
2. Após conhecer o simulador, você deverá desenvolver as seguintes atividades experimentais.

### **Parte I:**

1. Na caixa de substâncias, selecione a água.
2. Na caixa de estados da matéria, selecione o estado líquido.
3. No termômetro, selecione a escala Celsius.
4. Anote na tabela 1 (no final da atividade) a temperatura inicial (correspondente ao tempo de 0 s) dada no termômetro.

**Questão 01:** Observe e descreva como se comportam as partículas de água quando estão no seu estado inicial, ou seja, antes de você adicionar calor.

.....  
.....

5. Adicione calor ao sistema por 5 segundos e anote o valor da temperatura na tabela 1.

**Questão 02:** O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 5 segundos? E o que acontece com a temperatura?

.....  
.....

6. Adicione calor ao sistema por 20 segundos e anote o valor da temperatura na tabela 1.

**Questão 03:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 20 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....

7. Adicione calor ao sistema por 30 segundos e anote na tabela 1 o valor da temperatura.

**Questão 04:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....

8. Durante 30 segundos mantenha a chama da vela reduzida à metade do seu valor máximo e registre (na tabela 1) o que acontece com a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 05:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo da chama (calor) por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....

Tabela 1 - Registro das observações da “dança” das partículas ao adicionar calor

<b>Substância: Água</b>	<b>Estado: Líquido</b>
Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	
5	
20	
30	
30	

Fonte: A autora

## Parte II



### IMPORTANTE:

**Agora vamos repetir a atividade adicionando gelo ao invés de calor.**

1. Na caixa de substâncias, selecione a água.
2. Na caixa de estados da matéria, selecione o estado líquido.
3. No termômetro, selecione a escala Celsius.
4. Anote na tabela 2 a temperatura inicial (correspondente ao tempo de 0 s) dada no termômetro.

**Questão 01:** Observe e descreva como se comportam as partículas de água quando estão no seu estado inicial, ou seja, antes de você adicionar gelo.

.....  
.....

5. Adicione “gelo” ao sistema por 5 segundos e anote o valor da temperatura na tabela 2.

**Questão 02:** O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 5 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....

6. Adicione “gelo” ao sistema por 20 segundos e anote o valor da temperatura.

**Questão 03:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 20 segundos? E com a temperatura?

.....  
.....

7. Durante 30 segundos adicione a maior quantidade possível de gelo no sistema e anote a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 04:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....

8. Durante 30 segundos adicione a metade da quantidade máxima de gelo permitida e observe o que acontece com a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 05:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo de gelo por 30 segundos? E com a temperatura?

.....  
.....

**Questão 06:** Qual a relação que se pode estabelecer entre a temperatura e o movimento de partículas da água?

.....  
.....

**Questão 07:** Qual a relação entre calor e temperatura?

.....  
.....

Tabela 2 - Registro das observações da “dança” das partículas ao adicionar gelo

<b>Substância: Água</b>	<b>Estado: Líquido</b>
Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	
5	
20	
30	
30	

Fonte: A autora

**Por fim, registre suas conclusões a partir da realização do experimento:**

.....

.....

### 3.3.3 AULA 09: Será possível transportar calor?

**Sobre esta aula:** Após a atividade com o simulador espera-se que os estudantes tenham entendido os conceitos de temperatura e calor. Sendo assim, nesta atividade vamos investigar **em qual sentido** se dá o “transporte” do calor de um “corpo” para outro, e **quanto tempo é necessário** para que se estabeleça o equilíbrio térmico, ou seja, que a temperatura do sistema pare de oscilar/variá. Após os questionamentos iniciais, os estudantes deverão formular hipóteses e realizar a atividade experimental 04.



Neste experimento os estudantes deverão trabalhar em equipes de no máximo 04 integrantes e realizá-lo em duas partes para definir qual é o sentido de propagação do calor. Primeiro os estudantes deverão analisar a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente e depois analisar a transferência de calor entre o gelo e a água à temperatura ambiente. Espera-se com esta atividade que os estudantes compreendam que a

transferência espontânea de calor ocorre do corpo de maior temperatura para aquele de menor temperatura.

**Materiais necessários para a aula:** Cartilha do professor, cartilha do estudante, materiais para a atividade experimental 04:

- 01 recipiente de plástico com tamanho suficiente para caber o recipiente de alumínio;
- 01 copo ou caneca de alumínio com capacidade de aproximadamente 300 ml;
- 800 ml de água à temperatura ambiente;
- 10 pedras de gelo;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 02 termômetros;
- 01 cronômetro;
- 01 folha de papel milimetrado;
- 01 régua;
- 01 lápis.

Figura 23 - Materiais para Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

**Tempo sugerido para a aula:** 38 minutos

**Descrição:**

- I. Iniciar a aula colocando os materiais da atividade experimental sobre a mesa.

- II. Questionar os estudantes sobre: **Em qual sentido se dará o transporte de calor entre dois corpos com temperaturas diferentes?**
- III. Na sequência, aguarde os estudantes formularem algumas hipóteses e pedir para que anotem as mesmas nos na cartilha do estudante para depois compartilhá-las.
- IV. Convide os estudantes a lerem o material e permita que discutam e proponham soluções para o problema.
- V. Através das atividades experimentais os estudantes deverão coletar alguns dados e responder as questões propostas.
- VI. Após a realização da atividade experimental, os estudantes deverão realizar a análise dos dados, preencher as tabelas com os dados coletados e construir os gráficos da temperatura em função do tempo. Assim como, realizar a conclusão da atividade experimental.
- VII. Após a construção dos gráficos você deverá fazer uma comparação e análise qualitativa com os estudantes sobre o que ocorreu com a temperatura em cada um dos casos descritos, assim como, relacionar a velocidade de transferência de calor com o material utilizado.

Veja a seguir a descrição da atividade experimental que os estudantes irão realizar:

#### **Atividade Experimental 4: Será possível transportar calor?**

Veja a seguir o passo a passo para desenvolver a investigação:

##### **Parte I**

1. Com o auxílio do copo medidor, coloque 400 ml de água à temperatura ambiente dentro da chaleira elétrica e leve para aquecer;

Figura 24 - Iniciando a Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

2. Aguarde enquanto a água da chaleira elétrica aquece até o ponto de ebulição;
3. Enquanto a água da chaleira aquece, com o auxílio do copo medidor coloque 400 ml de água à temperatura ambiente dentro do recipiente de plástico;

Figura 25 -Recipientes com água para Atividade Experimental 04



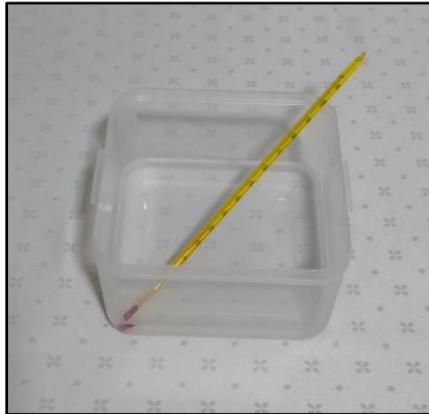
Fonte: A autora

4. Utilize o termômetro para medir a temperatura da água do recipiente de plástico.

**Questão 01:** Qual foi a temperatura medida da água do recipiente de plástico? Anote este valor na Tabela 1.

.....  
.....

Figura 26 - Verificação de Temperatura na Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

5. Quando a água da chaleira entrar em ebulição, despeje-a dentro do copo/caneca de alumínio e com o auxílio do termômetro meça a temperatura da água dentro deste copo;

Figura 27 - Adicionando água aquecida



Fonte: A autora

**Questão 02:** Qual foi a temperatura medida da água dentro do copo de alumínio? Anote este valor na tabela 1 também.

.....  
.....

6. Coloque o copo/caneca de alumínio dentro do recipiente de plástico;

Figura 28 - Copo de alumínio dentro do recipiente plástico



**Fonte:** A autora

7. Utilize os dois termômetros para medir a temperatura da água dentro do recipiente de plástico e do copo/caneca de alumínio (um termômetro para cada recipiente);

Figura 29 - Verificação de Temperatura nos dois recipientes



**Fonte:** A autora

8. Utilizando o cronômetro e os termômetros, faça medidas da temperatura da água de cada recipiente (utilizando sempre o mesmo termômetro para cada tipo de recipiente) a cada 30 segundos e anote os valores na tabela 1.

Figura 30 - Cronometrando o tempo



Fonte: A autora

9. Observe as anotações feitas na tabela e reflita sobre o que ocorreu com a temperatura;

**Análise de resultados:**

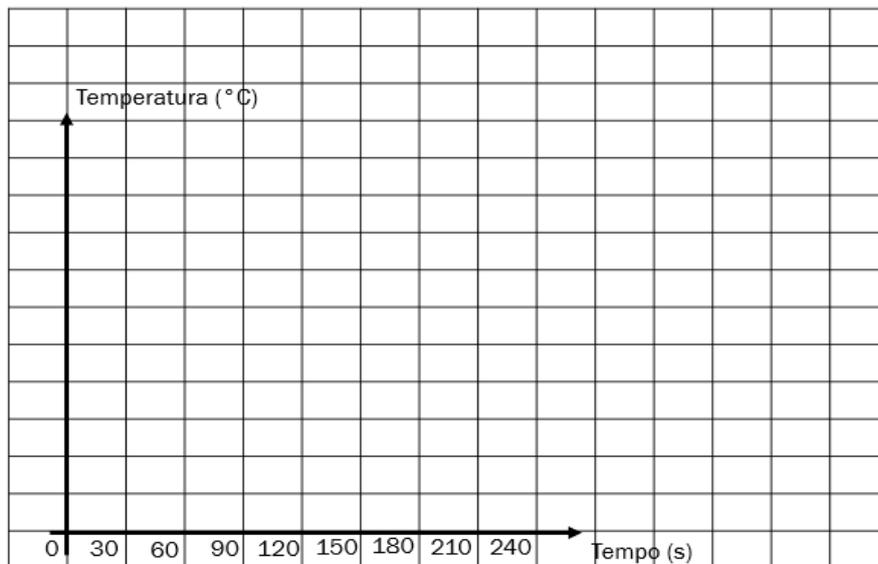
1) Preencha a tabela 1 com os valores coletados ao observar o termômetro do copo/caneca de alumínio com água e o termômetro do recipiente de plástico.

**Tabela 1.** Registro da observação das temperaturas nos dois recipientes

Recipiente	Temperatura X tempo								
	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Copo de Alumínio com água									
Bacia de Plástico com água									

Fonte: A autora

2) Para concluir a primeira parte do experimento, construa um gráfico utilizando as informações da Temperatura em função do tempo com os dados preenchidos na **Tabela 1**.



Converse com seu grupo sobre: O que acontece com a curva do gráfico conforme aumenta o tempo de observação? Porque isso se dá?

.....

.....

**Parte II**

**IMPORTANTE:**

**Vamos repetir todos os procedimentos da Parte I substituindo a água do copo/caneca de alumínio por 10 pedras de gelo.**



1. Coloque 10 pedras de gelo dentro do copo/caneca de alumínio.

Figura 31 - Recipiente de Alumínio com gelo



**Fonte:** A autora

2. Utilize o termômetro para medir a temperatura do gelo dentro da caneca de alumínio.

Figura 32 - Temperatura na caneca de alumínio com gelo



**Fonte:** A autora

**Questão 01:** Qual foi a temperatura medida do gelo dentro da caneca de alumínio? Anote este valor na tabela também.

.....  
.....

3. Com auxílio do copo medidor coloque 400 ml de água à temperatura ambiente dentro do recipiente de plástico;

Figura 33 - Inserindo água à temperatura ambiente



**Fonte:** A autora

4. Utilize o termômetro para medir a temperatura da água do recipiente de plástico.

Figura 34 - Temperatura no recipiente de plástico



**Fonte:** A autora

**Questão 02:** Qual foi a temperatura medida da água do recipiente de plástico? Anote este valor na tabela também.

.....  
.....

5. Coloque o copo/caneca de alumínio dentro do recipiente de plástico;

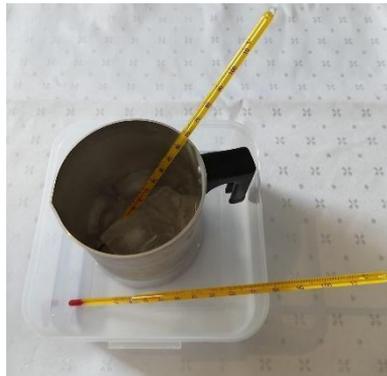
Figura 35 - Caneca de alumínio no recipiente plástico



**Fonte:** A autora

6. Utilize os dois termômetros para medir a temperatura da água dentro do recipiente de plástico e do copo/caneca de alumínio (um termômetro para cada recipiente);

Figura 36 - Verificação de Temperatura em ambos os recipientes



**Fonte:** A autora

7. Utilizando o cronômetro e os termômetros, faça medidas da temperatura da água e do gelo colocado em cada recipiente (utilizando sempre o mesmo termômetro para cada tipo de recipiente) a cada 30 segundos e anote os valores na tabela 2.

Figura 37 - Cronometrando o tempo de observação



Fonte: A autora

8. Observe as anotações feitas na tabela 2 e reflita sobre o que ocorreu com a temperatura;

**Análise de resultados:**

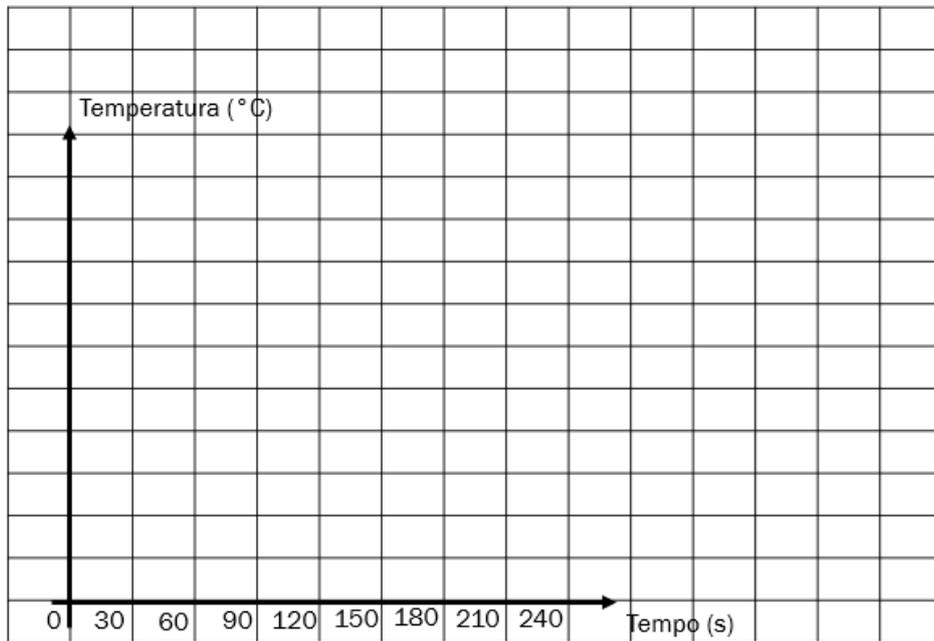
1) Preencha a Tabela 2 com os valores coletados da temperatura para o copo/caneca de alumínio com gelo e para o recipiente de plástico.

**Tabela 2.** Registro das observações das temperaturas nos dois recipientes

Recipiente	Temperatura X tempo								
	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Copo de Alumínio com água									
Bacia de Plástico com água									

Fonte: A autora

2) Construa um gráfico da Temperatura em função do tempo com os dados preenchidos na tabela 2.



Fonte: A autora

Converse com seu grupo sobre: O que acontece com a curva do gráfico conforme aumenta o tempo de observação? Porque isso se dá?

.....  
.....  
.....

**Registre aqui suas conclusões em relação à temperatura e equilíbrio térmico:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 3.4 DIA 04 - APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO



Neste quarto dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade ao estudo dos conceitos de termologia visando a aplicação dos conhecimentos. Também serão realizadas a quinta e sexta atividade experimental.

#### **Objetivos de Aprendizagem:**

- ❖ Explicar os processos de propagação de calor (condução e convecção).
- ❖ Demonstrar como ocorre a condução térmica.
- ❖ Demonstrar como ocorre a convecção térmica.

#### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:**

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.

#### **3.4.1 AULA 10: Explicação sobre transferência de calor**

**Sobre esta aula:** Nesta aula você deverá iniciar questionando os estudantes sobre como não queimar a mão quando seguramos um fio metálico em que a outra ponta está em contato com uma fonte de calor? Como acontece o processo de aquecimento da água em uma chaleira? Após os questionamentos e formulação de hipóteses pelos estudantes, você poderá iniciar a aula expondo os conceitos e explicando os processos de propagação de calor.



**Materiais necessários para a aula:** Projetor, notebook, cartilha do professor e cartilha do estudante.

**Tempo sugerido para a aula:** 45 minutos

**Descrição:**

- I. Iniciar a aula apresentando para os estudantes os objetivos desta aula.
- II. Lembrar junto aos mesmos o que foi feito até o momento e os conceitos já construídos.
- III. Após esse momento de revisão das aulas anteriores você deverá realizar os seguintes questionamentos aos estudantes: **Como não queimar a mão quando seguramos um fio metálico em que a outra ponta está em contato com uma fonte de calor? Como acontece o processo de aquecimento da água em uma chaleira?** E dar tempo aos mesmos para que formulem suas hipóteses e respondam na cartilha do estudante.
- IV. Em seguida, você deverá explicar os processos de transferência de calor (Condução e Convecção) através de uma aula expositiva e dialogada com a utilização de slides.
- V. Para finalizar, convide os estudantes a confirmarem na prática as teorias apresentadas realizando os experimentos das aulas seguintes.

### **3.4.2 AULA 11: Experimento sobre condução térmica e convecção térmica**

**Sobre esta aula:** Nesta aula os estudantes deverão realizar individualmente ou em duplas e com o seu auxílio, os experimentos 05 e 06 sobre Transferência de Calor por Condução e Convecção. Esta atividade servirá como continuação da atividade experimental 04 corroborando para uma maior noção de como o calor se propaga por condução nos sólidos e por convecção nos líquidos.



**Materiais necessários para a aula:** Projetor, notebook, cartilha do professor, cartilha do estudante, materiais para a atividade experimental 05 e 06.

**Materiais para o experimento 5:**

- 01 fio de cobre com aproximadamente 30 cm de comprimento;
- 01 lata de refrigerante vazia e com argola;
- 02 velas comuns;
- 01 copo medidor com 200 ml de água;
- 07 percevejos;

- 01 caixa de fósforos;
- 01 pedaço de papel alumínio (aproximadamente 28 cm X 6 cm);
- 01 régua;
- 01 caneta;
- 01 lápis de escrever.

Figura 38 - Materiais para Atividade Experimental 05

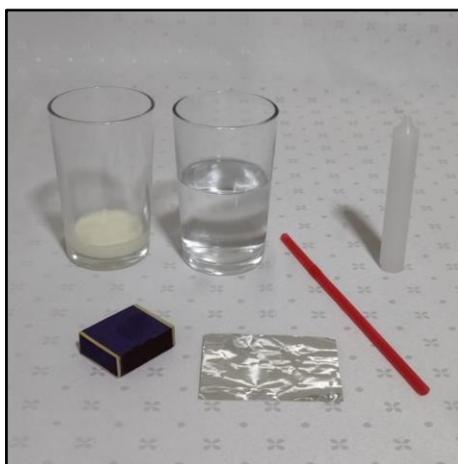


Fonte: A autora

**Materiais para o experimento 6:**

- 01 copo de vidro liso e transparente com 150 ml de água;
- 01 copo de vidro liso e transparente com 10 ml de leite;
- 01 canudinho de plástico;
- 01 vela comum;
- 01 caixa de fósforos.

Figura 39 - Materiais para Atividade Experimental 06



Fonte: A autora

**Tempo sugerido para a aula:** 45 minutos

**Descrição:**

- I. Inicie mostrando aos estudantes os materiais disponíveis para a realização dos experimentos 05 e 06.
- II. Na sequência, os estudantes deverão se organizar individualmente ou em duplas para realizar o experimento 05.
- III. Após a realização do experimento 05, você pode orientar os estudantes a responderem às questões propostas no experimento e que formulem uma conclusão para tal.
- IV. Na sequência, os estudantes deverão realizar o experimento 06, responder às questões propostas e também finalizar a conclusão do mesmo.
- V. Ao final das atividades experimentais 05 e 06, você deverá retomar, ouvir os estudantes acerca das hipóteses criadas no início dos experimentos e as conclusões chegadas ao final do experimento. Dê um feedback aos estudantes e finalize esta etapa.

**Mão na massa:** Veja a seguir o passo a passo para realizar o Experimento 5, lembrando que você precisará providenciar e preparar os materiais com antecedência

## Atividade Experimental 5: Cuidado para não se queimar!

**Para realizar o experimento é necessário seguir o passo a passo:**

1. Com o auxílio do copo medidor, coloque 200 ml de água dentro da lata de refrigerante para equilibrar o sistema que será montado (a lata servirá de pilar para manter o sistema erguido).
2. Com o auxílio da régua e da caneta faça marcações no fio de cobre de 02 em 02 centímetros.
3. Utilizando o fósforo, acenda uma vela e com a parafina dela derretida cole 07 percevejos nas marcações feitas no fio de cobre.

Figura 40 - Fio de cobre preparado com gotas de parafina



**Fonte:** A autora

4. Espere alguns segundos, para que as gotas de parafina endureçam sobre a superfície do fio de cobre.
5. Utilizando a própria argola da lata, fixe o fio de cobre na lata de refrigerante de tal forma que ele fique perpendicular à parede da lata.
6. Coloque a folha de papel alumínio posicionada embaixo da lata paralelamente ao fio de cobre.
7. Posicione a vela no final do fio de cobre.

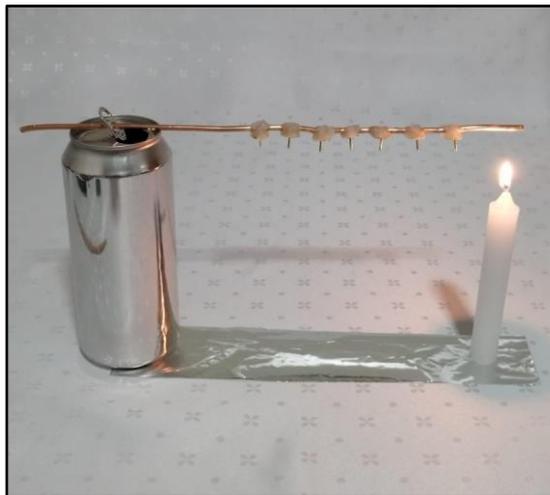
Figura 41 - Experimento 05 montado



Fonte: A autora

8. Utilizando os fósforos acenda a vela e observe o que ocorre no sistema.

Figura 42 - Execução do Experimento 05



Fonte: A autora

**Questão 01:** Escreva o que aconteceu com os percevejos colados no fio de cobre à medida em que o tempo foi passando depois que você acendeu a vela.

.....  
.....

**Questão 02:** Qual foi a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?

.....  
.....

**Questão 03:** Como você explica a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?

.....  
.....

**Questão 04:** Como o calor foi transferido da chama da vela até o percevejo mais próximo da lata?

.....  
.....

**Questão 05:** Com base no que você observou neste experimento é possível prever em outras atividades qual é o sentido de propagação do calor? Se sim, explique como é possível.

.....  
.....

**Registre aqui suas conclusões:**

.....  
.....



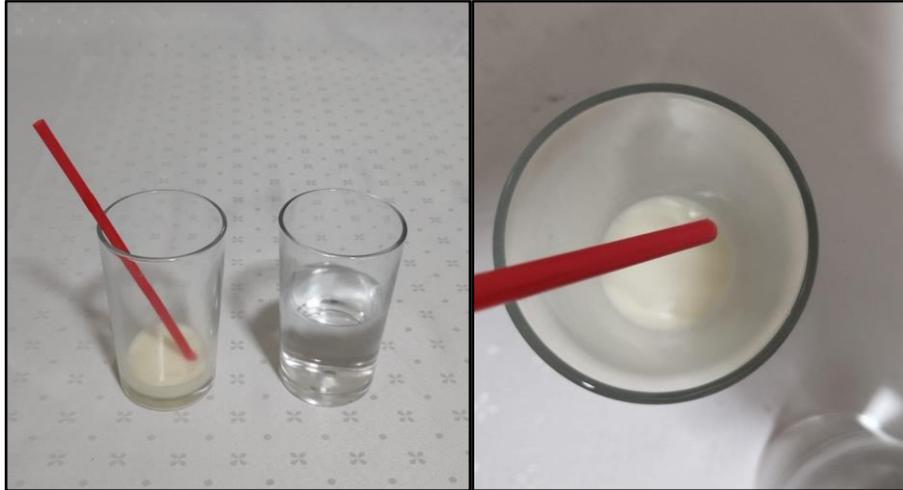
**Veja a seguir o passo a passo para realizar o Experimento 6, lembrando que você deverá providenciar e preparar os materiais com antecedência. No caso deste experimento, verifique a viabilidade de cada grupo realizar sozinho ou se é mais adequado que você faça o experimento apenas demonstrativo para toda a turma:**

**Atividade Experimental 6: Será que o calor se movimenta sozinho?**

**Confira aqui o passo a passo para organização da atividade experimental:**

1. Com o auxílio do canudinho “sugue o leite”, tampe a extremidade superior do canudinho para que o leite não vaze;

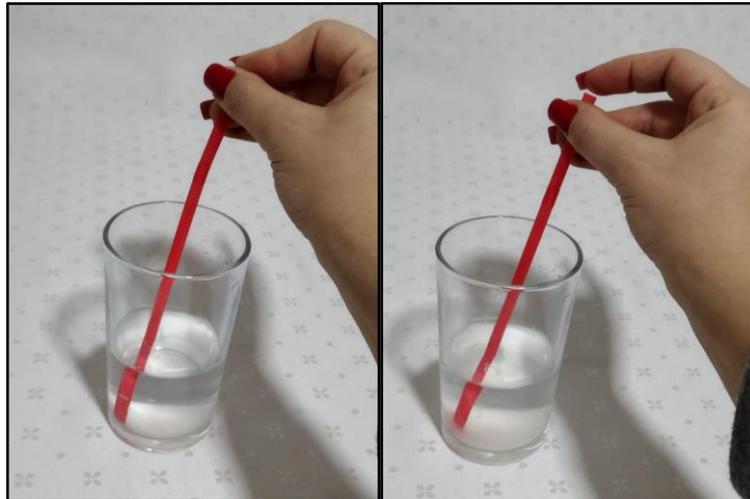
Figura 43 - Iniciando o Experimento 06



Fonte: A autora

2. Com cuidado coloque o canudinho dentro do copo com água (no fundo) e destampe a extremidade superior do canudinho.

Figura 44 - Inserindo gotículas de leite no fundo do recipiente



Fonte: A autora

3. Observe que o leite se espalhou na parte inferior do copo de vidro. Ou seja, embaixo da água.

Figura 45 - Observação do leite no fundo do copo



Fonte: A autora

4. Com cuidado coloque o copo de vidro sobre a chama da vela ou lamparina e observe o que acontece.

Figura 46 - Aquecendo o recipiente na chama da vela



Fonte: A autora

**Questão 01:** Escreva o que aconteceu com o leite colocado no fundo do copo de água à medida em que o tempo foi passando depois que o copo foi colocado sobre a chama de uma vela ou lamparina.

.....  
.....

**Questão 02:** No caso de o leite ter se movimentado dentro do copo de água em aquecimento, qual foi o sentido do movimento do leite?

.....  
.....

**Questão 03:** O leite ficou o tempo todo separado da água? Se não, explique o que aconteceu com o leite no final do experimento.

.....  
.....

**Questão 04:** É possível relacionar o movimento do leite dentro do copo de água com o aumento de temperatura? Explique.

.....  
.....

**Questão 05:** É possível afirmar que o mesmo que aconteceu com o leite aconteceria se tivéssemos apenas água dentro do recipiente? Explique.

.....  
.....

**Anote aqui as suas conclusões a partir do experimento realizado:**

.....  
.....

### 3.4.3 AULA 12: Explicação sobre Mapas Conceituais

**Sobre esta aula:** Objetivando realizar uma avaliação da aprendizagem realizada durante a sequência didática, proponha como instrumento avaliativo a construção de um mapa conceitual com os estudantes lembrando todos os conceitos estudados. É possível que os estudantes nunca tenham realizado uma avaliação desta forma, então você deverá realizar uma explicação do que são e como são construídos os mapas conceituais.



**Materiais necessários para a aula:** Projetor, notebook, apresentação de slides, cartilha do professor, cartilha do estudante.

**Tempo sugerido para a aula:** 45 minutos

**Descrição:**

- I. Você deverá iniciar a aula explicando aos estudantes que como está chegando ao final da sequência didática, será realizado uma avaliação diagnóstica para verificar se houve aprendizagem por parte dos mesmos a respeito dos conceitos estudados até este momento.
- II. Para a avaliação, foi escolhido a construção de mapas conceituais, então você terá que explicar através de uma apresentação de slides aos estudantes o que são e como são construídos mapas conceituais.
- III. Espera-se também, que você apresente algumas imagens para exemplificar o que espera que os estudantes construam.
- IV. Por fim, você deverá pedir que os estudantes tragam os materiais necessários para construir esta atividade na aula seguinte. Eles utilizarão o espaço indicado na Cartilha do Estudante para realizar a construção do mapa.

### 3.5 DIA 05 – VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM



Neste quinto dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade à construção do mapa conceitual como instrumento de avaliação/sistematização das aprendizagens realizadas durante o estudo dos conceitos de termologia.

**Objetivos de Aprendizagem:**

- ❖ Verificar se os estudantes compreenderam os conceitos estudados nesta sequência didática.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:**

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.
- (EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais.
- (EF15AR06) Dialogar sobre a sua criação e as dos colegas, para alcançar sentidos plurais.

#### **3.5.1 AULAS 13, 14 e 15: Construção de um mapa conceitual**



**Sobre estas aulas:** Espera-se que os estudantes criem nestas aulas um mapa conceitual acerca dos conceitos estudados nesta sequência didática a partir das palavras fundamentais: Calor e Temperatura. Lembre-se de solicitar que eles tragam materiais de casa ou providencie encartes e revistas para que eles recortem imagens caso desejarem incrementar seus mapas conceituais.

**Materiais necessários para a aula:** Projetor, notebook, cartilha do professor, cartilha do estudante, materiais para criação dos mapas conceituais (que eles podem trazer de casa ou que você pode disponibilizar).

**Tempo sugerido para a aula:** 135 minutos

#### **Descrição:**

- I. Você deverá iniciar a aula com a apresentação de slides utilizada na aula anterior sobre Mapas Conceituais, expondo um exemplo de mapa conceitual aos estudantes.
- II. Em seguida, lembre verbalmente com os estudantes quais foram os conceitos estudados durante a aplicação desta sequência didática e a realização dos experimentos.

- III. Por fim, deixe que os estudantes criem seus mapas conceituais a partir das palavras “Calor e Temperatura”, auxiliando no que for possível, mas com o cuidado para não interferir.
- IV. Ao final da atividade você poderá pedir para que os estudantes compartilhem com os colegas os seus mapas conceituais para que juntos percebam como existem diferentes formas de representação, assim como, quais eram os conceitos que fundamentalmente deveriam ter aparecido interligados entre si em cada mapa conceitual.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS



**Colega! Chegamos ao final da nossa sequência didática!** Ao longo desse percurso você pode trabalhar com os estudantes alguns conceitos da área da Termologia como Calor, Temperatura, transferência de calor, percepção sensorial etc., além de realizar uma integração com as artes e uma avaliação dos registros em formato de mapa conceitual, que se difere das avaliações “tradicionais” de perguntas e respostas.

Você pode utilizar também como parte do processo avaliativo, os registros realizados pelos estudantes em suas cartilhas durante o desenvolvimento da sequência didática, compondo assim uma avaliação processual, diagnóstica e formativa, que contribui para o aprendizado significativo dos saberes científicos abordados.

No item de Fundamentação teórica deste produto educacional, você encontra os fundamentos essenciais dos conceitos e metodologias que serão abordados durante a sequência didática, e pode buscar ali o embasamento para criação/edição/complementação das apresentações de slides que são sugeridas ao longo da sequência.

Cabe lembrar também que o roteiro sugerido neste material, pode ser adaptado conforme a necessidade e a realidade da sua escola, incentivando a autonomia docente na criação dos seus processos educacionais.

Em relação aos procedimentos preparatórios para o desenvolvimento desta sequência didática, recomenda-se que você providencie todos os materiais necessários para todas as aulas, antes de iniciar a aplicação da sequência didática. Dessa forma você já se antecipa em relação à organização dos materiais e pode preparar sua sala adequadamente quando forem os momentos da realização das atividades experimentais.

Nesse sentido, verifique também a disponibilidade dos ambientes da escola mais adequados para realização de cada experimento, como por exemplo a sala de informática, o laboratório de ciências (quando houver) e o refeitório (se for o caso).

Nas atividades de exposição de obras de arte e na sistematização dos mapas conceituais, se você considerar pertinente, convide as outras turmas e os outros professores para uma visita, observação e apreciação das obras criadas pelos estudantes no desenvolvimento dos estudos dos conceitos científicos relacionados à Termologia.

Essa é uma atividade que pode envolver também as famílias dos estudantes, organizando no formato de uma “Amostra dos trabalhos escolares”, podendo convidar os

estudantes à explicarem seus trabalhos ao público participante e podendo convidar o público à realizar também seus registros em formato de obras de arte ou de mapas conceituais, contendo os seus entendimentos a partir das explicações realizadas pelos estudantes.

Da mesma forma, se você considerar pertinente, poderia criar uma “medalha” ou “certificado de reconhecimento” a todos os estudantes da turma, por terem participado da sequência didática, se empenhando e se divertindo enquanto estudavam física por meio das atividades sugeridas.

## REFERÊNCIAS

- BACHELARD, Gaston; **A formação do espírito científico**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Contra Ponto, 1996.
- BOAS, N. V; BISCUOLA, G. J; DOCA, R. H; **Física: Termologia, Ondulatória e Óptica**. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em 17 fev. 2023.
- HALLIDAY, D. e RESNICK, R. **Fundamentos da Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 8ª Ed. Vol. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- KITTEL, C. **Introdução a Física do Estado Sólido**. 8 ed. Editora LTC, 2006, 598 p.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- MOREIRA, M. A. (2013). O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem. **Educação E Seleção**, (10), 17–34. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/edusel/article/view/2568>. Acesso em 14/02/2023.
- MORETTO, Vasco Pedro. **Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. 9. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2010.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**. 5ª Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2014.
- SANTA CATARINA. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense** / Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado da Educação. – Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. Disponível em: < <https://drive.google.com/file/d/1jDrgVos9yXXdhPEeIWfSIVBEEEd-aSK19/view>>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Mecânica, Oscilações, Ondas e Termodinâmica**. 6ª Ed. Vol 1. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- VASCONCELLOS, Celso dos S. **Avaliação da aprendizagem: práticas de mudança: por uma práxis transformadora**. 9. ed. São Paulo: Libertad, 2008.

## APÊNDICE A – Cartilha do Estudante

# “TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?”

## ESTUDO DE TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL



Olá! Eu sou a Augusta! Eu sou cientista e preparei uma sequência de atividades experimentais para fazer com você! **Vamos juntos nessa aventura científica?!**

A sua professora vai te orientar na realização das atividades e de vez em quando eu vou aparecer por aqui para te dar mais algumas

dicas sobre o funcionamento do mundo ao nosso redor.

Aprender é muito divertido! Eu estou muito animada! E você? Está preparado?

Veja a seguir os tópicos da nossa sequência de estudos científicos:

AQUECENDO OS MOTORES .....	2
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1: O CORPO HUMANO COMO UM TERMÔMETRO ....	3
QUENTE, FRIO OU MORNO? .....	8
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2: VAMOS TOMAR UM CHÁ? .....	9
VAMOS CRIAR OBRAS DE ARTE? .....	14
EXPOSIÇÃO DE OBRAS DE ARTE .....	15
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3: A MISTURA DO QUENTE E DO FRIO E O CALOR $\theta$ .....	17
SIMULADOR: A DANÇA DAS PARTÍCULAS .....	27
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 4: SERÁ POSSÍVEL TRANSPORTAR CALOR? .....	34
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 5: CUIDADO PARA NÃO SE QUEIMAR! .....	46
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 6: SERÁ QUE O CALOR SE MOVIMENTA SOZINHO? .....	51
MAPA CONCEITUAL .....	56
FINALIZANDO A JORNADA .....	57

## AQUECENDO OS MOTORES

Iniciando as investigações, você já pode ser chamado de “cientista iniciante”! Que tal?



**Você sabe o que os cientistas fazem quando tem algum problema científico para resolver?**

Primeiro eles anotam as “hipóteses” que são as primeiras ideias de explicação que eles imaginam que possa resolver o problema que estão investigando, e em seguida eles testam cada uma delas.

Para hoje, eu preciso da sua ajuda para pensarmos na seguinte questão: **De que forma podemos saber qual é a temperatura de um líquido?**

**Anote a seguir as suas ideias iniciais (Registro de hipóteses):**

.....

.....

.....

.....

.....

# ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1: O CORPO HUMANO COMO UM TERMÔMETRO



● Agora que você já anotou as ideias iniciais (as suas hipóteses), vamos fazer **nosso primeiro experimento** para verificar se **é possível determinar com exatidão a temperatura da água** a partir da percepção corporal humana (ou seja, a partir do toque das nossas mãos).

**Descrição geral:** Para realizar este experimento, a sua professora já preparou o ambiente com 3 bacias contendo água em temperaturas diferentes. Fique atento às orientações da “profe”! Mas, eu já vou te explicar também: você irá mergulhar uma das mãos em uma bacia com água quente (aproximadamente 50° C) e a outra em uma bacia com água fria (aproximadamente 10° C) durante 30 segundos. Em seguida, você irá retirar as mãos das bacias iniciais e mergulhá-las em outra com água à temperatura ambiente.

**O que você acha que vai acontecer? Você imagina que a sensação na sua pele ao tocar a água em cada uma das bacias vai ser diferente ou vai ser igual?**

**Anote aqui as suas hipóteses:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Para realizar esse experimento **serão necessários os seguintes materiais** (mas fica tranquilo, pois é a sua professora que irá organizar tudinho!):

- 03 recipientes com capacidade de 2 litros;
- 03 litros de água a temperatura ambiente;
- 20 cubos de gelo;

- 01 Termômetro;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 01 cronômetro.
- 01 Caneta;
- 01 Folha de papel;
- 01 Tesoura;
- Fita adesiva;

Figura 1 - Materiais da Atividade Experimental 01



Fonte: A autora

Caso você queira repetir o experimento em casa, **peça ajuda à uma pessoa adulta** e siga o passo a passo que a sua professora vai orientar hoje:



1. Separe os três recipientes e coloque neles etiquetas para identificá-los como “água quente”, “água à temperatura ambiente” e “água fria”.

2. Coloque os três recipientes já etiquetados um ao lado do outro na seguinte ordem: recipiente com água quente, recipiente com água à temperatura ambiente e recipiente com água fria.

Figura 2 - Recipientes para Atividade Experimental 01



Fonte: A autora

3. Na sequência, acrescente 1 L de água a temperatura ambiente dentro do recipiente com a etiqueta “água à temperatura ambiente”.
4. Com o auxílio da chaleira elétrica aqueça 1 L de água até a temperatura de 50 °C e despeje-a no recipiente com a etiqueta “água quente”.
5. Coloque 1 L de água a temperatura ambiente dentro do recipiente com a etiqueta “água fria” e acrescente os 20 cubos de gelo.
6. Com o auxílio do termômetro verifique se as temperaturas da água quente e da água fria estão em torno de 50 °C e 10 °C respectivamente.

Figura 3 - Recipientes com água



Fonte: A autora

7. Na sequência coloque simultaneamente (ao mesmo tempo) uma das mãos na água quente à temperatura de aproximadamente 50 °C e a outra em uma bacia com água fria à temperatura de aproximadamente 10 °C durante aproximadamente 30 segundos.

Figura 4 - Exemplo de estudante realizando a atividade Experimental 01



Fonte: A autora

8. Após 30 segundos com as mãos na água quente e na água fria, coloque as duas mãos simultaneamente na água à temperatura ambiente por 10 segundos.

Figura 5 - Estudante realizando a 2ª etapa do Experimento 01



Fonte: A autora

**Após ter experimentado a sensação nas mãos, responda as seguintes questões:**

**Questão 01:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou a mão esquerda.

.....  
.....

.....

**Questão 02:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou a mão direita.

.....

.....

.....

**Questão 03:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou as duas mãos para medição: A água está quente ou está fria? Qual é a sensação na sua mão esquerda e qual é a sensação na sua mão direita?

.....

.....

.....

**Questão 04:** A partir da sua experiência, você poderia afirmar que é possível determinar a temperatura de um líquido (no caso desse experimento, a água) a partir da percepção corporal humana (o toque das mãos)? O resultado é confiável?

.....

.....

.....



**Para concluir este experimento, vamos fazer uma síntese:** Após ter experimentado a temperatura da água nas 3 bacias diferentes, qual foi a sua percepção geral? O que você sentiu em cada uma das bacias? As sensações foram diferentes? Como você acha que poderíamos explicar essas percepções?

**Anote aqui as suas observações:**

.....

.....

.....

## QUENTE, FRIO OU MORNO?



- Agora que você já realizou seu primeiro experimento, eu tenho uma questão mais curiosa para investigarmos: **Por que será que temos a sensação de que algo está quente, frio ou morno?**

**Antes de passarmos para a próxima prática experimental, anote aqui as suas hipóteses:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2: VAMOS TOMAR UM CHÁ?

Se tem algo melhor do que aprender ciências de maneira divertida, eu desconheço!

Pensando nisso, **o nosso segundo experimento vai contribuir deliciosamente** para encontrarmos uma explicação para as percepções do que é **o quente, o frio e o**



**morno** quando ingerimos um líquido e qual é a sua relação com a nossa temperatura corporal.

Preparado? Então vamos lá!

**Descrição geral:** Neste experimento, você irá fazer uma degustação de chás em diferentes temperaturas e poderá relacionar os termos quente, frio e morno com a sua temperatura corporal.

**O que você imagina que vai acontecer? Será que a temperatura do seu corpo interfere na sua percepção da temperatura da água do chá? Registre aqui as suas hipóteses iniciais:**

.....  
.....  
.....

Para realizar este experimento, **serão necessários os seguintes materiais** (que você já sabe que a sua professora organizou antecipadamente):

- 01 copo de isopor para cada estudante;
- 01 garrafa térmica com chá à 80°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 60°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 40°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 35°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 30°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 20°C;
- 01 garrafa térmica com chá à 05°C;
- 01 termômetro.

Figura 6 - Garrafas térmicas preparadas para a Atividade Experimental 02



Fonte: A autora

### Vamos ao passo a passo dessa investigação:

1. Pegue um copo descartável e na sequência peça para sua professora lhe servir um pouco de chá da garrafa térmica que contém a indicação de 80°C. Na sequência beba-o, com cuidado.

**Questão 01:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

2. Em seguida, peça para que sua professora lhe sirva o chá da garrafa na temperatura de 60°C e beba-o.

**Questão 02:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

3. Após responder à questão acima, peça para sua professora lhe servir o outro chá, da garrafa na temperatura de 40°C e beba-o.

**Questão 03:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

4. Na sequência, peça para sua professora servir o chá da garrafa térmica à 35°C e beba-o.

**Questão 04:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

5. Agora peça para sua professora lhe servir o chá da garrafa térmica em temperatura de 30°C e beba-o também.

**Questão 05:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

6. Na sequência, sua professora deverá servir o outro chá, que está na garrafa térmica de 20°C. Beba-o também.

**Questão 06:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

7. Para finalizar a sequência de chás peça para sua professora lhe servir o chá que está na garrafa térmica com indicação de 05°C e beba-o também.

**Questão 07:** O chá está quente, frio ou morno?

.....  
.....  
.....

**Questão 08:** Analise suas respostas nas questões 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07 e explique porque em algumas delas você respondeu que o chá estava quente e em outras você respondeu que o chá estava frio em outras você respondeu que o chá estava morno.

.....  
.....  
.....

**Questão 09:** Você sabe qual é aproximadamente a temperatura corporal do ser humano?

.....  
.....  
.....

**Questão 10:** Qual relação que podemos fazer entre a temperatura corporal humana e os termos quente, frio e morno?

.....  
.....  
.....

Após realizar o experimento de degustação de chás em diferentes temperaturas, como bom **“Aprendiz de cientista”**, registre suas percepções e observações:

.....  
.....  
.....

## VAMOS CRIAR OBRAS DE ARTE?



Oiê! Você já realizou dois experimentos! Está cada dia se desenvolvendo mais e aprendendo a investigar para encontrar soluções às dúvidas e questionamentos! Eu suspeito que o “espírito científico” está te contagiando! Que maravilha!

Vamos prosseguir com os estudos?

Você agora é convidado a usar os seus dons e talentos artísticos para fazer uma representação dos conceitos científicos que estamos estudando.

Como você pode representar **calor** e **temperatura** através de um desenho?

**Anote aqui as suas hipóteses e ideias do que poderia compor o seu desenho:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Em seguida, utilize uma folha de papel que sua professora irá lhe alcançar e **elabore o seu desenho representando o calor e a temperatura**. Quando concluir, anote seu nome delicadamente no verso (atrás) da folha e entregue para sua professora.

## EXPOSIÇÃO DE OBRAS DE ARTE

Toda obra de arte merece ser exposta e apreciada. Então, vamos fazer uma exposição e apreciar as obras criadas por todos os colegas?



**IMPORTANTE:** Para realizar esta atividade é necessário que você **NÃO** comente com ninguém qual foi a obra de arte que você criou.

### Passo a passo para a realização da atividade prática:

1. Ande pela sala de aula e aprecie as obras de arte expostas.
2. Observe atentamente os detalhes e cores utilizados em cada obra de arte.
3. Escolha uma obra de arte (que não seja a sua) e posicione-se na frente dela.
4. Com o auxílio do professor, retire a obra de arte da exposição e leve-a para a sua carteira.
5. Faça uma análise mais detalhada das cores e detalhes da obra de arte escolhida e responda às questões a seguir.

**Questão 01:** Através da análise feita, escreva o que você vê desenhado e como você relaciona as cores escolhidas com o que foi desenhado na obra de arte escolhida?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Na sequência, a professora irá chamar a turma (um de cada vez) para mostrar aos seus colegas a obra de arte que escolheu e explicar o que você vê e entende através dela.
7. Após você explicar o que viu e entendeu através da obra de arte escolhida o(a) autor(a) da obra de arte, deverá se pronunciar e contar o que pensou quando

criou a obra e o que realmente quis expressar através dela. Apontando o que você acertou e/ou errou em sua análise.

**Registre aqui as suas percepções em relação à realização dessa atividade:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3: A MISTURA DO QUENTE E DO FRIO E O CALOR $\theta$



O nosso problema para investigação agora será identificar **o que acontece se misturarmos dois líquidos com temperaturas diferentes**. Qual será que a temperatura final após a mistura? Será que esses dois líquidos irão compartilhar o calor um com o outro? Ou será que irão se manter separados dentro de um mesmo recipiente?

**Descrição geral:** Nesta atividade você irá trabalhar em equipe com até 04 integrantes e juntos irão observar e definir o que é calor através de uma sequência de atividades experimentais que a professora irá orientar.

**Antes de iniciar, registre aqui as suas hipóteses sobre o que poderá acontecer neste experimento:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Observe a seguir a listagem dos materiais necessários para a realização dessa prática experimental:**

- 09 copos de 300 ml cada;
- 200 ml de água à temperatura ambiente (20 °C);
- 15 cubos de gelo;
- 01 termômetro;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 01 cronômetro.
- 01 Caneta;

- 01 Folha de papel;
- 01 Tesoura;
- Fita adesiva;

Figura 7 - Materiais para a atividade experimental 03



Fonte: A autora

**Vamos agora ao passo a passo para realizar a investigação:**

1. Coloque sobre uma mesa os nove copos.
2. Com o auxílio da folha de papel, caneta, tesoura e fita, junto com seus colegas, marquem os copos com etiquetas 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 e 09;

Figura 8 - Copos para Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

3. Utilizando o copo medidor, coloque água à temperatura ambiente até a marcação de 1 cm nos copos 01 e 02.

Figura 9 - Materiais para Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

- Utilizando o termômetro meça a temperatura inicial da água nos copos 01 e 02 e responda às questões a seguir.

**Questão 01:** Qual foi a temperatura medida no copo 01?

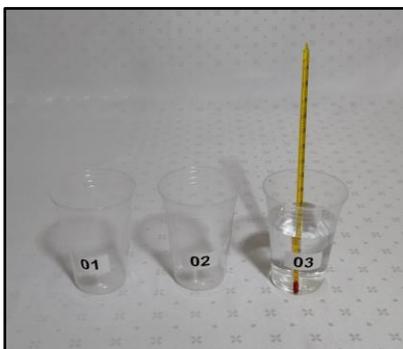
.....  
.....

**Questão 02:** Qual foi a temperatura medida no copo 02?

.....  
.....

- Despeje a água dos copos 01 e 02 no copo 03;
- Utilizando o termômetro meça a temperatura da água no copo 03 e responda à questão a seguir.

Figura 10 - Verificando a Temperatura da água no copo 03



Fonte: A autora

**Questão 03:** Qual foi a temperatura medida no copo 03?

.....  
.....

## Parte II

7. Coloque 15 cubos de gelo em um recipiente, adicione água à temperatura ambiente até praticamente cobrir o gelo e reserve;
8. Com a ajuda do termômetro observe quando a água do item 7 chegar à 5 °C;

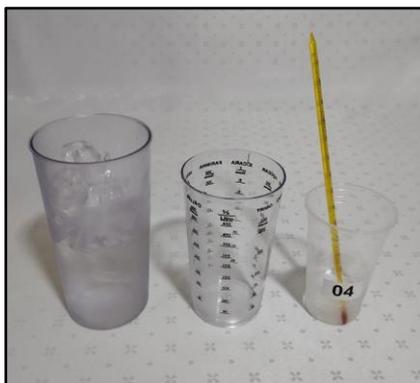
Figura 11 - Uso do Termômetro na Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

9. Em seguida, utilize o copo medidor e coloque parte dessa água até a marcação no copo 04;

Figura 12 - Uso do Copo medidor na Atividade Experimental 03



Fonte: A autora

10. Com o auxílio da chaleira elétrica, aqueça parte da água à temperatura ambiente até próximo ao ponto de ebulição, aproximadamente 90 °C.

11. Com o auxílio de um copo medidor, coloque água aquecida à temperatura de 90 °C até a marcação no copo 05;

Figura 13 - Aquecendo a água para atividade experimental 03



Fonte: A autora

12. Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial da água nos copos 04 e 05 e responda às questões a seguir.

**Questão 04:** Qual foi a temperatura medida no copo 04?

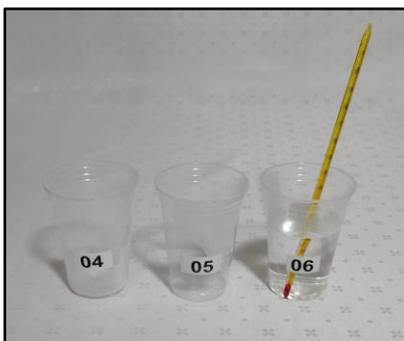
.....  
.....

**Questão 05:** Qual foi a temperatura medida no copo 05?

.....  
.....

13. Despeje a água dos copos 04 e 05 no copo 06;

Figura 14 - Mistura da água e verificação da temperatura



**Fonte:** A autora

14. Utilizando o termômetro, meça a temperatura da água no copo 06 e responda à questão abaixo.

**Questão 06:** Qual foi a temperatura medida no copo 06?

.....  
.....

**Parte III**

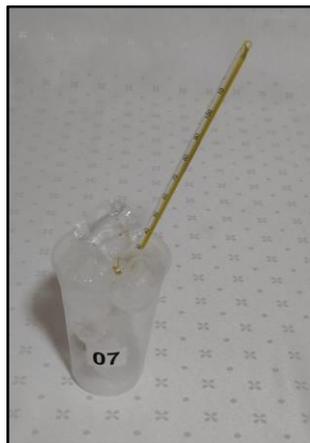
15. Coloque 5 cubos de gelo dentro do copo 07 e reserve;

Figura 15 - Cubos de gelo na Atividade Experimental 03



**Fonte:** A autora

Figura 16 - Verificação da Temperatura com os cubos de gelo



**Fonte:** A autora

16. Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial do copo 07 e responda à questão a seguir.

**Questão 07:** Qual foi a temperatura medida no copo 07?

.....  
.....  
17. Com o auxílio da chaleira elétrica, aqueça novamente parte da água à temperatura ambiente até próximo ao ponto de ebulição, aproximadamente 90 °C.

Figura 17 - Novo aquecimento da água



Fonte: A autora

18. Com o auxílio de um copo medidor, coloque parte da água aquecida à temperatura de 90 °C até a marcação no copo 08;

19. Utilizando o termômetro, meça a temperatura inicial da água no copo 08 e responda à questão abaixo.

Figura 18 - Nova Verificação da Temperatura



Fonte: A autora

**Questão 08:** Qual foi a temperatura medida no copo 08?

.....  
.....

20. Despeje as pedras de gelo do copo 07 e a água do copo 08 no copo 09 e observe o que ocorre com as pedras de gelo;

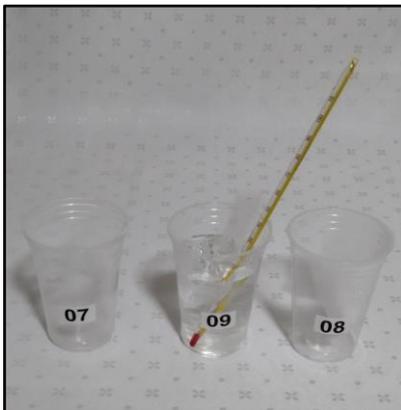
Figura 19 - Observação dos cubos de gelo



Fonte: A autora

21. Aguarde 03 minutos e com o auxílio do termômetro, meça a temperatura da mistura dentro do copo 09. Em seguida, responda a questão abaixo.

Figura 20 - Verificação da Temperatura com cubos de gelo



Fonte: A autora

**Questão 09:** Qual foi a temperatura medida no copo 09?

.....  
.....

22. Utilize as respostas das questões anteriores e complete o Quadro a seguir.

Quadro 1 - Registro das medições de temperatura

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01		03	
02			
04		06	
05			
07		09	
08			

Fonte: A autora

**Análise de dados:**

1) Quando é misturado a água dos copos 01 e 02 há alguma variação de temperatura (copo 03)?

.....

.....

.....

.....

2) Quando é misturado a água dos copos 04 e 05 há alguma variação de temperatura (copo 06)? Se sim, a temperatura aumentou ou diminuiu?

.....

.....

.....

.....

3) Porque ao misturar a água dos copos 01 e 02 não houve variação de temperatura enquanto que ao misturar a água dos copos 04 e 05 houve variação de temperatura no copo 06?

.....  
.....  
.....  
.....

4) Porque a temperatura dentro do copo 09 (mistura da água com as pedras de gelo) é menor do que a temperatura dentro do copo 08?

.....  
.....  
.....  
.....

5) Com base nas observações feitas durante as atividades experimentais realizadas até o momento, você acha que o fato das misturas de água feitas na parte I possuem alguma relação com as misturas de água feitas na parte II deste experimento? E com as misturas feitas na parte III? Qual?

.....  
.....  
.....  
.....

6) Imagine um copo com água à temperatura ambiente e um recipiente com algumas pedras de gelo. O que deverá acontecer se colocarmos as pedras de gelo dentro do copo com água a temperatura ambiente? Quando colocados em contato entre si, há transferência de algo entre eles? Em caso afirmativo, responda o que é transferido e justifique sua resposta.

.....  
.....  
.....  
.....

**Registre aqui as suas conclusões a partir do experimento realizado:**

.....

.....

.....

.....

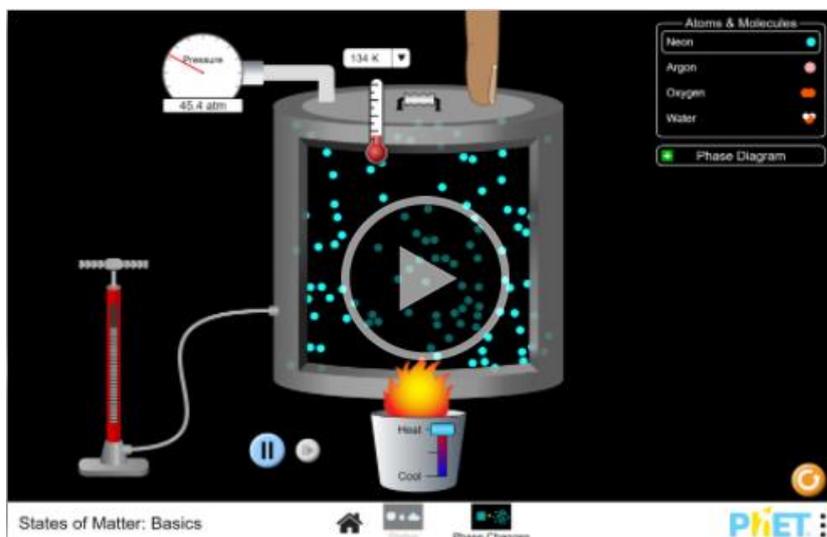
## SIMULADOR: A DANÇA DAS PARTÍCULAS



- Você sabia que podemos utilizar muitos **recursos tecnológicos** para desenvolver nossas investigações científicas? Pois é! Hoje vamos experimentar um desses!

**Descrição geral:** Nesta atividade experimental você irá acessar o simulador virtual “Estados da Matéria: Básico”, que apresenta a demonstração de um modelo microscópico simples em relação aos estados físicos dos materiais.

Figura 21 - Interface do Simulador



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics)

Espera-se que através desta atividade de simulação você consiga observar e perceber a relação entre calor e temperatura, elaborando uma síntese do que cada um desses conceitos representa.

**Registre aqui suas hipóteses sobre o que irá acontecer e o que é para você o calor e a temperatura:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Materiais necessários para realização deste experimento:**

- Cartilha do estudante;
- Computador;
- Internet;
- Lápis e/ou caneta.

**Passo a passo:**

1. Faça um tour pelo simulador e verifique como pode observar diferentes substâncias, como alternar entre os vários estados de uma substância e como adicionar calor ou remover calor de um estado.
2. Após conhecer o simulador, você deverá desenvolver as seguintes atividades experimentais.

**Parte I:**

1. Na caixa de substâncias, selecione a água.
2. Na caixa de estados da matéria, selecione o estado líquido.
3. No termômetro, selecione a escala Celsius.
4. Anote na tabela 1 (no final da atividade) a temperatura inicial (correspondente ao tempo de 0 s) dada no termômetro.

**Questão 01:** Observe e descreva como se comportam as partículas de água quando estão no seu estado inicial, ou seja, antes de você adicionar calor.

.....  
.....  
.....  
.....

5. Adicione calor ao sistema por 5 segundos e anote o valor da temperatura na tabela 1.

**Questão 02:** O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 5 segundos? E o que acontece com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

6. Adicione calor ao sistema por 20 segundos e anote o valor da temperatura na tabela 1.

**Questão 03:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 20 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

7. Adicione calor ao sistema por 30 segundos e anote na tabela 1 o valor da temperatura.

**Questão 04:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer calor a elas por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

8. Durante 30 segundos mantenha a chama da vela reduzida à metade do seu valor máximo e registre (na tabela 1) o que acontece com a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 05:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo da chama (calor) por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

**Tabela 1.** Registro das observações da “dança” das partículas ao adicionar calor:

<b>Substância: Água</b>	<b>Estado: Líquido</b>
Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	
5	
20	
30	
30	

Fonte: A autora

## Parte II

**IMPORTANTE:** Agora vamos repetir a atividade adicionando gelo ao invés de calor.



1. Na caixa de substâncias, selecione a água.
2. Na caixa de estados da matéria, selecione o estado líquido.
3. No termômetro, selecione a escala Celsius.
4. Anote na tabela 2 a temperatura inicial (correspondente ao tempo de 0 s) dada no termômetro.

**Questão 01:** Observe e descreva como se comportam as partículas de água quando estão no seu estado inicial, ou seja, antes de você adicionar gelo.

.....  
.....  
.....  
.....

5. Adicione “gelo” ao sistema por 5 segundos e anote o valor da temperatura na tabela 2.

**Questão 02:** O que você percebeu que acontece com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 5 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

6. Adicione “gelo” ao sistema por 20 segundos e anote o valor da temperatura.

**Questão 03:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 20 segundos? E com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

7. Durante 30 segundos adicione a maior quantidade possível de gelo no sistema e anote a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 04:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer gelo a elas por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

8. Durante 30 segundos adicione a metade da quantidade máxima de gelo permitida e observe o que acontece com a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 05:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo de gelo por 30 segundos? E com a temperatura?

.....  
.....  
.....  
.....

**Questão 06:** Qual a relação que se pode estabelecer entre a temperatura e o movimento de partículas da água?

.....

.....

.....

.....

**Questão 07:** Qual a relação entre calor e temperatura?

.....

.....

.....

.....

**Tabela 2.** Registro das observações da “dança” das partículas ao adicionar gelo:

<b>Substância: Água</b>	<b>Estado: Líquido</b>
Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	
5	
20	
30	
30	

Fonte: A autora

**Registre aqui suas conclusões a partir da realização do experimento:**

.....

.....

.....

.....

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 4: SERÁ POSSÍVEL TRANSPORTAR CALOR?



- No experimento de simulação virtual você observou que a temperatura da água se modificava ao adicionar calor aumentando a chama da vela e também ao reduzir o calor, quando adicionava gelo. Lembra disso?

Agora você já está num nível que podemos considerar como “**Cientista Intermediário**”, e vamos investigar **em qual sentido** se dá o “transporte” do calor de um “corpo” para outro, e **quanto tempo é necessário** para que se estabeleça o equilíbrio térmico, ou seja, que a temperatura do sistema pare de oscilar/variá.

**Descrição geral:** Neste experimento você irá trabalhar com uma equipe de no máximo 04 integrantes e juntos irão realizar a atividade em duas partes para observar qual é o sentido de propagação do calor. Primeiro vocês deverão analisar a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente e depois irão analisar a transferência de calor entre o gelo e a água à temperatura ambiente.

**Registre aqui as suas hipóteses:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Materiais necessários para realizar o experimento:**

- 01 recipiente de plástico com tamanho suficiente para caber o recipiente de alumínio;
- 01 copo ou caneca de alumínio com capacidade de aproximadamente 300 ml;

- 800 ml de água à temperatura ambiente;
- 10 pedras de gelo;
- 01 chaleira elétrica;
- 01 copo medidor;
- 02 termômetros;
- 01 cronômetro;
- 01 folha de papel milimetrado;
- 01 régua;
- 01 lápis.

Figura 22 - Materiais para Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

**Veja a seguir o passo a passo para desenvolver a investigação:**

### **Parte I**

1. Com o auxílio do copo medidor, coloque 400 ml de água à temperatura ambiente dentro da chaleira elétrica e leve para aquecer;

Figura 23 - Iniciando a Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

2. Aguarde enquanto a água da chaleira elétrica aquece até o ponto de ebulição;
3. Enquanto a água da chaleira aquece, com o auxílio do copo medidor coloque 400 ml de água à temperatura ambiente dentro do recipiente de plástico;

Figura 24 - Recipientes com água para Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

4. Utilize o termômetro para medir a temperatura da água do recipiente de plástico.

**Questão 01:** Qual foi a temperatura medida da água do recipiente de plástico? Anote este valor na Tabela 1.

.....  
.....  
Figura 25 - Verificação de Temperatura na Atividade Experimental 04



Fonte: A autora

5. Quando a água da chaleira entrar em ebulição, despeje-a dentro do copo/caneca de alumínio e com o auxílio do termômetro meça a temperatura da água dentro deste copo;

Figura 26 - Adicionando água aquecida



Fonte: A autora

**Questão 02:** Qual foi a temperatura medida da água dentro do copo de alumínio? Anote este valor na tabela 1 também.

- 
- 
6. Coloque o copo/caneca de alumínio dentro do recipiente de plástico;

Figura 27 - Copo de alumínio dentro do recipiente plástico



**Fonte:** A autora

7. Utilize os dois termômetros para medir a temperatura da água dentro do recipiente de plástico e do copo/caneca de alumínio (um termômetro para cada recipiente);

Figura 28 - Verificação de Temperatura nos dois recipientes



**Fonte:** A autora

8. Utilizando o cronômetro e os termômetros, faça medidas da temperatura da água de cada recipiente (utilizando sempre o mesmo termômetro para cada tipo de recipiente) a cada 30 segundos e anote os valores na tabela 1.

Figura 29 - Cronometrando o tempo



Fonte: A autora

9. Observe as anotações feitas na tabela e reflita sobre o que ocorreu com a temperatura;

**Análise de resultados:**

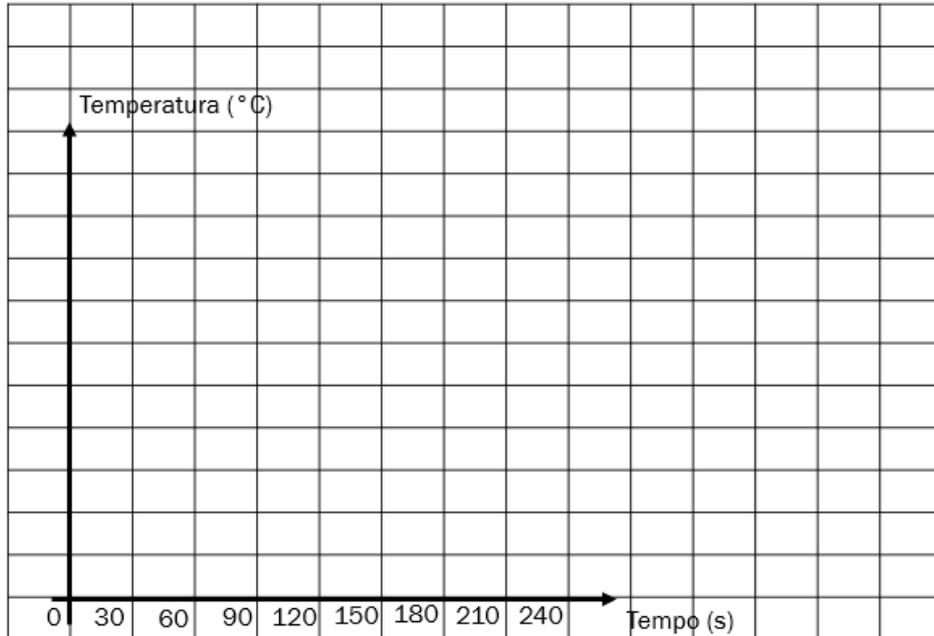
- 1) Preencha a tabela 1 com os valores coletados ao observar o termômetro do copo/caneca de alumínio com água e o termômetro do recipiente de plástico.

**Tabela 1.** Registro da observação das temperaturas nos dois recipientes

Recipiente	Temperatura X tempo								
	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Copo de Alumínio com água									
Bacia de Plástico com água									

Fonte: A autora

2) Para concluir a primeira parte do experimento, construa um gráfico utilizando as informações da Temperatura em função do tempo com os dados preenchidos na **Tabela 1**.



→Converse com seu grupo sobre: O que acontece com a curva do gráfico conforme aumenta o tempo de observação? Porque isso se dá?

.....

.....

.....

.....

### Parte II

**IMPORTANTE:** Vamos repetir todos os procedimentos da Parte I substituindo a água do copo/caneca de alumínio por 10 pedras de gelo.



1. Coloque 10 pedras de gelo dentro do copo/caneca de alumínio.

Figura 30 - Recipiente de Alumínio com gelo



Fonte: A autora

2. Utilize o termômetro para medir a temperatura do gelo dentro da caneca de alumínio.

Figura 31 - Temperatura na caneca de alumínio com gelo



Fonte: A autora

**Questão 01:** Qual foi a temperatura medida do gelo dentro da caneca de alumínio?  
Anote este valor na tabela também.

.....  
.....

3. Com auxílio do copo medidor coloque 400 ml de água à temperatura ambiente dentro do recipiente de plástico;

Figura 32 - Inserindo água à temperatura ambiente



Fonte: A autora

4. Utilize o termômetro para medir a temperatura da água do recipiente de plástico.

Figura 33 - Temperatura no recipiente de plástico



Fonte: A autora

**Questão 02:** Qual foi a temperatura medida da água do recipiente de plástico? Anote este valor na tabela também.

.....  
.....

5. Coloque o copo/caneca de alumínio dentro do recipiente de plástico;

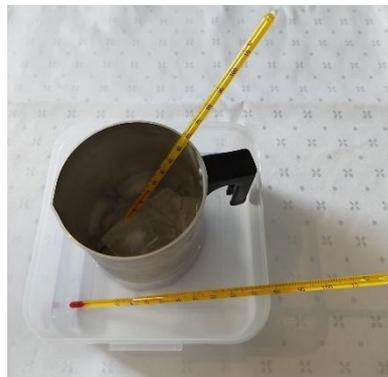
Figura 34 - Caneca de alumínio no recipiente plástico



**Fonte:** A autora

6. Utilize os dois termômetros para medir a temperatura da água dentro do recipiente de plástico e do copo/caneca de alumínio (um termômetro para cada recipiente);

Figura 35 - Verificação de Temperatura em ambos os recipientes



**Fonte:** A autora

7. Utilizando o cronômetro e os termômetros, faça medidas da temperatura da água e do gelo colocado em cada recipiente (utilizando sempre o mesmo termômetro para cada tipo de recipiente) a cada 30 segundos e anote os valores na tabela 2.

Figura 36 - Cronometrando o tempo de observação



Fonte: A autora

8. Observe as anotações feitas na tabela 2 e reflita sobre o que ocorreu com a temperatura;

**Análise de resultados:**

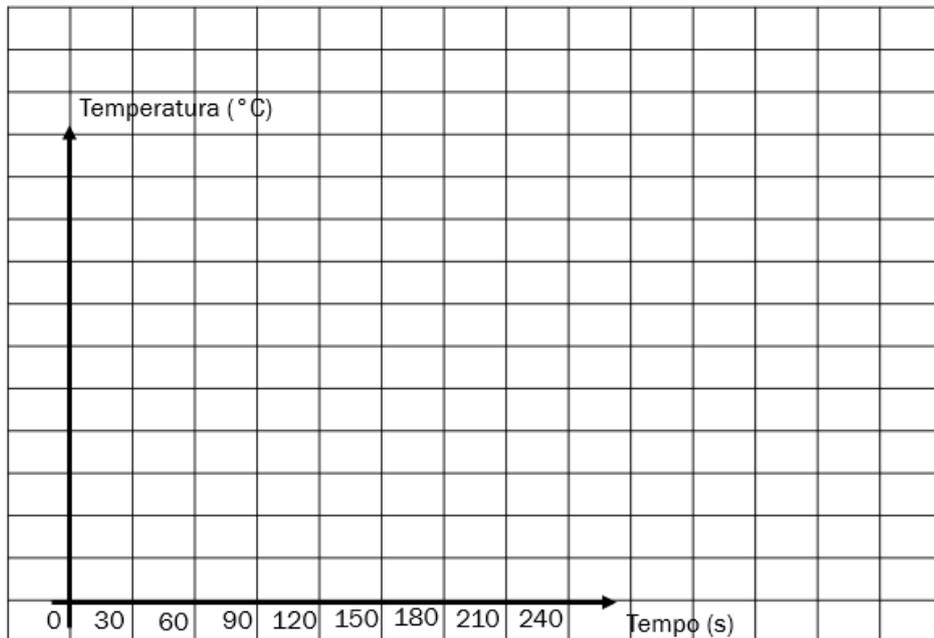
- 1) Preencha a Tabela 2 com os valores coletados da temperatura para o copo/caneca de alumínio com gelo e para o recipiente de plástico.

**Tabela 2.** Registro das observações das temperaturas nos dois recipientes

Recipiente	Temperatura X tempo								
	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Copo de Alumínio com água									
Bacia de Plástico com água									

Fonte: A autora

2) Construa um gráfico da Temperatura em função do tempo com os dados preenchidos na tabela 2.



Fonte: A autora

→Converse com seu grupo sobre: O que acontece com a curva do gráfico conforme aumenta o tempo de observação? Porque isso se dá?

.....  
.....  
.....

**Registre aqui suas conclusões em relação à temperatura e equilíbrio térmico:**

.....  
.....  
.....  
.....

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 5: CUIDADO PARA NÃO SE QUEIMAR!



● Nós já avançamos bastante nas pesquisas, já realizamos 4 experimentos e observamos como se deram as relações de transferência de calor de um objeto para outro. Agora eu quero te propor **mais uma questão para investigação**:

Imagine que você tem um fio metálico na mão, e o aproxima de uma fonte de calor, como por exemplo, a chama de uma vela, o fogo em uma lareira, a chama de um fogão etc. Você permanece com esse fio na mão e com a outra ponta em contato com a fonte de calor por alguns minutos.

**O que você acha que vai acontecer? Será que o fio vai aquecer por completo? Será que você pode queimar sua mão dessa forma?**

**Descrição geral:** Nesta atividade você irá observar como o calor é conduzido nos objetos sólidos.

**Registre aqui as suas hipóteses/ideias iniciais:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Confira a seguir os materiais necessários para a realização dessa atividade:**

- 01 fio de cobre com aproximadamente 30 cm de comprimento;
- 01 lata de refrigerante vazia e com argola;
- 02 velas comuns;
- 01 copo medidor com 200 ml de água;
- 07 percevejos;
- 01 caixa de fósforos;

- 01 pedaço de papel alumínio (aproximadamente 28 cm X 6 cm);
- 01 régua;
- 01 caneta;

Figura 37 - Materiais para Atividade Experimental 05



Fonte: A autora

**Para realizar o experimento é necessário seguir o passo a passo** (lembre-se que sua professora já preparou os materiais):

1. Com o auxílio do copo medidor, coloque 200 ml de água dentro da lata de refrigerante para equilibrar o sistema que será montado (a lata servirá de pilar para manter o sistema erguido).
2. Com o auxílio da régua e da caneta faça marcações no fio de cobre de 02 em 02 centímetros.
3. Utilizando o fósforo, acenda uma vela e com a parafina dela derretida cole 07 percevejos nas marcações feitas no fio de cobre.

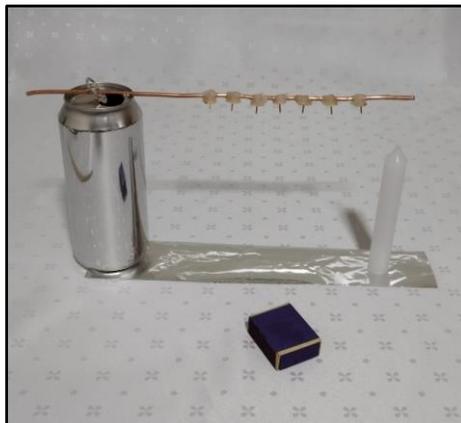
Figura 38 - Fio de cobre preparado com gotas de parafina



Fonte: A autora

4. Espere alguns segundos, para que as gotas de parafina endureçam sobre a superfície do fio de cobre.
5. Utilizando a própria argola da lata, fixe o fio de cobre na lata de refrigerante de tal forma que ele fique perpendicular à parede da lata.
6. Coloque a folha de papel alumínio posicionada embaixo da lata paralelamente ao fio de cobre.
7. Posicione a vela no final do fio de cobre.

Figura 39 - Experimento 05 montado



Fonte: A autora

8. Utilizando os fósforos acenda a vela e observe o que ocorre no sistema.

Figura 40 - Execução do Experimento 05



Fonte: A autora

**Questão 01:** Escreva o que aconteceu com os percevejos colados no fio de cobre a medida em que o tempo foi passando depois que você acendeu a vela.

.....  
.....  
.....  
.....

**Questão 02:** Qual foi a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?

.....  
.....  
.....  
.....

**Questão 03:** Como você explica a sequência em que os percevejos foram caindo do fio de cobre?

.....  
.....  
.....  
.....

**Questão 04:** Como o calor foi transferido da chama da vela até o percevejo mais próximo da lata?

.....  
.....  
.....  
.....

**Questão 05:** Com base no que você observou neste experimento é possível prever em outras atividades qual é o sentido de propagação do calor? Se sim, explique como é possível.

.....  
.....  
.....  
.....

**Registre aqui suas conclusões:**

.....  
.....  
.....  
.....

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 6: SERÁ QUE O CALOR SE MOVIMENTA SOZINHO?



Você já observou na sua casa quando alguém aquece água em um recipiente, **o que acontece com a água à medida que o tempo de aquecimento aumenta?** Ela muda de alguma forma? Existe um conceito científico que explica essa movimentação e é o que vamos observar com a realização deste experimento.

**Descrição geral:** Com este experimento você irá observar um processo chamado de “convecção” que ocorre em um líquido dentro de um copo quando ele é aquecido. Para isso, você irá colocar um pouco de leite no fundo de um copo que será colocado para aquecer. Como o leite contrasta com a água, então dá para ver o leite se movimentando junto com a água enquanto se mistura com ela. Observando o movimento do leite, temos uma noção de como a água sofre convecção enquanto é aquecida.

**Registre aqui as suas ideias iniciais/hipóteses sobre o que irá acontecer:**

.....

.....

.....

.....

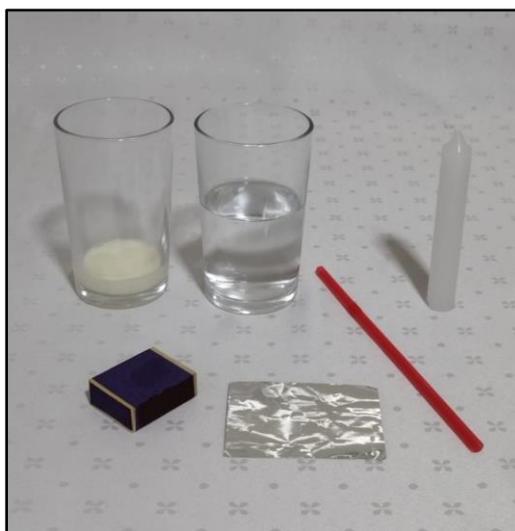
.....

.....

**Materiais necessários para realização do experimento:**

- 01 copo de vidro liso e transparente com 150 ml de água;
- 01 copo de vidro liso e transparente com 10 ml de leite;
- 01 canudinho de plástico;
- 01 vela comum;
- 01 caixa de fósforos.

Figura 41 - Materiais para Atividade Experimental 06



Fonte: A autora

**Confira aqui o passo a passo para organização da atividade experimental:**

1. Com o auxílio do canudinho “sugue o leite”, tampe a extremidade superior do canudinho para que o leite não vaze;

Figura 42 - Iniciando o Experimento 06



Fonte: A autora

2. Com cuidado coloque o canudinho dentro do copo com água (no fundo) e destampe a extremidade superior do canudinho.

Figura 43 - Inserindo gotículas de leite no fundo do recipiente



Fonte: A autora

3. Observe que o leite se espalhou na parte inferior do copo de vidro. Ou seja, embaixo da água.

Figura 44 - Observação do leite no fundo do copo



Fonte: A autora

4. Com cuidado coloque o copo de vidro sobre a chama da vela ou lamparina e observe o que acontece.

Figura 45 - Aquecendo o recipiente na chama da vela



Fonte: A autora

**Questão 01:** Escreva o que aconteceu com o leite colocado no fundo do copo de água a medida em que o tempo foi passando depois que o copo foi colocado sobre a chama de uma vela ou lamparina.

.....

.....

.....

.....

**Questão 02:** No caso de o leite ter se movimentado dentro do copo de água em aquecimento, qual foi o sentido do movimento do leite?

.....

.....

.....

.....

**Questão 03:** O leite ficou o tempo todo separado da água? Se não, explique o que aconteceu com o leite no final do experimento.

.....

.....

.....

.....

**Questão 04:** É possível relacionar o movimento do leite dentro do copo de água com o aumento de temperatura? Explique.

.....  
.....  
.....  
.....

**Questão 05:** É possível afirmar que o mesmo que aconteceu com o leite aconteceria se tivéssemos apenas água dentro do recipiente? Explique.

.....  
.....  
.....  
.....

**Anote aqui as suas conclusões a partir do experimento realizado:**

.....  
.....  
.....  
.....

## MAPA CONCEITUAL



● Agora que já realizamos alguns experimentos, observações e conclusões em relação ao estudo do **calor e da temperatura**, chegou a hora de **sistematizar**. Para isso, vamos criar um **mapa conceitual**, ou seja, você vai reunir em uma única página, os principais aprendizados que você obteve a partir da sequência de estudos que você desenvolveu.

**Formulação de hipóteses:**

**CALOR**  
**E**  
**TEMPERATURA**

## FINALIZANDO A JORNADA

Parabéns, agora você pode até ganhar um “certificado” de **Cientista Aprendiz!**

Ao longo destas aulas experimentais você realizou **observações**, levantou **hipóteses**, registrou suas **conclusões**, interagiu com sua **equipe** e muito mais! Todas ações que fazem parte da vida de um cientista e pesquisador das ciências.



Nós chegamos ao final dessa sequência de estudos, e eu desejo que você continue construindo muitos conhecimentos a partir da investigação ao longo de toda a sua jornada escolar, e na vida também!



● **Eu estive com você ao longo desse percurso, e quero te contar um pouquinho sobre mim:**

Eu já te disse que **eu sou a Augusta**. Fui eu que ajudei a criar essa cartilha de estudos de conceitos científicos relacionados à área de Termologia, que faz parte dos estudos da disciplina de Física, que é uma das ciências que busca explicar os fenômenos da Natureza.

Essa cartilha é **resultado de mais de 2 anos de investigação da minha amiga Jéssica**, durante a sua pesquisa de Mestrado (que é um curso de aperfeiçoamento investigativo, realizado após concluir o ensino superior), em que ela desejava criar um material acessível que pudesse ser utilizado por professores e por estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, como é o seu caso.

**Eu espero que você tenha se divertido enquanto experimentava**, pois eu me diverti muitíssimo enquanto ajudava na criação desse material.

Dê um abraço na sua professora, e diga que foi a Augusta que enviou.

Até breve, querido amigo de investigações!

Com carinho, Augusta!

## APÊNDICE B – Slides de Apoio ao professor



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

Julho | 2022

### Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Termologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

**Jéssica Augusta Garlini**

Orientação: Prof. Dr. Lucas Natálio Chavero

### **Pauta:**

---

- **Formação;**
- **Apresentação dos estudantes;**
- **Apresentação da sequência didática;**
- **Cronograma;**
- **Entrega de materiais;**
- **Desafio;**
- **Atividade experimental;**
- **Conclusões.**



## Formação

---

- Licenciatura em Física (UFSC) – 2019
- Pós em Gestão e Tutoria (UNIASSELVI) – 2020
- Pós no Ensino de Física (FAVENI) – 2021
- Segunda Licenciatura em Matemática (UNIASSELVI) – 2021
- Cursando: Especialização na BNCC (Uniassevi)
- Cursando: Mestrado no Ensino de Física (UFSC)

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/8529653242691718>

Última atualização do currículo em 28/10/2022

## Contato:

- E-mail: [jessica\\_garlini@outlook.com](mailto:jessica_garlini@outlook.com)



## **Apresentação dos estudantes**

---

Nome, há quanto tempo estuda nessa escola, disciplina preferida...

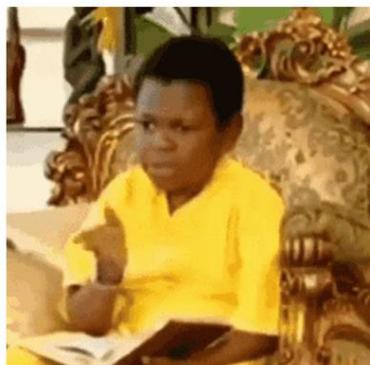
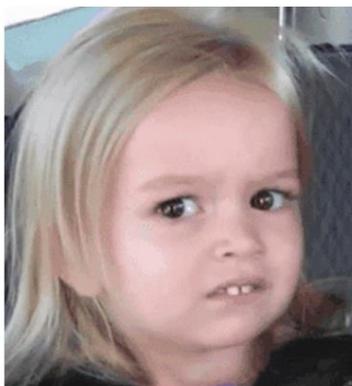


## **Apresentação da sequência didática**

---

**TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?":  
ESTUDO DE TERMOLOGIA NOS  
ANOS INICIAIS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

**Gostam de...**



**Ciências?**

**Problema:**

- Falta de motivação por parte dos alunos no Ensino Médio;
- Dificuldade de aprendizagem;
- Ideia pré-concebida de que a Física é uma disciplina de difícil compreensão.

## **Tais dificuldades são evidenciadas quando se observam os resultados de avaliações como o PISA**

### **Waiselfisz (2009):**

Em 2003 o Brasil ocupava a 52ª posição entre os 57 países avaliados cujo foco foi a área de Ciências.

### **INEP (2019):**

Na última edição do PISA, em 2018, de acordo com o relatório preliminar publicado pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), a média das avaliações realizadas pelos estudantes brasileiros continua abaixo da média internacional.

## **Origens das dificuldades:**

- Falta de interesse;
- Falta de motivação;
- Dificuldades matemáticas e conceituais que os alunos do ensino médio têm na interpretação e compreensão de textos e desenvolvimento de cálculos.

**Parte desse resultado é causado por uma **introdução científica tardia dos alunos**, tanto do ponto de vista conceitual como do ponto de vista experimental.** (da SILVA & BOZELLI, 2019; JÚNIOR et al, 2017).

## Possíveis soluções:

- Maior sinergia entre as disciplinas;
- Introdução de conceitos básicos da Física desde os anos iniciais do ensino fundamental;
- Uso de experimentos de baixo custo.

## Cronograma

Dia	Tema	Aula	Atividade	Tempo
1	Sondagem de concepções prévias	01	Apresentação e descrição da Proposta	38 min
		02	Problematização e sondagem de ideias - Montagem e realização do experimento 1.	20 min
		03	Problematização e sondagem de ideias - Realização do experimento 1.	56 min
2	Sondagem de concepções prévias	04	Experimento 2. Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno	45 min
		05	Exposição de concepções acerca da temperatura e calor	45 min
		06	Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor	45 min
3	Apropriação do conhecimento	07	Retomada de conteúdos e análise de obras de arte acerca da temperatura e calor	20 min
		08	Experimento 3. A mistura do quente e do frio e o calor Ø Simulador A dança das partículas e a temperatura	56 min
		09	Experimento 4. Será possível transportar calor?	38 min
4	Apropriação do conhecimento	10	Explicação sobre os processos de propagação de calor	45 min
		11	Experimento 5. Cuidado para não se queimar! Experimento 6. Será que o calor se movimenta sozinho?	45 min
		12	Explicação sobre Mapa conceitual	45 min
5	Verificação da aprendizagem	13, 14 e 15	Construção de um mapa conceitual (Ausubel)	135 min

## Dia 01: Sondagem das concepções prévias 1

### 3.1 DIA 01 – SONDAÇÃO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS



Neste primeiro dia serão realizadas 3 aulas, contemplando a apresentação da sequência didática para estudo, apresentação dos materiais para os estudantes (Cartilha do Estudante), levantamento de hipóteses acerca do tema, e realização da primeira atividade experimental.

#### Objetivos de Aprendizagem:

- ◆ Realizar o levantamento das concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de temperatura e calor;
- ◆ Desenvolver atividades para potencializar o aprendizado sobre os conceitos de temperatura e calor;
- ◆ Definir o conceito de calor.

#### Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.

Fonte: Produto Educacional

Aula  
01

Apresentação e descrição do projeto

Aula  
02

Problematização e sondagem de ideias  
Montagem e realização do experimento 01

Aula  
03

Problematização e sondagem de ideias  
Realização do experimento 01

### “TÁ QUENTE OU TÁ FRIO?” ESTUDO DE TERMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL



Olá! Eu sou a Augusta! Eu sou cientista e preparei uma sequência de atividades experimentais para fazer com você! **Vamos juntos nessa aventura científica?!**

A sua professora vai te orientar na realização das atividades e de vez em quando eu vou aparecer por aqui para te dar mais algumas dicas sobre o funcionamento do mundo ao nosso redor.

Aprender é muito divertido! Eu estou muito animada! E você? Está preparado?

Veja a seguir os tópicos da nossa sequência de estudos científicos:

## Entrega de materiais

AQUECENDO OS MOTORES	2
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1: O CORPO HUMANO COMO UM TERMÔMETRO	3
QUENTE, FRIO OU MORNHO?	8
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2: VAMOS TOMAR UM CHÁ?	9
VAMOS CRIAR OBRAS DE ARTE?	14
EXPOSIÇÃO DE OBRAS DE ARTE	15
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3: A MISTURA DO QUENTE E DO FRIO E O CALOR 0	17
SIMULADOR: A DANÇA DAS PARTÍCULAS	27
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 4: SERÁ POSSÍVEL TRANSPORTAR CALOR?	34
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 5: CUIDADO PARA NÃO SE QUEIMAR!	46
ATIVIDADE EXPERIMENTAL 6: SERÁ QUE O CALOR SE MOVIMENTA SOZINHO?	51
MAPA CONCEITUAL	56
FINALIZANDO A JORNADA	57

# Desafio

## Como é possível determinar a temperatura de líquido?

Para hoje, eu preciso da sua ajuda para pensarmos na seguinte questão: De que forma podemos saber qual é a temperatura de um líquido?

Anote a seguir as suas ideias iniciais (Registro de hipóteses):

.....  
.....  
.....  
.....



### AQUECENDO OS MOTORES

Iniciando as investigações, você já pode ser chamado de "cientista iniciante"! Que tal?



Você sabe o que os cientistas fazem quando tem algum problema científico para resolver?

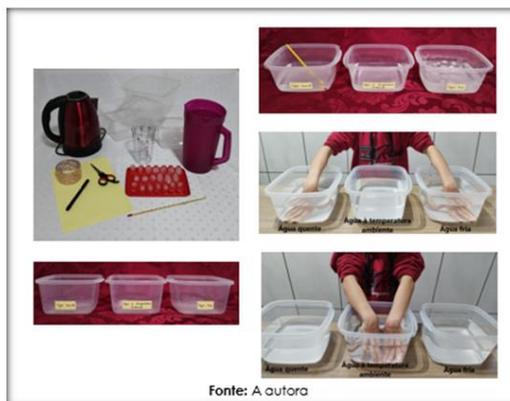
Primeiro eles anotam as "hipóteses" que são as primeiras ideias de explicação que eles imaginam que possa resolver o problema que estão investigando, e em seguida eles testam cada uma delas.

Para hoje, eu preciso da sua ajuda para pensarmos na seguinte questão: De que forma podemos saber qual é a temperatura de um líquido?

Anote a seguir as suas ideias iniciais (Registro de hipóteses):

.....  
.....  
.....  
.....

## Atividade experimental



Fonte: A autora

Após ter experimentado a sensação nas mãos, responda as seguintes questões:

**Questão 01:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou a mão esquerda.

.....  
.....  
.....

**Questão 02:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou a mão direita.

.....  
.....  
.....

Fonte: Produto Educacional

**Questão 03:** Descreva como você classificaria a temperatura da água no recipiente em que você utilizou as duas mãos para medição: A água está quente ou está fria? Qual é a sensação na sua mão esquerda e qual é a sensação na sua mão direita?

.....  
.....  
.....

**Questão 04:** A partir da sua experiência, você poderia afirmar que é possível determinar a temperatura de um líquido (no caso desse experimento, a água) a partir da percepção corporal humana (o toque das mãos)? O resultado é confiável?

.....  
.....  
.....

Fonte: Produto Educacional



**Para concluir este experimento, vamos fazer uma síntese:**

Após ter experimentado a temperatura da água nas 3 bacias diferentes, qual foi a sua percepção geral? O que você sentiu em cada uma das bacias? As sensações foram diferentes? Como você acha que poderíamos explicar essas percepções?

**Anote aqui as suas observações:**

.....  
.....  
.....

82

Fonte: Produto Educacional

## Conclusões

## Dia 02: Sondagem das concepções prévias 2

### 3.2 DIA 02 – SONDAÇÃO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS



Neste segundo dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade ao levantamento das concepções prévias dos estudantes acerca da temática em estudo, levantamento de hipóteses acerca dos conceitos de temperatura e calor, e realização da segunda atividade experimental, além de um exercício artístico e exposição de obras de arte.

#### Objetivos de Aprendizagem:

- ◆ Expor as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de calor e temperatura a partir da degustação de chás e construção de obras de arte feitas pelos próprios estudantes para representar calor e temperatura.

#### Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.
- (EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadros, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais.
- (EF15AR06) Dialogar sobre a sua criação e as dos colegas, para alcançar sentidos plurais.

Aula 04

**Experimento 02: Degustação de chás e a percepção do quente, do frio e do morno**

Aula 05

**Exposição de concepções acerca da temperatura e calor**

Aula 06

**Exposição de obras de arte acerca da temperatura e calor**

# Desafio

## QUENTE, FRIO OU MORNO?



● Agora que você já realizou seu primeiro experimento, eu tenho uma questão mais curiosa para investigarmos: **Por que será que temos a sensação de que algo está quente, frio ou morno?**

Antes de passarmos para a próxima prática experimental, anote aqui as suas hipóteses:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Fonte: Produto Educacional

# Atividade experimental



Fonte: Produto Educacional

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2: VAMOS TOMAR UM CHÁ?

Se tem algo melhor do que aprender ciências de maneira divertida, eu desconheço!

Pensando nisso, **o nosso segundo experimento vai contribuir deliciosamente** para encontrarmos uma explicação para as percepções do que é **o quente, o frio e o morno** quando ingerimos um líquido e qual é a sua relação com a nossa temperatura corporal.



Preparado? Então vamos lá!

**Descrição geral:** Neste experimento, você irá fazer uma degustação de chás em diferentes temperaturas e poderá relacionar os termos quente, frio e morno com a sua temperatura corporal.

**O que você imagina que vai acontecer? Será que a temperatura do seu corpo interfere na sua percepção da temperatura da água do chá? Registre aqui as suas hipóteses iniciais:**

.....  
.....  
.....

Fonte: Produto Educacional

# Conclusões

Vamos ao passo a passo dessa investigação:

1. Pegue um copo descartável e na sequência peça para sua professora lhe servir um pouco de chá da garrafa térmica que contém a indicação de 80°C. Na sequência beba-o, com cuidado.

Questão 01: O chá está quente, frio ou morno?

2. Em seguida, peça para que sua professora lhe sirva o chá da garrafa na temperatura de 60°C e beba-o.

Questão 02: O chá está quente, frio ou morno?

3. Após responder à questão acima, peça para sua professora lhe servir o outro chá, na garrafa na temperatura de 40°C e beba-o.

Questão 03: O chá está quente, frio ou morno?

4. Na sequência, peça para sua professora lhe servir o chá da garrafa térmica com indicação de 20°C e beba-o.

Questão 04: O chá está quente, frio ou morno?

5. Agora peça para sua professora lhe servir o chá da garrafa térmica em temperatura de 30°C e beba-o também.

Questão 05: O chá está quente, frio ou morno?

6. Na sequência, sua professora deverá servir o outro chá, que está na garrafa térmica de 20°C. Beba-o também.

7. Para finalizar a sequência de chás peça para sua professora lhe servir o chá que está na garrafa térmica com indicação de 05°C e beba-o também.

Questão 06: O chá está quente, frio ou morno?

8. Na sequência, peça para sua professora lhe servir o chá que está na garrafa térmica com indicação de 05°C e beba-o também.

Questão 07: O chá está quente, frio ou morno?

9. Na sequência, peça para sua professora lhe servir o chá que está na garrafa térmica com indicação de 05°C e beba-o também.

Questão 08: Analise suas respostas nas questões 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07 e explique porque em algumas delas você respondeu que o chá estava quente e em outras você respondeu que o chá estava frio em outras você respondeu que o chá estava morno.

Questão 09: Você sabe explicar a diferença entre quente, frio e morno? Como isso está relacionado a temperatura corporal do ser humano?

Questão 10: Qual relação que podemos fazer entre a temperatura corporal humana e os termos quente, frio e morno?

Após realizar o experimento de degustação de chás em diferentes temperaturas, como bom "Aprendiz de cientista", registre suas percepções e observações:

Fonte: Produto Educacional

## Dia 03: Apropriação do Conhecimento

### 3.3 DIA 03 – APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO



Neste terceiro dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade ao estudo dos conceitos de termologia visando a apropriação dos conhecimentos. Também serão realizadas a terceira e quarta atividade experimental. Para a quarta atividade, se possível, você deverá reservar o laboratório de informática da escola.

#### Objetivos de Aprendizagem:

- ◆ Expor as concepções prévias dos estudantes sobre os conceitos de calor e temperatura a partir da análise das obras de arte feitas pelos próprios estudantes para representar calor e temperatura.
- ◆ Demonstrar a transferência de calor entre dois fluidos e definir equilíbrio térmico a partir de medidas de temperatura.
- ◆ Definir o conceito de temperatura a partir da demonstração de um modelo microscópico simples.
- ◆ Demonstrar que a transferência espontânea de calor ocorre do corpo de maior temperatura para aquele de menor temperatura.
- ◆ Coletar dados, registrar em tabela e construir gráficos.

Fonte: Produto Educacional

Aula 07

Retomada de conteúdos e análise de obras de arte acerca da temperatura e calor

Aula 08

Experimento 03: A mistura do quente, do frio e o calor

Simulador: A dança das partículas e a temperatura

Aula 09

Experimento 04: Será possível transportar calor?

#### Habilidades da Base Nacional Comum Curricular:

- (EF05CB1) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.
- (EF05MA14) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, cidades em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.
- (EF05MA15) Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1° quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giro.
- (EF05MA24) Interpretar dados estatísticos apresentados em textos, tabelas e gráficos (colunas ou linhas), referentes a outras áreas do conhecimento ou a outros contextos, como saúde e trânsito, e produzir textos com o objetivo de sintetizar conclusões.
- (EF05MA25) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas e numéricas, organizar dados coletados por meio de tabelas, gráficos de colunas, pictóricos e de linhas, com e sem uso de tecnologias digitais, e apresentar texto escrito sobre a finalidade da pesquisa e a síntese dos resultados.

Fonte: Produto Educacional

# Atividade experimental

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3: A MISTURA DO QUENTE E DO FRIO E O CALOR $\theta$



O nosso problema para investigação agora será identificar o que acontece se misturarmos dois líquidos com temperaturas diferentes. Qual será que a temperatura final após a mistura? Será que esses dois líquidos irão compartilhar o calor um com o outro? Ou será que irão se manter separados dentro de um mesmo recipiente?

**Descrição geral:** Nesta atividade você irá trabalhar em equipe com até 04 integrantes e juntos irão observar e definir o que é calor através de uma sequência de atividades experimentais que a professora irá orientar.

Antes de iniciar, registre aqui as suas hipóteses sobre o que poderá acontecer neste experimento:

.....

.....

.....

.....

Fonte: Produto Educacional



Fonte: Arquivos da Autora (2022)

### Passo a passo do experimento 3:

#### Parte I



Fonte: Arquivos da Autora (2022)

#### Parte II



Fonte: Arquivos da Autora (2022)

#### Parte III



Fonte: Arquivos da Autora (2023)

Quadro 3 - Registro das medições de temperatura

Copo	Temperatura	Copo	Temperatura
01		03	
02		06	
04		09	
05			
07			
08			

Fonte: A autora

Fonte: Produto Educacional

# Conclusões

## Análise de dados:

1) Quando é misturado a água dos copos 01 e 02 há alguma variação de temperatura (copo 03)?

2) Quando é misturado a água dos copos 04 e 05 há alguma variação de temperatura (copo 06)? Se sim, a temperatura aumentou ou diminuiu?

5) Com base nas observações feitas durante as atividades experimentais realizadas até o momento, você acha que o fato das misturas de água feitas na parte I possuem alguma reação com as misturas de água feitas na parte II deste experimento? E com as misturas feitas na parte III? Qual?

6) Imagine um copo com água à temperatura ambiente e um recipiente com algumas pedras de gelo. O que deverá acontecer se colocarmos as pedras de gelo dentro do copo com água a temperatura ambiente? Quando colocados em contato entre si, há transferência de algo entre eles? Em caso afirmativo, responda o que é transferido e justifique sua resposta.

3) Porque ao misturar a água dos copos 01 e 02 não houve variação de temperatura enquanto que ao misturar a água dos copos 04 e 05 houve variação de temperatura no copo 06?

4) Porque a temperatura dentro do copo 09 (mistura da água com as pedras de gelo) é diferente da temperatura dentro do copo 08?

Fonte: Produto Educacional

Fonte: Produto Educacional

Fonte: Produto Educacional

Registre aqui as suas conclusões a partir do experimento realizado:

Fonte: Produto Educacional

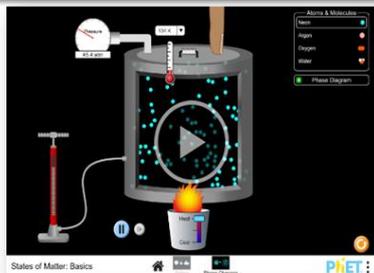
## Simulador

### SIMULADOR: A DANÇA DAS PARTÍCULAS



Você sabia que podemos utilizar muitos recursos tecnológicos para desenvolver nossas investigações científicas? Pois é! Hoje vamos experimentar um desses!

Descrição geral: Nesta atividade experimental você irá acessar o simulador virtual "Estados da Matéria: Básico", que apresenta a demonstração de um modelo microscópico simples em relação aos estados físicos dos materiais.



Espera-se que através desta atividade de simulação você consiga observar e perceber a relação entre calor e temperatura, elaborando uma síntese do que cada um desses conceitos representa.

Registre aqui suas hipóteses sobre o que irá acontecer e o que é para você o calor e a temperatura:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Passo a passo:

1. Faça um tour pelo simulador e verifique como pode observar diferentes substâncias, como alternar entre os vários estados de uma substância e como adicionar calor ou remover calor de um estado.
2. Após conhecer o simulador, você deverá desenvolver as seguintes atividades experimentais.

#### Parte I:

1. Na caixa de substâncias, selecione a água.
2. Na caixa de estados da matéria, selecione o estado líquido.
3. No termômetro, selecione a escala Celsius.
4. Anote na tabela 1 (no final da atividade) a temperatura inicial (correspondente ao tempo de 0 s) dada no termômetro.

Fonte: Produto Educacional

Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics)

Fonte: Produto Educacional

Fonte: Produto Educacional

# Conclusões

**Questão 01:** Observe e descreva como se comportam as partículas de água quando estão no seu estado inicial, ou seja, antes de você adicionar calor.

.....

.....

8. Durante.....

seu valor máximo e registre (na tabela 1) o que acontece com a temperatura do sistema ao final do tempo sugerido.

**Questão 05:** O que você percebeu que aconteceu com as partículas de água após você fornecer metade do valor máximo da chama (calor) por 30 segundos? E o que aconteceu com a temperatura?

.....

.....

**Tabela 1.** Registro das observações da "dança" das partículas ao adicionar calor:

Substância: Água	Estado: Líquido
Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	
5	
20	
30	
30	

Fonte: A autora

Fonte: Produto Educacional

**IMPORTANTE:** Agora vamos repetir a atividade adicionando gelo ao invés de calor.

1. Na caixa de substâncias, selecione a água.
2. Na caixa de estados da matéria, selecione o estado líquido.
3. No termômetro, selecione a escala Celsius.
4. Anote na tabela 2 a temperatura inicial (correspondente ao tempo de 0 s) dada no termômetro.

**Questão 06:** Qual a relação que se pode estabelecer entre a temperatura e o movimento de partículas da água?

.....

.....

**Questão 07:** Qual a relação entre calor e temperatura?

.....

.....

Fonte: Produto Educacional

Fonte: Produto Educacional

**Tabela 2.** Registro das observações da "dança" das partículas ao adicionar gelo:

Substância: Água	Estado: Líquido
Tempo (s)	Temperatura (°C)
0	
5	
20	
30	
30	

Fonte: A autora

Registre aqui suas conclusões a partir da realização do experimento:

.....

.....

Fonte: Produto Educacional

## Passo a passo do experimento 4:

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 4: SERÁ POSSÍVEL TRANSPORTAR CALOR?



No experimento de simulação virtual você observou que a temperatura da água se modificava ao adicionar calor aumentando a chama da vela e também ao reduzir o calor, quando adicionava gelo. Lembra disso?

Agora você já está num nível que podemos considerar como "Cientista Intermediário", e vamos investigar em qual sentido se dá o "transporte" do calor de um "corpo" para outro, e quanto tempo é necessário para que se estabeleça o equilíbrio térmico, ou seja, que a temperatura do sistema pare de oscilar/variar.

**Descrição geral:** Neste experimento você irá trabalhar com uma equipe de no máximo 04 integrantes e juntos irão realizar a atividade em duas partes para observar qual é o sentido de propagação do calor. Primeiro vocês deverão analisar a transferência de calor entre água aquecida e água à temperatura ambiente e depois irão analisar a transferência de calor entre o gelo e a água à temperatura ambiente.

Registre aqui as suas hipóteses:

.....

.....

.....

Fonte: Produto Educacional



- **Parte I** – Água aquecida
- **Parte II** – 10 pedras de gelo

**IMPORTANTE:** Vamos repetir todos os procedimentos da Parte I substituindo a água do copo/caneca de alumínio por 10 pedras de gelo.



Fonte: Produto Educacional



Fonte: Arquivos da Autora (2022)

1) Preencha a tabela 1 com os valores coletados ao observar o termômetro do copo/caneca de alumínio com água e o termômetro do recipiente de plástico.

Tabela 1. Registro da observação das temperaturas nos dois recipientes

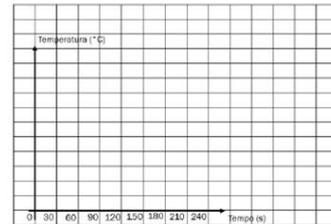
Recipiente	Temperatura X tempo								
	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Copo de Alumínio com água									
Bacia de Plástico com água									

Fonte: A autora

Fonte: Produto Educacional

## Parte I

2) Para concluir a primeira parte do experimento, construa um gráfico utilizando as informações da Temperatura em função do tempo com os dados preenchidos na Tabela 1.



→Converse com seu grupo sobre: O que acontece com a curva do gráfico conforme aumenta o tempo de observação? Porque isso se dá?

.....

.....

.....

Fonte: Produto Educacional



Fonte: Arquivos da Autora (2022)

1) Preencha a Tabela 2 com os valores coletados da temperatura para o copo/caneca de alumínio com gelo e para o recipiente de plástico.

Tabela 2. Registro das observações das temperaturas nos dois recipientes

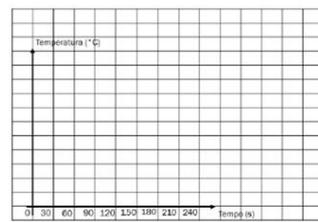
Recipiente	Temperatura X tempo								
	$T_1$ (00s)	$T_2$ (30s)	$T_3$ (60s)	$T_4$ (90s)	$T_5$ (120s)	$T_6$ (150s)	$T_7$ (180s)	$T_8$ (210s)	$T_9$ (240s)
Copo de Alumínio com água									
Bacia de Plástico com água									

Fonte: A autora

Fonte: Produto Educacional

## Parte II

2) Construa um gráfico da Temperatura em função do tempo com os dados preenchidos na tabela 2.



Fonte: A autora

→Converse com seu grupo sobre: O que acontece com a curva do gráfico conforme aumenta o tempo de observação? Porque isso se dá?

.....

.....

.....

Fonte: Produto Educacional

## Dia 04: Apropriação do Conhecimento

### 3.4 DIA 04 - APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO



Neste quarto dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade ao estudo dos conceitos de termologia visando a aplicação dos conhecimentos. Também serão realizadas a quinta e sexta atividade experimental.

#### Objetivos de Aprendizagem:

- ❖ Explicar os processos de propagação de calor (condução e convecção).
- ❖ Demonstrar como ocorre a condução térmica.
- ❖ Demonstrar como ocorre a convecção térmica.

#### Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.

Fonte: Produto Educacional

Aula 10

Explicação sobre os processos de propagação de calor

Aula 11

Experimento 05: Cuidado para não se queimar!  
Experimento 06: Será que o calor se movimenta sozinho?

Aula 12

Explicação sobre mapa conceitual

## CALOR E SUA PROPAGAÇÃO

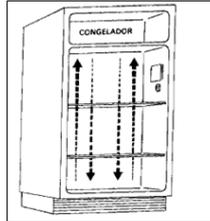
**Calor** é a energia térmica em trânsito de um corpo para outro ou de uma parte para outra do mesmo corpo, trânsito este provocado por uma diferença de temperatura;

**Energia térmica** é o somatório das energias de agitação das suas partículas e depende da temperatura do corpo e do número de partículas nele existente.

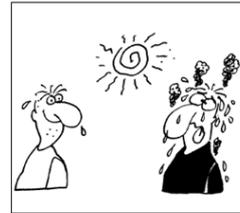
## Processos de Transferência de Calor



Condução



Convecção



Radiação térmica

**Obs:** O calor se propaga, espontaneamente, de um corpo com maior temperatura para um corpo de menor temperatura.

## Condução Térmica

É o processo de propagação de calor no qual a energia térmica passa de partículas para partículas de um meio.

**OBS:** As partículas não se deslocam ao contrário do que acontece com a energia.



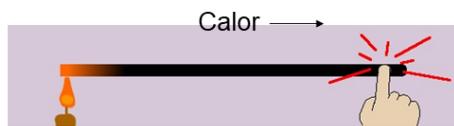
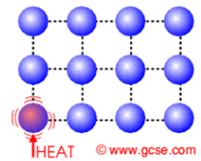
Fonte: [www.terra.com.br/fisicanet](http://www.terra.com.br/fisicanet)

## Resumo:

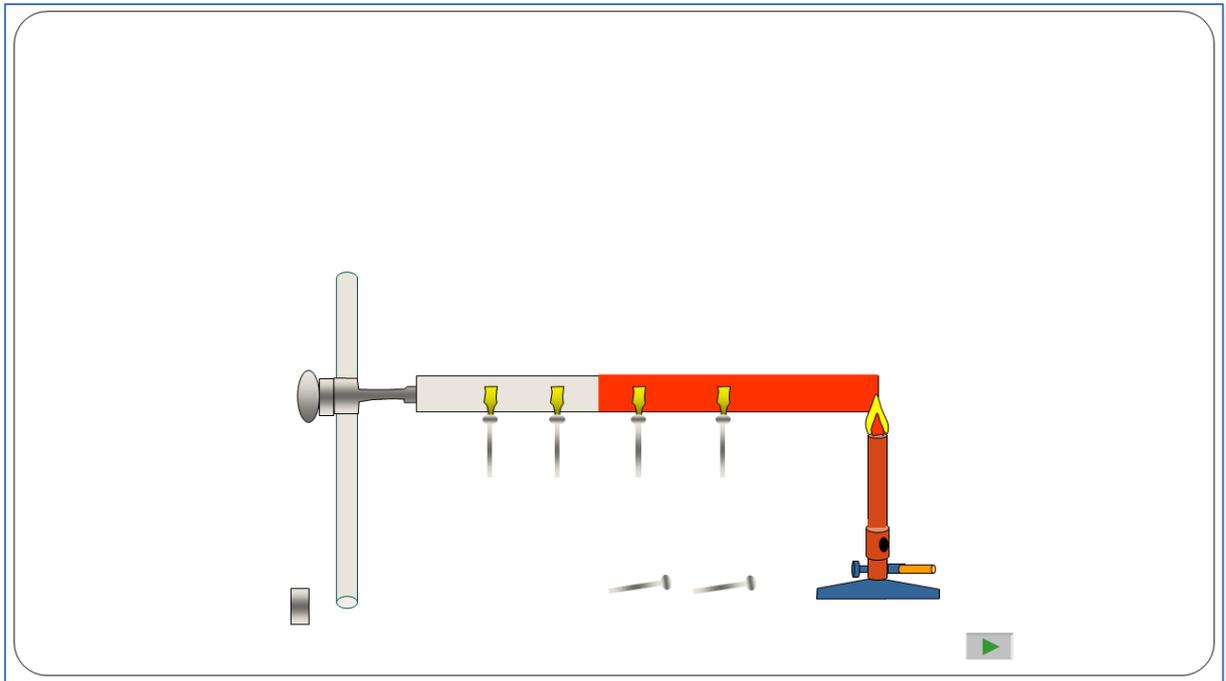
---

- Transferência de energia de partículas mais energéticas para partículas menos energéticas por contato direto;
- Processo pelo qual o calor é transmitido de uma extremidade a outra através da agitação molecular;
- Necessita obrigatoriamente de meio material para se propagar;
- Não há transmissão de matéria, mas somente transmissão de energia;
- Característico de **meios estacionários**.

O calor se propaga da chama para a sua mão através da condução



Condução de calor ao longo de uma barra.



- **Obs1:** A rapidez com que um material se aquece, determina se ele é um bom condutor térmico, ou seja, quanto mais rápido um material se aquecer melhor sua condutibilidade.
- **Obs2:** A função do isolante térmico é evitar a transmissão de calor para o meio ambiente.

## Condução - Aplicações e consequências

---

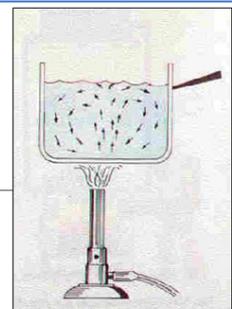
Conforto térmico corporal;

Seleção de materiais para empregos específicos na indústria (condutores e isolantes).

## Convecção Térmica

---

É o processo de propagação de calor no qual a energia térmica muda de local, acompanhando o deslocamento do próprio material aquecido.



Fonte: [www.achillesmaciel.hpg.ig.com.br](http://www.achillesmaciel.hpg.ig.com.br)

OBS: Só acontece nos gases, vapores e líquidos. E precisa existir campo gravitacional para ocorrer a convecção.

## Resumo:

---

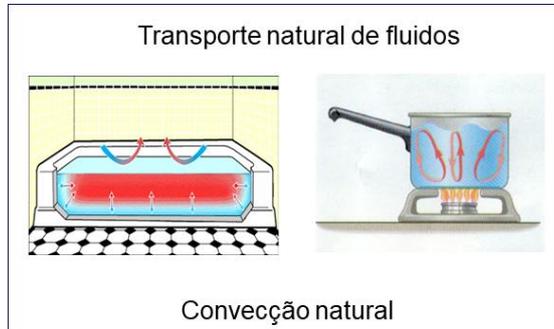
- Transmissão através **da agitação molecular e do movimento do próprio meio ou de partes deste meio;**
- Processo pelo qual o calor é transmitido de uma região para outra, através do transporte de matéria;
- Há transporte de energia e matéria;
- A convecção ocorre devido à diferença de densidade dos fluidos que surge em virtude do seu aquecimento ou resfriamento.
- É o **transporte de calor típico dos meios fluidos.**

### Correntes de convecção num líquido em aquecimento:

Ao se aquecer o líquido, as porções mais quentes das regiões inferiores tendo sua densidade diminuída, sobe. As porções mais frias da região superior, tendo maior densidade, descem.

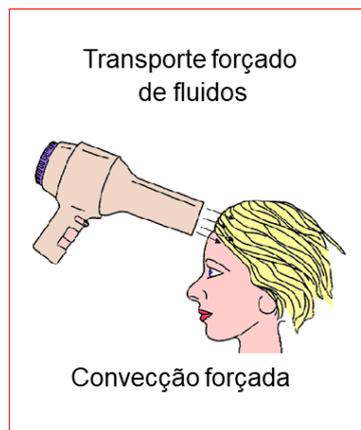


## Convecção Natural



Na **convecção natural**, ou livre, o escoamento do fluido é induzido por **forças de empuxo**, que vem de diferenças de densidade causadas por variação de temperatura do fluido.

## Convecção Forçada



Na **convecção forçada** o fluido é forçado a circular sobre a superfície por meios externos, como uma bomba, um ventilador, ventos atmosféricos.

## Convecção – Aplicações e consequências

---

- O congelador de uma geladeira é colocado na parte superior porque ao se resfriar, o ar frio se torna denso e desce;
- O ar condicionado é instalado em uma região superior pelo mesmo motivo;
- Brisas terrestres (à noite) e marinhas (durante o dia) em regiões litorâneas;
- No inverno o ar poluído próximo ao solo está mais frio que o ar puro das regiões mais elevadas. Então deixa de ocorrer a convecção, porque o ar frio está mais pesado e não sobe. Essa ocorrência recebe o nome de ***inversão térmica***.

**Com base na propagação de calor, explique por que, para gelar o chope de um barril, é mais eficiente colocar gelo na parte superior do que colocar o barril sobre uma pedra de gelo.**

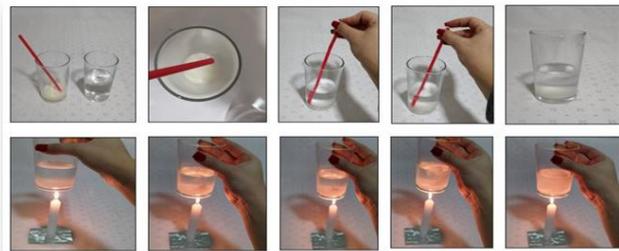
## Atividades experimentais

Experimento 05:  
Cuidado para não  
se queimar!



Fonte: Arquivos da Aulara (2022)

Experimento 06:  
Será que o calor  
se movimenta  
sozinho?



Fonte: Arquivos da Aulara (2022)

## Dia 05: Verificação da Aprendizagem

### 3.5 DIA 05 – VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM



Neste quinto dia serão realizadas 3 aulas, dando continuidade à construção do mapa conceitual como instrumento de avaliação/sistematização das aprendizagens realizadas durante o estudo dos conceitos de termologia.

#### Objetivos de Aprendizagem:

- ◆ Verificar se os estudantes compreenderam os conceitos estudados nesta sequência didática.

#### Habilidade da Base Nacional Comum Curricular:

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciam propriedades físicas dos materiais - como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade, etc.), entre outras.
- (EF15AR04) Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais.
- (EF15AR06) Dialogar sobre a sua criação e as dos colegas, para alcançar sentidos plurais.

Aulas  
13 e 14

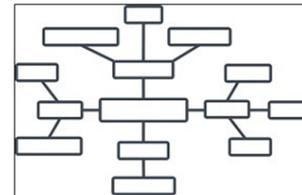
Construção de um mapa  
Conceitual (Ausubel)

Aula  
15

Construção de um mapa  
Conceitual (Ausubel)

## O que é um mapa conceitual

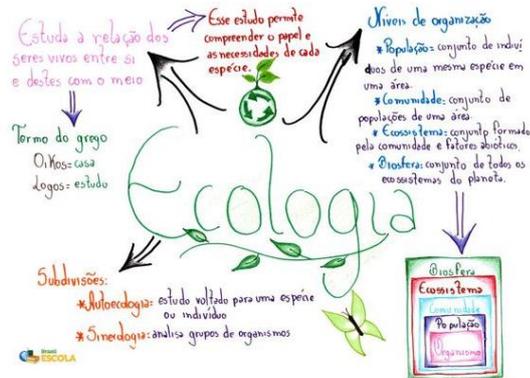
- É uma técnica de memorização;
- Utiliza tópicos importantes;
- Os tópicos são organizados em hierarquia;



## Como fazer um mapa conceitual

- 1) Selecionar um meio de desenho;
- 2) Criar um conceito principal;
- 3) Identificar os principais conceitos;
- 4) Organizar formas e linhas;
- 5) Ajustar o mapa.

## Exemplo de mapa conceitual



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/ecologia.htm>

## Exemplo de mapa conceitual



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/componentes-ecossistema.htm>

## Exemplo de mapa conceitual



Grata pela Atenção.