



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



Juliana de Fraga Cortinove

**INVESTIGANDO CONCEITOS DE TERMOLOGIA: UMA PROPOSTA DE  
GAMIFICAÇÃO PARA ALUNOS DO CURSO NORMAL**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof. Dr. Terrimar Ignácio Pasqualetto

Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Cristiane Pan

Coorientadora

Tramandaí

Setembro de 2023

### CIP - Catalogação na Publicação

Cortinove, Juliana de Fraga  
INVESTIGANDO CONCEITOS DE TERMOLOGIA: UMA PROPOSTA  
DE GAMIFICAÇÃO PARA ALUNOS DO CURSO NORMAL. / Juliana  
de Fraga Cortinove. -- 2023.  
157 f.  
Orientadora: Terrimar Ignácio Pasqualetto.

Coorientadora: Aline Cristiane Pan.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte,  
Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional  
Profissional em Ensino de Física, Tramandaí, BR-RS,  
2023.

1. Ensino de Física.. 2. Termologia.. 3. Curso  
Normal.. I. Pasqualetto, Terrimar Ignácio, orient.  
II. Pan, Aline Cristiane, coorient. III. Título.

Juliana de Fraga Cortinove

**INVESTIGANDO CONCEITOS DE TERMOLOGIA: UMA PROPOSTA DE  
GAMIFICAÇÃO PARA ALUNOS DO CURSO NORMAL**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 15 de setembro de 2023.

Prof. Dr. Terrimar Ignácio Pasqualetto – MNPEF/UFRGS (Presidente da Banca)

Prof. Dr. Alexandre Luis Junges – MNPEF/UFRGS

Prof. Dr<sup>a</sup>. Neila Seliane Pereira Witt – MNPEF/UFRGS

Prof. Dr. Felipe Damásio – IF de Araranguá



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



## Dedicatória

Dedico esta dissertação aos meus filhos Adriel e Abner (in memoriam). Ao meu esposo Jader e aos meus pais Ana e André, pessoas que sempre estiveram me apoiando nessa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores do MNPEF – UFRGS pelos ensinamentos e à minha co-orientadora, a professora Dra. Aline. Em especial ao meu orientador, professor Dr. Terrimar, pelo apoio, incentivo, dedicação e pelas mil vezes que me passou tranquilidade dizendo que tudo ia dar certo.

Aos colegas de mestrado, que me ajudaram nos estudos e a enfrentar os desafios durante as aulas.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa de mestrado concedida.

Ao Instituto Barão de Tramandaí, que na ocasião era minha segunda casa e foi onde adquiri conhecimento e experiência. Aos meus colegas de trabalho pelo incentivo e apoio, tanto para me inscrever no mestrado como oportunizando a aplicação do meu produto educacional. Aos meus alunos, sem eles nada seria possível e é por eles que estamos em constante aprendizado.

Aos amigos, pelo carinho, por vibrarem com minhas conquistas e pela paciência ao compreenderem meus momentos de ausência por conta deste trabalho.

Aos meus pais, Ana e André, à vocês minha eterna gratidão pelo amor, incentivo e pelos ensinamentos de vida que me dão.

Aos meus filhos: Abner (in memoriam), estrelinha que iniciou essa jornada comigo e cumpriu seu propósito neste plano com 19 dias de vida e ao Adriel, meu raio de sol, que entendeu minha ausência, me apoiou, incentivou e sempre esteve preocupado com meu bem estar.

Ao meu esposo, Jader Klein, amigo e companheiro de vida. Agradeço por segurar na minha mão e me motivar em muitos dias dessa jornada.

E a todos aqueles que de algum modo contribuíram para essa conquista, fica o meu agradecimento.

## RESUMO

O Ensino de Física, assim como outros ramos da Educação, atualmente encontra diversos desafios, sendo alguns deles de caráter comum aos componentes curriculares e outros de caráter específico da disciplina. Dentre aqueles mais conhecidos, é possível citar a baixa carga horária destinada à Física, o pouco engajamento dos estudantes, a falta de professores com formação adequada na área, entre outros. Tais problemas, muitas vezes, acabam agravados por opções metodológicas que privilegiam a transmissão e o ensino descontextualizado. Tal fato se torna ainda mais crítico quando envolve a formação de professores, uma vez que, além do impacto comum a todos os estudantes, as ações docentes influenciam a visão dos futuros professores sobre a educação e sobre a disciplina de Física, contribuindo, assim, para a perpetuação dos problemas citados. Em função destes fatores e das recentes mudanças previstas na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental, que ampliam a presença da Física e da Química nas séries iniciais, este trabalho tem como objetivo propor uma sequência didática, contextualizada e potencialmente significativa, para o estudo de tópicos de Termologia direcionada a futuros docentes, estudantes do Curso Normal. Para tanto, é apresentada uma proposta que une atividades investigativas e elementos de gamificação, valorizando a participação dos alunos e incentivando a interação e a discussão fundamentada de conceitos físicos a partir de situações vivenciadas no dia a dia da escola, dando significado científico para fenômenos da vida dos alunos. Espera-se com isso promover um maior engajamento na disciplina de Física, oferecer aos futuros docentes uma experiência positiva com metodologias ativas de ensino e apontar caminhos metodológicos para que esses futuros professores possam inserir temas de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Ensino de Física. Termologia. Formação de professores. Gamificação.

## **ABSTRACT**

Nowadays Physics Teaching as any other Education fields has found several challenges which have been in common and others which have been very specific to its discipline subject. Among the most known challenges, we have identified the little school hours referring to this discipline, the little students' commitment and the lack of teachers' background, and others. Many times, such problems have been increased due to inappropriate methodological choices which have focused on contents transmission and decontextualized teaching. This fact has become more harmful when it has regarding to teachers' background. Besides its common impact on all students' learning, the teaching actions have influenced the future teachers' vision about Education and Physics discipline. Based on these factors and recent changes at "Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental", that have enlarged the Physics and Chemistry disciplines at initial grades, this research work has had as its objective to propose a contextualized and potentially meaningful didactic sequence for Thermology topics study addressed to future teachers, in this case, "Normal" Course students'. For that, it has been presented a proposal which combine investigative activities with gamification elements, valuing the students' participation and encouraging their interaction and a reasoned discussion about physical concepts from situations experienced in the school routine, giving some scientific meanings to the students' life. We have expected from this approach of promoting a bigger commitment in Physics discipline, providing the future students a positive experience with active teaching methodologies and showing methodological ways for those future students can introduce Physics subjects at initial grades at Elementary Teaching.

Keywords: Physics Teaching. Thermology. "Normal" Course. Gamification.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1: Esquema da Lei Zero da Termodinâmica: Equilíbrio Térmico.....	15
Figura 2: Termômetro comum mostrando o líquido inserido no bulbo e na haste capilar.....	16
Figura 3: Esquema do termômetro de gás a volume constante .....	17
Figura 4: Imagem de termopar e esquema do seu funcionamento.....	17
Figura 5: Termômetro digital axilar.....	18
Figura 6: Cinco imagens utilizadas para o quebra-cabeça.....	38
Figura 7: Imagem utilizada para o quebra-cabeça.....	38
Figura 8: Enigmas.....	39
Figura 9: Imagem da carteirinha que cada aluno detetive recebeu.....	40
Figura 10: Modelo do certificado a ser entregue para cada estudante no final da aplicação.....	41
Figura 11: Pista que os alunos receberam do monitor.....	44
Figura 12: Imagem da apresentação dos resultados dos enigmas .....	56
Figura 13: Respostas dos estudantes para a questão 1.....	57
Figura 14: Imagem da transformação de 98°F para a escala Celsius realizada pelos estudantes .....	72
Figura 15: Calorímetro confeccionado pela professora .....	75
Figura 16: Tabela e gráfico do resfriamento do café durante dez minutos feito por uma das equipes .....	76
Figura 17: Amostra do material dos slides .....	78
Figura 18: imagem do cálculo da quantidade de água a ser colocada no café para baixar a mesma temperatura que baixou nos dez minutos .....	79
Figura 19: Imagem do cálculo da temperatura final do café caso tivesse colocado gelo .....	80
Figura 20: Ofício de resposta para a diretora da escola .....	81
Figura 21: Imagem da interpretação de uma estudante a respeito da transferência de calor através de condução .....	84
Figura 22: Imagem da interpretação equivocada da equipe 4 .....	85
Figura 23: Imagem da interpretação da equipe 3 .....	86



Figura 24: Imagem da interpretação de um estudante sobre a transferência de calor por irradiação .....	87
Figura 25: Imagem das considerações dos estudantes sobre a proposta desenvolvida.....	88

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Comparação entre as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.....	19
Tabela 2 - Calor específico de algumas substâncias.....	22
Quadro 1 - Informações relevantes das publicações sucintas da revisão da literatura.....	26
Quadro 2 - Descrição sucinta das aulas da sequência didática e de seus objetivos.....	34
Quadro 3 - Relação física dada pelas equipes para cada imagem do quebra-cabeça .....	50
Quadro 4 - Análise do questionário para identificação dos conhecimentos prévios.....	52
Quadro 5 - Descrição de hipóteses e conclusões de alguns alunos.....	63
Quadro 6 - Levantamento das respostas do questionário para a atividade <i>webquest</i> .....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Aprendizagem significativa</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Gamificação</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Termologia</b> .....	<b>13</b>
2.3.1	Temperatura e a Lei Zero da Termodinâmica .....	14
2.3.2	Termômetros e Escalas de Temperatura.....	15
2.3.3	Calor e Energia .....	20
2.3.4	Mecanismos de Transferência de Energia em Processos Térmicos .....	22
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>A instituição de ensino da aplicação do produto educacional</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Organização da aplicação do produto educacional</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Planejamento das aulas</b> .....	<b>32</b>
4.3.1	Aula 1 - Apresentação da proposta.....	36
4.3.2	Aula 2 - Episódio 1 - Aglomeração na hora do conto.....	41
4.3.3	Aula 3 - Episódio 2 - A febre.....	43
4.3.4	Aula 4 - Episódio 3 - O café esfriou.....	45
4.3.5	Aula 5 - Episódio 4 - Perícia Térmica.....	46
4.3.6	Aula 6 - Episódio 5 - No refeitório.....	46
<b>5</b>	<b>RELATOS E RESULTADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>5.1</b>	<b>Descrição da aplicação da sequência didática</b> .....	<b>49</b>
5.1.1	Aula 1 - Apresentação da proposta .....	49
5.1.2	Aula 2 - Aglomeração na hora do conto.....	59
5.1.3	Aula 3 - A febre .....	69
5.1.4	Aula 4 - O café esfriou .....	73
5.1.5	Aula 5 - O café esfriou - Perícia Térmica .....	77
5.1.6	Aula 6 - No refeitório .....	82
<b>5.2</b>	<b>Percepção dos estudantes sobre a proposta</b> .....	<b>88</b>
<b>5.3</b>	<b>Avaliação global da proposta</b> .....	<b>90</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>95</b>

<b>APÊNDICES</b> .....	101
APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL.....	101
APÊNDICE B - Questionário para identificação dos conhecimentos prévios .....	129
APÊNDICE C - Questionário para a atividade <i>webquest</i> .....	131
APÊNDICE D - Material disponível na biblioteca para consulta dos alunos.....	133
APÊNDICE E - Ofício da diretora.....	135
APÊNDICE F - Material utilizado na aula de perícia térmica.....	136
APÊNDICE G -Material utilizado na aula 6 sobre mecanismos de transferência de Energia em Processos Térmicos.....	138
APÊNDICE H - Questionário.....	141
APÊNDICE I - Questionário para consideração dos estudantes sobre a proposta.	143

## 1 INTRODUÇÃO

Embora a pandemia do Covid-19 tenha ampliado, desvelado e mesmo criado diversos problemas no contexto da Educação, alguns desafios são históricos e discutidos na área há bastante tempo.

Para além dos desafios da universalização do acesso e da igualdade de oportunidades educacionais, também permanecem desafios referentes aos conteúdos a serem ensinados, à formação e remuneração dos professores, às condições de infraestrutura e gestão escolar, aos investimentos públicos realizados, entre outros. (Krawczyk, 2011, p. 05)

Da mesma forma, algumas dificuldades próprias do Ensino de Física também acompanham os docentes e pesquisadores desta disciplina há algum tempo. Entre elas pode-se citar o pouco tempo destinado ao ensino de Física na matriz curricular, como explica Moreira (2017, p.12), o pouco engajamento e falta de interesse dos estudantes pela disciplina, a falta de formação específica de considerável parte dos professores que atuam na Física, entre outros.

No Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA - sigla de Program for International Student Assessment) que é uma pesquisa trienal de conhecimentos e competências aplicada em estudantes de 15 anos de idade realizada nos países da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e em países convidados, podemos observar uma triste realidade do Ensino de Ciências no nosso país. Este programa foi aplicado pela primeira vez no Brasil, no ano 2000, no qual ele concorreu com outros 43 países, a avaliação revelou o Brasil como um dos piores países em desempenho em Ciências ficando em 42º lugar. Já em 2018, participaram do programa de avaliação 79 países, dentre os quais o Brasil ficou na 67ª posição. Apontar os motivos e as razões que influenciam nesta realidade, objetiva para discutir fatores que influenciam para a atual situação do ensino de Física no Brasil.

A carga horária para o ensino de Física é extremamente pequena para se trabalhar uma disciplina tão ampla e rica em vivências. Com a implementação do Novo Ensino Médio no Rio Grande do Sul a carga horária do componente de Física passa de 6 períodos semanais ao longo da formação, para 4 períodos semanais distribuídos nos 2 primeiros anos do curso. (Portaria nº 350 da Secretaria da

Educação (Seduc). Essa realidade é ainda mais crítica no Ensino Médio Curso Normal, onde o componente é oferecido somente no 1o ano de formação com 2 períodos semanais.

Outra dificuldade é o pouco engajamento e a falta de interesse dos estudantes pela disciplina de Física. O ensino tradicional e mecânico, sem suprir as necessidades dos alunos, apresenta aulas que não estão acompanhando as transformações do ensino da atualidade. Segundo Mees (2002) (apud, MORAES, 2009) *“as aulas de física, não estão sendo atraentes o suficiente, para manter a atenção do aluno e levar a uma conjugação, onde se possa crescer no conhecimento em Física”*. Outro fator é a falta de formação específica de considerável parte dos professores que atuam na Física dos Cursos Normais. É comum que estes professores sejam formados em áreas afins e não possuam licenciatura em Física. Assim, acabam não tratando adequadamente de temas potencialmente relevantes para subsidiar o processo de alfabetização científica a ser desenvolvido por esses futuros professores. Para Gil-Pérez (2006, p.21, apud SOUZA, LIMA, NETO, 2013) *“Todos os trabalhos investigativos existentes mostram a gravidade de uma carência de conhecimentos da matéria, o que transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro de texto”*. Embora a discussão em torno do ensino interdisciplinar e o trabalho com áreas do conhecimento venha sendo abordada, de forma geral, percebe-se que boa parte dos professores não foram preparados, durante sua formação, para praticar um ensino interdisciplinar, que faça a comunicação entre componentes. Tal fato pode estar vinculado à prática de não atualização dos professores, que fica cada vez mais evidente na visão limitada de alguns professores com relação ao conhecimento científico. Para Gil-Pérez(2006)

*“Ter algum conhecimento dos desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas, para poder transmitir uma visão dinâmica, não-fechada, da ciência. Adquirir, do mesmo modo, conhecimentos de outras matérias relacionadas, para poder abordar problemas afins, as interações entre os diferentes campos e os processos de unificação.” (Souza, Lima, Neto, 2013, p. 13)*

Uma reflexão sobre esses problemas e sobre suas possíveis origens permite indicar diversos fatores contribuintes dos problemas anteriormente apontados.

Pode-se, por exemplo, afirmar que a forma como a disciplina costuma ser trabalhada em sala de aula contribui para o pouco engajamento e a falta de interesse dos estudantes. Embora haja consideráveis iniciativas que buscam envolver o estudante, não é difícil encontrar situações em que a Física é discutida de maneira desvinculada da realidade dos alunos e de maneira desinteressante. É preciso reconhecer que, frente a realidade docente brasileira, torna-se um desafio ao professor apresentar uma abordagem mais contextualizada e que desperte o interesse pela Física (REKOVVSKY, 2012). Para além do já conhecido problema de remuneração docente, o desafio se estabelece pela falta de tempo para formação continuada e também para discussão dos inúmeros temas próprios do componente de Física. Tais fatos se tornam ainda mais relevantes no contexto do curso de formação para professores (Ensino Médio Curso Normal), no qual a carga horária do curso segue praticamente a mesma do ensino regular e trabalha além das disciplinas curriculares básicas, as didáticas e as práticas pedagógicas.

Sendo assim, não causa estranheza a perpetuação e a quase hegemonia do modelo tradicional de ensino no contexto do Ensino de Física, uma vez que ele permite a apresentação de grande quantidade de conteúdo em um menor intervalo de tempo do que outras alternativas didáticas. Embora não se considere o modelo tradicional uma opção a ser totalmente descartada do contexto escolar, é preciso atentar às diversas críticas que são direcionadas a ele. Esse modelo escolar sofre críticas não só quanto à sua base teórica e epistemológica (Freire, 1996) como também, quanto à sua falta de sincronia em relação a temas socialmente relevantes, tecnológicos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), Fernandes e Gouvêa (2019), e mesmo aos interesses e características dos estudantes. É essencial incorporar abordagens mais atualizadas e contextualizadas no currículo educacional para preparar os alunos para os desafios do mundo contemporâneo. Essas mudanças podem incluir maior ênfase em aprendizado ativo, resolução de problemas e pensamento crítico. Segundo Santos e Mortimer (2000) o desenvolvimento dos temas sociocientíficos no ensino de ciências apresenta, entre seus objetivos, o de estimular a tomada de atitudes e valores em uma perspectiva humanística. Nessa mesma perspectiva, podemos citar o trabalho de Auler e Delizoicov (2001), que incorpora ao currículo as discussões de aspectos relacionados a valores e reflexões críticas, proporcionando uma educação em que os alunos possam refletir sobre sua

condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia. Considerando as mudanças na sociedade e o avanço da tecnologia, faz-se necessária uma proposta pedagógica que valorize os conteúdos relevantes e presentes no cotidiano dos alunos, permitindo que ele participe na construção do seu conhecimento e seja responsável por sua própria aprendizagem (MOREIRA, 2010). Para tanto, diversas são as ações necessárias, sendo que algumas delas estão além da ação direta do professor. No entanto, ainda que com a intenção de colaborar em um processo que extrapola o alcance de suas competências, o professor pode oferecer uma proposta didática em que a aprendizagem se dê de forma significativa, por meio de tarefas desafiadoras, que despertem o interesse e motivem o aluno a resolver determinadas situações. “Em princípio, qualquer atividade pode ser interessante. Isso depende do modo como é proposto, do contexto, das pessoas, do seu sentido para nós.” (MACEDO, PETTY, PASSOS, 2008, p. 18).

Neste sentido, as Metodologias Ativas de Ensino têm se apresentado como alternativas produtivas na busca de superar tais problemas. Embora não representem uma panaceia da educação, elas têm se demonstrado como boas alternativas nessa busca de modificações e reflexões sobre as práticas educativas. Essa vivência com a inovação didática prática se faz ainda mais relevante em contextos de formação de professores como os cursos normais<sup>1</sup>.

O Ensino Médio Curso Normal (EMCN) tem o objetivo de “habilitar as pessoas que se destinarem ao magistério da instrução primária e os professores atualmente existentes que não tiverem adquirido necessária instrução nas escolas de ensino mútuo” (TANURI, 2000, p. 64, apud, LAZZAROTTO, 2020). Para tanto, é importante que esses futuros professores sejam preparados para que, além do letramento tradicional, possam conduzir seus alunos pelo processo de alfabetização científica. Atualmente, não é incomum que estudantes do Curso Normal estudem Física somente no 1º ano do curso, limitando-se a ouvir sobre Cinemática e, por vezes, tópicos da Dinâmica. Tal limitação não permite expandir o conhecimento de tantos outros temas relevantes e interessantes que a Física pode proporcionar. Muitas vezes, ainda, esses temas são tratados de forma descontextualizada dando maior

---

<sup>1</sup> Modalidade de Ensino concomitante ao Ensino Médio voltada para a formação de professores que atuarão na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental.



ênfase para aspectos matemáticos do que para os conceitos Físicos. Cabe destacar que os aspectos matemáticos também são importantes, mas que fariam muito mais sentido se fossem relacionados com os conceitos e aplicações dos temas abordados.

Recentemente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Fundamental trouxe uma modificação que vai ao encontro de uma antiga demanda da área de Ensino de Ciências, a busca por uma equalização da discussão de temas de Física e Química com os de Biologia, até então priorizados. Na atualização curricular proposta, o ensino de Ciências se dá por meio de um currículo espiral tendo como base três eixos norteadores: Terra e Universo, Matéria e Energia e Vida e Evolução. Naturalmente, esta proposta impõe que os futuros docentes estejam mais familiarizados com temas de Física e Química. Isso se torna bastante difícil para profissionais que tenham sido formados no contexto relatado anteriormente, i.e., tenham estudado apenas temas de mecânica e com ênfase matemática.

Para trabalhar temas de Ciência com os estudantes das séries iniciais, os futuros professores devem receber, em sua formação, uma visão geral sólida dos principais conceitos físicos, buscando a sua desmistificação (MACHADO, 2005). Além disso, sabe-se que a maioria dos estudantes do Curso Normal são mulheres, e apresentam uma resistência quanto à aprendizagem de temas da Física já que muitas vezes não recebem incentivos para se envolver ou se aprofundar em temas científicos (SCHIEBINGER, 2008). As alunas trazem em sua bagagem escolar informações equivocadas de que estudar Física é de difícil entendimento. Segundo (Guiomar Namó de Mello, 2021), ninguém promove a aprendizagem de conteúdos que não domina, a constituição de significados que não compreende nem a autonomia que não pôde construir. Afinal, a concepção pedagógica dos futuros professores também é constituída por aquilo que eles vivenciaram como alunos. Isso reforça a necessidade de trabalhar com essas alunas e alunos uma metodologia ativa, atrativa e que os prepare para a prática docente futura.

Embora a necessidade de alternativas metodológicas de Ensino de Física direcionadas a cursos de formação de professores seja latente, percebe-se haver uma lacuna quando se trata de docentes dos cursos normais. Tal fato pode ser identificado por meio de buscas de estudos diretamente ligados aos cursos normais

nos principais periódicos brasileiros direcionados a professores de Física. Na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro em Ensino de Física, por exemplo, de 2001 até 2021 são encontrados apenas três artigos direcionados ao tema Termologia e nenhum artigo no contexto de Cursos Normais. Já entre as 642 dissertações publicadas pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), apenas duas faziam referência a alunos de cursos normais em seus títulos.

Considerando o exposto anteriormente sobre o estudo descontextualizado e sobre a necessidade de romper as barreiras da mecânica no Ensino de Física em cursos normais, este trabalho abordou a Termologia num contexto de sala de aula para a formação de professores. Esse assunto, além de permitir a discussão científica de conceitos muitas vezes formados por concepções alternativas, possui grande potencial de contextualização com a realidade escolar. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi discutir conceitos de termologia por meio da gamificação junto a alunos do Curso Normal. Esta proposta buscou aplicar a gamificação por meio de uma narrativa investigativa preparando os alunos, futuros professores, para que estes possam adaptar suas vivências ao longo deste trabalho em suas futuras práticas docentes.

O projeto abordou os conceitos de Termologia envolvidos no contexto escolar através de uma metodologia investigativa e de experimentação. O desenvolvimento do trabalho foi feito com pequenos grupos de alunos, valorizando a participação ativa de todos, incentivando a interação e a busca por informações que desvendam pequenos mistérios que guiarão cada uma das aulas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresenta-se os referenciais teóricos em que a pesquisa foi baseada. A seção 1 expõe a Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel, na qual esse trabalho foi fundamentado. Já na seção 2, fala-se da Gamificação, estratégia de ensino utilizada no decorrer da aplicação do produto educacional. E na seção 3, mostra-se os conhecimentos em torno da Termologia, parte da Física trabalhada nessa proposta pedagógica.

### 2.1 Aprendizagem Significativa

Embora existam muitas teorias de aprendizagem centradas no professor, onde o ensino acontece de forma mecânica e o papel do estudante é de receptor e reproduzidor de teorias, em contrapartida apresentam-se as teorias construtivistas nas quais o desenvolvimento do ensino e aprendizagem está centrado no estudante e nas suas construções em parceria com o professor. Neste caso, podemos destacar a teoria que orientou este trabalho, Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel (1918-2008). Segundo Ausubel (1963, p.58), a aprendizagem é estruturada no que o indivíduo já conhece sobre determinado assunto, em sua capacidade de assimilar e guardar várias informações relacionando-as entre si em diferentes campos do conhecimento.

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente, interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Quando se fala em substantiva ou não literal, quer dizer que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim, com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do estudante. (MOREIRA, 2011, apud, SOUZA, 2020) Assim, a aprendizagem significativa acontece quando o novo assunto apresentado tem estrutura lógica para o aluno e interage com conceitos pertinentes e claros já existentes na estrutura de conhecimento do aluno.

O conhecimento prévio do aluno serve de base para novas ideias, conceitos e aquisição de novas aprendizagens. Não existe uma receita para a construção do conhecimento, ela se dá de diferentes formas em diferentes contextos, fazendo um

*link* com a bagagem cognitiva do aluno, embora existam estratégias gerais relevantes no processo como a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é a introdução de uma informação nova a conceitos e proposições, os quais sofrem modificações e a nova informação é aprendida. Na teoria de Ausubel, a organização da proposta pedagógica deve partir de ideias mais gerais e inclusivas sobre determinado assunto e diferenciadas progressivamente, reorganizando e explorando elementos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, estabelecendo suas diferenças e semelhanças. Esse processo de investigação da relação entre conceitos e proposições é o que Ausubel chamou de reconciliação integradora.

A construção do conhecimento é contínua e dá significado ao que se quer que o aluno aprenda, isto é, o conhecimento prévio vai se transformando com o aporte de novas informações e ampliando o conhecimento dos alunos. Com essa base é que as aulas devem ser planejadas, pensando na didática, nos materiais e no método avaliativo.

Pode-se dizer, então, que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. (MOREIRA, 1999, p. 11)

Sendo assim, a aprendizagem de novos conceitos se torna mais relevante aos alunos quando eles conseguem relacionar o novo conceito com os que já sabe, de maneira não arbitrária e não literal. A não arbitrariedade relaciona o material potencialmente significativo com os subsunçores especificamente relevantes. Em outras palavras, o novo conhecimento pode ser aprendido e retido na medida em que os conhecimentos anteriores sejam significativos e se apresentem claramente e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito. Tais conhecimentos prévios, portanto, são, em um primeiro momento, pontos de ancoragem para o novo conhecimento. Já a não literalidade indica que a aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados símbolos em particular. O que é incorporado à estrutura cognitiva é a essência do novo conhecimento e das novas ideias e esse novo pode ser expresso de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados.

[...] a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária ao que se o aprendiz já sabe [...]. (AUSUBEL, 1978, p. 41)

Para a ocorrência da aprendizagem significativa o tema a ser aprendido deve ser potencialmente significativo e o conhecimento prévio do aluno deve ser o ponto de partida para a seleção das atividades de ensino pelo professor, pois irão definir a utilização destes conhecimentos em relação aos conceitos a serem trabalhados. O aprendiz, por sua vez, deve manifestar disposição e interesse para explorar e aprender o que de novo o material propõe. A aprendizagem significativa se dá a partir da modificação dos conceitos prévios de forma a dar sentido aos novos elementos apresentados, construindo assim um novo conceito que vai além da simples superposição de ambos.

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.” (MOREIRA, 2010, p. 2)

O processo pelo qual uma nova informação obtém significado a partir da interação com os conhecimentos trazidos pelo educando, a caracteriza como subordinada em relação à estrutura existente previamente. Quando um conceito é aprendido por subordinação – processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor – ele também se transforma. Este processo de inserção de uma nova informação a conceitos é chamado de diferenciação progressiva.

Do ponto de vista instrucional ausubeliano, as ideias gerais e inclusivas de um conteúdo, i.e. aquelas que representam uma visão global do que se pretende discutir, devem ser apresentadas primeiro e em sequência desmembradas em tópicos detalhados e específicos. A organização sequencial além de desenvolver a diferenciação progressiva, deve definir e explorar os elementos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, ressaltando suas semelhanças e diferenças. Esse processo que relaciona conceitos e proposições, Ausubel denominou reconciliação integradora. Sendo assim, reconciliação integradora e diferenciação progressiva são

tanto processos cognitivos que acontecem no decorrer da aprendizagem de significados quanto estratégias didáticas a serem implementadas pelo professor.

Considerando a Teoria da Aprendizagem Significativa orientada por Ausubel, o papel do professor ao trabalhar novos conceitos em sala de aula é o de facilitar a aprendizagem significativa observando a estrutura e organização do conteúdo a ser estudado, organizando o material utilizado para a instrução dos alunos, identificando e acionando os conhecimentos prévios relevantes para a aprendizagem dos estudantes e propiciando os recursos para auxiliar na assimilação da matéria de ensino. Portanto, ao planejar as aulas, o professor deve utilizar recursos que promovam a aprendizagem significativa possibilitando a integração dos elementos da estrutura cognitiva dos alunos e relacionando-os com os novos conceitos construídos e/ou adquiridos.

Este trabalho, portanto, propõe uma organização que se contrapõe à aprendizagem mecânica. Esse tipo de aprendizagem, em geral, decorre de escolhas metodológicas que, explícita ou implicitamente, favorecem a literalidade e a arbitrariedade na estruturação cognitiva do novo conhecimento. Entre outros exemplos, é possível citar processos didáticos que não incentivam a participação ativa do aluno ao longo do processo, deixando-o como espectador e receptor de conteúdos, não favorecendo a interação do novo conhecimento com os conhecimentos prévios do estudante, promovendo a memorização de informações e sua repetição em avaliações específicas.

## **2.2 Gamificação**

O atual cenário educacional encontra dificuldades para engajar os estudantes, imersos numa sociedade em rede, pois a maioria das instituições de ensino utilizam os recursos educacionais tradicionais. As novas gerações utilizam de forma ampla diversas tecnologias, como computador, tablets e videogames (McGonical, 2012), não demonstrando interesse por aulas técnicas e com instruções em manuais. Uma aula tradicional com o professor protagonista e que dá a sua aula narrando um material pronto, embora factível, não parece ser a opção mais interessante para os

estudantes uma vez que é possível encontrar tais materiais em plataformas de compartilhamento de vídeos como o *Youtube*<sup>2</sup>, por exemplo. Neste sentido, parece mais promissor adaptar a metodologia de ensino ao interesse desse aluno, explorando elementos de seu cotidiano tais como a tecnologia, os games e a colaboração. Quando se leva em conta a realidade da nova geração e observa-se o modelo de ensino-aprendizagem, é possível observar a distância existente no modo como os estudantes percebem e vivenciam a realidade e como as instituições de ensino tratam essa mesma realidade. Não fica difícil perceber que a atual forma de ensino ocasiona desinteresse por parte do aluno pela forma como as informações são apresentadas, de modo abstrato.

A aprendizagem e a tecnologia têm muita coisa em comum, afinal ambas buscam simplificar o complexo. A grande diferença entre esses dois campos está na velocidade. Enquanto a tecnologia evolui muito rapidamente, parecemos insistir na utilização de apresentações de PowerPoint intermináveis que só dificultam o aprendizado, dispersando a atenção de nossos aprendizes que encontram um universo bem mais interessante em seus smartphones. (Alves, 2015, p. 2)

O indivíduo da geração tecnológica não se satisfaz apenas em receber um conhecimento; ele precisa testar, vivenciar e experimentar. Sendo assim, o uso de metodologias ativas na Educação Básica em geral e principalmente no ensino de Física tem se mostrado como uma alternativa para despertar o interesse e motivar os alunos. Na tentativa de reverter esse cenário tem surgido pesquisas sobre as metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em equipes, aprendizagem baseada em problemas e gamificação. Os estudantes que chegam às salas de aula vem crescendo com a revolução digital, na qual os jogos eletrônicos fazem parte da sua cultura. Sendo assim, a gamificação vem ganhando destaque no contexto de ensino-aprendizagem como ferramenta pedagógica, por contemplar a utilização de elementos e características de jogos no ambiente de aprendizagem com o objetivo de engajar, motivar e melhorar o desempenho dos alunos.

Buscando mudar a realidade do ensino tradicional com o protagonismo docente, é que a utilização da gamificação como recurso vem crescendo na tentativa de facilitar o aprendizado em situações reais, despertar o interesse e tornar os conteúdos mais acessíveis. As metodologias ativas, como a gamificação, vêm

---

<sup>2</sup> Site de compartilhamento de vídeos que são feitos e enviados pela internet pelo próprio usuário.

ganhando espaço expressivo no ensino por fomentar o interesse do aluno contemporâneo.

Na educação, o potencial da gamificação é imenso: ela funciona para despertar interesse, aumentar a participação, desenvolver criatividade e autonomia, promover diálogo e resolver situações-problema (Lorenzoni, 2016). Em sala de aula ela não precisa ser necessariamente um jogo, podendo ser apresentada uma dinâmica para a turma, a fim de despertar o interesse e envolver os alunos na busca de um propósito, fazendo com que participem do processo de ensino e aprendizagem. Esse processo permite a interação com os alunos e uma visibilidade melhor do rendimento dos estudantes.

A gamificação é uma estratégia de ensino onde o professor passa a ser um facilitador e o aluno um agente ativo no processo de aprendizagem. Nessa metodologia ativa, o professor estabelece um contrato didático (regras), desafia e estimula os estudantes a realizarem suas tarefas. Para a realização significativa, os agentes precisam desenvolver algumas estratégias como: explorar o problema, levantar hipóteses, tentar solucionar o problema a partir de seus conhecimentos prévios, identificar o que ele não sabe e o que é preciso conhecer para solucionar o problema, determinar as tarefas individuais e delegar responsabilidades para o estudo autônomo da equipe, compartilhar o novo conhecimento, aplicar o conhecimento para solucionar o problema e avaliar a solução do problema e a eficácia do processo utilizado. (SILVA, SALES, CASTRO, 2019)

Alguns elementos trazidos dos games que elevam a motivação e engajamento dos alunos podem ser: a) Desafios e missões que são tarefas específicas que o usuário deve realizar dentro de um sistema, sendo recompensado de alguma maneira por isso (pontos e medalhas) e que cria o sentimento de desafio para o usuário do sistema; b) Níveis que tem o objetivo de mostrar ao usuário seu progresso dentro do sistema e geralmente é utilizado em conjunto com os pontos; c) Pontuação, sistema de pontos de acordo com as tarefas que o usuário realiza, este é recompensado com uma quantidade determinada de pontos; d) Ranking é uma maneira de visualizar o progresso dos outros usuários e criar um senso de competição dentro do sistema; e) Medalhas/conquistas elementos gráficos que o usuário recebe por realizar tarefas específicas. (KLOCK, CARVALHO, ROSA, GASPARINI, 2014).



A gamificação tem como aliada a narrativa (*Storytelling*) para a humanização de situações do cotidiano dos estudantes. A humanidade é construída em torno de narrativas e as palavras são nosso meio de sociabilidade. Os seres humanos pensam, percebem, imaginam e fazem escolhas morais de acordo com as estruturas narrativas construídas (SUNWOLF, 2005). Storytelling é a capacidade de contar histórias a partir de narrativas envolventes, o significado do termo tem origem na junção das palavras “story” (“história” em inglês) e “telling” (forma nominal do verbo “tell”, que significa “contar”). Através da narrativa, o estudante é seduzido por uma imersão (simbólica, psicológica, racional, emocional), sendo colocado no mundo pela representação da história. “Assim, ele é estimulado a captar a realidade e a senti-la, pois, o grande propósito é oferecer elementos para uma compreensão muito mais rica, do que a mera explicitação que uma fórmula poderia fazer.” (Kobori, 2019)

A proposta do storytelling se concentra na libertação da criatividade do aprendiz, que pode pensar na resolução de problemas importantes e significativos para ele. A narrativa conduzida para fins de aprendizagem se diferencia dos meios narrativos convencionais, pois é criado em enredo dentro da vivência cotidiana do estudante envolvendo os conhecimentos que devem ser explorados.

Utilizando de elementos de gamificação tais como a narrativa (*Storytelling*<sup>3</sup>), distintivos e o sistema de desafio, conquistas e missões, a sequência didática proposta foi desenvolvida em formato de investigações. Nessas investigações, os Detetives do Barão de Tramandaí, como foram nomeados os alunos, atuaram, em equipes, como detetives na solução de alguns mistérios originados no contexto escolar. Esses mistérios tiveram como objetivo incentivar os alunos a interpretar situações do cotidiano escolar, nas quais os conceitos da Termologia estavam presentes.

### **2.3 Termologia**

O tópico da Física que será abordado para o desenvolvimento e implementação do produto educacional é a Termologia. Serão trabalhados conceitos relevantes sobre o tema, como: escala termométrica, equilíbrio térmico, sensação

---

<sup>3</sup> Narrativa. A aplicação do storytelling destina-se a contar histórias de maneira atrativa para o leitor ou ouvinte.

térmica<sup>4</sup>, transferência de calor, calor, condução, convecção e radiação, bem como as relações matemáticas de capacidade térmica, calor específico e quantidade de calor, e que estejam de acordo com a proposta de investigar, identificar e definir esses conceitos, implícitos no cotidiano escolar dos alunos.

A Termologia é a parte da Física que estuda os fenômenos relacionados com a temperatura e suas medidas, o calor e suas trocas, bem como processos a elas relacionados tais como a dilatação térmica e as mudanças de fases. A Termodinâmica, por sua vez, estuda as causas e os efeitos da mudança de temperatura, pressão e volume e as aplicações de tais variáveis de estado em diferentes fenômenos e não será abordada nesta proposta.

### **2.3.1 Temperatura e a Lei Zero da Termodinâmica**

No dia a dia é comum associar calor a temperaturas elevadas e frio quando a temperatura é baixa. No senso comum a temperatura está relacionada à ideia de “quente” e “frio”, pois é a sensação que os sentidos permitem identificar. Essas sensações não unívocas com medidas de uma grandeza que pode-se identificar em corpos ou sistemas, a temperatura. As sensações e medidas, no campo da Física, têm significados diferentes.

Todos os corpos são formados por moléculas que estão em constante movimento e interagem entre si. Enquanto a sensação térmica é uma impressão fisiológica, uma temperatura aparente sentida pelo corpo que nem sempre está de acordo com o conceito físico de temperatura, a temperatura é uma grandeza física diretamente ligada à energia cinética translacional média de átomos e moléculas de um corpo ou sistema (Hewitt, 2002, p.277). No Sistema Internacional de Medidas a temperatura termodinâmica é apresentada na Escala Termométrica Kelvin (K).

Como dito, as moléculas dos corpos estão em constante movimento (translação, vibração e rotação) possuindo, portanto, energia cinética que, junto com a energia potencial a elas associadas, estabelecem a chamada energia interna. Em uma mistura de água em temperatura ambiente (15-25°C) e água gelada (0-5°C), podemos observar que a água em temperatura ambiente possui energia

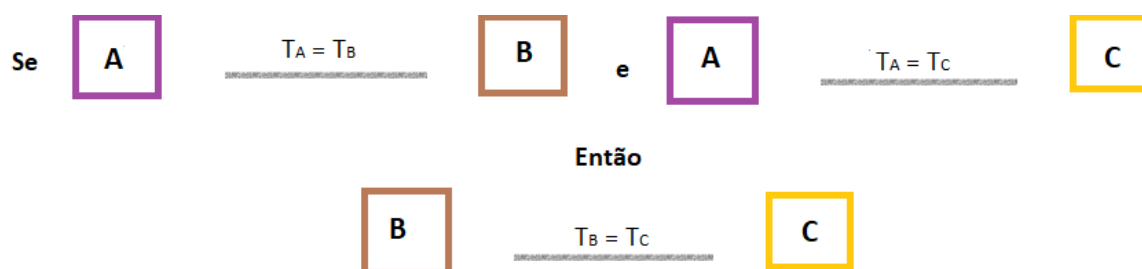
---

<sup>4</sup> No contexto da meteorologia, existe o conceito de sensação térmica que é uma grandeza bem definida a partir de uma relação matemática relacionada à temperatura medida e a velocidade do vento. Neste trabalho, no entanto, o termo sensação térmica será usado para identificar a percepção que um indivíduo tem a respeito de uma determinada situação ou temperatura.

translacional maior que a água gelada. Isso permite inferir que, quando misturadas, a energia translacional da água em temperatura ambiente acaba, em parte, cedida para a água gelada até que atinjam a mesma temperatura. Quando isso ocorre, dizemos que o sistema atingiu o equilíbrio térmico, ou seja, os dois corpos atingiram a mesma temperatura.

Assim, considerando três sistemas (A, B e C), é possível enunciar uma propriedade conhecida como Lei Zero da Termodinâmica representada na Figura 1 e expressa da seguinte forma: *“Quando A está em equilíbrio térmico com B e com C, então B também está em equilíbrio com C.”* (Adaptado de: Sears & Zemansky, 2008, p. 181).

Figura 1. Esquema da Lei Zero da Termodinâmica: Equilíbrio Térmico.



Fonte: A autora

A Lei Zero da Termodinâmica viabiliza o uso de termômetros de contato como os usados frequentemente em casa para medir a temperatura corporal. Isso porque a utilização do termômetro para avaliação da temperatura de um sistema fundamenta-se no fato de que, após algum tempo em contato, o sistema e o termômetro alcançam o equilíbrio térmico. Serão apresentados a seguir alguns tipos de termômetros e uma discussão acerca das escalas usadas para a medida de temperatura.

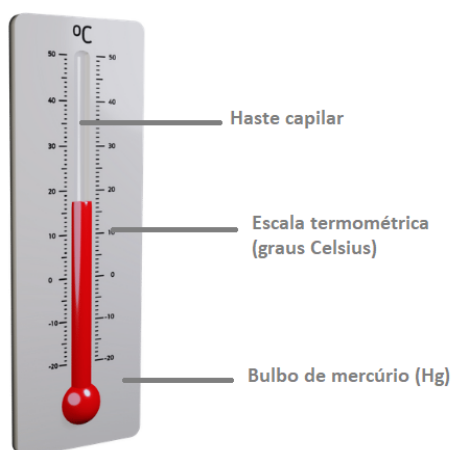
### 2.3.2 Termômetros e Escalas de Temperatura

Através de seus sentidos o homem estabelece uma relação de contato com o mundo físico que o cerca (PIRES, AFONSO, CHAVES, 2006), nesse sentido o corpo permite distinguir o quente do frio, porém sem precisão para determinar a temperatura em que o corpo se encontra. O termômetro surgiu da necessidade de

estabelecer um padrão de medida para essa temperatura. Podemos, portanto, citar alguns tipos de termômetros existentes que se diferem entre si pela grandeza termométrica, tais como: termômetro de líquido, termômetro de resistência, termômetro de gás e termopares.

O termômetro de líquido tem a forma de um tubo capilar feito de vidro, dentro deste tubo encontra-se um bulbo que contém o líquido e adapta-se a uma haste capilar de pequeno diâmetro. Essa haste objetiva marcar a dilatação ou a contração da substância (mercúrio ou álcool) aumentando a precisão da leitura, a temperatura é determinada a partir da expansão do fluido ao longo da haste do termômetro e indica a medida que está descrita numa escala.

Figura 2 – Termômetro comum mostrando o líquido inserido no bulbo e na haste capilar.



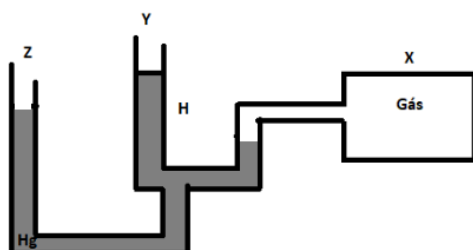
Fonte: canva.com

Descrição da figura feita pela autora.

Os termômetros de mercúrio ou álcool vem sendo cada vez mais substituído pelo termômetro de resistência de platina, estes são elétricos e usam a variação da resistência elétrica de um filamento de platina de alta nitidez. A variação é previsível e possibilita a realização de medições com exatidão. Já o termômetro de gás é um instrumento no qual a medida da grandeza termométrica é obtida através da leitura da pressão do gás mantido a um volume constante. Cabe destacar que o gás utilizado geralmente é o hélio ou o hidrogênio, extremamente rarefeito. Esse termômetro representa um recipiente que contém o gás sob baixa pressão e que é medida através da altura  $H$  da coluna de mercúrio que preenche o manômetro  $Y$ . Na figura 3 podemos observar um esquema do termômetro de gás a volume constante:

o volume é mantido constante pela movimentação do reservatório Z. A cada temperatura corresponde uma altura H de mercúrio.

Figura 3 – Esquema do termômetro de gás a volume constante.



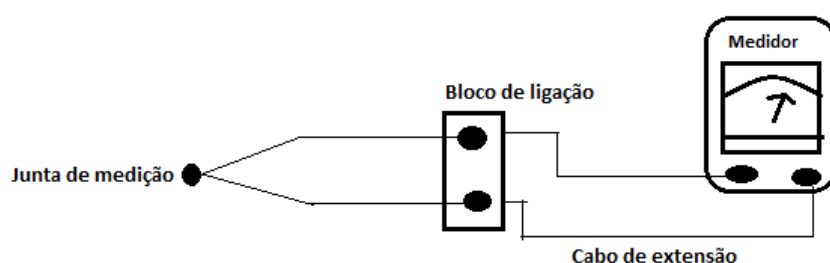
Fonte: A autora.

O termômetro termopar, por sua vez, consiste em dois condutores metálicos diferentes, conforme figura 4, ligados no ponto de medida (fonte de calor). Ao aquecer os condutores, percebe-se a diferença de potencial gerada no circuito e isso pode ser usado para determinar a temperatura.

Figura 4 – Imagem de termopar e esquema do seu funcionamento.



Fonte: canva.com



Fonte: A autora

Atualmente o termômetro utilizado em casa para medir a temperatura corporal é o digital axilar, embora o termômetro infravermelho, que não exige contato físico com o corpo, tenha estado em alta nos estabelecimentos em geral devido a

pandemia COVID-19 vivenciada nos anos de 2020 e 2021. O termômetro digital axilar tem, em sua extremidade, um sensor de temperatura (termopar) que varia sua tensão de acordo com a temperatura aplicada, essa tensão é transformada em sinais digitais que são enviados para uma tela de LCD. Na figura 5, pode-se observar um termômetro digital axilar em funcionamento.

Figura 5 – Termômetro digital axilar.



Fonte: canva.com.

O termômetro infravermelho, por sua vez, capta ondas infravermelhas emitidas pelo corpo aquecido, convertendo a energia térmica em um sinal elétrico por meio de um dispositivo que mede as ondas de infravermelho e gera um sinal elétrico proporcional a elas, determinando assim a temperatura do objeto/sistema. O funcionamento dos termômetros de contato, por outro lado, ocorre de acordo com a Lei Zero da Termodinâmica, pois exige que ele entre em equilíbrio térmico com um corpo cuja temperatura está sendo medida e o valor indicado representa a temperatura do próprio termômetro.

Para atribuir valores numéricos à temperatura dos corpos, foram criadas escalas termométricas que representam uma relação absoluta do grau de agitação de partículas e moléculas. As escalas mais conhecidas são a Escala Celsius, a Escala Fahrenheit e a Escala Kelvin que são apresentadas com mais detalhes a seguir.

Escala Celsius - de caráter empírico, proposta em 1742 pelo astrônomo suéco Anders Celsius. É a escala mais utilizada em todo o mundo para medir a temperatura dos corpos. Celsius adotou como referência dois pontos: a temperatura 0 (zero) para o ponto de congelamento da água e 100 (cem) para o ponto de ebulição da água, ambos à pressão normal de 1 atm (nível do mar). A distância

entre esses dois pontos foi dividida em 100 (cem) partes iguais e cada uma representa 1 grau Celsius (1 °C).

Escala Fahrenheit - foi criada através do modelo empírico em 1727 pelo físico alemão-polonês Gabriel Daniel Fahrenheit. Ele adotou como pontos fixos de fusão do gelo e ebulição da água, respectivamente, as temperaturas de 32° e 212°. A graduação da escala Fahrenheit tem 180 divisões, cada uma equivale a um grau Fahrenheit (1 °F).

Escala Kelvin - elaborada em 1848 pelo físico britânico Willian Thompson, mais tarde Lord Kelvin, essa escala estabelece um limite inferior de temperatura que uma substância pode alcançar, o chamado zero absoluto ou zero Kelvin (0 K) que é tido como 0 K ou - 273,15°C. Um acordo internacional firmado no ano de 1864 definiu o valor do kelvin como 1/273,15 da diferença entre o zero absoluto e a temperatura do ponto tríplice da água (0,01°C = 273,16K), ponto no qual a água, o gelo e o vapor de água coexistem.

Em 1954, o kelvin foi adotado como unidade oficial de temperatura pelo Sistema Internacional de Unidades (SI). A escala kelvin tem como ponto de fusão do gelo 273,15 K e ponto de ebulição da água 373,15 K. Na tabela 1 aponta-se uma comparação de três temperaturas nas três escalas mencionadas.

Tabela 1 – Comparação entre as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin

<b>Escala</b>	<b>Celsius (°C)</b>	<b>Fahrenheit (F)</b>	<b>Kelvin (K)</b>
Zero absoluto	-273,15	-459,67	0
Água em ebulição	100	212	373,15
Água em fusão	0	32	273,15

Fonte: Adaptado de Halliday Resnick, 2009, p.186.

A partir da comparação dos valores de uma mesma temperatura (pontos fixos) nas diferentes escalas termométricas, pode-se obter uma relação matemática (Equação 1) que permite a transformação de valores de temperatura nas diferentes escalas.

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} = \frac{T_k - 273,15}{5} \quad (1)$$

onde  $T_c$  é a temperatura na escala Celsius [°C],  $T_f$  é a temperatura na escala Fahrenheit [°F] e  $T_k$  é a temperatura na escala Kelvin [K].

### 2.3.3 Calor e Energia

A energia térmica trocada entre os corpos em função de uma diferença de temperatura entre eles é denominada calor. Parte da energia de uma xícara de chá quente, por exemplo, será cedida ao ambiente se esta xícara for deixada sobre uma mesa. Nesse caso, será possível observar que a temperatura da xícara diminuirá até se tornar igual à temperatura do ambiente. Quanto maior a diferença de temperatura entre dois corpos ou entre um corpo e o ambiente, maior será o fluxo de energia térmica entre eles sendo a energia cedida do corpo com a maior temperatura para aquele de temperatura inferior. Ou como define Halliday e Resnick (2009, p. 190): *“Calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura.”*

No cotidiano, o efeito mais comum que permite observar a troca de calor se dá ao aquecer ou resfriar um objeto, ou seja, quando se fornece ou retira energia térmica. A elevação da temperatura ou resfriamento de um corpo depende do material que o corpo é composto, da quantidade de calor fornecida e da quantidade de matéria do corpo.

A capacidade térmica ( $C$ ) de um objeto é uma grandeza física associada aos corpos e as substâncias puras e é dada pela razão entre a quantidade de calor ( $Q$ ) e a variação de temperatura ( $\Delta T$ ) por ela gerada, onde  $\Delta T$  é a diferença entre as temperaturas final e inicial desse objeto. A expressão matemática que representa essa relação é dada na equação 2.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (2)$$

Em 1848 a comunidade científica, após definir que o calor é energia em trânsito, concluiu que sua unidade no Sistema Internacional de medidas deveria ser a mesma da energia mecânica já conhecida, o joule (J). Tem-se atualmente que uma caloria equivale a 4,186 J, sendo a caloria (cal) a quantidade de calor ( $Q$ ) necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água de 14,5°C para 15,5°C.



A capacidade térmica ( $C$ ) de um objeto pode ser obtida a partir do produto entre a massa deste objeto e o calor específico do material de que o objeto é feito, conforme podemos verificar na equação 3.

$$C = m c \quad (3)$$

Define-se, portanto, a quantidade de calor,  $\Delta Q$ , absorvida ou liberada por um corpo de massa  $m$  e calor específico  $c$ , quando sua temperatura varia de  $\Delta T$ , na equação 4.

$$Q = m c \Delta T \quad (4)$$

Quando não há mudança de fase, a quantidade de calor é considerada positiva quando ela é transferida para o corpo e sua temperatura aumenta ou negativa quando o calor é liberado pelo corpo e sua temperatura diminui. Cada material ou substância apresenta diferentes efeitos de aquecimento/resfriamento diante de uma troca de energia. Para quantificar essa propriedade define-se uma grandeza chamada calor específico. Quanto maior o calor específico, mais difícil é o aquecimento ou resfriamento desse material ou substância, portanto menor é a sua variação de temperatura dada a mesma quantidade de energia trocada.

O calor específico  $c$  é definido como a capacidade térmica por unidade de massa. O calor específico não se refere a um objeto, mas a uma unidade de massa do material do qual o objeto é constituído. A unidade de medida mais utilizada é cal/g °C e a relação matemática que leva ao seu valor é apresentada na equação 5.

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \quad (5)$$

A tabela 2 mostra o calor específico de algumas substâncias à temperatura ambiente.

Tabela 2 - Calor específico de algumas substâncias.

<b>Substância</b>	<b>Calor específico (cal/g K)</b>
Sólidos elementares	
Chumbo	0,0305
Tungstênio	0,0321
Prata	0,0564
Cobre	0,0923
Alumínio	0,215
Outros sólidos	
Latão	0,092
Granito	0,19
Vidro	0,20
Gelo (-10 °C)	0,530
Líquidos	
Mercúrio	0,033
Etanol	0,58
Água do mar	0,93
Água doce	1,00

Fonte: Halliday e Resnick, 2007, p.191

### **2.3.4 Mecanismos de Transferência de Energia em Processos Térmicos**

A transferência de calor pode ocorrer através de três mecanismos de transmissão: condução, convecção e irradiação.

A condução é um processo em que os átomos de uma região quente possuem energia cinética média de translação maior do que a energia cinética média de translação de uma região vizinha. Com as colisões os átomos da região

quente transmitem parte de sua energia aos átomos vizinhos, que por sua vez transmitem energia para outros átomos vizinhos, repetindo o fenômeno ao longo de todo o material. Os átomos em si não se deslocam de uma região para outra, mas a energia cinética é transferida. Podemos exemplificar tal processo com o aquecimento de uma xícara quando preenchida por um líquido quente. Nesse caso, a energia é transferida da parede interna da xícara para sua parede externa sem que as moléculas de uma parte se desloquem para outra. Naturalmente, nem todos os materiais se comportam da mesma forma no que se refere à sua capacidade de transferência de energia. Alguns objetos apresentam maior facilidade para essa condução de energia, como os metais por exemplo, enquanto outros podem apresentar características que permitem sua classificação como isolantes térmicos, embora não seja uma definição absoluta.

A taxa de condução  $P_{cond}$  é dada pela equação 6, na qual  $k$  representa a condutividade térmica,  $A$  é área por onde ocorrerá a condução,  $T_k - T_f$  representa a diferença de temperatura entre o ponto mais quente e o ponto mais frio e  $L$  é sua espessura.

$$P_{cond} = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_k - T_f}{L} \quad (6)$$

Outro processo de transferência de energia por calor bastante presente em nosso cotidiano é a convecção. A convecção é o processo de troca de calor que ocorre por meio do deslocamento de matéria que, junto de si, acaba carregando energia térmica. Esse processo é mais frequente nos fluidos uma vez que suas ligações intermoleculares são mais fracas que nos sólidos, dificultando a condução e permitindo o movimento de partículas e moléculas que unidas, levam a energia térmica a elas associada. Além disso, a dilatação decorrente do aquecimento de partes dos fluidos, associada a princípios hidrostáticos, costuma favorecer a circulação natural das moléculas de fluidos com aquecimento irregular. São exemplos desta circulação natural os movimentos atmosféricos que determinam as condições climáticas ao longo do dia. A convecção pode ainda ser forçada, o que ocorre quando o fluido é impulsionado de maneira não natural. Um bom exemplo deste mecanismo é encontrado no corpo humano, a convecção forçada do sangue em que o coração desempenha o papel de uma bomba.

Um terceiro processo de transferência de energia é a irradiação, também chamada de radiação. Na radiação um sistema e o ambiente podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas não sendo, portanto, necessária a existência de um meio material, ela pode ocorrer através do vácuo, como ocorre na troca de energia entre o Sol e a Terra.

A emissão de energia de um corpo, via radiação eletromagnética, pode ser quantificada por meio da Lei de Stefan-Boltzmann e de uma taxa de emissão de energia. Esse processo dependerá da área  $A$  da superfície do objeto, da emissividade  $\varepsilon$  desta superfície que varia entre 0 e 1 e representa a razão entre a taxa de radiação de uma superfície de um corpo ideal com a mesma área e a mesma temperatura, da constante de Stefan-Boltzmann cujo valor é  $\sigma$  ( $5,669 \cdot 10^{-8} W/m^2 K^4$ ) e de sua temperatura absoluta  $T$ . Para obter a taxa de emissão de energia por meio da radiação e relacionando as informações citadas, aplica-se a equação 7.

$$P_{rad} = A\varepsilon\sigma T^4 \quad (7)$$

É importante considerar ainda que um corpo enquanto irradia também absorve radiação eletromagnética do ambiente, caso contrário, ele irradiaria sua energia até ter sua temperatura diminuída ao zero absoluto. Portanto, se um corpo apresentar temperatura  $T$  e ao seu redor a temperatura for  $T_0$ , a taxa resultante de variação de energia ( $P_R$ ) para o corpo em consequência da irradiação será dada pela equação 8. Nesta equação tem-se  $P_a$  que representa a taxa de energia absorvida,  $P_i$  a taxa de energia irradiada,  $A$  a área da superfície do objeto e  $\varepsilon$  a emissividade.

$$P_R = P_a - P_i = A\varepsilon\sigma(T^4 - T_0^4) \quad (8)$$

Isso nos permite concluir que quando um corpo encontra-se em equilíbrio térmico com o meio, irradia e absorve energia à mesma taxa o que faz com que ele mantenha sua temperatura constante. Por outro lado, quando um corpo está mais quente que o meio, irradia mais energia do que absorve e se resfria.

Com esse breve apanhado sobre os conceitos básicos a serem considerados neste trabalho, entende-se possível uma visão geral acerca dos temas relevantes no estudo da terminologia. Desta forma, é possível passar à discussão dos trabalhos correlatos disponíveis na literatura, o que é feito no capítulo a seguir.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura foi realizada por meio de uma busca por palavras chave no título de artigos e dissertações publicados nos últimos dez anos (de 2011 a 2021). Considerando os objetivos estabelecidos para esse trabalho foram feitas buscas pelas seguintes palavras-chave: Curso Normal, Termologia e gamificação. A busca também foi feita por palavras relacionadas com a Termologia, como: calor, temperatura, condução, convecção, irradiação e escalas termométricas. A pesquisa foi feita diretamente na plataforma das revistas e dissertações selecionadas a partir de suas relações com esse trabalho e com o público-alvo das publicações, docentes de Física. Nesse sentido, foram investigadas as publicações acadêmicas do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física e do Mestrado Profissional em Ensino de Física - PPGEnFis UFRGS (Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Foram analisadas também as publicações das revistas: A Física na Escola, Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Após a busca e seleção dos artigos e dissertações que traziam no seu título as palavras relevantes para esse trabalho, fez-se a leitura dos resumos de cada proposta encontrada bem como os elementos pertinentes de seu conteúdo. Tal análise permitiu a construção do quadro 1 no qual é apresentada uma visão geral dos trabalhos incluindo algumas de suas características.

Quadro 1 - Informações relevantes das publicações sucintas da revisão da literatura.

Repositório ou Periódico de origem	Título	Base teórica e/ou metodológica	Ano
Publicações acadêmicas do MNPEF	Parodiando a Física: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o uso da musicalidade para o ensino de Temperatura e Calor na Educação Básica.	Teoria da Aprendizagem significativa (TAS)/ Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)	2020

	O ensino de óptica geométrica para futuras(os) professoras(es) do Curso Normal através de metodologias ativas de ensino-aprendizagem.	TAS, Aprendizagem e prática de experimentos. Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem por Investigação e Experimentação	2020
	Laboratório virtual de calorimetria: uma ferramenta potencialmente significativa para a aprendizagem ativa dos discentes.	Laboratório virtual	2021
	UEPS para o ensino dos modos de transmissão de calor, utilizando mapas conceituais para o acompanhamento do aprendiz.	TAS e UEPS associados a mapas conceituais	2020
	Ensino da Termologia utilizando a metodologia Peer Instruction.	Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, Peer Instruction e Just-in-time teaching	2019
	Utilização de simulações computacionais no Ensino de Física, na área da Termologia	TAS/ Simulações Computacionais	2017
	Gamificação no Scratch como recurso para aprendizagem potencialmente significativa no Ensino de Física: Lançamento de projéteis.	TAS e Gamificação	2017
	O ensino de Física térmica utilizando história em quadrinhos.	Histórias em Quadrinhos (HQs)	2018
	Um guia didático para o conteúdo de grandezas e medidas via gamificação.	TAS e Gamificação	2017
	Gamificação e games no ensino de mecânica newtoniana: uma proposta didática utilizando o jogo Bunny Shooter e o aplicativo Socrative.	Gamificação.	2017
	Física no dia a dia: Termologia.	Abordagem Experimental	2019

	Gamificação, uma estratégia para promover o ensino e aprendizagem de gravitação no ensino médio.	Gamificação	2017
Mestrado Profissional em Ensino de Física - PPGEnFis UFRGS	Ensino de calorimetria com ênfase no desenvolvimento da habilidade de leitura e interpretação de gráficos.	TAS e Abordagem Experimental	2016
	Formação dos alunos do curso normal para o ensino de ciências nas séries iniciais: uma experiência em Física Térmica.	TAS e Vygotsky	2009
	Física térmica: uma Abordagem Histórica e Experimental.	TAS e Abordagem Experimental	2008
	Programa para qualificação de Professores para Ensino de Física em Séries Iniciais do Ensino Fundamental.	Atividades em laboratório e análise textual	2007
	Aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na Física Térmica do Ensino Médio.	TAS	2006
	Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio.	TAS e TIC's	2005
A Física na Escola	Ensino de termologia com aplicação do jogo "Caminhos Termométricos".	Gamificação	2018
	Sugestão de experimento para a verificação da troca de calor por convecção.	Abordagem Experimental usando materiais de baixo custo.	2002
	Construção de um termômetro para fins didáticos.	Abordagem Experimental	2012
Revista Brasileira de Ensino de Física.	Simulações de condução de calor unidimensional com o software Maxima.	TIC's	2023
	A gamificação como design instrucional.	Aprendizagem baseada em games (ABG)	2022



	Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários.	Abordagem Experimental	2020
	Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física.	Gamificação	2019
	Produção de entropia e o problema da condução do calor.	TIC's	2016
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos.	História e Filosofia das Ciências (HFC)	2013
	Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo como auxiliar no ensino de conceitos básicos de termologia.	TAS	2014
	Projeto de um calorímetro de relaxação para ensino de Física.	Abordagem Experimental	2016
	Uma proposta de gamificação do processo avaliativo no ensino de física em um curso de licenciatura.	Gamificação	2021

Os resultados elencados no quadro 1 apontam que, embora a necessidade de alternativas metodológicas de Ensino de Física direcionadas a cursos de formação de professores seja latente, há uma lacuna quando se trata de docentes dos cursos normais. Tal fato pode ser identificado por meio de buscas de estudos diretamente ligados ao contexto dos cursos normais nos principais periódicos brasileiros direcionados a professores de Física. Na Revista Brasileira de Ensino de Física, por exemplo, de 2001 até 2021 são encontrados apenas 3 artigos direcionados ao tema Termologia e nenhum artigo no contexto de Cursos Normais. Já entre as 642 dissertações publicadas pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), apenas duas faziam referência a alunos de cursos normais em seus títulos. Isso, associado aos já conhecidos problemas de alfabetização científica dos alunos brasileiros (LORENZETTI, 2001) indica a relevância de maior atenção na formação daqueles que virão a ser professores das séries iniciais.

No que se refere à escolha metodológica de ensino-aprendizagem desta dissertação, é possível verificar que o termo gamificação vem se tornando popular há aproximadamente 20 anos. Apesar disso, pode-se perceber que esse recurso ainda é pouco utilizado no contexto investigado. No MNPEF, por exemplo, temos quatro (4) publicações, de um total de 642, que trazem a gamificação como recurso de ensino-aprendizagem. Já na Revista Brasileira de Ensino de Física encontramos apenas 2 trabalhos tratando desse assunto ao longo dos 10 anos investigados.

Desta forma, é possível perceber que tanto o público-alvo do presente trabalho - alunos do curso normal - quanto a metodologia de ensino-aprendizagem - Gamificação - se apresentam como possibilidades de considerável potencial para investigação e desenvolvimento de recursos educacionais.

A Termologia, por sua vez, se mostrou mais frequente do que os temas anteriormente citados. Ainda assim, em menor quantidade do que outros temas da Física, especialmente aqueles ligados à Mecânica tais como Cinemática e Leis de Newton. Isso, associado à relevância prática do tema e seu potencial de contextualização junto a alunos de diferentes idades bem como a possibilidade de desenvolver atividades práticas de baixo custo, fez com que ele fosse o escolhido para o desenvolvimento deste trabalho.

Considerando tais fatos e a importância de que os futuros professores compreendam e compartilhem os conhecimentos com seus futuros alunos, desenvolveu-se uma proposta didática para tratar do tema da Termologia junto a estudantes do Curso Normal. Nessa abordagem são discutidos os conceitos como calor, temperatura além de suas aplicações práticas a partir de um processo metodológico com potencial replicação no Ensino Fundamental, nível de ensino em que os atuais alunos serão habilitados a atuar.

No capítulo a seguir será realizado o detalhamento metodológico de tal processo bem como serão descritos os detalhes de sua aplicação experimental.

## **4 METODOLOGIA**

Neste capítulo apresenta-se os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho. É possível encontrar a descrição da instituição onde o produto educacional foi implementado, os sujeitos envolvidos e o processo de aplicação da sequência didática desenvolvida, bem como os recursos utilizados.

### **4.1 A instituição de ensino da aplicação do produto educacional**

A aplicação do produto educacional aqui apresentado ocorreu no Instituto Estadual de Educação Barão de Tramandaí. Tal instituição pertence à rede pública estadual de ensino, localizada na Avenida Rubem Berta, 1565, no centro do município de Tramandaí, no litoral norte gaúcho.

A escolha por essa instituição se deu pelo fato da mestrandia trabalhar na referida escola há 11 anos. Essa experiência profissional propiciou o conhecimento da realidade da comunidade escolar, dos indivíduos que ali se encontram, sejam docentes ou discentes. Tal conhecimento da realidade favoreceu o planejamento das ações de aplicação do produto especialmente no que se refere ao perfil dos alunos que ingressam no Ensino Médio Curso Normal.

Essa instituição de ensino oferece formação em nível fundamental, médio, educação de jovens e adultos, curso normal concomitante com ensino médio, curso normal subsequente, curso técnico em transações imobiliárias e técnico em contabilidade. O regime de funcionamento das atividades na instituição acontece nos três turnos e atende atualmente em torno de mil estudantes regularmente matriculados.

A escola possui quatorze salas de aula, sala de AEE (Atendimento Educacional Especializado), dois laboratórios de informática, laboratório de ciências, sala de professores, biblioteca, secretaria, refeitório, auditório, quadra de esportes e bom espaço aberto para convivência dos estudantes. Por possuir cursos em nível técnico e formação de professores para atuarem com a educação infantil e os anos iniciais do ensino fundamental, a escola recebe estudantes de diversas cidades do litoral norte gaúcho.

A instituição conta com, aproximadamente, oitenta servidores no seu quadro de recursos humanos, entre funcionários de escola e professores. O quadro docente é formado por profissionais que, em sua maioria, possuem graduação e pós-graduação em nível de especialização e quatro mestres.

## **4.2 Organização da aplicação do produto educacional**

O produto educacional foi aplicado após exame de qualificação, no segundo bimestre do ano letivo de 2022. Para tanto, foram utilizadas seis aulas de dois períodos com cinquenta minutos cada, totalizando dez horas. Nas próximas seções serão descritas a proposta de aplicação do produto educacional, suas etapas planejadas e o desenvolvimento previsto para as seis aulas. No capítulo 4, por sua vez, serão apresentados os detalhes da implementação e os resultados obtidos.

## **4.3 Planejamento das aulas**

A proposta de produto educacional aqui apresentada, trata de uma sequência didática, potencialmente significativa, que busca colocar o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem. Por meio de atividades colaborativas, permeadas por elementos de gamificação, os alunos terão a oportunidade de construir conceitos relativos ao tema proposto e ressignificar alguns conceitos, cientificamente equivocados, trazidos em sua estrutura cognitiva, geralmente influenciada pela vivência cotidiana.

A proposta se desenvolverá em torno do estudo da Termologia e atenderá uma turma de alunos do primeiro ano do Ensino Médio Curso Normal, composta por 28 alunos. A turma escolhida para a aplicação do produto é formada por 22 alunos oriundos do Ensino Fundamental de diferentes escolas municipais de Tramandaí e 6 alunos vindos de escolas de cidades vizinhas em busca de formação básica e profissional, sendo 25 meninas e 3 meninos. A escolha do tema foi motivada por tratar-se de um assunto facilmente contextualizado no ambiente escolar e com

especial potencialidade para abordagens com alunos das séries iniciais, nível de ensino no qual os agora estudantes estão sendo preparados para lecionar. Nesta sequência didática, será abordada a parte da Termologia que trata dos fenômenos relacionados à termometria e a calorimetria

Devido ao pouco tempo destinado à Física na grade curricular e à forma como ela é normalmente apresentada, i.e., desvinculada da realidade dos alunos, torna-se um desafio ao professor apresentar uma abordagem adequadamente contextualizada. Buscando tornar o ambiente de aprendizagem atrativo e fomentar sua utilização pelos futuros professores, serão utilizados elementos da gamificação como metodologia ativa, com o objetivo de promover engajamento dos alunos, trabalho em equipe, foco e conseqüentemente a resolução dos problemas através das informações e recursos disponibilizados.

A gamificação consiste na utilização de elementos e características de jogos no ambiente de aprendizagem para engajar, motivar e melhorar o desempenho dos alunos. A utilização desse recurso facilita o aprendizado em situações reais, desperta o interesse e torna os conteúdos mais acessíveis. As metodologias ativas, como a gamificação, vêm ganhando espaço expressivo no ensino por fomentar o interesse do aluno contemporâneo. Uma aula tradicional com o professor protagonista e que dá a sua aula narrando um material pronto, embora factível, não parece ser a opção mais interessante para os estudantes uma vez que é possível encontrar tais materiais em plataformas de compartilhamento de vídeos como o *Youtube*<sup>5</sup>, por exemplo. Neste sentido, parece mais promissor adaptar a metodologia de ensino ao interesse desse aluno, explorando elementos de seu cotidiano tais como a tecnologia, os games e a colaboração.

Na educação, o potencial da gamificação é imenso: ela funciona para despertar interesse, aumentar a participação (TOLOMEI, 2017, p. 147), desenvolver criatividade e autonomia, promover diálogo e resolver situações-problema. Em sala de aula ela não precisa ser necessariamente um jogo, podendo ser apresentada na forma de dinâmicas perenes a fim de despertar o interesse e envolver os alunos na busca de um propósito, fazendo com que participem do processo de ensino e aprendizagem. (TOLOMEI, 2017, p. 154, apud, ALVES, 2015, p. 41). Esse processo

---

<sup>5</sup> Site de compartilhamento de vídeos que são feitos e enviados pela internet pelo próprio usuário.

permite a interação com os alunos e uma visibilidade melhor do rendimento dos estudantes.

Utilizando de elementos de gamificação tais como a narrativa (*Storytelling*<sup>6</sup>), distintivos e o sistema de desafio, conquistas e missões, a sequência didática proposta foi desenvolvida em formato de investigações. Nessas investigações, os Detetives do Barão de Tramandaí, como serão nomeados os alunos, atuarão, em equipes, como detetives na solução de alguns mistérios originados no contexto escolar. Esses mistérios terão como objetivo incentivar os alunos a interpretar situações do cotidiano escolar, nas quais os conceitos da Terminologia estavam presentes. No Quadro 2 é apresentada uma descrição sucinta de cada aula acompanhada de seus respectivos objetivos e, na sequência, são apresentadas detalhadamente.

Quadro 2: Descrição sucinta das aulas da sequência didática e de seus objetivos.

	<b>Objetivo da Atividade</b>	<b>Etapas da Atividade</b>
<b>Aula 1</b>	Familiarizar os estudantes com a proposta. Identificar os conhecimentos prévios dos alunos.	Formação das equipes por meio de quebra-cabeças. Apresentação e contextualização da proposta. Levantamento de conhecimentos prévios por meio de uma conversa e de um questionário.
<b>Aula 2</b>	Diferenciar os conceitos de sensação térmica e temperatura. Promover a discussão desses conceitos por meio de argumentação	Apresentação à turma do mistério do Episódio 1: Aglomeração na hora do conto. Visita investigativa à biblioteca. Disponibilização de materiais de apoio para a investigação.

<sup>6</sup> Narrativa. A aplicação do storytelling destina-se a contar histórias de maneira atrativa para o leitor ou ouvinte.

	cientificamente fundamentada.	<p>Orientação para criação, teste e sustentação das hipóteses do grupo.</p> <p>Discussão mediada pela docente sobre os conceitos de sensação térmica e temperatura.</p>
<b>Aula 3</b>	<p>Apresentar e relacionar as escalas termométricas por meio da investigação e análise de uma situação problema.</p> <p>Fomentar o processo de análise de dados e proposição de hipóteses.</p>	<p>Apresentação à turma do mistério do Episódio 2: A Febre.</p> <p>Incentivo e orientação da busca de dados junto ao Monitor Mesquita e dos locais por ele indicado.</p> <p>Orientação para criação, teste e sustentação das hipóteses das equipes.</p> <p>Discussão mediada pela docente sobre as diferentes escalas termométricas e suas correlações.</p>
<b>Aula 4</b>	<p>Promover a compreensão teórica do conceito de equilíbrio térmico e da Lei Zero da Termodinâmica.</p> <p>Oportunizar o desenvolvimento de capacidades ligadas a atividades experimentais.</p>	<p>Apresentação à turma do mistério do Episódio 3: O café esfriou.</p> <p>Incentivo e orientação para discussão em equipes sobre as hipóteses de solução do mistério.</p> <p>Desenvolvimento de atividade experimental buscando a análise das hipóteses levantadas por cada equipe.</p> <p>Discussão mediada pela docente a partir das hipóteses e sustentações de cada equipe.</p>
<b>Aula 5</b>	Propiciar a compreensão das relações matemáticas associadas	<p>Retomar a discussão sobre as hipóteses levantadas na aula 4.</p> <p>Propor a realização da atividade</p>

	<p>aos conceitos de capacidade térmica, calor específico e quantidade de calor.</p>	<p>experimental para revalidar as hipóteses.</p> <p>Aula expositiva com o auxílio de material visual.</p> <p>Escrever um ofício de resposta para a diretora e apresentar para a turma.</p>
<p><b>Aula 6</b></p>	<p>Introduzir a discussão contextualizada sobre os mecanismos de transferência de energia em processos térmicos.</p> <p>Desenvolver a capacidade de redação de textos com fundamentação científica.</p>	<p>Fomento à curiosidade dos estudantes por meio de pistas deixadas na entrada da escola.</p> <p>Apresentação à turma do mistério do Episódio 4: No Refeitório.</p> <p>Incentivo e orientação para visita ao refeitório e posterior estudo dos materiais disponibilizados.</p> <p>Discussão em grupos sobre a explicação dos fenômenos relatados na carta encontrada nas pistas iniciais.</p> <p>Elaboração de uma carta de resposta, esclarecendo as dúvidas manifestadas na carta encontrada nas pistas iniciais.</p> <p>Leitura das cartas-resposta e discussão mediada pela docente a partir das explicações dadas por cada equipe aos fenômenos investigados.</p> <p>Encerramento da sequência didática com entrega dos certificados de detetives aos alunos participantes.</p>

Fonte: A autora.

#### 4.3.1 Aula 1 - Apresentação da proposta

A primeira etapa de implementação do produto educacional foi pensada tendo como objetivo apresentar a proposta de trabalho aos alunos e identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre alguns tópicos de Termologia, assim



como despertar o interesse e motivar os mesmos através de dinâmicas e questões problematizadoras. Para essa dinâmica serão planejados dois períodos que juntos totalizam cem minutos. No primeiro momento a proposta planejada prevê a distribuição, para cada aluno, de uma peça de um quebra cabeça feito a partir de imagens pré selecionadas e relacionadas com alguns conceitos de Termologia, conforme figuras 6 e 7. A partir disso, eles deverão procurar entre os colegas as outras partes da figura. Em seguida, a professora instruirá que os alunos que tiverem as peças que se encaixam formam as equipes que trabalharão juntas até o final da sequência didática. Cada imagem estará dividida em quatro partes e, portanto, dará origem a equipes compostas por quatro alunos. A professora explicará que a proposta educacional coloca o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, e que, a partir deste momento, cada equipe se torna uma equipe de Detetives do Barão de Tramandaí. Essas equipes participarão de atividades colaborativas através de estratégias ativas de ensino como experimentação e investigação construindo conceitos relativos à Termologia.

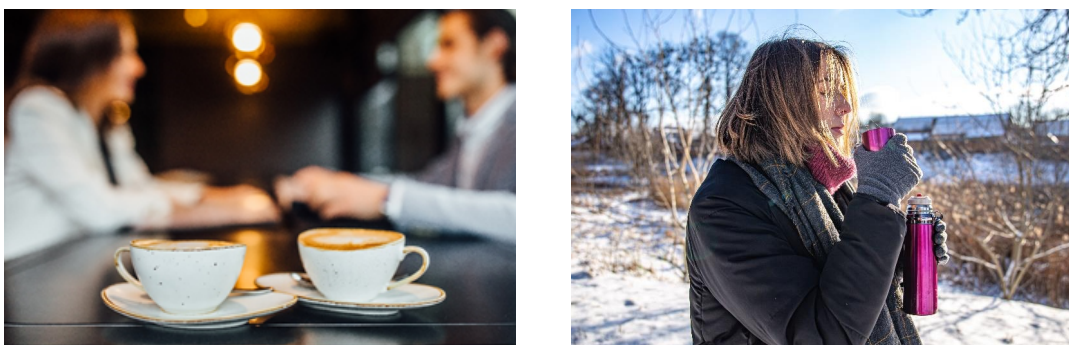
Com os grupos formados, cada equipe receberá um kit para auxiliar nas suas investigações, contendo um pequeno quadro verde, bloco de anotações e lápis (individual), uma carteirinha, uma lupa e um termômetro. Será solicitado que as equipes analisem as imagens e anotem no quadro de apoio palavras chave sobre o que representa cada figura e se essas imagens têm alguma relação com a Física. Na sequência, um representante de cada equipe fará a exposição das ideias para os demais colegas. Pretende-se com isso, obter algum vestígio inicial quanto aos conhecimentos prévios dos alunos, tendo a professora o papel de instigar e comentar os temas e ideias expostos pelos alunos.

Figura 6 – Cinco imagens utilizadas para o quebra-cabeça



Fonte: Banco de imagens Google<sup>7</sup>

Figura 7 – Imagem utilizada para o quebra-cabeça



Fonte: freepik.com<sup>8</sup>





















Depois de conversar com os alunos a respeito das figuras formadas a partir do quebra cabeça, cada equipe de detetives receberá um enigma a ser decifrado. O enigma trata-se de um jogo no qual os alunos devem decifrar o que está escrito de

<sup>7</sup> Banco de imagens Google: Licença Creative Commons, acesso em 10/4/2022

<sup>8</sup> <a href='https://br.freepik.com/fotos-vetores-gratis/mulher-cafe'>Mulher café foto criado por pvproductions - br.freepik.com</a>, acesso em 22/4/2022#

forma oculta por imagens e combinações de letras e/ou sílabas. Cada enigma revelará um tópico da Termologia que a partir da segunda aula será abordado como uma situação misteriosa, a qual os alunos precisarão analisar, investigar e resolver. Ao decifrar o enigma, as equipes encontrarão palavras como: escala termométrica, equilíbrio térmico, sensação térmica, transferência de calor, calor, condução, convecção e radiação. A professora, neste momento, instigará uma discussão a respeito da relação entre as imagens da atividade anterior e as palavras descobertas na solução do enigma. A figura 8 traz os enigmas a serem desvendados pelas equipes.

Figura 8: Enigmas

 - da +	 - ba	 - n + m +	 - fita
2a vogal +	 - nto +	 - vro + brio	tér + 
 +	 - caixa		
 +	 - F		
 - idor +	 +	 melã	  - sa +  - f
 trocar RA por NDU			
 - o +	 - educ		

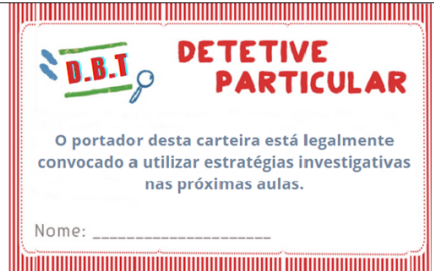
Fonte: A autora.

Objetivando ainda investigar o que os alunos sabem sobre as possíveis situações que iremos abordar nas próximas aulas sobre a Terminologia, uma vez que essa abordagem se dará com situações vivenciadas no cotidiano do aluno, a etapa seguinte da aula buscará identificar os conhecimentos prévios com um questionário online. O questionário será apresentado na plataforma *Socrative*, com cinco questões objetivas e uma questão dissertativa (Apêndice B). Os estudantes serão apenas instruídos a responderem com o que acreditam ser a explicação correta de acordo com as suas concepções.

Após todos os estudantes responderem ao questionário, vamos realizar uma conversa mediada pela professora, explicando o objetivo deste momento da aula, e o que será desenvolvido nas próximas etapas da sequência didática. Nesse momento, também será exposto a partir de uma conversa breve, a temática que será abordada junto a turma nas próximas aulas.

Para encerrar a aula, os alunos receberão as orientações finais sobre a metodologia, inclusive destacando que cada atividade concluída dará direito a um adesivo em sua carteirinha de detetive e que ao final da proposta didática as equipes irão receber um certificado de acordo com a realização das tarefas, e encerrará com espaço para perguntas e respostas sobre o processo. A figura 9, apresenta o modelo de carteirinha utilizado na proposta e a figura 10 é o modelo de certificado a ser preenchido ao final da prática e entregue para os alunos.

Figura 9 – Imagem da carteirinha que cada aluno detetive irá receber.

 <p><b>D.B.T. DETETIVE PARTICULAR</b></p> <p>O portador desta carteira está legalmente convocado a utilizar estratégias investigativas nas próximas aulas.</p> <p>Nome: _____</p>	<table border="1"> <tr> <td>Apresentação</td> <td>Episódio 1</td> <td>Episódio 2</td> </tr> <tr> <td>Episódio 3</td> <td>Episódio 4</td> <td>Episódio 5</td> </tr> </table>			Apresentação	Episódio 1	Episódio 2	Episódio 3	Episódio 4	Episódio 5
	Apresentação	Episódio 1	Episódio 2						
Episódio 3	Episódio 4	Episódio 5							

Fonte: A autora

Figura 10 - Modelo do certificado a ser entregue para cada estudante no final da aplicação.



Fonte: A autora

#### 4.3.2 Aula 2 - Episódio 1 - Aglomeração na hora do conto

Na segunda aula, criando um ambiente de mistério e objetivando despertar o interesse dos alunos, a turma receberá em sua sala de aula a visita da professora Sheridan, responsável pela biblioteca. A professora Sheridan faz semanalmente a hora do conto com os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental e adora se fantasiar dos mais diversos personagens. Porém, o personagem mais comum é o de bruxa, inclusive ela é chamada assim, carinhosamente pelos colegas e alunos.

Durante a visita, caracterizada de bruxa, a professora vai pedir ajuda aos Detetives do Barão de Tramandaí para entender uma situação que lhe intriga. Incomodada, a “bruxa” quer saber porque quando leva as turmas dos anos iniciais do Ensino Fundamental até a biblioteca para a contação de histórias, todas as crianças sentam-se no tapete e ninguém quer sentar-se no chão. A “bruxa” vai relatar que eles ficam amontoados no tapete e até pelo sofá que tem na biblioteca, e que mesmo assim não utilizam o amplo espaço disponível no chão. Ela ainda vai afirmar saber da existência de detetives nesta turma e observando este comportamento há muito tempo, gostaria de ajuda em busca de uma explicação já que nem com suas poções mágicas conseguiu desvendar o mistério.

As equipes de detetives serão convidadas a ir até a biblioteca e observar os dados expostos pela “bruxa”. Ao chegar na biblioteca irão analisar o cantinho do aconchego e no outro lado da biblioteca encontrarão tapetes feitos com materiais diferentes a fim de, ao tocá-los, identificar que alguns parecem mais gelados do que outros. Com o auxílio de seus termômetros, verificarão a temperatura do ambiente, do piso e dos tapetes que, estrategicamente estarão em equilíbrio térmico, e buscarão responder a seguinte questão: Como podem vocês me dizerem que um objeto está gelado e o outro está quente se todos estão à mesma temperatura? Após construírem suas “teses” quanto ao caso, a professora dirigirá uma discussão a respeito da problemática com as equipes.

Na sequência, a bruxa dará a receita de três poções novas que ela fez na busca de entender o comportamento dos alunos e pedirá a ajuda dos detetives para analisá-las e talvez chegar a uma solução. As poções se referem ao experimento que levará em conta a sensação térmica causada pela água em temperaturas diferentes, o enredo com outros ingredientes são para manter o ar de mistério e descoberta através das receitas da bruxa e, durante a discussão, a professora discutirá o fato de que eles não têm impacto no fenômeno observado.

Para o experimento serão considerados três recipientes contendo água em temperaturas diferentes: quente, morna e fria. Cada equipe escolherá um detetive que irá mergulhar a mão esquerda na água quente e a mão direita na água fria. Após alguns segundos, esse mesmo detetive mergulhará as duas mãos simultaneamente no recipiente que contém água morna.

Receita 1: água em temperatura ambiente com 3 pedrinhas.

Receita 2: água quente e um punhado de papel picado.

Receita 3: água gelada e uma casca de maçã.

Espera-se que o detetive perceba e comente com sua equipe que a mão esquerda sentirá que a água em temperatura ambiente está fria e, a mão direita, sentirá que a mesma água está quente. Cada mão recebe uma “mensagem” diferente por meio do tato, mas a temperatura da água é a mesma. Após os detetives de cada equipe discutirem entre si o que pode ter acontecido no caso dos tapetes e no experimento com as poções, será proposta uma webquest para registrar cientificamente o que ocorreu em cada caso. As perguntas direcionadas para a conclusão do caso estarão disponíveis no google formulário no ambiente classroom (Apêndice C).

Ao final da aula as equipes devem registrar no questionário on-line as conclusões tiradas a partir da observação na biblioteca e da análise das “poções mágicas”, incluindo a discussão de quão mágicas as poções efetivamente são. Após a discussão e anotações, cada equipe deverá apresentar ao grande grupo suas conclusões. Após a fala de cada equipe a professora fará o fechamento da aula.

### **4.3.3 Aula 3 – Episódio 2 – A febre**

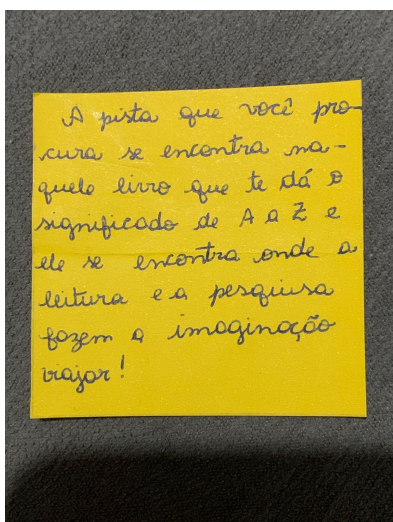
A terceira aula iniciará com a apresentação de uma situação frequente no contexto escolar, mas fora dos padrões devido ao “alto valor” de temperatura envolvido, ação que tem o objetivo de despertar o senso crítico e a curiosidade dos alunos. Em tom de grande preocupação, a professora irá relatar que um aluno, ao apresentar mal-estar durante a aula, teve sua temperatura corporal medida com o termômetro do monitor Mesquita, que indicou o valor de 98 graus (na escala Fahrenheit, o que não será informado). Apesar de muito assustados, a direção da escola não sabe o que está acontecendo, afinal como poderia a temperatura corporal de um ser humano apresentar um valor tão elevado? Como é norma da escola que um aluno febril seja encaminhado para casa, mas temendo cometer uma injustiça, já que o valor medido é muito fora dos padrões normais, a direção da escola solicitará a ajuda dos Detetives do Barão de Tramandaí para solucionar o caso.

Com essa narrativa inicial, a professora apresentará a situação problema, motivando os alunos a buscarem entender o que está acontecendo. Na sequência, cada equipe poderá conversar, criar estratégias para solução do caso e registrar essas ideias em seus diários de investigação. Ao longo desse tempo, a professora acompanhará os grupos, orientando as discussões e contribuindo com as propostas apresentadas. A expectativa é que no decorrer dessas conversas os alunos manifestem suas opiniões quanto a possibilidade deste aluno estar ou não com febre, sobre a temperatura corporal normal do ser humano, sobre a possibilidade de um ser humano estar com a temperatura relatada e, principalmente, que elenque hipóteses sobre o que pode estar acontecendo. É bastante possível também, que os

alunos demonstrem interesse em ter acesso ao termômetro utilizado na medida, o que será preparado para que ocorra.

Para ter acesso ao termômetro, regulado na escala Fahrenheit, cada grupo procurará o monitor Mesquita, que estará previamente orientado a simular o caso e mostrar o termômetro. Além de confirmar a informação sobre o caso, ele comunicará, em tom de segredo, que ouviu comentários sobre um material escondido em um livro da biblioteca que pode ajudar a desvendar o caso e entregará uma pista (figura 11) para cada equipe de detetives. Embora codificada, essa pista levará os estudantes a encontrarem, sem grandes dificuldades, um livro na biblioteca, dentro do qual estará um material discutindo brevemente a história da criação das escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin, dando orientações gerais sobre a transformação de medidas de temperatura entre as diferentes escalas (Apêndice D) e orientando os estudantes a voltarem para a sala de aula discretamente.

Figura 11 – Pista que os alunos receberam do monitor.



Fonte: A autora

Ao retornarem à sala, serão recepcionados pela professora que os questionará sobre suas hipóteses e orientará o grupo a registrá-las em seu diário, bem como organizar uma breve apresentação aos colegas sobre suas conclusões fundamentando-as nos dados obtidos. Ao longo desse processo, a docente continuará orientando os estudantes por meio de questionamentos e dicas diretas com o objetivo de que eles organizem uma apresentação com resultados coerentes a partir dos dados obtidos.



Por fim, ao longo dos últimos minutos da aula, a professora organizará uma discussão coletiva na qual cada grupo irá apresentar os resultados de suas investigações. Nesse período, haverá espaço para questionamentos dos demais grupos e trocas de ideias.

#### **4.3.4 Aula 4 – Episódio 3 – O café esfriou**

A quarta aula tem o objetivo de trabalhar o conceito de equilíbrio térmico, bem como a ideia de troca de calor, a partir de uma situação cotidiana no espaço escolar, o consumo de bebidas quentes como chá e café. Os alunos receberão, na sala de aula, um ofício (Apêndice E) da diretora da escola relatando uma situação ocorrida pela manhã e solicitando o trabalho dos detetives do Barão de Tramandaí para ajudá-la a entender o que aconteceu.

Os alunos serão encaminhados para o Laboratório de Ciências da escola a fim de investigar e solucionar mais este mistério que surge no contexto escolar e aborda uma situação que envolve conceitos de termologia. No primeiro momento os componentes de cada equipe conversarão sobre a situação exposta. Espera-se que os alunos digam que o café esfriou porque tudo que fica parado por um tempo esfria mesmo; algum aluno pode sugerir que alguém entrou na sala e colocou gelo no café da diretora ou que o café servido já estava frio.

A professora disponibilizará garrafas térmicas com água quente, um calorímetro, uma seringa e um termômetro para cada equipe. Este material será usado para auxiliar na interpretação do mistério. As equipes serão instigadas a pensar como podem usar o material disponível para testar as diferentes hipóteses levantadas. A expectativa é que os próprios alunos proponham a análise comparativa entre o resfriamento natural e aquele induzido pela adição de gelo. Caso isso não ocorra, a professora orientará para que sirvam a água nos calorímetros e façam as medidas de um em um minuto, durante os dez minutos em que a diretora se ausentou, registrando os dados em uma tabela. Após o experimento, cada equipe terá tempo para analisar e discutir os dados obtidos, propor conclusões a partir deles e organizar uma breve apresentação justificada de

sua “resolução do mistério”. Espera-se que os alunos digam que a temperatura não baixou significativamente nesses dez minutos. E, na sequência, a professora vai sugerir que façam um curso de perícia térmica, onde encontrarão alguns conceitos matemáticos da Termologia relevantes na interpretação desse caso.

#### **4.3.5 Aula 5 – Episódio 4 – Perícia térmica**

A professora dará uma aula explicativa sobre conceitos básicos de calorimetria, será feita uma retomada do assunto trabalhado nas aulas anteriores e apresentado os conceitos e relações matemáticas que tratam da capacidade térmica, calor específico e quantidade de calor (Apêndice F). Depois da explicação, será sugerido aos alunos calcular quanto de água deveria ser colocado no café para que chegasse à mesma temperatura já encontrada na atividade prática da aula anterior, a fim de aplicar as relações matemáticas. E ainda, fazer o cálculo de quanto diminuiria a temperatura caso tivessem colocado um cubo de gelo no café da diretora. Após o experimento e a realização dos cálculos, cada equipe terá tempo para analisar e discutir os dados obtidos, propor conclusões a partir deles e organizar um ofício resposta de sua “resolução do mistério”. A aula se encerrará com a apresentação aos colegas e uma discussão de encerramento mediada pela professora.

#### **4.3.6 Aula 6 – Episódio 5 – No refeitório**

Nesta aula, serão abordados os mecanismos de Transferência de Energia em Processos Térmicos. Para tanto, se dará sequência aos processos investigativos desenvolvidos nas aulas anteriores, nos quais o aluno atua como protagonista de sua aprendizagem.

Para tanto, a professora organizará, no caminho que os alunos percorrem desde o portão de entrada da escola até a sala de aula, garrafas identificadas com o número de identificação de cada equipe. Nelas haverá uma instrução indicando que

as garrafas só podem ser abertas na aula de Física, deixando assim os alunos curiosos e motivados para mais este episódio. Na aula de Física receberão o comando da professora para que cada equipe abra a sua garrafa onde encontrarão um papel manuscrito contendo a história que segue.

***Era uma tarde fria e tocou o sinal.***

***Aluno 1: - Vamos! Está na hora do lanche.***

***Aluno 2: - Hum!! Já sinto o cheirinho de sopa, tomara que seja o lanche de hoje. Vai ser bom para nos esquentarmos.***

***Ao chegar no refeitório os alunos foram servidos com uma sopa bem quentinha e estavam ansiosos para saboreá-la e, conseqüentemente, se aquecer naquela tarde fria. Um dos meninos pega a colher para comer e não consegue segurar, pois a colher está muito quente. Ele olha para o lado e percebe seu amigo se deliciando com a sopa quentinha sem nem se importar com a temperatura da colher e pensa: "O que pode estar acontecendo? Será que minha colher foi cozida junto com a sopa?"***

***O menino olha para a frente e percebe a conversa de outros dois colegas, na qual um deles está reclamando que a sopa está fria, enquanto outro afirma que a sua está super quente. O primeiro relatou ter visto a merendeira servir seu prato com uma conchada de sopa retirada do fundo da panela e o outro afirmou que ela havia pegado sua conchada da parte superior da panela. E o menino intrigado, pensa: "Tem alguma coisa estranha acontecendo neste refeitório hoje!"***

***Desconfiado, o menino resolve tomar sua sopa, já que se passou um tempinho e consegue segurar sua colher sem que se queime. Quando se levantou para se dirigir ao pátio e aproveitar os poucos minutos que restavam do recreio, ouviu a conversa de duas meninas.***

***Elas conversavam sobre a hipótese de sugerir ao colega da sopa fria que a colocasse no sol para esquentar e riam da situação. Uma delas questionava a outra sobre a cor do recipiente que o colega deveria expor a sopa ao sol. "Será que se ele colocar a sopa ao sol numa caneca preta ou numa caneca branca fará diferença, assim como quando usamos uma roupa preta e ficamos com "mais calor" e ao usarmos uma roupa branca ficamos mais "fresquinhos"?***

***Agora é com vocês detetives! Escrevam uma carta de resposta ao menino esclarecendo do ponto de vista da Física o que aconteceu em cada situação. Vocês encontrarão pistas para a solução deste mistério no local em que se passa a história, bom trabalho!***

No refeitório, em cada mesa terá um envelope destinado a cada equipe com textos e imagens que falem sobre as trocas de calor através da condução, convecção e irradiação. (Apêndice G) A partir da análise do material, as equipes irão formular a carta resposta e ler ao grande grupo e a professora dirigirá uma discussão sobre os conceitos físicos.

Após a discussão final será realizada a entrega dos certificados de Detetives do Barão de Tramandaí celebrando o encerramento do ciclo didático. Será realizada também, por meio de um questionário online, uma avaliação acerca da iniciativa. Nesta avaliação, os estudantes terão a oportunidade de se manifestar sobre suas opiniões a respeito da iniciativa, sugerir melhorias e mesmo apontar as etapas que mais lhe agradaram e que mais contribuíram para o entendimento dos temas discutidos.

A docente avaliará os estudantes a partir de seu envolvimento nas atividades, dos diários de investigação que cada grupo manterá e principalmente os elementos de argumentação dos diferentes alunos durante as discussões ao final de cada aula. Nessa análise da argumentação serão considerados elementos como coerência entre os resultados apresentados e os dados obtidos e, em especial, a utilização apropriada de termos científicos ligados ao tema de estudo.

Espera-se que esses seis episódios sejam capazes de oferecer uma visão geral dos principais conceitos de Termologia, promovendo junto aos estudantes um ambiente de aprendizagem, engajamento e criatividade. Acredita-se ainda que a metodologia empregada pode contribuir, ainda que em uma pequena parcela, para que esses futuros professores sintam-se motivados a inovar suas práticas didáticas.

## **5 RELATOS E RESULTADOS**

Após apresentar no capítulo anterior o planejamento da sequência didática aula por aula, neste capítulo, são descritas as etapas de implementação do produto educacional. Discute-se, na sequência do texto, os ajustes efetivados em relação ao planejamento, os resultados obtidos além da descrição das aulas indicando reações e situações de interesse.

### **5.1 Descrição da aplicação da sequência didática**

#### **5.1.1 Aula 1 - Apresentação da proposta.**





Buscando apresentar a proposta de trabalho, identificar conceitos prévios dos estudantes e despertar seu interesse, foram utilizados quebra-cabeças e enigmas de palavras, conforme previsto no planejamento, além da aplicação de um questionário focado na identificação de conhecimentos prévios. Essa primeira etapa ocorreu em um encontro de cem minutos de duração, dos quais trinta minutos foram utilizados na dinâmica para organizar as equipes de Detetives do Barão de Tramandaí, cinquenta minutos no trabalho com os enigmas e o restante do tempo no questionário de conceitos prévios.




Conforme planejado, no início da aula foi entregue uma peça de quebra-cabeça para cada aluno sendo solicitado que buscassem, entre os colegas as peças que, junto com a sua, formassem uma imagem. Formadas as imagens, foi divulgado que a partir deste momento a turma passaria a ser composta por equipes de Detetives do Barão de Tramandaí e que juntos iriam, nas próximas aulas, investigar algumas situações e identificar os conhecimentos físicos por trás de cada uma delas. Em seguida, foi entregue um kit para auxiliar nas investigações, sendo que cada equipe recebeu um quadro verde e uma lupa, assim como cada detetive recebeu um bloco de anotações, 1 lápis e uma carteirinha de detetive. Cabe destacar que quando foi comunicado que trabalhariam em equipes a expressão facial de alguns alunos demonstrou decepção, pois com o quebra-cabeça as equipes se formariam aleatoriamente. Porém, quando começaram a entender a

proposta e receber os materiais as expressões foram mudando e todos os alunos se engajaram na aula. Foi destacada a importância da carteirinha, que ela era única e insubstituível e que daria o direito a um certificado de detetive ao final da sequência didática se seu portador cumprisse todas as missões. Alguns alunos pediram para colocar a carteirinha no bloco de anotações para não correr o risco de perder.

Dando continuidade à atividade, foi pedido que os alunos escrevessem no quadro verde sua percepção a respeito da Física da imagem montada a partir do seu quebra-cabeça. Os resultados obtidos estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3: Relação Física dada pelas equipes para cada imagem do quebra-cabeça.

Imagem	Descrição da equipe
1. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A maneira como o gelo se forma.</li> <li>• Como o clima influencia na formação do cenário gelado.</li> </ul>
2. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• °C temperatura.</li> <li>• Sol = luz.</li> <li>• Falaram que o Sol esquenta o termômetro e a temperatura sobe.</li> </ul>
3. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porque o homem consegue ficar em pé sem cair ou flutuar? Por causa da gravidade.</li> </ul>
4. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A fogueira: As grandezas termodinâmicas, calor, pressão estão presentes numa fogueira em plena combustão, ou seja, enquanto ela está acesa.</li> </ul>

<p>5.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura corporal.</li> <li>• Graus 39,2.</li> <li>• Termopar.</li> </ul>
<p>6.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A fórmula da água é <math>H_2O</math>.</li> <li>• A fórmula do café é <math>C_8H_{10}N_4O_2</math>.</li> </ul>
<p>7.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neve</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Luz do Sol.</li> </ul>

Conforme cada equipe ia expondo sua visão a respeito da imagem a professora ia encaminhando a discussão para os tópicos de Termologia a serem trabalhados nas aulas seguintes. Por exemplo, na imagem do termômetro digital e uma criança ao fundo, a professora destacou que a criança está com febre, mas a equipe não soube dizer qual é a temperatura dita normal para o corpo humano. Sobre as xícaras com o café ficou claro que utilizaram algum meio de pesquisa e destacaram a fórmula molecular (Química) dos elementos que aparecem, então foi conversado sobre tomar um café quentinho para se aquecer e a possibilidade de esse café esfriar caso demore a ser consumido.

Nos vinte minutos seguintes foram distribuídos um enigma (p. 41) para cada equipe e solicitado que os interpretasse. Essa atividade foi breve, porém a equipe que pegou o enigma 4 (calor) precisou de ajuda. Após interpretar o enigma, seu significado foi escrito no quadro de cada equipe e apresentado ao grande grupo. Neste momento uma aluna da equipe que havia analisado a imagem 3 do quebra-cabeça disse que agora a imagem fazia sentido para ela e que tinha a ver


com o calor do sol. A professora fez uma fala destacando que as palavras decifradas: escala termométrica, equilíbrio térmico, sensação térmica, transferência de calor, calor, condução, convecção e radiação, indicavam tópicos do conteúdo que seriam abordados nas próximas aulas e que fazem parte do estudo da Termologia.

O terceiro momento desta etapa foi realizado ao longo dos trinta minutos finais de aula tendo sido a turma encaminhada ao Laboratório de Informática. Objetivando ainda investigar o que os alunos sabiam sobre as possíveis situações que seriam abordadas nas próximas aulas, foi aplicado um questionário on-line na plataforma Socrative. Os estudantes foram instruídos a responderem de acordo com o que acreditavam ser a explicação correta conforme as suas concepções e informados de que suas respostas não teriam impacto em sua nota final. Depois que todos os alunos responderam, foi reforçado o objetivo deste momento que era familiarizar os alunos com a proposta, identificar o que conheciam previamente e destacar a temática que será abordada nas próximas aulas. Os alunos mostraram bastante interesse pela proposta e relataram ter gostado da aula. Os resultados obtidos pelos alunos são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Análise do questionário para identificação dos conhecimentos prévios.

Pergunta	Número de acertos (25 alunos)
<p>1) Ao pisar num tapete e direto no piso de uma sala que permaneceu trancada e vazia por mais de duas horas qual apresenta maior temperatura?</p> <p>a) O tapete.</p> <p>b) O piso.</p> <p>c) Os dois apresentam a mesma temperatura.</p>	<p>12 alunos marcaram a alternativa A.</p> <p>6 alunos marcaram a alternativa B.</p> <p>7 alunos marcaram a alternativa C.</p>
<p>2) Próximo às salas de aula, encontra-se um bebedouro com duas torneiras, uma para água normal e outra para água gelada. Antes de entrar na aula você enche sua garrafinha com água gelada mas, após um tempo, percebe que ela já não está tão gelada assim. Por que isso acontece?</p>	<p>3 alunos marcaram a alternativa A.</p> <p>20 alunos marcaram a alternativa B.</p> <p>2 alunos marcaram a alternativa C.</p>



<p>a) A água da garrafinha trocou energia com o ambiente.</p> <p>b) A água da garrafinha esquentou com o calor que o ambiente possui.</p> <p>c) A água da garrafinha foi aquecida por ter sido colocada dentro da mochila.</p>	
<p>3) Qual o valor médio da temperatura corporal do ser humano?</p> <p>a) 36° C ou menos</p> <p>b) Entre 36° C e 37° C</p> <p>c) 38° C ou mais.</p>	<p>7 alunos marcaram a alternativa A.</p> <p>18 alunos marcaram a alternativa B.</p> <p>0 alunos marcaram a alternativa C.</p>
<p>4) Quais são os processos de propagação de calor relacionados a cada personagem?</p>  <p>a) Condução e convecção</p> <p>b) Convecção e condução</p> <p>c) Convecção e irradiação</p> <p>d) Irradiação e condução</p> <p>e) Irradiação e convecção</p>	<p>7 alunos marcaram a alternativa A.</p> <p>6 alunos marcaram a alternativa B.</p> <p>5 alunos marcaram a alternativa C.</p> <p>4 alunos marcaram a alternativa D.</p> <p>3 alunos marcaram a alternativa D.</p>
<p>5) Durante uma ensolarada tarde de domingo você foi dar uma caminhada à beira mar de pés descalços. Qual a explicação para a superfície da areia estar quente e a superfície da água estar fria, já que ambas estavam expostas ao Sol?</p> <p>a) O Sol fornece mais energia para a areia do que para a água.</p> <p>b) A água reflete mais a luz solar e portanto aquece menos.</p>	<p>7 alunos marcaram a alternativa A.</p> <p>9 alunos marcaram a alternativa B.</p> <p>8 alunos marcaram a alternativa C.</p> <p>1 aluno não respondeu.</p>

c) A areia precisa de menos energia para ser aquecida do que a água.	
6. Questão dissertativa: O que você entende por calor?	
Aluno B: Aumenta a temperatura das coisas ou diminui.	
Aluno C: temperatura alta ele esquenta.	
Aluno E: O calor ocorre dependendo da temperatura ambiental, cor e com quanto de luz e energia algo ou alguém suga.	
Aluno F: ele esquenta as superfícies e aumenta os graus celcius	
Aluno A: Que o calor é quente.	
Aluno H: algo quente	
Aluno I: CALOR E O NOS AQUECE E FAZ AS COISAS FICAREM QUENTE	
Aluno J: que o calor é uma energia térmica de um corpo para outro	
Aluno K: é uma energia térmica	
Aluno L: calor é a energia térmica	
Aluno M: calor é aquilo que nos aquece, como por exemplo: a luz solar. O sol erradia a luz solar que nos aquece e consequentemente nos faz sentir calor!	
Aluno N: calor é a temperatura que aquece as coisas	
Aluno O: o calor aumenta a temperatura dos objetos de acordo com os graus	
Aluno P: o sol esquenta gerando calor	
Aluno Q: temperatura que varia entre o clima	
Aluno R: o sol transmite o calor para todos	
Aluno S: algo quente, onde pode haver UV	
Aluno T: calor é algo que vem do sol e possui energia	
Aluno V: calor é uma temperatura	
Aluno W: calor para mim é uma alta temperatura, e o aquecimento	
Aluno X: é quando uma coisa é quente	
Aluno Y: calor feito do sol ou do fogo, é o que nos aquece e é uma das estruturas vitais.	

Para finalizar a aula a professora enfatizou a importância do trabalho em equipe e que ele seria fundamental nas próximas aulas sendo, inclusive, avaliado ao longo das aulas, chamadas aqui de episódios. Foi informado que a cada episódio os

alunos receberiam em sua carteirinha de detetive um adesivo de missão cumprida, informação essa que causou alegria e entusiasmo nos estudantes. A professora destacou que era merecido que todos recebessem o primeiro adesivo no ato, afinal todos haviam participado da proposta inicial de forma ativa e colaborativa. Foi avisado, ainda, que na próxima aula continuariam as investigações em torno do conteúdo de Termologia, com um tópico específico que iriam descobrir no decorrer da proposta. Foi solicitado, ainda, que os alunos trouxessem alguns itens necessários para a próxima aula. Cada equipe deveria trazer: três recipientes que caibam à mão dentro, garrafa térmica com água quente, água gelada, três pedrinhas, um punhado de papel picado e uma casca de maçã.

Nessa primeira aula da implementação do produto educacional foi possível realizar todas as tarefas previstas para esse encontro inicial, bem como ter uma visão global acerca de alguns dos subsunçores dos alunos. Nesse processo foi possível identificar que cinco equipes relacionaram as imagens com termos como temperatura e calor, o que pode indicar o conhecimento desses termos ainda que no campo do senso comum. A equipe que analisou a imagem com as xícaras de café interpretaram que uma delas estava com água e a outra com café e escreveram a fórmula molecular das substâncias. Essa análise não era a esperada, pois não relacionou nenhum termo com temperatura e calor, indica que provavelmente a equipe usou a internet para chegar a essas fórmulas, no entanto também aponta potenciais subsunçores ainda que fora do escopo planejado.

Na sequência os alunos interpretaram os enigmas sem grandes dificuldades e desvendaram os tópicos a serem abordados nas aulas seguintes, indicando que o objetivo desta primeira aula foi alcançado, afinal foram identificados possíveis subsunçores. Pôde-se identificar pela análise das imagens que alguns alunos entendem que a energia do Sol esquenta os corpos a ela expostos fazendo a temperatura subir; que °C indica temperatura; que usamos termômetro para medir a temperatura; associam neve e luz do Sol com temperatura e fogueira com calor. Os alunos tiveram uma visão geral do conteúdo a ser discutido na proposta como prevê a TAS (MOREIRA, 2011) além de se familiarizarem com a proposta, recebendo de forma positiva o uso dos elementos de gamificação e incorporando a narrativa proposta.

Figura 12 – Imagem da apresentação do resultado dos enigmas.

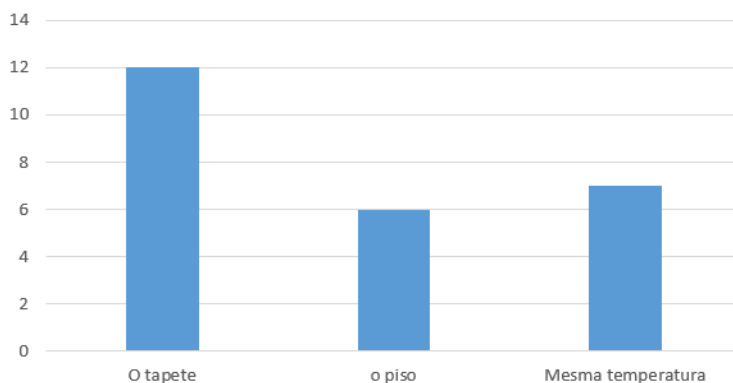


Fonte da pesquisa

No que se refere ao questionário inicial de conceitos prévios (Apêndice B), os alunos responderam as seis (6) questões que envolviam situações do cotidiano sem oposição. As respostas obtidas possibilitaram identificar indícios de como os estudantes interpretam alguns dos conceitos a serem estudados na proposta. Dos 28 alunos participantes da investigação, 25 responderam o referido questionário, já que 3 estavam ausentes na primeira aula.

Na primeira questão, que objetivava identificar a compreensão dos estudantes acerca do conceito de sensação térmica, os estudantes analisaram uma situação envolvendo a comparação entre as temperaturas de um tapete e do piso, marcando a alternativa em que descrevesse aquele que apresenta a maior temperatura em uma condição de equilíbrio térmico. A frequência das respostas dos estudantes está representada no gráfico da figura 13.

Figura 13 – Respostas dos estudantes para a questão 1.



Fonte: Dados da pesquisa.

Doze estudantes responderam que a temperatura do tapete seria maior que a do piso, pois ao encostarem no tapete sentiriam ele quentinho e se pisassem no chão ele estaria gelado. Seis estudantes marcaram a alternativa B que indicava o piso como tendo a maior temperatura, o que não parece um resultado de fácil interpretação. Ao serem questionados sobre a resposta, apenas disseram que se encostarmos no chão sentimos que ele é mais frio que o tapete. E sete, responderam que os dois apresentam a mesma temperatura dando indícios de uma possível compreensão acerca do conceito de equilíbrio térmico bem como da impossibilidade de medição da temperatura por meio da percepção tátil.

Na segunda questão, os estudantes analisaram uma situação comum no seu dia a dia a fim de identificar a noção de troca de energia entre uma garrafinha de água gelada e o ambiente, bem como sobre o equilíbrio térmico que se atinge com o passar do tempo. A maioria dos estudantes respondeu que a água da garrafinha esquentou com o calor que o ambiente possui, evidenciando uma concepção alternativa do conceito de calor já bastante conhecida na literatura (LOUZADA, ELIA E SAMPAIO, 2015; KÖHNLEIN 2013). As respostas dos alunos indicaram que eles compreendiam calor como uma substância contida no ar quente que, quando transmitido para a água, acabou por esquentá-la. Dois estudantes responderam que a água da garrafinha foi aquecida por ter sido colocada dentro da mochila indicando a compreensão de que o isolamento térmico é capaz de aquecer um objeto, o que parece representar o desconhecimento acerca do calor como processo de troca de energia. Nesse sentido, apenas três estudantes marcaram a afirmativa

cientificamente adequada de que a água da garrafinha trocou energia com o ambiente reforçando a necessidade de atenção na discussão dessa compreensão.

Na terceira questão, o objetivo era identificar os conhecimentos prévios a respeito da temperatura corporal humana considerada normal. Nenhum aluno marcou a alternativa em que a temperatura seria maior que  $38^{\circ}$  pois tinham entendimento que uma temperatura igual ou maior que isso indicaria claro estado febril. Sete estudantes indicaram que a temperatura corporal poderia ser menor que  $36^{\circ}$ , mas a maioria, dezoito pessoas indicaram que a temperatura corporal de uma pessoa em seu estado normal seria entre  $36^{\circ}C$  e  $37^{\circ}C$ . Acredita-se que por ser uma situação mais comum não só no ambiente escolar, mas também no ambiente familiar, os alunos têm um conhecimento mais assertivo a respeito da temperatura corporal humana, o que acabou sendo explorado como subsunçor ao menos em uma das atividades propostas.

A questão quatro explorou terminologia própria do contexto da Termologia. Foram apresentadas cinco alternativas objetivando verificar a capacidade dos estudantes em relacionar imagens de fenômenos cotidianos com os respectivos processos de trocas de calor. Nesta questão as respostas ficaram bem divididas, talvez por se tratar de definições não comuns ao vocabulário dos alunos. Mesmo assim, quatro alunos fizeram a adequada associação sendo que apenas dois deles apresentaram número de acertos superior à média da turma indicando possível compreensão diferenciada sobre o tema.

A questão cinco, buscou explorar a compreensão sobre um fenômeno físico, aparentemente contraditório, que envolve o aquecimento diferenciado entre a superfície da areia e a superfície da água de uma praia, já que ambas estão expostas ao Sol de maneira semelhante. As respostas dadas pelos estudantes ficaram bem divididas, sendo que sete estudantes apontaram que o Sol fornece mais energia para a areia do que para a água, nove alunos indicaram que a água reflete mais a luz solar e portanto aquece menos e oito discentes apresentaram resposta condizente com a compreensão científica, ou seja, a explicação de que a areia precisa de menos energia para ser aquecida do que a água.

Já na questão seis os estudantes tiveram que escrever sobre o conceito de calor de acordo com o que eles entendiam do termo. A grande maioria associou o calor ao estado de quente, a algo que aquece ou ainda a temperaturas altas.

Apenas três estudantes relataram que o calor é um processo de troca de energia ou uma quantidade de energia térmica em transferência de um corpo para outro.

“Calor é o que nos aquece e faz as coisas ficarem quentes.”  
(Estudante I)

“É quando uma coisa é quente.” (Estudante X)

“Que o calor é uma energia térmica de um corpo para outro.”  
(Estudante J)

Evidenciou-se, portanto, a necessidade de trabalhar os conceitos físicos de acontecimentos usuais à realidade dos estudantes e que envolvem a Termologia. Os estudantes trazem do senso comum e de suas vivências, definições equivocadas do ponto de vista científico, as chamadas concepções alternativas. Analisando os conhecimentos prévios dos estudantes, a partir deste questionário, identificou-se a existência de potenciais subsunçores relacionados aos conceitos da termologia, descartando a necessidade de um processo inicial de aprendizagem mecânica. Por outro lado, foi possível perceber a presença de subsunçores construídos a partir de concepções alternativas que, portanto, podem exigir um processo de mudança conceitual que não se encerrará com a implementação da sequência didática proposta neste trabalho. Apesar disso, a presença destes elementos permite iniciar esse processo de mudança conceitual ao mesmo tempo que se tem a perspectiva de uma potencial aprendizagem significativa. Esse processo de identificação de conceitos prévios permitiu também o ajuste da proposta planejada a fim de efetivamente ensinar a partir daquilo que os alunos já sabem (AUSUBEL, 1963, p.58).

### **5.1.2 Aula 2 - Aglomeração na “Hora do Conto”**

A segunda aula teve que ser adaptada, pois a professora Sheridan que, no planejamento original, faria uma participação especial na narrativa e na apresentação da proposta não estava mais trabalhando na biblioteca da escola e no dia destinado para a disciplina de Física ela tinha compromissos profissionais em outra escola, não podendo participar.

Para iniciar a aula a professora pediu que os alunos relembassem o que tinham feito na primeira aula, a maioria relatou que formaram as equipes através de

um quebra-cabeça, decifraram enigmas e responderam um questionário no Socrative. Dando sequência à proposta investigativa, a professora pediu que os alunos ficassem juntos em suas equipes e entregou uma cópia escrita da narrativa adaptada para cada equipe. Segue a narrativa:

### ***AGLOMERAÇÃO NA “HORA DO CONTO”***

***Em algumas visitas que fiz à certo ambiente durante a realização da “Hora do Conto”, pude perceber que as crianças das turmas do 1º ao 5º anos que participavam desse momento, sentavam-se no sofá e no tapete e ninguém queria sentar-se no chão. Eles ficavam bem próximos, até apertados, mas no chão ninguém queria sentar!***

***Sendo assim, convoco os Detetives do Barão de Tramandaí para se dirigirem até o local em que possivelmente acontecia a “Hora do Conto” e investigar essa situação, bem como levantar suas hipóteses e conclusões a respeito deste caso.***

***Afinal de contas, o que espanta os alunos do chão e faz eles se amontoarem no sofá?***

Os alunos conversaram entre si e prontamente disseram que deveríamos ir até a biblioteca. A professora leu em voz alta a proposta e ao final da leitura ouviu hipóteses como: “O chão devia tá sujo, sora.” e “O chão devia tá frio”. Todos os alunos foram até a biblioteca acompanhados pela professora que perguntou onde será que era feita a “Hora do Conto”? Todos se dirigiram para o cantinho em que estava o sofá e um tapete estendido no chão. A aluna J sugeriu que levantassem o tapete para olhar embaixo, já a aluna W sentou-se no chão, no tapete e no sofá mais de uma vez, e argumentou que o chão estava mais frio. Nesse momento as equipes viraram uma só, onde a maioria dos alunos deu a sua opinião a respeito do porque as crianças não sentavam no chão. Surgiram então alguns comentários entre os alunos, como:

- *“O chão tá mais gelado do que o tapete”.* (Estudante W)
- *“Não tem tanta diferença assim”.* (Estudante P)
- *“Se ficar sentado no chão por um tempo maior vai ficar gelado”.* (Estudante G)
- *“As crianças sentavam no sofá porque era mais confortável”.* (Estudante W)



Em seguida a professora mostrou um instrumento e perguntou o que era, a aluna M identificou que era um termômetro e começou a medir a temperatura do tapete e do chão, a partir desse momento, descartaram o sofá e passaram a analisar somente o tapete e o chão. Uma das medidas obtidas foi de 16,3 °C para o chão da biblioteca e de 16,5 °C para o tapete. A professora perguntou se esses dois décimos fariam muita diferença no que as crianças sentiam e as opiniões foram divididas, a grande maioria disse que sim e a aluna P afirmava que não. Essa aluna dizia que não entendia esses décimos como diferença e que a temperatura poderia ser considerada a mesma. Os alunos foram realizando a medida das temperaturas de diferentes objetos e registrando nos seus blocos de anotação. Alguns até disseram que como nós estávamos aglomerados em cima do tapete poderia interferir na temperatura.

No segundo momento da aula, após as medições e anotações, os alunos foram conduzidos até as mesas da biblioteca onde se encontravam alguns tapetes feitos de materiais diferentes, como lã, tecido, papelão, colchonete, alumínio e plástico. Os alunos puderam, então, tocar nos tapetes e discutir sobre o que sentiam. O que eles diferenciaram foi que alguns pareciam “menos frios” que outros de forma que decidiram utilizar o termômetro para medir a temperatura de cada um. As opiniões ficaram divididas novamente, pois a diferença de temperatura entre um tapete e outro era pouco, em alguns casos, quatro décimos. A aluna P continuava dizendo que essa diferença de temperatura não interferia no que eles sentiam ao tocar os tapetes e começaram a surgir palavras e expressões como:

- *“É só uma sensação”*. (Estudante W)
- *“Eu acho que tem a ver com a sensação térmica”*. (Estudante U)
- *“Tem a impressão que um é mais gelado que o outro”*. (Estudante M)

Os detetives anotaram as medidas em seu bloco e discutiram entre si e principalmente no grande grupo. Em seguida foram para o intervalo e ao voltar a professora comunicou que havia chegado uma informação importante a respeito do termômetro. Informou que haviam obtido acesso ao manual do termômetro e que lá informava que a precisão do aparelho apresentava uma margem de 1,5<sup>o</sup>C de diferença para mais ou para menos. Foi feita a pergunta: *“Então, quando a colega mediu um tapete com 14,5<sup>o</sup>C e o outro com 15<sup>o</sup>C o que podemos concluir?”* Os

detetives entenderam que, dada a margem de erro do termômetro, poderiam considerar que os tapetes estavam, tecnicamente, com a mesma temperatura. Apesar disso, alguns alunos ainda diziam que um tava mais frio que o outro enquanto dois ou três alunos defendiam que era apenas uma ilusão, que era uma sensação que parecia estar mais frio.

No terceiro momento da aula os detetives foram convidados a realizar uma experiência sobre a transferência de calor proposta pelo filósofo John Locke (1632-1704) e que levaria em conta a sensação térmica causada pela água em temperaturas diferentes. Os alunos organizaram os materiais necessários e a professora solicitou que um detetive de cada equipe mergulhasse a mão esquerda na água quente e a mão direita na água fria. Após alguns segundos, esse mesmo detetive deveria mergulhar, simultaneamente, as duas mãos no recipiente com água morna e explicar aos colegas o que ele sentia. Todos os alunos conseguiram sentir que a mão que estava na água quente percebia a água morna a uma temperatura mais baixa e que a mão que estava na água gelada percebia a mesma água a uma temperatura mais alta.

Foi perguntado aos alunos como isso era possível se a água morna era a mesma dentro do recipiente e a aluna J disse que parecia que de um lado a água estava quente e do outro fria. Duas equipes utilizaram o termômetro para medir a temperatura da água morna e verificaram que dentro de todo o recipiente a temperatura era a mesma. Por fim, todos os detetives quiseram realizar a experiência e concluíram o mesmo que os primeiros colegas.

Embora estivesse prevista uma *webquest* (Apêndice C) para o final deste encontro, o tempo foi curto, de forma que a *webquest* ficou como tarefa de casa. Sendo assim, ficou para a aula seguinte a retomada da experiência desta aula e a formalização dos conceitos de sensação térmica e equilíbrio térmico com os alunos.

A análise dessa segunda aula permitiu a confirmação da hipótese levantada pelo questionário inicial, de que uma parcela considerável dos alunos apresentava uma concepção sobre temperatura baseada em senso comum, não distinguindo, portanto, entre temperatura e sensação térmica obtida pelo sentido do tato. Nesse sentido, foi possível identificar que a atividade proposta proporcionou espaço para exposição e discussão de diferentes opiniões, bem como oportunidade de verificação das hipóteses apresentadas, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Descrição de hipóteses e conclusões de alguns alunos.

Hipótese	Discussão e/ou Verificação	Conclusão
O chão tá mais gelado do que o tapete. (Estudante M)	Medida com termômetro	É só uma sensação. (Estudante P)  Eu acho que tem a ver com sensação térmica. (Estudante U)
Não tem tanta diferença assim. (Estudante W)	Acesso ao manual do termômetro para análise da precisão do equipamento.	a temperatura é a mesma considerando a margem de erro do termômetro. (Estudante W)
Se colocar as duas mãos no mesmo pote, vou sentir a mesma coisa. (Estudante J)	Experiência sobre a transferência de calor.	A mão esquerda sente a água fria e a mão direita sente a água quente. (Estudante J)
As mãos sentem coisas diferentes, isso é mágica? (Estudante T)	Troca de ideias sobre sensação térmica e temperatura.	A temperatura é a mesma, mas a sensação térmica faz sentir coisas diferentes. (Estudante T)

Há de se apontar ainda que o gradual detalhamento de conceitos ligados à Termologia representou uma etapa de diferenciação progressiva prevista pela TAS, bem como os vários momentos em que os conceitos específicos foram relacionados ao assunto geral indicam momentos de reconciliação integradora.

Foi possível ainda perceber que alguns alunos associaram os conceitos de temperatura e sensação térmica a situações cotidianas como no painel do carro, onde constam essas informações. Tais fatos deram indícios de que tanto o material é potencialmente significativo, uma vez que estimula a conexão entre o novo conhecimento e conhecimentos/situações já presentes na estrutura cognitiva do estudante, quanto de que esses alunos estão buscando essa conexão. Era preciso, no entanto, verificar se as atividades haviam sido suficientes para provocar o questionamento dos alunos sobre suas próprias concepções, o que só foi possível fazer por meio da discussão da *webquest* ocorrida no início da aula 3. Apesar de ter ocorrido, e ser sucintamente descrita na seção referente à aula 3, a discussão dos resultados obtidos pela *webquest* (Apêndice C), e pela conversa por ela gerada, é

apresentada aqui com o intuito de evitar confusões quanto ao objetivo de cada episódio.

Das sete equipes, quatro haviam respondido ao questionário, o que, como descrito na aula 3, levou a professora a realizar uma discussão coletiva a respeito das questões presentes na *webquest*, cujas respostas são apresentadas no Quadro 6. Durante essa conversa, conduzida pela professora, todos estudantes participaram da discussão evidenciando que assimilaram melhor os conceitos trabalhados.

Quadro 6 - Levantamento das respostas do questionário para a atividade *webquest*.

<b>Questões da Webquest</b>	<b>Resposta dos alunos por equipe</b>
1. Qual piso apresenta maior temperatura, o tapete ou o azulejo do chão?	Equipe 1: O aluno K respondeu: “os dois têm a mesma temperatura, com sensações térmicas diferentes”; Os alunos Q e T responderam que o tapete apresenta maior temperatura.
	Equipes 2 (alunos S e F) e 3 (aluno R) responderam que o tapete apresenta maior temperatura.
	Equipe 4: O aluno O escreveu: “Eles têm quase a mesma temperatura, a diferença é a nossa sensação térmica, mas em questão de temperatura o chão estava mais quente de acordo com o aparelho que mede a temperatura” O aluno B respondeu que o tapete apresenta maior temperatura.
2. Após a medição da temperatura dos diferentes tipos de tapetes, qual conclusão a equipe chegou?	Equipe 1: Aluno Q - “Que a temperatura é igual.”; Aluno T - “Que as temperaturas são parecidas porém as sensações térmicas são diferentes.”; Aluno K - “Todos os tapetes tem a mesma temperatura.”
	Equipe 2: Aluno S - “apresentam pequena diferença de temperatura, mas apresentam graus diferentes.”; Aluno F - “Que na maioria das vezes a criança pode escolher pelo mais confortável e aconchegante”.
	Equipe 3: Aluno R - “que a tempera é a mesma e o que varia só os décimos, portanto para nós parece que um é mais quente ou mais gelado que o outro por causa da sensação térmica.”
	Equipe 4: Aluno O - “Que a mesa em que estão os tapetes tem a mesma temperatura mas os tapetes têm temperaturas diferentes.”; Aluno B - “Sensação térmica

Questões da Webquest	Resposta dos alunos por equipe
	é diferente de temperatura”
3. Qual a explicação física para a conclusão da questão 2?	Equipe 1: Aluno Q - “Que temos uma diferença de números, mas são muito baixo a diferença.”; Aluno T - “Já respondi”; Aluno K - “A sensação térmica faz parecer a temperatura ser diferente.”
	Equipe 2: Aluno S - “que pode ser causado pela sensação térmica. Ex: quando vamos vê a temperatura do dia que pode estar 15 graus com sensação térmica de 9 graus.”; Aluno F - “Que a criança pode talvez demorar mais há se aquecer na superfície mais fria.”
	Equipe 3: Aluno R - “a sensação térmica.”
	Equipe 4: Aluno O - “Por conta da nossa sensação térmica a gente sente temperaturas diferentes em cada tipo de tapete.”; Aluno B - “Sensação térmica”
4. Por qual motivo as crianças não sentam no chão?	Equipe 1: Aluno Q - “Pois estava gelado.”; Aluno T - “Porque a sensação é de que o chão está mais frio do que o sofá”; Aluno K - “Porquê a sensação térmica é mais fria.”
	Equipe 2: Aluno S - “por não quererem sentar no chão frio.”; Aluno F - “Porque pensa que é mais frio do que as outras superfícies como tapete, mesmo a temperatura entre um e outro sendo de pouca diferença.”
	Equipe 3: Aluno R - “por ele ser gelado, com temperatura baixa.”
	Equipe 4: Aluno O - “Porque acham que o chão vai ser mais frio do que o tapete, e por ser menos confortável.”; Aluno B - “Porque é gelado”
5. Defina a sensação térmica.	Equipe 1: Aluno Q - “gelado”; Aluno T - “Sensação térmica é como o nome já diz, é apenas uma sensação térmica, vc sente uma coisa que na verdade é outra, vc apenas tem a SENSACÃO.”; Aluno K - “É o que sentimos com o nosso corpo.”
	Equipe 2: Aluno S - “é a forma como os nossos sentidos percebem a temperatura do ar, e que pode diferir da temperatura real. Tal se deve a condicionantes climatéricos que afetam a transferência de calor entre o corpo e o ar: como são a umidade, a densidade e a velocidade do vento.”; Aluno F - “É a forma de como os

Questões da Webquest	Resposta dos alunos por equipe
	<p>nossos corpos percebem a temperatura do ar, o que pode definir a sensação térmica.”</p> <p>Equipe 3 - Aluno R - “a sensação térmica é a temperatura real em relação ao nosso corpo, que pelos nossos sentidos definem se está quente ou frio.”</p>
	<p>Equipe 4: Aluno O - “Sensação térmica é diferente da temperatura dos objetos, é a forma como os NOSSOS sentidos percebem a temperatura das coisas, o que pode ser diferente da temperatura real.”; Aluno B - “Passar a mão no cobertor e sentir q está quente, mas medir com um termômetro vai estar frio”</p>
6. Explique a que se refere a Lei zero da Termodinâmica.	<p>Equipe 1: Aluno Q - “A lei zero da termodinâmica estabelece que "se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si", em termodinâmica, isso significa que essa primeira lei demonstra como acontecem as trocas de calor entre os corpos.”; Aluno T - “N sei”; Aluno K - “se dois objetos estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro objeto, então os dois estão em equilíbrio térmico entre si.”</p> <p>Equipe 2 - Aluno S - “Em termodinâmica, isso significa que essa lei demonstra como acontecem as trocas de calor entre os corpos.”; Aluno F - “Demonstra como acontece a troca de calor para frio entre os corpos.”</p> <p>Equipe 3 - Aluno R - “é como acontece a troca de calor entre os corpos.”</p> <p>Equipe 4 - Aluno O - “A Termodinâmica estuda a a troca de matéria e a troca de energia pelo trabalho e pelo calor entre sistemas.”; Aluno B - “Se duas coisas estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro, estão em equilíbrio térmico entre si”</p>
7. Explique por que não devemos confiar na sensação térmica.	<p>Equipe 1: Aluno Q - “Esta experiência mostra que a sensação de quente e frio é relativa à temperatura do corpo.”; Aluno T - “Porque não é a real verdade da temperatura dos objetos, é só o jeito como o nosso corpo sente as coisas.”; Aluno K - “Porque a sensação não é a temperatura, é uma sensação”</p> <p>Equipe 2: Aluno S - “pois esta experiência mostra que a sensação de quente e frio é relativa à temperatura do</p>

Questões da <i>Webquest</i>	Resposta dos alunos por equipe
	corpo.”; Aluno F - “Não devemos confiar na sensação térmica porque ela esta relacionada a temperatura do nosso corpo.”
	Equipe 3: Aluno R - “não devemos confiar na sensação térmica, porquê, as vezes tá uma temperatura, e a sensação térmica faz parecer ser outra.”
	Equipe 4: Aluno O - “não devemos confiar na sensação térmica, porquê, as vezes tá uma temperatura, e a sensação térmica faz parecer ser outra.”; Aluno B - “Porquê ela muda de pessoa para pessoa.”

A respeito da primeira questão da *webquest* que tratava de quem apresenta maior temperatura, o tapete ou o azulejo do piso, uma das equipes descreveu:

“os dois tem a mesma temperatura, com sensações térmicas diferentes.”(Estudante Q)

Os alunos, após medirem as temperaturas com um termômetro (pergunta 2), concluíram o mesmo, i.e., que ela é a mesma nos diferentes tipos de tapetes expostos na biblioteca mesmo sendo registrado alguns décimos de diferença entre as temperaturas medidas. Entenderam, portanto, que essa pequena diferença não invalida a igualdade uma vez que o termômetro apresenta uma imprecisão superior à diferença identificada. Isso pode ser verificado pelas respostas de alguns dos alunos apresentadas a título de exemplificação:

“Todos os tapetes tem a mesma temperatura.”(Estudante K)

“Sensação térmica é diferente de temperatura.”(Estudante B)

“que a tempera é a mesma e o que varia são os décimos, portanto para nós parece que um é mais quente ou mais gelado que o outro por causa da sensação térmica.”(Estudante R)

A terceira questão solicitava a explicação física a respeito das respostas dadas na questão dois. A maioria das respostas destacou se tratar da sensação térmica e que sente-se “temperaturas diferentes” devido a essa sensação.

“Por conta da nossa sensação térmica a gente sente temperaturas diferentes em cada tipo de tapete.”(Estudante O)

“A sensação térmica faz parecer a temperatura ser diferente.”(Estudante K)

Seguindo as análises, os estudantes entenderam que as crianças não sentam no chão por ele dar a sensação de estar mais gelado do que o tapete.

“Porque pensa que é mais frio do que as outras superfícies como o tapete, mesmo a temperatura entre um e outro sendo de pouca diferença.”(Estudante F)

“Porque a sensação é de que o chão está mais frio que o sofá.”(Estudante T)

“Porque a sensação térmica é mais fria.”(Estudante K)

E na sequência definiram sensação térmica.

“a sensação térmica é a temperatura real em relação ao nosso corpo, que pelos nossos sentidos definem se está quente ou frio.”(Estudante R)

“Sensação térmica é diferente de temperatura dos objetos, é a forma como os nossos sentidos percebem a temperatura das coisas, o que pode ser diferente da temperatura real.”(Estudante O)

Essas manifestações indicam um avanço na direção da diferenciação entre temperatura e sensação térmica. Naturalmente ainda estão presentes traços de definições alternativas, no entanto, quando comparadas ao início da proposta fica clara a evolução na direção do conceito cientificamente aceito.

Buscando uma interpretação do ponto de vista dos conhecimentos da física a respeito do experimento sobre transferência de calor, solicitou-se a definição da Lei Zero da Termodinâmica, a qual teve-se, entre outras, as respostas que seguem:

“A lei zero da termodinâmica estabelece que "se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si", em termodinâmica, isso significa que essa primeira lei demonstra como acontecem as trocas de calor entre os corpos.”(Estudante Q)

“se dois objetos estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro objeto, então os dois estão em equilíbrio térmico entre si.”(Estudante K)

Observou-se que as respostas dos alunos para a definição da Lei Zero da Termodinâmica foram muito semelhantes com as definições do material de apoio, essa atitude pode representar insegurança em comentar um assunto novo. Talvez



seja interessante repensar essa atividade, propondo questões que exijam transformação, aplicação ou a discussão do conceito trabalhado e não apenas a redação de seu enunciado.

Quando questionados sobre a credibilidade da sensação térmica, os estudantes entenderam que ela não é confiável para medir temperatura. Eles trouxeram o exemplo de quando queremos identificar se uma criança está com febre, que geralmente coloca-se a mão na testa e “verifica-se” se está muito quente ou fria. Essa atitude não é confiável, pois a sensação de quente para um analisador pode ser de frio para outro, apenas utilizando um termômetro é que será possível afirmar se a criança está febril ou não.

“Esta experiência mostra que a sensação de quente e frio é relativa à temperatura do corpo.”(Estudante Q)

“Porque não é a real temperatura dos objetos, é só o jeito como o nosso corpo sente as coisas.”(Estudante T)

“Porque a sensação não é a temperatura, é só uma sensação.(Estudante K)

“Porque ela muda de pessoa para pessoa.”(Estudante B)

Além de se ter uma visão geral a respeito da compreensão conceitual das equipes, a *webquest* e sua discussão permitiram que os estudantes esclarecessem dúvidas e aprimorassem conceitos. Indicou também a validade do uso da *webquest* como material potencialmente significativo e promotor de reflexão e discussão conceitual.

### 5.1.3 Aula 3 - A febre

Para iniciar a terceira aula a professora retomou com os alunos as atividades realizadas na aula anterior. Relembrou e explicou do que se trata a imprecisão do termômetro utilizado, pois segundo o manual, a exatidão do termômetro poderia variar em  $\pm 1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Com isso os estudantes puderam compreender que 1,5 graus para cima ou 1,5 graus para baixo do valor medido, deveria ser considerado como a mesma temperatura.

Em seguida, como nem todos os alunos haviam respondido a *webquest*, a professora leu cada questão e debateu com os alunos. Neste debate, eles puderam entender, após a explicação da margem de erro do termômetro, que a temperatura do tapete e do piso da biblioteca era a mesma e que ao tocá-los o que nos faz sentir que um está mais quente que o outro é a sensação térmica causada pelo tato. A sensação térmica é uma percepção individual, que pode diferir da temperatura real. O motivo pelo qual as crianças não sentam no chão é porque sentem que ele está frio reforçando a definição de sensação térmica. Foi conversado também sobre a diferença entre sensação térmica e temperatura e como nossa percepção não permite saber a temperatura real. Um clássico exemplo disso é colocar a mão na testa de uma criança para verificar se ela está ou não com febre já que, entre outros fatores, a temperatura corporal de quem mede vai interferir na percepção da temperatura corporal da criança. Além disso, se a criança realmente estiver com febre, não será possível avaliar o quanto de febre ela tem.

Sobre os diferentes tipos de tapetes, os estudantes demonstraram compreender que a temperatura entre eles era a mesma, já que estavam expostos no mesmo ambiente, a biblioteca. Para chegarem a tal compreensão, foi discutido que, quando colocados num mesmo ambiente e lá deixado por um tempo considerável, o objeto que tem a temperatura mais elevada transmite energia para aquele que tem temperatura mais baixa até atingirem a mesma temperatura, o que chamamos na Física de equilíbrio térmico.

Retomados esses fatos e conceitos ainda ligados ao encontro anterior, a professora “ouviu” alguém bater na porta e saiu para ver do que se tratava. Ao voltar relatou aos alunos que era o Mesquita, monitor da escola, e que, muito aflito, solicitava a ajuda dos Detetives do Barão de Tramandaí. Ele havia contado para a professora que um menino do 3º ano do Ensino Fundamental apresentou um mal estar e ao aferir sua temperatura o termômetro utilizado marcava um valor muito estranho.

Neste momento os alunos quiseram saber que temperatura era essa e tomaram a decisão de procurar o M e perguntar o valor que o termômetro apresentou. Ao encontrarem o M no pátio, perguntaram sobre a temperatura do menino. Estando ele avisado da proposta, informou os estudantes que a temperatura medida havia sido de  $98^{\circ}$ . As equipes, que tinham sido instruídas a

conversar com o monitor uma de cada vez, não resistiram à curiosidade e o cercaram ao passo que o enchiam de perguntas, tais como: “O menino morreu?”; “Como assim  $98^{\circ}$ , o termômetro está estragado?”; “Cadê a criança?”; “Que dia isso aconteceu?”; “Como o menino estava?”; “Porque tu decidiu medir a temperatura do menino?”

Os detetives levantaram várias hipóteses ao mesmo tempo, além de demonstrarem preocupação com a criança, querendo saber onde a criança se encontrava e se ela estava bem. Após este alvoroço, o M disse que o menino estava correndo durante o recreio e estava muito vermelho e em seguida reclamou de dor de cabeça. Então, preocupado com a saúde do menino decidiu medir a temperatura. Em tom de mistério, o monitor entregou um bilhete aos alunos e um termômetro que estava regulado na escala Fahrenheit. O bilhete indicava o local onde as equipes encontrariam um material que ajudaria na resolução deste caso. O bilhete dizia: A pista que você procura se encontra naquele livro que te dá o significado de A a Z e ele se encontra onde a leitura e a pesquisa fazem a imaginação viajar!

Na biblioteca, na estante dos dicionários havia um rolinho amarrado com fita para cada equipe, dentro deste rolinho os alunos encontraram um breve histórico sobre as escalas termométricas e a relação entre elas, bem como um exemplo de transformação de uma para a outra. Na sequência, os alunos retornaram para a sala de aula e em equipes estudaram o material disponibilizado e analisaram o termômetro fazendo medidas de suas próprias temperaturas corporais. Observaram que a temperatura deles também estava muito alta e ao analisar o visor do termômetro perceberam que a temperatura estava sendo medida na escala Fahrenheit. A cada equipe que fazia a descoberta, a professora perguntava o que deveriam fazer para então descobrir se o menino estava com febre ou não e todas as equipes sugeriram passar aquele valor para a escala Celsius, que é a escala vigente onde eles vivem. O aluno U foi o primeiro a identificar que deveriam fazer a transformação da escala e contou para a professora que assistia uma série onde a temperatura aparece na escala Fahrenheit. Os alunos, com poucas exceções, tiveram algumas dificuldades com a parte matemática deste episódio, no primeiro contato com o material não conseguiram entender que deveriam usar a relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit e não tiveram a iniciativa de substituir a incógnita  $T_f$  pelo valor 98. Para ajudá-los, a professora fez no quadro o

desenvolvimento do exemplo presente no material encontrado na biblioteca. Assim, as equipes puderam aplicar a transformação entre escalas e verificar que  $98^{\circ}$  equivale a  $36,5^{\circ}\text{C}$  e concluir que o menino não estava com febre, mas apenas vermelho porque estava correndo.

Para esta terceira aula, portanto, foi apresentada uma narrativa em torno da situação problema em que o monitor ao medir a temperatura de uma criança identificou no termômetro o valor de  $98^{\circ}$ . Através da análise de dados e proposição de hipóteses, os estudantes entrevistaram o monitor e encontraram na biblioteca da escola um material de apoio para solucionar o caso. Este material de apoio trouxe um breve histórico sobre as escalas termométricas e a relação matemática entre elas. Os alunos apresentaram dificuldades em interpretar e aplicar a relação entre as escalas e a professora entrevistou fazendo no quadro o exemplo do material de apoio. Com essa explicação, após identificarem que o termômetro estava calibrado na escala Fahrenheit, os alunos realizaram a transformação para a escala Celsius, concluindo que a criança não estava com febre.

Figura 14 – Imagem da transformação de  $98^{\circ}\text{F}$  para a escala Celsius realizada pelos estudantes.

- QUAL A TEMPERATURA?  
 -  $98^{\circ}$  GRAUS ESTAVA A CRIANÇA  
 $98^{\circ}\text{F}$      $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$   
 $\frac{65}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$   
 $5 = \frac{T_F - 32}{9}$   
 $45 = T_F - 32$   
 $45 + 32 = T_F$   
 $77 = T_F$   
 $\frac{T_C}{5} = \frac{98 - 32}{9}$   
 $\frac{T_C}{5} = \frac{66}{9}$   
 $\frac{T_C}{5} = 7,3$   
 $T_C = 36,5$

- Contas e Resultados - 09/06  
 $\frac{T_C}{5} = \frac{98 - 32}{9}$   
 $\frac{T_C}{5} = \frac{66}{9}$   
 $\frac{T_C}{5} = 7,3$   
 $T_C = 7,3 \cdot 5$   
 $T_C = 36,5$

Minha temperatura  
 $\frac{T_C}{5} = \frac{94,4 - 32}{9}$   
 $\frac{T_C}{5} = \frac{62,4}{9}$   
 $\frac{T_C}{5} = 7$   
 $T_C = 7 \cdot 5$   
 $T_C = 35$

A criança não estava doente, nem febril, só estava vermelho, quente e com dor de cabeça por correr e brincar de mal.

Fonte da pesquisa

O objetivo de apresentar as escalas termométricas através da investigação e análise de problema foi alcançado e vimos aqui a importância do diálogo e da troca

de conhecimentos entre estudantes e professor, o que possibilita a construção de conhecimentos para uma aprendizagem significativa.

#### **5.1.4 Aula 4 - O café esfriou**

A aula foi iniciada relembrando o que tinha sido proposto na aula anterior. Os alunos relataram que o episódio foi sobre a temperatura medida em um menino que apresentou  $98^{\circ}$  e que ao transformarem esse valor para a escala Celsius puderam concluir que o menino não estava com febre. A professora, então, informou que a missão do dia havia sido solicitada pela diretora da escola e que ela tinha enviado um ofício para cada equipe explicando o que estava lhe deixando incomodada. Foi entregue, então, para cada equipe um ofício descrevendo que a diretora pediu um café e assim que ele foi servido ela foi chamada para resolver uma situação na escola, tendo se ausentado de sua sala por 10 minutos. Quando retornou o café estava frio. No ofício, a diretora solicitava a ajuda dos detetives para entender porque o café tinha esfriado. Durante uns 5 minutos os grupos puderam discutir e pensar sobre o caso. Os alunos quiseram ir até a diretora para fazer algumas perguntas na tentativa de entender o que aconteceu com o café, mas ela não estava na escola no horário da nossa aula. Em seguida, a professora convidou os detetives para irem até o Laboratório de Ciências. No laboratório as equipes encontraram um calorímetro feito de isopor acompanhado de um termômetro, um copo medidor e garrafas de “café” quente (em torno de  $80^{\circ}\text{C}$ ) onde fariam a simulação do que a diretora tinha relatado no ofício.

Inicialmente a professora perguntou aos alunos o que eles imaginavam que poderia ter acontecido com o café da diretora. Alguns disseram que o ar-condicionado estava ligado e esfriou o café, então a professora perguntou se o ar estaria ligado, já que no dia da aplicação estava frio. Nesse momento uma aluna entendeu que o laboratório estaria simulando a sala da diretora e o ar realmente estava desligado. Começaram a surgir os questionamentos por parte dos alunos, como:

- “O copo da diretora era térmico?” (Estudante T).

- “Será que ela ficou só 10 minutos mesmo fora da sala, porque se ficou mais tempo, deu tempo do café esfriar mesmo.” (Estudante Q).

- “Pode ser que alguém tenha colocado alguma coisa no café dela.” (Estudante R).

- “E se ela deixou o copo aberto? Ia esfriar mais rápido.” (Estudante U).

Após as hipóteses levantadas pelos alunos, a professora sugeriu que eles utilizassem o material disponibilizado para investigar o caso. Cabe destacar que uma das equipes achou que a temperatura iria aumentar com o passar do tempo. Como no material disponível havia um termômetro, alguns alunos comentaram em realizar medidas, porém, não sabiam como aplicar. A professora sugeriu aos alunos que fizessem a medida da temperatura do café com o passar do tempo, orientando que pegassem 200ml de “café” e passassem a medir de um em um minuto a temperatura da bebida durante dez minutos, anotando tudo em uma tabela. Passados os dez minutos perceberam que a temperatura baixou em torno de  $6^{\circ}C$ , o que eles julgaram não significativo para a diretora ter dito que o café estava frio. A professora convidou os alunos a fazerem um gráfico do resfriamento do café durante esses dez minutos, o que eles tiveram bastante dificuldades para executar, precisando de ajuda na organização das informações.

Com as medidas representadas no gráfico a professora fez o fechamento desta aula explicando que o mesmo permite ver o resfriamento do café durante os dez minutos em que a diretora esteve ausente da sua sala e que podemos interpretar que com o passar do tempo a temperatura diminuiu. Foi informado que o copo que a diretora usava era térmico e na simulação e experimentação feita pelos alunos pode-se verificar que mesmo um copo térmico não isola de forma absoluta seu conteúdo. O café, mesmo dentro do copo, perde calor até entrar em equilíbrio térmico com o ambiente. Nesta fase da prática, os alunos já entendiam com mais clareza que a troca, no caso específico, se dá do café para o ambiente, uma vez que o café se encontrava com a maior temperatura. Isso permitiu a compreensão de que o referido copo permite que a temperatura diminua, mas que os dez minutos não seriam suficientes para que o café da diretora esfriasse a ponto de não querer tomá-lo. Tal conclusão fortaleceu a necessidade do encontro seguinte, planejado

para discutir experimentalmente as trocas de calor entre diferentes objetos, explorando, inclusive, trocas de fases.

Em função de seu caráter experimental, as aulas quatro e cinco foram desenvolvidas no Laboratório de Ciências da escola. Nestas aulas os estudantes puderam vivenciar práticas experimentais e explorar conceitos como equilíbrio térmico, calor e energia interna.

Na figura 15, apresenta-se um calorímetro confeccionado pela professora para auxiliar as equipes na investigação através da experimentação.

Figura 15 – Calorímetro confeccionado pela professora

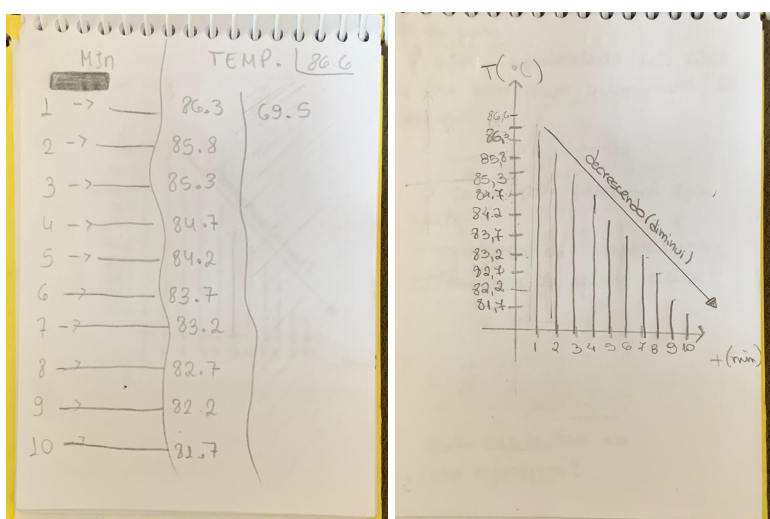


Fonte da pesquisa

Foi com esse aparato instrumental que as equipes simularam a situação apresentada pela diretora e observaram a variação de temperatura do “café” durante dez minutos. Com os dados coletados e organizados em uma tabela, os alunos foram instigados a construir um gráfico do resfriamento do café durante os dez minutos. Eles tiveram bastante dificuldades para executar, precisando de ajuda na organização das informações. Os alunos relataram não saber por onde começar a construir o gráfico. A professora então demonstrou no quadro o plano cartesiano e juntos nomearam os eixos (tempo x temperatura). Ela sugeriu ainda que completassem o gráfico com os dados da tabela usando uma escala adequada. Uma amostra dos resultados pode ser vista na figura 16, onde temos uma tabela e um gráfico construído pelos alunos. Nessa etapa foi necessário explicar que a escala trata de deixar as distâncias proporcionais entre um dado e outro. Conforme foram superando as dificuldades iniciais e executando a tarefa, associaram a mesma com o conteúdo do componente de Matemática, mas ressaltaram que estavam

recém aprendendo sobre o assunto, que provavelmente tratava-se de estudo de funções. Supõe-se que as dificuldades tenham surgido porque os alunos estavam retornando para a sala de aula, vindos de dois anos de pandemia e talvez os conhecimentos sobre plano cartesiano que são estudados no 9º ano do Ensino Fundamental não tenham sido assimilados de forma adequada. Como essa prática aconteceu entre maio e junho, período em que ainda estavam retomando os conhecimentos matemáticos dos anos anteriores, é possível que tal fato tenha impactado a atividade. Apesar disso, é sabido (PEREIRA, NETO, 2015) que os alunos brasileiros possuem compreensão matemática inferior ao previsto, o que é identificado também na prática docente de disciplinas de áreas afins como a Física. Até por essa necessidade de qualificação que esse produto defende o ensino equilibrado entre as abordagens conceitual e Matemática dos temas de Física.

Figura 16 – Tabela e gráfico do resfriamento do café durante dez minutos feito por uma das equipes.



Fonte da pesquisa

Com as medidas representadas no gráfico a professora fez o fechamento desta aula explicando que o gráfico permite ver o resfriamento do café durante os dez minutos em que a diretora esteve ausente da sua sala e que, na situação específica em que o café estava mais quente que o ambiente, foi possível interpretar que com o passar do tempo a temperatura do café diminuiu. Foi revelado também que o copo que a diretora usava era térmico o que foi replicado na experimentação feita pelos alunos por meio do isolamento com isopor. Observa-se que embora não tenha sido usado uma réplica idêntica do copo que supostamente a diretora utilizou,



buscou-se adaptar a situação utilizando um copo que simulava um copo térmico. Isso permitiu que fosse possível verificar que mesmo um copo térmico não isola de forma absoluta seu conteúdo. As conclusões deram conta que esse copo permite que a temperatura diminua, mas que os dez minutos de ausência da diretora não foram suficientes para que o café esfriasse a ponto de ela não querer tomá-lo.

A conclusão de que o resfriamento do café não condizia com o processo de resfriamento replicado no laboratório não foi suficiente para dar aos estudantes a sensação de mistério esclarecido. Era necessário apresentar uma hipótese razoável e fundamentada para o que efetivamente poderia ter ocorrido. Nesse sentido, a aula 5 seguiu explorando o mesmo mistério, porém trazendo a narrativa de se tratar de um curso de perícia térmica. Os detalhes são apresentados a seguir.

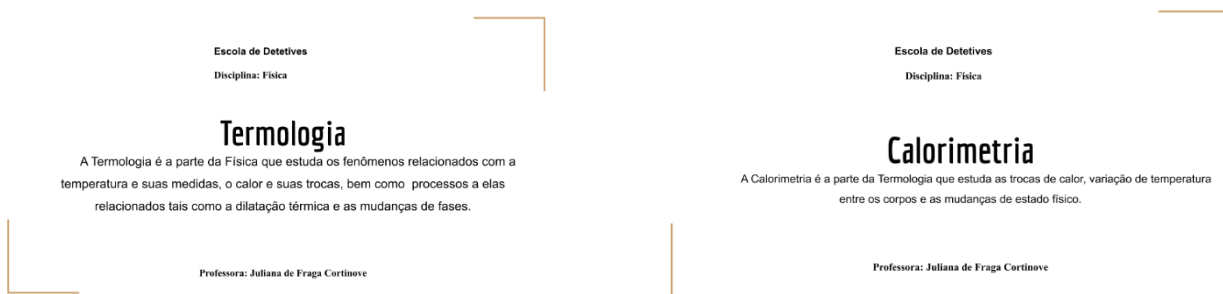
#### **5.1.5 Aula 5 - O café esfriou - Perícia térmica**

Em função de seus objetivos, a aula foi iniciada já no laboratório e os alunos estavam angustiados para definir o que realmente teria acontecido com o café da diretora. Foi sugerido que replicar o experimento do resfriamento do café novamente, já que a temperatura ambiente não era a mesma da semana passada, alguns alunos não gostaram muito da ideia pois queriam resolver logo o mistério, mas todos participaram e realizaram a proposta, uma vez que nesta aula o mistério teria que ser desvendado. A professora explicou que como a diretora pediu um relato do ponto de vista da Física explicando o que aconteceu, não seria possível simplesmente colocar o que achavam que tinha acontecido, deveriam argumentar e fundamentar as conclusões apontadas. Para isso, a professora convidou as equipes a participarem de um curso de perícia térmica, onde seriam abordados conceitos importantes sobre o calor, como, capacidade térmica, calor específico, quantidade de calor recebido e cedido<sup>9</sup>. O conteúdo foi exposto em slides que se encontram no apêndice F.

---

<sup>9</sup> Nesta aula poderia ser discutido conceito de condutividade térmica e resfriamento de Newton envolvendo condução, convecção e irradiação. O que não foi possível devido ao tempo e o perfil dos estudantes.

Figura 17 - Amostra do material dos slides.

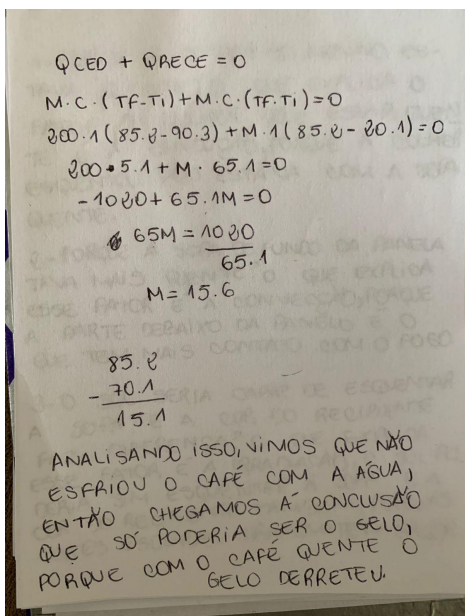


Foram, então, retomados alguns conceitos das aulas anteriores tais como calor, equilíbrio térmico, entre outros. Foi perguntado aos alunos, por exemplo, o que é calor e eles prontamente responderam que é uma energia que passa de um corpo mais quente para um mais frio. A professora perguntou se essa passagem de energia acontece para sempre ou se ela pára em algum momento, e os alunos responderam que ela pára quando os dois corpos atingem a mesma temperatura. A professora então quis saber do que se trata esse “atingir a mesma temperatura” e eles disseram que os corpos ficam em equilíbrio térmico. Reforçamos, ainda, que a temperatura é a grandeza que permite medir o grau de agitação das moléculas térmicas de um corpo e que não podemos confiar na sensação térmica do tato, pois esta pode variar de um observador para outro. A professora passou então a apresentar os conceitos de capacidade térmica, calor específico de algumas substâncias, quantidade de calor e como quantificar essa grandeza, além de discutir o princípio da conservação de energia aplicada às trocas de calor, bem como mostrar exemplos de cada tópico. Para ilustrar o referido princípio, foi apresentado um exemplo que tratava de calcular a quantidade de leite a ser misturada no café para que a mistura atingisse certa temperatura quando de seu equilíbrio térmico. Com isso, alguns alunos sugeriram que alguém tivesse colocado leite no café da diretora, enquanto outros argumentavam que ela teria percebido pela cor e/ou pelo gosto.

Utilizando a relação do calor cedido e do calor absorvido, os alunos calcularam a quantidade de água que se fosse colocada no café atingiria rapidamente a mesma temperatura que foi atingida ao se passarem os dez minutos, i.e., desconsiderando as trocas de energia com o ambiente. Neste momento, os

discentes puderam aplicar as relações matemáticas existentes na Calorimetria, como podemos observar na figura 18.

Figura 18 – Imagem do cálculo da quantidade de água a ser colocada no café para baixar a mesma temperatura que baixou nos dez minutos.



$$Q_{CED} + Q_{REC} = 0$$

$$M \cdot C \cdot (T_f - T_i) + M \cdot C \cdot (T_f - T_i) = 0$$

$$200 \cdot 1 \cdot (85,2 - 90,3) + M \cdot 1 \cdot (85,2 - 20,1) = 0$$

$$200 \cdot 5,1 + M \cdot 65,1 = 0$$

$$-1020 + 65,1M = 0$$

$$65M = 1020$$

$$M = 15,6$$

$$\begin{array}{r} 85,2 \\ - 70,1 \\ \hline 15,1 \end{array}$$

ANALISANDO ISSO, VIMOS QUE NÃO ESPALOU O CAFÉ COM A ÁGUA, ENTÃO CHEGAMOS À CONCLUSÃO QUE SÓ PODERIA SER O GELO, PORQUE COM O CAFÉ QUENTE O GELO DERRETEU.

Fonte da pesquisa

Após realizar os cálculos, cada equipe adicionou ao café a quantidade de água prevista e puderam perceber a temperatura baixando quase que instantaneamente. Os alunos disseram que a quantidade de água colocada não resolvia o caso porque atingiria a mesma temperatura já observada, o que não era significativo e ainda que para esfriar o café com a água, esta deveria ser colocada em maior quantidade e isso tornaria o café fraco e ficaria ruim de tomar.

Como alguns alunos desde a leitura inicial do ofício sugeriram que alguém pudesse ter colocado gelo no café da diretora, a professora convidou a turma para num trabalho coletivo calcular quanto diminuiria a temperatura do café, caso fosse colocado um cubo de gelo. Após o cálculo, apresentado na figura 19, foi possível perceber que a temperatura diminuiria em torno de  $20^{\circ}$  o que deixaria o café frio.

Figura 19 – Imagem do cálculo da temperatura final do café caso tivesse colocado gelo.

Se colocar gelo quanto diminuiria?

$$q_{rec} + q_{ced} + q_{rec} = 0$$

$$m \cdot c \cdot \Delta t + m \cdot l + m \cdot c \cdot \Delta t = 0$$

$$200 \cdot 1 \cdot (T_f - 85,2) + 25 \cdot 80 + 25 \cdot 1 \cdot (T_f - 0) = 0$$

$$200T_f - 17040 + 2000 + 25T_f = 0$$

$$225T_f - 15040 = 0$$

$$T_f = \frac{15040}{225} = 66,84^\circ\text{C}$$

botaram gelo no café

Fonte da pesquisa

Apesar de acompanharem os cálculos realizados durante a atividade, a explanação de conceitos e relações matemáticas a respeito de capacidade térmica, calor específico, quantidade de calor recebido e cedido gerou certo desconforto nos discentes. Pode-se observar uma certa resistência quando as análises exigiram a utilização de cálculos e fórmulas matemáticas. Apesar das dificuldades apresentadas, os alunos se empenharam em participar da aula e escrever o ofício de resposta para a diretora, explicando porque seu café tinha esfriado. Na figura 20, podemos fazer a leitura de dois dos 7 ofícios enviados à diretora.

Figura 20 – Ofício de resposta enviado para a diretora da escola.

## Equipe 1

Vimos através deste documento explicar o que aconteceu com o caso do café.

Primeiramente tivemos em mente a possibilidade de que a temperatura ambiente baixaria a temperatura do café, mas fizemos a medida da temperatura do café de 1 em 1 minuto, por dez minutos, mas a temperatura que baixou não foi suficiente para deixar o café gelado pois de  $86,6^{\circ}\text{C}$  foi para  $81,7^{\circ}\text{C}$ .

De segundo lance, pensamos na possibilidade de terem sabotado o café colocando água no copo enquanto a diretora estava ausente, mas, novamente não era. Pois, segundo os cálculos obtidos e realizados, a quantidade de água colocada no copo, não seria suficiente para baixar a temperatura do café a ponto de deixá-lo gelado.

Depois de pensarmos muito, chegamos a conclusão, fisicamente, de que colocaram gelo no copo de café, e como o café estava quente, o gelo derreteu, fez com que esfriasse o café e ainda a diretora não visse o gelo dentro do copo, pois ele havia derretido.

Fonte da pesquisa

## Equipe 3

Ofício resposta

Vimos através desse ofício solucionar o caso. Analisando os fatos que nos foram entregados chegamos a uma conclusão.

O café não poderia esfriar apenas com a adição de água em temperatura ambiente, pois, pelo ponto de vista da física isso não seria possível. Para comprovarmos isso fizemos o seguinte cálculo:

$$M.C. (T_f - T_i) + M.C. (T_f - T_i) = 0$$

chegamos ao seguinte resultado:

16,6mls de água, essa quantidade de água é insuficiente para esfriar o café. Ou seja, o café foi sabotado, colocaram gelo.

Fonte da pesquisa

### 5.1.6 Aula 6 - No refeitório

A sexta aula iniciou na chegada dos estudantes à escola. No caminho do portão até a sala de aula estavam garrafas identificadas para cada equipe com um bilhete que os instruiu a abri-la somente na aula de Física. A professora ficou circulando entre um período e outro e percebeu a curiosidade dos alunos em saber o desafio que a garrafa trazia para esta aula.

Na aula de Física as equipes abriram a garrafa e puderam ler a narrativa que inspirava o desafio do dia. Prontamente perceberam que deveriam ir até o refeitório da escola onde encontrariam material para auxiliar na explicação das situações apresentadas na carta. Como era o horário do lanche dos alunos dos anos iniciais e para não tumultuar o refeitório, a professora sugeriu que um representante de cada equipe fosse até o local identificado e procurasse um material na cor indicada por ela. Uma aluna chegou a supor que encontrariam colheres no refeitório, mas o que os alunos encontraram foi um envelope que continha material explicativo, exemplos e imagens sobre os mecanismos de transferência de energia: condução, convecção e irradiação.

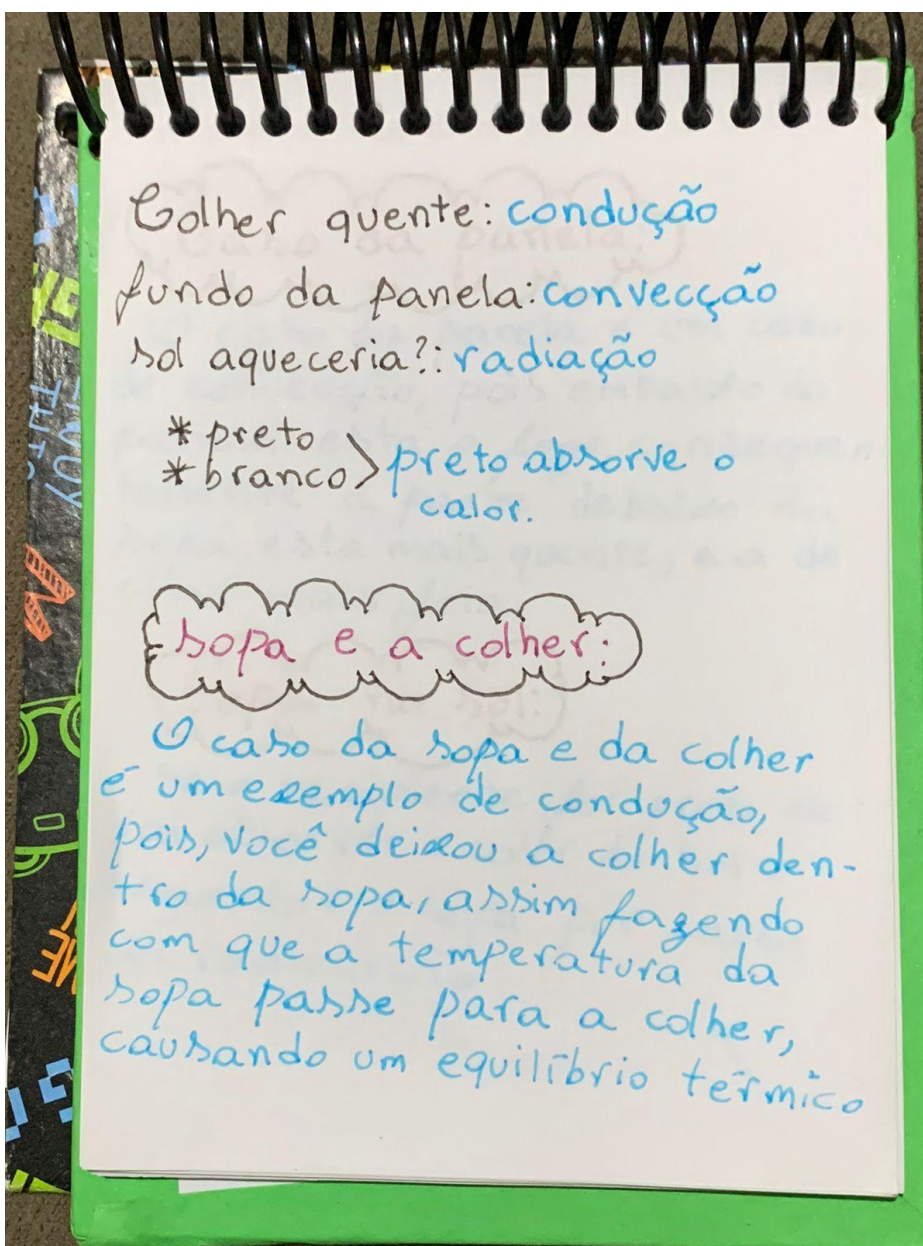
Dentro da garrafa os detetives encontraram uma carta escrita por um aluno da escola. A narrativa descreve situações que acontecem no refeitório da escola, como, a observação entre dois meninos de que suas colheres apresentam temperaturas diferentes, um prato de sopa que está quente e o outro está frio e ainda uma conversa em que surge a dúvida de colocar a sopa ao sol para esquentar. Através da interpretação das ocorrências descritas é possível identificar os processos de transferência de energia: condução, convecção e irradiação.

As equipes manusearam com facilidade o material disponibilizado e compreenderam que no relato da carta deixada por um aluno estavam acontecendo os três processos de trocas de calor. A primeira situação problema foi associada com a transferência de energia por condução, pois a colher em contato com a sopa quente foi aquecida. A segunda situação retrata o processo de transferência de energia por convecção, no qual a sopa que está no fundo da panela recebe energia da chama e é aquecida primeiro por condução, conseqüentemente gera as correntes de convecção, que é a troca de lugar da sopa que está no fundo pela que está na superfície da panela. Nesta situação os alunos tiveram dificuldade de interpretar a

narrativa. Apesar de entender que se tratava do processo de convecção, o senso comum, ou suas concepções alternativas, falaram mais alto e eles, pensando apenas na troca de energia com o ambiente, construíram uma visão equivocada da situação como será discutido posteriormente. E quanto a aquecer a sopa no Sol, os alunos identificaram que se tratava da transferência por irradiação, mas que não seria o suficiente para aquecer a sopa do menino, pois tinha também pouco tempo durante o intervalo para que isso acontecesse.

A primeira situação problema, que descrevia o aquecimento da colher, foi associada com a transferência de energia por condução, pois a colher em contato com a sopa quente foi aquecida. Na figura 21 podemos observar a interpretação de um aluno a respeito da situação apresentada. É possível verificar que, apesar de ainda estarem presentes alguns traços de concepções alternativas na linguagem utilizada, há indícios de concepções científicas em termos da descrição do fenômeno. Não se pode esperar que uma mudança conceitual se dê em um período curto de tempo como o dessa sequência didática. Apesar disso, é esperado que as reflexões proporcionadas iniciem esse processo e possibilitem a evolução da compreensão do estudante como identificado. Até por isso, a professora retomou alguns conceitos quando eles apareciam de forma inadequada nos textos e falas dos discentes.

Figura 21 – Imagem da interpretação de uma estudante a respeito da transferência de calor através da condução.



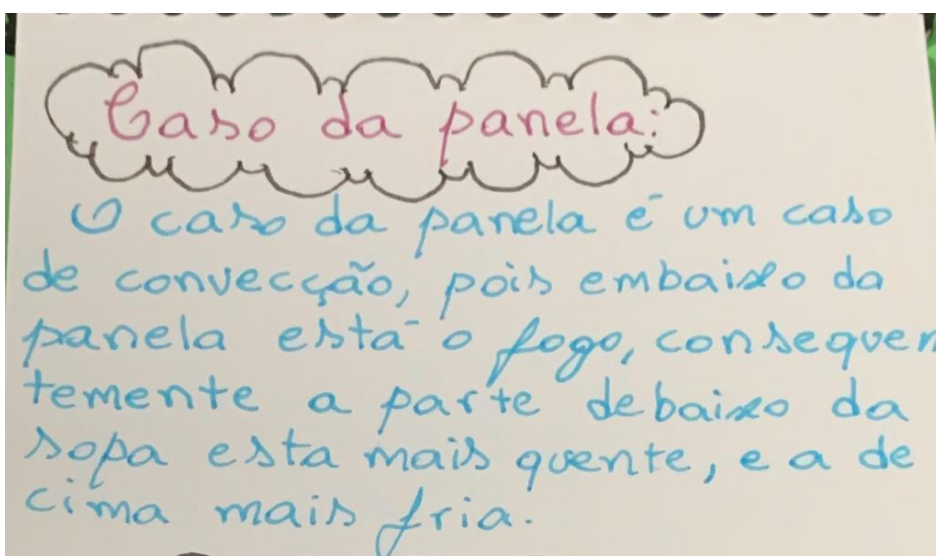
Fonte da pesquisa

A segunda situação retratava o processo de transferência de energia por convecção, no qual a sopa que está no fundo da panela recebe energia da chama e é aquecida por condução, dando origem às correntes de convecção, que é a troca de lugar das moléculas de sopa que estão no fundo da panela pelas que estão na superfície do líquido com a respectiva transferência de energia. Segundo os alunos, a panela poderia ter ficado aberta e a chama ter sido desligada, assim a parte superior esfriou mais rápido, logo, a sopa do fundo estava mais quente. Alguns sugeriram que a parte de cima trocava energia com o ambiente, esfriando. Essa



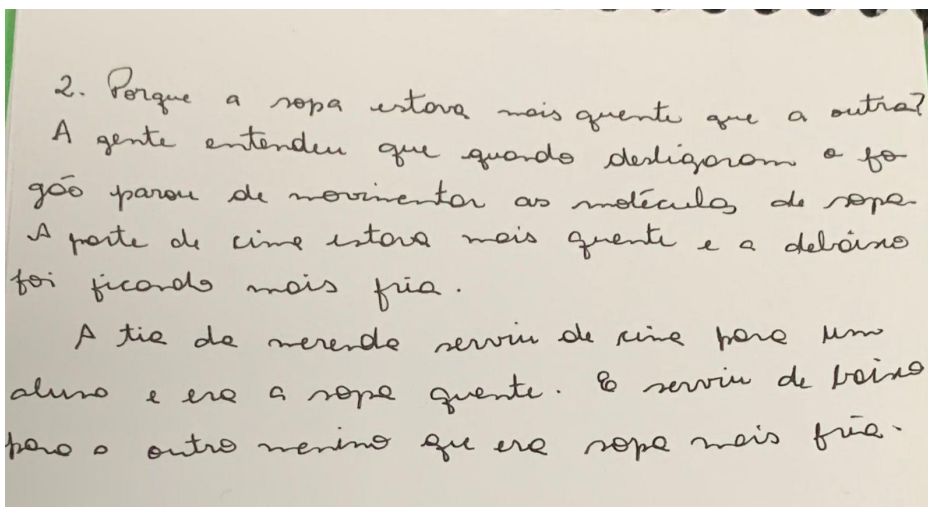
interpretação foi equivocada e a professora então leu o material de apoio com o grande grupo e explicou que ao desligar a chama há uma estabilização das temperaturas de forma que a sopa quente permanecerá na superfície, de onde foi retirada a porção de sopa servida ao menino. Nas imagens 22 e 23 podemos verificar o contraste de duas respostas para o caso da sopa. Na imagem 22, a equipe inicialmente analisa somente a troca de energia da sopa que se encontra na parte superior da panela com o ambiente, supondo que a sopa esfria ao atingir o equilíbrio térmico com o ambiente. Já na imagem 23 observa-se que a equipe entendeu o processo de transferência de energia por convecção, ao qual a sopa é aquecida por uma fonte de energia, neste caso a chama do fogão. A energia térmica é transferida para as partículas de sopa, fazendo elas ganharem energia e se tornarem mais quentes, logo as partículas se tornam menos densas e sobem para a superfície da panela, enquanto as partículas mais frias descem. Essa troca se dá até o momento de toda a sopa atingir a mesma temperatura.

Figura 22 – Imagem da interpretação equivocada da equipe 4.



Fonte da pesquisa

Figura 23 – Imagem da interpretação da equipe 3.



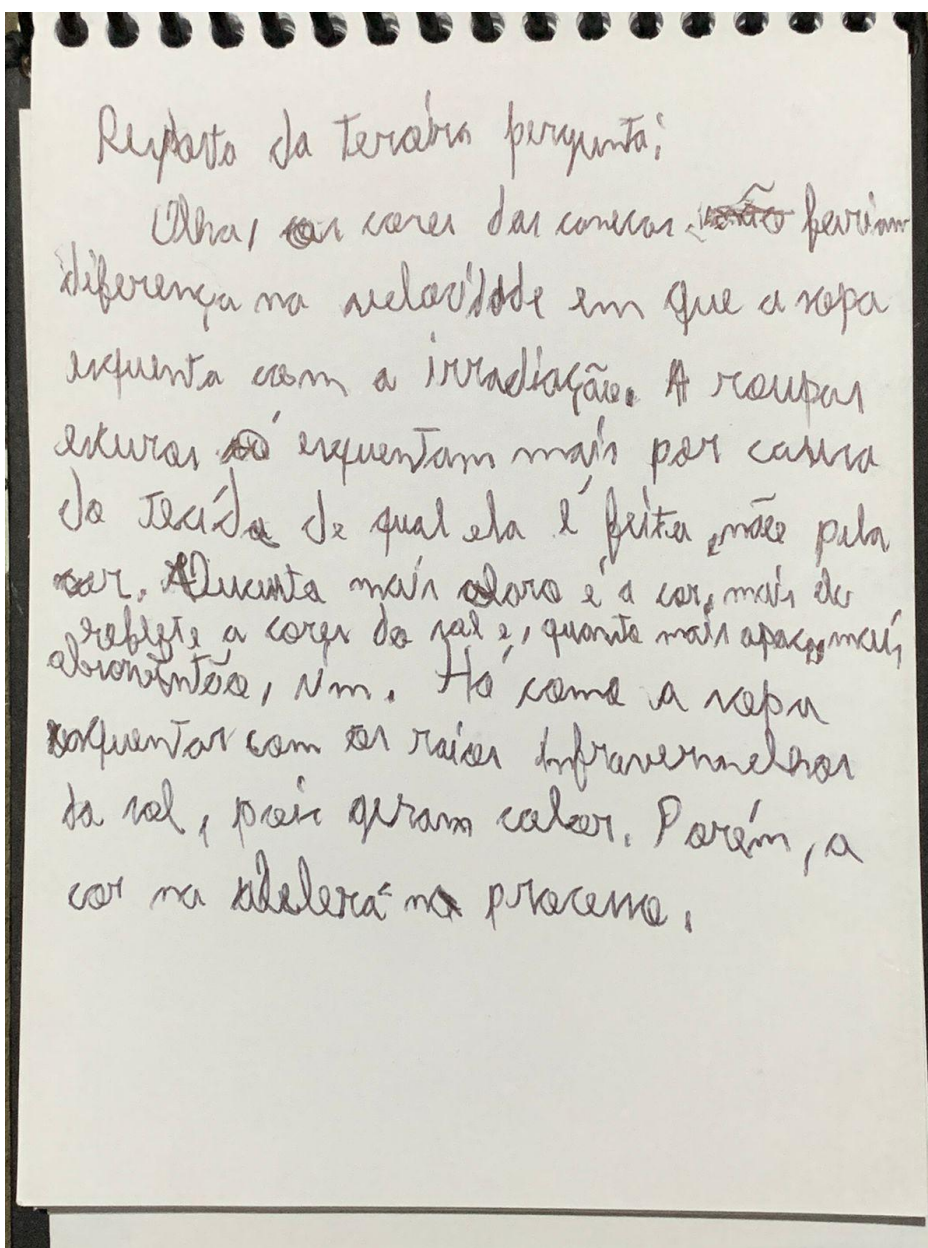
2. Porque a sopa estava mais quente que a outra?  
A gente entendeu que quando desligaram o fogão parou de movimentar as moléculas de sopa.  
A parte de cima estava mais quente e a de baixo foi ficando mais fria.  
A tina de merende serviu de cima para um aluno e era a sopa quente. E serviu de baixo para o outro menino que era sopa mais fria.

Fonte da pesquisa

E quanto à terceira situação do episódio que envolvia aquecer a sopa no Sol, os alunos identificaram que se tratava da transferência de energia por irradiação, mas que o procedimento sugerido não seria suficiente para aquecer a sopa do menino, pois o tempo de intervalo, período em que ela ficaria exposta ao Sol, era curto para que o aquecimento fosse relevante. A figura 24 traz um exemplo dessa compreensão.

Apesar de prevista, não houve tempo para a redação da carta resposta ao menino. Assim, a professora considerou as anotações que cada equipe fez em seus diários como sendo a resposta do grupo ao menino.

Figura 24 – Imagem da interpretação de um estudante sobre a transferência de calor por irradiação.



Fonte da pesquisa

O encerramento da aplicação do produto educacional aconteceu na aula 6. Após a conclusão do mistério no refeitório, foram entregues aos alunos os certificados com a menção de acordo com a participação nas atividades propostas em cada aula. Tivemos sete alunos com certificado bronze, pois em alguns momentos mostravam pouco interesse e poucas vezes expõem suas ideias. Oito alunos tiveram participação mediana conquistando um certificado prata. Doze alunos obtiveram certificado ouro, sua participação foi integral, sempre mostrando interesse

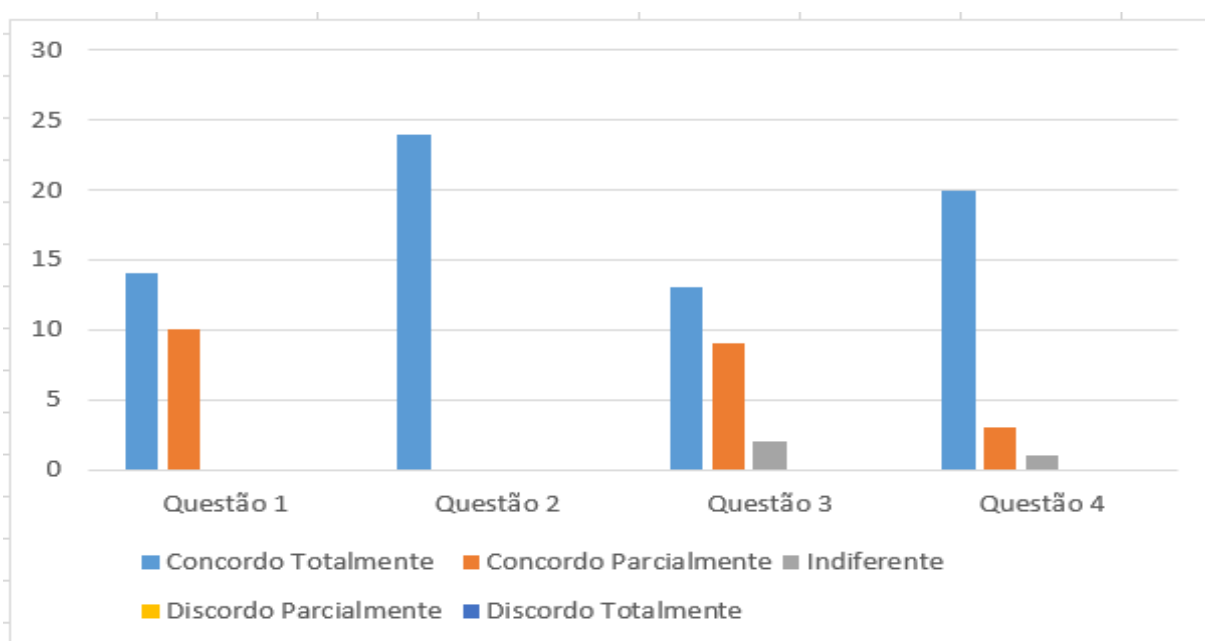
e curiosidade em resolver cada mistério proposto. Uma aluna foi transferida na semana da última aula e não recebeu o certificado.

A análise de cada episódio, portanto, permitiu identificar o interesse causado pela proposta e o conseqüente envolvimento dos estudantes nas discussões de conceitos e fenômenos físicos abordados. Nesse processo foi possível identificar ainda um avanço conceitual dos estudantes, embora não se espere que a proposta reverta totalmente as concepções alternativas presentes em sua estrutura cognitiva.

## 5.2 Percepção dos estudantes sobre a proposta.

Com o objetivo de trazer as considerações dos estudantes sobre a iniciativa, foi aplicado um questionário (Apêndice H) contendo quatro questões a serem respondidas usando a escala Likert e uma de livre resposta, para que os estudantes fizessem uma reflexão sobre a proposta desenvolvida. Os 24 estudantes presentes no dia da aplicação do questionário, puderam expressar suas opiniões sobre as etapas da sequência didática, bem como ponderações sobre a metodologia e os recursos utilizados.

Figura 25 – Imagem das considerações dos estudantes sobre a proposta desenvolvida.



Analisando as considerações dos estudantes percebe-se que eles avaliaram positivamente a proposta, observando que os recursos utilizados ajudaram na compreensão dos assuntos abordados. Os alunos destacaram a metodologia aplicada que permitiu a interação entre os detetives e a investigação através de situações da sua vivência, deixando as aulas de Física mais interessantes e contribuindo para um melhor entendimento.

Na questão aberta, os estudantes puderam destacar os pontos positivos e negativos da proposta. Vejamos algumas considerações dos alunos:

- Gostei das aulas da professora Ju por ela ter dado outros recursos para nós.
- Positivo: exercitou muito a mente e todas as aulas foram interativas e de modo divertida. Amei as aulas. (Estudante C)
- Positivo: Adorei, teve colaboração, sora Ju super deu apoio em tudo, ajudou. Negativo: nenhum. (Estudante J)
- Pontos positivos: A interação da professora com os alunos, a maneira diferente de aprendermos. (Estudante X)
- Aprendemos muito de um jeito divertido e muito interessante, porém a interação entre diferentes grupos gerou discórdia.
- Os pontos positivos é que a aula do jeito investigativo entrou muito mais na minha cabeça e eu compreendi muito mais. (Estudante I)
- Positivos: aprendemos ao mesmo tempo que nos divertimos, trabalhamos em grupo. Negativos: por mais que brincando e aprendendo, às vezes, levamos mais na brincadeira do que no aprendizado e acredito que isso nos atrapalhou. (Estudante S)
- Gostei de tudo menos o fato de não ter o conteúdo no caderno.
- Foi interessante e também bem legal. Uma forma diferente de estudar algo tão matemático deixando mais prático. Nenhum ponto negativo. (Estudante U)
- Utilizar situações do dia a dia nos ajudou a entender e compreender situações. (Estudante W)
- Era mais fácil de entender. A Física ficou mais interessante.
- As aulas com a utilização de enigmas e episódios me fizeram criar muito interesse pela Física, o qual eu não tinha. A cada aula eu aprendia Física só que de uma forma que eu gostasse muito e não consigo encontrar nenhum ponto negativo nisso. (Estudante G)

- Na minha opinião não teve pontos negativos. Mas os positivos foram: juntou mais a turma, trabalhou o raciocínio lógico de uma forma diferente e utilizou uma nova forma de aprendizagem.
- Tudo certo, só as explicações das fórmulas que eram um pouco confusas.
- Eu gostei de tudo, mas às vezes era meio difícil e às vezes era fácil. Eu gostava muito de sair procurando as pistas. (Estudante L)
- As aulas foram ótimas e seria bom se a maioria das aulas fossem assim, acho que não teve pontos negativos, só algumas explicações que eram difíceis de entender.
- Um dos pontos positivos é poder participar e aprender de algo e de uma forma diferente e divertida. Um dos pontos negativos é que em algumas aulas os alunos (alguns) não participaram totalmente da atividade. (Estudante M)

Este estudo teve a intenção de sugerir uma forma alternativa para a abordagem da Termologia no Ensino Médio Curso Normal ampliando os horizontes da Física para além da Cinemática e da Dinâmica. A construção do conhecimento a partir de situações vivenciadas dentro da escola e podendo ser identificadas também fora do espaço escolar, no dia a dia dos estudantes, facilitou a aplicação e a aceitação da sequência didática pelos alunos. Estes demonstraram interesse, engajamento e dedicação na busca pela solução dos episódios propostos.

### **5.3 Avaliação global da proposta.**

Em termos de sua estrutura metodológica, foi possível identificar elementos de um material potencialmente significativo uma vez que em cada episódio houve preocupação inicial com as concepções dos estudantes sobre o tema, o material e os procedimentos proporcionaram processos como a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Além disso, o uso da gamificação parece ter contribuído para que os alunos apresentassem uma postura de disposição em aprender o que, associado à metodologia e os temas tratados, propiciou diversos episódios de associação do novo conhecimento com situações já presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Em termos da avaliação da aprendizagem, a análise das exposições feitas pelas equipes ao final de cada aula, associada aos registros em suas cadernetas de investigação e nas respostas formais redigidas, se mostraram

adequadas e suficientes. Além disso, possibilitaram que os estudantes/detetives pudessem expressar suas ideias e entendimentos acerca dos assuntos e situações por eles investigados, proporcionando oportunidade para a reconciliação e ampliação conceitual, a partir das suas conclusões comparadas com as de seus colegas.

## 6 Considerações finais

Este trabalho apresenta uma sequência didática que propõe o ensino da Termologia para alunos do 1º ano do Ensino Médio Curso Normal, em um instituto educacional situado na cidade de Tramandaí. A sequência didática foi baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (MOREIRA, 1999) levando em consideração os fatores a ela associados como a relevância dos conhecimentos prévios dos estudantes como suporte para novos conhecimentos, o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, entre outros. A partir disso, o produto educacional foi elaborado com o objetivo de representar um material potencialmente significativo que contribua para a aprendizagem dos estudantes de maneira significativa e disponibilize aos professores um material a ser utilizado em outras realidades escolares com as devidas adaptações.

Levando em consideração algumas dificuldades pertinentes ao ensino de Física nesta modalidade de ensino, tais como pouco tempo destinado ao componente curricular e com conteúdos restritos, falta de contextualização, desinteresse dos estudantes, dificuldades de aplicação e entendimento, foi proposta uma sequência didática gamificada a fim de auxiliar os professores em iniciativas de inovação didática e motivar os alunos na busca pelo conhecimento. A gamificação faz uso de elementos e características de jogos no ambiente de aprendizagem para engajar, motivar e melhorar o desempenho dos alunos. Sendo assim, durante seis aulas os estudantes, através de situações encontradas no espaço escolar, foram desafiados e motivados a investigar, identificar, definir conceitos e construir o conhecimento de assuntos em torno da Termologia.

A partir de episódios apresentados a cada aula, os estudantes assumiram o personagem de detetive e, em equipes, buscaram solucionar casos expostos com diferentes narrativas, pistas, experimentos e desafios envolvendo conceitos relevantes da Termologia, como: escala termométrica, equilíbrio térmico, sensação térmica, transferência de calor, calor, condução, convecção e radiação, bem como as relações matemáticas de capacidade térmica, calor específico e quantidade de calor implícitos no cotidiano escolar.

A avaliação da proposta demonstrou que é viável a aplicação da sequência didática nos moldes planejados, havendo potencial para sua ampliação e adaptação para outros assuntos de Física. Pode-se destacar a participação e o envolvimento



dos alunos nas atividades propostas e que de um modo geral a evolução na compreensão conceitual foi relevante e dentro das expectativas iniciais, afinal em diferentes momentos foi possível perceber uma migração do senso comum para uma definição física adequada. A utilização de narrativas distribuídas em episódios que se apresentavam por trás de mistérios e enigmas também se mostrou uma estratégia eficaz. Foi possível verificar durante as aulas, e também nos comentários de avaliação, que a estratégia da Gamificação fez aflorar nos estudantes o espírito investigativo e a vontade de buscar conhecimentos que permitissem resolver cada caso.

Naturalmente foram também identificados pontos de potenciais melhorias. Uma delas é a possibilidade de alterar a ordem das aulas trazendo o episódio 6, sobre processos de troca de calor, para antes do Episódio 4 de forma a discutir os processos de troca de calor antes de trabalhar o fenômeno de resfriamento do café da diretora. Acredita-se, também, que as aulas teriam tempo melhor aproveitado se os dois períodos semanais de Física não fossem separados pelo intervalo, pois neste caso os alunos demoravam a retornar tornando o tempo útil da aula menor.

Sendo assim, em uma perspectiva geral foi possível perceber que a sequência didática alcançou os objetivos inicialmente propostos uma vez que a proposta didática se mostrou coerente e potencialmente significativa. Além disso, sua aplicação demonstrou se tratar de uma iniciativa viável e com bons resultados tanto em termos de envolvimento dos estudantes quanto em qualificação do conhecimento físico dos estudantes. Há de se citar ainda a potencialidade de se disponibilizar aos professores um material que apresenta a proposta, discute em linguagem simples seus princípios fundamentais possibilitando adaptações para diferentes realidades ou mesmo assuntos da Física.

Os estudantes, foco deste estudo, perceberam a importância de se dedicar ao estudo da Física para entender situações vivenciadas no dia a dia e que o senso comum não explica. Eles puderam avaliar suas concepções prévias e, através das investigações, avançar na direção do conhecimento físico.

A pesquisa realizada tem um papel importante para melhorar a qualidade do ensino. Neste caso não só o ensino de Física mas também, dos estudantes do Curso Normal, futuros professores. A proposta permitiu que os estudantes explorassem temas do seu cotidiano e que podem facilmente adaptar para seus futuros alunos, mostrando que é possível explorar temas e compreender conceitos

de forma lúdica. Este trabalho permitiu o desenvolvimento de habilidades como, análise de dados e capacidade de resolver problemas e incentivou os estudantes a fazerem novas descobertas. Sendo assim, não coloca-se fim neste trabalho, essa experiência como aluno pode impactar positivamente na vida docente futura. Os alunos de hoje, quando professores podem dar continuidade a pesquisa, adaptando a proposta ao seu público alvo e desmistificando o medo pelos conhecimentos científicos. Entende-se que algumas situações físicas são mais complexas, mas muita coisa pode ser usada nas aulas que tornam o entendimento e a busca por ele mais amena. A realização da pesquisa despertou a autonomia dos estudantes e possibilitou a conexão entre a teoria e a prática, pois os alunos puderam associar situações da vida real com o conhecimento adquirido em sala de aula. Espera-se que a experiência vivenciada enquanto aluno impacte na prática docente futuramente.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 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)>. Acesso em: 11 out. 2021.

ANJOS, M. D. **Gamificação e games no ensino de mecânica newtoniana: uma proposta didática utilizando o jogo Bunny Shooter e o aplicativo Socrative**. 2017.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. **“Alfabetização científico-tecnológica para quê?”** Ensaio – pesquisa em educação em ciências, vol. 3, n° 1, 2001, pp. 105-115.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AZEVEDO, C. **Ensino da Termologia utilizando a metodologia Peer Instruction**. 2019.

CAMPOS, B. O. **Utilização de simulações computacionais no Ensino de Física, na área da Termologia**. 2017.

COSENTINO, M. R. **Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários**. 2019.

DAMÁSIO, F. **Programa para qualificação de Professores para Ensino de Física em Séries Iniciais do Ensino Fundamental**. 2007.

FRAGA, V. M. **Uma proposta de gamificação do processo avaliativo no ensino de física em um curso de licenciatura**. 2021.

FERNANDES, J., Gouvêa, G. **A perspectiva CTS e a formação docente na visão de professores da educação básica brasileira**. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 14, núm. 41, 2019, Março-Junho, pp. 41-69.

FONSECA, M. C. **UEPS para o ensino dos modos de transmissão de calor, utilizando mapas conceituais para o acompanhamento do aprendizado**. 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. Editora Paz e Terra, 1996.

GALVÃO, A. P. N. C. **Gamificação no Scratch como recurso para aprendizagem potencialmente significativa no Ensino de Física: Lançamento de projéteis**. 2017.

GONÇALVES, L. J. **Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio.** 2005.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. **Fundamentos de Física 2:** Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011. Cap. 18, p. 183-207

HEWITT, P.G. **Física Conceitual.** Editora Bookman, 2002; ISBN.

Instituto Estadual de Estudos e Pesquisas - Inep

<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/historico>. Acesso em: 28 setembro, 2022

JUNIOR, E. C. J. **Um guia didático para o conteúdo de grandezas e medidas via gamificação.** 2017.

KRAWCZYK, Nora. **O ensino médio no Brasil.** São Paulo: Ação Educativa, 2009. (Coleção em Questão, 6).

KLOCK, A. C. T., CARVALHO, M. F., ROSA, B. E., & GASPARINI, I. **Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** (2014). Renote, 12(2).

KOBORI, Nayara. **Storytelling como ferramenta na Educação.**

KÖHNLEIN, J. F. K. **Um estudo sobre as concepções alternativas de calor e temperatura.** 2013.

LAZZAROTTO, Juliana. **O ensino de óptica geométrica para futuras(os) professoras(es) do curso normal através de metodologias ativas de ensino-aprendizagem.** Dissertação, nov 2020.

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais.** Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências. Volume 3. Nº 1. Jun 2001.

LOUZADA, A. N., ELIA M. F., SAMPAIO F. F. **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) [www.sbfisica.org.br <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173711598](http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173711598)

MACEDO, L., PETTY, A. L. S, PASSOS, N. C. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar.** Porto Alegre: Artmed 2007.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física.** Volume 2. São Paulo: Scipione, 2010. Cap 3, p. 76-77.

MARQUES, N. L. R. **Formação dos alunos do curso normal para o ensino de ciências nas séries iniciais: uma experiência em Física Térmica.** 2009.

MEES, A. A. **Implicações das teorias de aprendizagem para o ensino de física.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~amees/teorias.htm>>. Acesso em 17 de julho de 2013.

MELLO, G. N. **Formação inicial de professores para a educação básica: uma (re)visão radical.** São Paulo. Persp.14(1). Mar 2000.

MICHELENA, J. B. **Física térmica: uma Abordagem Histórica e Experimental.** 2008.

MIRANDA, E. N. **Produção de entropia e o problema da condução do calor.** 2016.

MORAES, J. U. P. **A visão dos alunos sobre o ensino de Física um estudo de caso.** SCIENTIA PLENA VOL. 5, NUM. 11 2009  
<<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/736/392>> Acesso em: 28 set 2022.

MOREIRA, D.C. CELESTE. A. T. B. **Construção de um termômetro para fins didáticos.** Física na Escola, v. 13, n. 1, 2012.

MOREIRA, M. A., CABALLERO, M. C., RODRIGUEZ, M. L. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo.** Burgos, España, 1997, p. 19-44

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: UnB, 1999.

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

MOREIRA, M.A. **Grandes Desafios para o Ensino da Física na Educação Contemporânea.** Revista do Professor de Física, vol. 1, n. 1, Brasília, 2017.  
<<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/viewFile/25190/18899>>. Acesso em: 30 jun 2023.

NETO, H. M. R. C. **Material de apoio para a inversão da sala de aula sobre termologia e calorimetria.** Araguaína, 2020.

OLIVEIRA, E. S. **Simulações de condução de calor unidimensional com o software Maxima.** Revista Brasileira de Ensino Física. 45. 2023.

OSTERMANN, F., CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Física, 2010.

PALACIOS, F., TEREZZO, M. **O guia completo do Storytelling**. Editora Alta Books, Rio de Janeiro, 2016.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio, RIBEIRO-TEXEIRA & MOREIRA. **Textos de apoio ao professor de Física - IF - UFRGS - v. 23 n.1**, 2012

PEREIRA, J. B.; NETO, L. C. B. T. (2015). **O que os dados do SAEB nos dizem sobre o desempenho dos estudantes em matemática?** Educação Matemática Pesquisa, 17(2), pp. 309-333 .

PIRES, D. P. L., AFONSO, J. C., CHAVES, F. A. B. **Do termoscópio ao termômetro digital: quatro séculos de termometria**. Química Nova 29 (6), Dez 2009.

RAMOS, F. J. B. **O ensino de Física térmica utilizando história em quadrinhos**. 2018.

REIS, J. S. OLIVEIRA. V. C. M. AMORIM. A. M. A. SANTOS. B. M J. **Ensino de termologia com aplicação do jogo “Caminhos Termométricos”**. Física na Escola, v. 16, n. 2, 2018.

REKOVVSKY, L. Física na cozinha. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, v.23 n.6, 2012.

ROCHA, F. S. **Projeto de um calorímetro de relaxação para ensino de Física**. 2017.

STUCH, A. M. **Sugestão de experimento para a verificação da troca de calor por convecção**. Física na Escola, v. 4, n. 1, 2003.

SANTOS, W. L. P., MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Rev. Ensaio, Belo Horizonte v.02, n.02, p.110-132, jul-dez 2000.

SCHNEIDER, G. S. VEIT. E. A. SILVEIRA. F. L. **Ensino de calorimetria com ênfase no desenvolvimento da habilidade de leitura e interpretação de gráficos**. 2016.

SCHIEBINGER, Londa. **Mais mulheres na ciência: questões de conhecimento**. Apresentação de Maria Margaret Lopes. História, Ciências, Saúde - Manguinhos, Rio de Janeiro, v.15, supl., jun. 2008, p 269-281.

SIAS, D.B. **Aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na Física Térmica do Ensino Médio**. 2006.

SILVA, A. R. L., CATAPAN, A. H., DA SILVA, C. H., REATEGUI, E. B., SPANHOL, F. J., GOLFETTO, I. F., ... & SARTORI, V. **Gamificação na educação**. (2014). Pimenta Cultural.

SILVA, J. B., SALES, G. L., CASTRO, J. B. **Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, 2019.

SILVA, P. A., BASTOS, A. G. L. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de Física: uma revisão de literatura**. VII ENALIC. 05 a 07 dez 2018, Fortaleza Ceará.

SILVA, A. P. B. **Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos**. 2013.

SILVA, D. F. M. **Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo como auxiliar no ensino de conceitos básicos de termologia**. 2014.

SOUSA, J. C. M. **Parodiando a Física: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o uso da musicalidade para o ensino de Temperatura e Calor na Educação Básica**. 2020.

SOUZA, G. E. N. **Laboratório virtual de calorimetria: uma ferramenta potencialmente significativa para a aprendizagem ativa dos discentes**. 2021.

SOUZA, L. E. S., Lima, J. C. P., Neto, W. S. L. **Ensino de Ciências no Brasil: desafios contemporâneos no ensino da Física a partir de uma proposta interdisciplinar**. Revista Acadêmica Magistro - v.2 n.8, 2013  
<<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/magistro/article/view/2240>> Acesso em: 28 set. 2022.

STUDART, N. **A gamificação como design instrucional**. 2021

TEIXEIRA, T. F. M. **Gamificação, uma estratégia para promover o ensino e aprendizagem de gravitação no ensino médio**. 2017.

TOLOMEI, B. V. **A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação**. Revista Científica em Educação a Distância - Ead em foco (7)2, 145 - 156, 2017.

YOUNG, H. D., FREEDMAN R. A., SEARS & ZEMANSKY, **Física II: Termodinâmica e ondas**. 12ª edição. São Paulo: Pearson, 2008. Cap. 17, p. 179-206

<[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm)> Acesso em: 23 mai. 2023.

<[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm)> Acesso em: 23 mai. 2023.



**APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**



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



## PRODUTO EDUCACIONAL

### INVESTIGANDO CONCEITOS DE TERMOLOGIA: UMA PROPOSTA DE GAMIFICAÇÃO PARA ALUNOS DO CURSO NORMAL

Juliana de Fraga Cortinove

Prof. Dr. Terrimar Ignácio Pasqualetto  
Orientador

Prof. Dr<sup>a</sup>. Aline Cristiane Pan  
Coorientador

Tramandaí  
Setembro de 2023

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	104
<b>Princípios norteadores da proposta: Gamificação</b> .....	106
<b>Teoria da Aprendizagem Significativa</b> .....	106
<b>Gamificação</b> .....	107
<b>A sequência didática</b> .....	110
<b>Descrição da metodologia e atividades utilizadas na sequência didática</b> .....	113
<b>Aula 1</b> .....	113
<b>Aula 2</b> .....	118
<b>Aula 3</b> .....	120
<b>Aula 4</b> .....	121
<b>Aula 5</b> .....	123
<b>Aula 6</b> .....	124
<b>Considerações finais</b> .....	127
<b>Referências</b> .....	128

A busca de estratégias facilitadoras do desenvolvimento das aprendizagens é uma constante na vida dos bons professores. Isso envolve não só planejar ações que despertem o interesse dos estudantes, mas também identificar contextos nos quais a aprendizagem almejada seja relevante. Se pensarmos no contexto de alunos do Curso Normal, que estão estudando para serem professores da Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, a responsabilidade didática se torna ainda maior, pois é bastante provável que a vivência deles como alunos reflita diretamente em suas práticas como docentes.

Pensando nisso, e refletindo no fato de que muitas vezes os alunos do Curso Normal<sup>10</sup> do Ensino Médio tem contato com a Física apenas durante o primeiro ano do seu curso, buscamos propor uma sequência didática gamificada, e potencialmente significativa, que tratasse de Termologia. Essa escolha se deu não só com o intuito de extrapolar os temas de Mecânica, geralmente única parte da Física vista nesse período, mas também com o objetivo de proporcionar aos estudantes uma experiência com uma metodologia ativa de ensino. Além disso, a Termologia permite a apresentação de modelos abstratos por meio de fenômenos mais concretos e sensoriais. Desta forma, é possível tanto almejar o desenvolvimento dos alunos de nível médio nos temas de Física quanto prever a adaptação de algumas atividades para níveis mais básicos nos quais eles atuarão como professores.

Pensando em expandir o conhecimento dos estudantes e promover o interesse e a participação dos mesmos durante as aulas, pensou-se numa sequência didática na qual os alunos se tornam detetives e passam a resolver mistérios que surgem no contexto cotidiano da própria escola e que, para sua resolução, necessitam de conhecimentos de Termologia.

Nesse sentido, o planejamento da sequência didática aqui proposta foi fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. Para tanto, além de outros elementos da TAS que serão discutidos posteriormente, essa proposta considera que o desenvolvimento da aprendizagem significativa se dá

---

<sup>10</sup>Modalidade de Ensino concomitante ao Ensino Médio voltada para a formação de professores que atuarão na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental. A Lei nº 9.394/96 (LDB), determina que para atuar em cursos de formação básica os professores devem ter formação superior. Porém, em 2017, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) sofreu algumas alterações com a Lei 13.415 que determina que o curso normal a nível médio seja uma formação mínima para o exercício do magistério e que a formação do docente deve ser complementada com um curso superior de licenciatura plena.

a partir dos conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre um determinado assunto e que serão a base para que novos conceitos sejam aprendidos (MOREIRA e MASINI, 1982).

De forma complementar à TAS, buscou-se engajar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem e torná-los protagonistas na construção do conhecimento por meio de elementos de gamificação. A gamificação é uma estratégia de ensino na qual elementos próprios de games - narrativas, enigmas, desafios, missões e conquistas, entre outros - são usados com objetivos didáticos. Tal estratégia prevê a participação do professor como facilitador e do aluno como agente ativo em seu processo de aprendizagem. Na prática foram utilizadas narrativas (*Storytelling*) a partir das quais os estudantes desenvolveram estratégias como: explorar o problema, levantar hipóteses, buscar a solução e compartilhar conhecimento.

Deste modo, a narrativa criada dirigiu os estudantes a missões, enigmas e desafios envolvendo conceitos de Terminologia relacionados a situações presentes no cotidiano escolar dos alunos. Desta maneira, os estudantes atuaram como detetives trabalhando em equipe na investigação, interpretação e solução de situações misteriosas exercitando e praticando também suas habilidades de argumentação.

A seguir, são apresentadas a Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como a Gamificação, buscando discutir seus principais elementos e como eles podem ser usados em suas aulas. Posteriormente apresentamos, a título de exemplo possível, a sequência didática desenvolvida seguida de considerações sobre sua construção, aplicação e resultados esperados.

## **2 Princípios norteadores da Proposta: Teoria da Aprendizagem Significativa e Gamificação**

A metodologia aqui proposta é baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (1968) e traz elementos de gamificação durante a aplicação das aulas. Em torno dessa fundamentação teórica: a) busca-se fomentar e organizar a interação entre os estudantes e desses com a professora, bem como desenvolver a capacidade de trabalho colaborativo; b) estabelecer um vínculo entre os conhecimentos prévios dos envolvidos e os novos objetos do conhecimento a serem estudados; c) envolver os estudantes no estudo da Terminologia por meio de elementos de gamificação, tais como storytelling, distintivos, entre outros.

Considerando que cada escola, turma e/ou professor representa um contexto diferente e que propostas didáticas não devem ser meramente replicadas, entendemos que seja natural que o professor interessado em usar esse material precise fazer adaptações. Nesse sentido, são apresentados a seguir breves descrições dos fundamentos teóricos da proposta, para que, na necessidade de adaptação à sua realidade, o docente interessado possa fazer os ajustes respeitando os princípios básicos estabelecidos.

### **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel, prevê o uso de um material potencialmente significativo e que efetivamente tenha significado lógico. Um material potencialmente significativo é aquele que faz a ligação entre os conhecimentos que o aluno traz em sua bagagem cognitiva com os novos conhecimentos, estes que são fundamentados cientificamente. O professor precisa valorizar a bagagem de conhecimentos do aprendiz disponível em sua estrutura cognitiva e que este manifeste disposição para relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a seu modelo mental pré existente. (Ausubel,

1968). Portanto, ao planejar sua prática, o professor deve estar atento aos conhecimentos prévios que os estudantes podem trazer para as aulas a partir das suas vivências sobre os assuntos que serão abordados. Deve considerar os potenciais trazidos pelo aluno da sua vivência cotidiana para planejar as atividades da prática como os recursos a serem utilizados, chamados por Ausubel de organizadores prévios, o material que vai conduzir as aulas e até a avaliação da aprendizagem.

Uma sequência didática que promova a aprendizagem significativa deve ser planejada contando com recursos que facilitem a relação entre os conceitos e possibilite a integração dos novos conhecimentos com a estrutura cognitiva dos estudantes. As atividades propostas nessa sequência didática buscam se diferenciar do ensino mecanizado, definido por Ausubel como aquele em que o aluno é agente passivo, recebe conteúdos “prontos”, sem contextualização com suas vivências diárias e evidencia a “decoreba” de informações para reproduzi-las em provas e avaliações. Com o objetivo de colocar os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem é que se trouxe uma nova proposta, na qual através de atividades colaborativas e trabalho em equipe os estudantes possam entender e compreender o significado dos conceitos básicos de Termologia resultando numa aprendizagem que faça sentido.

A prática apóia-se na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (MOREIRA, 1999), permeada de elementos de gamificação. Os alunos trabalham em equipes como detetives na busca da resolução de enigmas e mistérios que foram apresentados em cada aula no formato *storytelling* (PALACIOS; TERENCEZZO, 2017). Foram aplicados elementos de jogos que motivam e engajam os alunos nas aulas, tais como: enigmas e quebra-cabeça; desafios e missões com recompensa ao final de cada aula; trabalho em equipe na execução das tarefas; ambiente propício para experimentação e investigação; bem como o *storytelling*. Este se trata de narrativas que humanizam as situações cotidianas e envolvem os alunos na proposta, liberta a imaginação dos estudantes na busca da solução para problemas importantes e significativos para ele. Nesse sentido, é apresentado a seguir uma breve descrição sobre a gamificação.

## **Gamificação**

A gamificação é uma metodologia ativa que assimila a aplicação de elementos de jogos em atividades voltadas para diversas áreas, incluindo a Educação. A palavra gamificação surgiu em 2010 e contempla o uso de elementos de design e mecânicas de games em contextos que buscam desenvolver um tema, motivar os estudantes e engajá-los para que atinjam seus objetivos durante o processo de ensino e aprendizagem. (SILVA, CATAPAN, REATEGUI, SPANHOL, GOLFETTO, SARTORI, 2014) Um exemplo bem prático e simples se apresenta quando o professor coloca estrelinhas na atividade realizada pelo aluno, se trata da recompensa, um dos elementos da gamificação.

A gamificação tem se destacado pela capacidade de envolver as pessoas, engajar a ação, motivar os estudantes e promover o aprendizado e a resolução de problemas. Observando o aluno contemporâneo que frequenta os bancos escolares com pouca ou nenhuma motivação, associado ao fato de que normalmente a metodologia tradicional não consegue gerar o envolvimento necessário, pesquisadores da área de Ensino de Física vem buscando alternativas que visam o engajamento dos estudantes.

Nesse sentido, a gamificação apresenta características que instigam e envolvem os estudantes num processo de aprendizagem que proporciona interesse e desafio potencializando o processo de ensino aprendizagem. Não se trata de uma brincadeira, mas de um processo planejado para atingir algum objetivo ou mudar o comportamento, a atividade gamificada deve ter início e fim e apresentar regras. A atividade apresenta elementos de jogo no contexto voltado para a educação, pensada para atingir um objetivo ou mudar um comportamento.

A gamificação é uma estratégia de ensino onde o professor passa a ser um facilitador e o aluno um agente ativo no processo de aprendizagem. Nessa metodologia ativa, o professor estabelece um contrato didático (regras), desafia e estimula os estudantes a realizarem suas tarefas. Para a realização das tarefas de maneira significativa, os agentes precisam desenvolver algumas estratégias como: explorar o problema, levantar hipóteses, tentar solucionar o problema a partir de



seus conhecimentos prévios, identificar o que ele não sabe e o que é preciso conhecer para solucionar o problema, determinar as tarefas individuais e delegar responsabilidades para o estudo autônomo da equipe, compartilhar o novo conhecimento, aplicar o conhecimento para solucionar o problema e avaliar a solução do problema e a eficácia do processo utilizado. (SILVA; SALES; CASTRO, 2019.)

Alguns elementos trazidos dos games que elevam a motivação e engajamento dos alunos podem ser: a) Desafios e missões que são tarefas específicas que o usuário deve realizar dentro de um sistema, sendo recompensado de alguma maneira por isso (pontos e medalhas) e que cria o sentimento de desafio para o usuário do sistema; b) Níveis que tem o objetivo de mostrar ao usuário seu progresso dentro do sistema é, geralmente, utilizado em conjunto com os pontos; c) Pontuação, ou seja, sistema de pontos de acordo com as tarefas que o usuário realiza é recompensado com uma quantidade determinada de pontos; d) Ranking é uma maneira de visualizar o progresso dos outros usuários e criar um senso de competição dentro do sistema; e) Medalhas/conquistas elementos gráficos que o usuário recebe por realizar tarefas específicas. (KLOCK, CARVALHO, ROSA, GASPARINI, 2014).

O professor pode planejar suas aulas usando elementos de gamificação em diferentes contextos. Pode-se pensar em uma atividade que contemple a interação entre os indivíduos ou ainda incentivar o trabalho em equipes, pensando sempre num objetivo a ser alcançado. Pode ainda envolver algum tipo de tecnologia, como o uso da plataforma Socrative que permite realizar uma competição individual ou em equipes e trata de uma proposta de perguntas e respostas. Ou ainda pode trabalhar com problemas e até mesmo narrativas, grandes aliadas da gamificação.

## A sequência didática

Nesta proposta optou-se por trabalhar com elementos de gamificação, como o storytelling<sup>11</sup> (PALACIOS, TEREZZO, 2016), sistema de desafios, missões e conquistas, desenvolvidos no formato de investigações. Os alunos foram nomeados Detetives da escola para a solução de alguns mistérios originados no contexto escolar e, conseqüentemente, discutir conceitos de Termologia, atuando em equipes. A proposta investigativa apresentada neste produto foi baseada na série “Detetives do Prédio Azul”, na qual três crianças desvendam mistérios a cada episódio que se passa no prédio em que moram. Naturalmente o professor pode adaptar essa nomenclatura à sua realidade. O quadro 1 nos traz os objetivos de cada aula e as etapas a serem realizadas.

Quadro 1: Descrição sucinta das aulas da sequência didática e de seus objetivos.

	<b>Objetivo da Atividade</b>	<b>Etapas da Atividade</b>
<b>Aula 1</b>	Familiarizar os estudantes com a proposta. Identificar os conhecimentos prévios dos alunos.	Formação das equipes por meio de quebra-cabeças. Apresentação e contextualização da proposta. Levantamento de conhecimentos prévios por meio de uma conversa e de um questionário.
<b>Aula 2</b>	Diferenciar os conceitos de sensação térmica e temperatura. Promover a discussão desses conceitos por meio de argumentação cientificamente	Apresentação à turma do mistério do Episódio 1: Aglomeração na hora do conto. Visita investigativa à biblioteca. Disponibilização de materiais de apoio para a investigação. Orientação para criação, teste e sustentação

<sup>11</sup> Storytelling é a capacidade de contar histórias a partir de narrativas envolventes, o significado do termo tem origem na junção das palavras “story” (“história” em inglês) e “telling” (forma nominal do verbo “tell”, que significa “contar”).

	fundamentada.	das hipóteses do grupo.  Discussão mediada pela docente sobre os conceitos de sensação térmica e temperatura.
<b>Aula 3</b>	Apresentar e relacionar as escalas termométricas por meio da investigação e análise de uma situação problema.  Fomentar o processo de análise de dados e proposição de hipóteses.	Apresentação à turma do mistério do Episódio 2: A Febre.  Incentivo e orientação da busca de dados junto ao Monitor Mesquita e dos locais por ele indicado.  Orientação para criação, teste e sustentação das hipóteses das equipes.  Discussão mediada pela docente sobre as diferentes escalas termométricas e suas correlações.
<b>Aula 4</b>	Promover a compreensão teórica do conceito de equilíbrio térmico e da Lei Zero da Termodinâmica.  Oportunizar o desenvolvimento de capacidades ligadas a atividades experimentais.	Apresentação à turma do mistério do Episódio 3: O café esfriou.  Incentivo e orientação para discussão em equipes sobre as hipóteses de solução do mistério.  Desenvolvimento de atividade experimental buscando a análise das hipóteses levantadas por cada equipe.  Discussão mediada pela docente a partir das hipóteses e sustentações de cada equipe.
<b>Aula 5</b>	Propiciar a compreensão das relações matemáticas associadas aos conceitos de capacidade térmica, calor	Retomar a discussão sobre as hipóteses levantadas na aula 4.  Propor a realização da atividade experimental para revalidar as hipóteses.

	específico e quantidade de calor.	<p>Aula expositiva com o auxílio de material visual.</p> <p>Escrever um ofício de resposta para a diretora e apresentar para a turma.</p>
<b>Aula 6</b>	<p>Introduzir a discussão contextualizada sobre os mecanismos de transferência de energia em processos térmicos.</p> <p>Desenvolver a capacidade de redação de textos com fundamentação científica.</p>	<p>Fomento à curiosidade dos estudantes por meio de pistas deixadas na entrada da escola.</p> <p>Apresentação à turma do mistério do Episódio 4: No Refeitório.</p> <p>Incentivo e orientação para visita ao refeitório e posterior estudo dos materiais disponibilizados.</p> <p>Discussão em grupos sobre a explicação dos fenômenos relatados na carta encontrada nas pistas iniciais.</p> <p>Elaboração de uma carta de resposta, esclarecendo as dúvidas manifestadas na carta encontrada nas pistas iniciais.</p> <p>Leitura das cartas-resposta e discussão mediada pela docente a partir das explicações dadas por cada equipe aos fenômenos investigados.</p> <p>Encerramento da sequência didática com entrega dos certificados de detetives aos alunos participantes.</p>

Fonte: A autora.

Os mistérios objetivam incentivar os alunos a interpretar situações do cotidiano, nas quais os conceitos de Termologia estão presentes. Para orientar os alunos durante as aulas foram propostas narrativas, nas quais eles devem expor suas impressões, discutir conceitos e chegar a uma resposta a ser apresentada ao grupo. Nestes momentos o professor atua apenas como mediador na aula, instigando os alunos a pensarem e incentivando o protagonismo das equipes. Ao final de cada aula, os alunos registraram suas descobertas num caderno de

anotações e as expõem ao grupo, sendo possível trocar ideias. Com o auxílio da professora que irá conduzir a troca de informações entre os alunos almeja-se chegar à definição física esperada. E em alguns casos, como na quarta aula, eles devem inclusive redigir textos formais como o ofício de resposta à diretora da escola.

No final de cada seção da proposta, após a exposição e discussão de ideias entre os grupos, o professor se manifesta relacionando as ideias dos alunos com as definições físicas de cada tema. Cabe destacar que o professor deve estar preparado para discutir temas periféricos ao que foi proposto, pois nas discussões podem surgir dúvidas dos alunos em torno de algum tema alternativo. Podem surgir discussões envolvendo desde “conhecimentos populares”, como “usar uma rodela de cebola embaixo dos pés para baixar a febre”, até dúvidas científicas e/ou tecnológicas como o funcionamento de equipamentos, entre outros. Isso acontece porque os alunos acabam relacionando situações que eles já presenciaram em seu cotidiano com a aula, o que pode ser indício de aprendizagem significativa .

A proposta foi organizada de forma que em cada aula é apresentada uma situação problema que se relaciona ao cotidiano escolar e envolve os profissionais que ali atuam. A seguir são descritos os episódios desta proposta que deve ser visualizada como um exemplo possível e não uma receita pronta. Desta forma incentiva-se que cada docente, assim que se sentir confortável com o processo, personalize os desafios à realidade de seus alunos e ao contexto de sua escola.

## **Descrição da metodologia e atividades utilizadas na sequência didática.**

### **Aula 1**

A primeira aula tem duração proposta de dois períodos, totalizando, pelo menos, noventa minutos. Inicia com uma conversa de apresentação da professora e apresentação da proposta de trabalho. Criando uma atmosfera de mistério, o que pode ser feito com uma narrativa interessante, os alunos são convidados a formar as equipes de trabalho a partir da montagem de um quebra-cabeça de quatro peças, ou

seja, cada grupo será composto por quatro integrantes, o que se considera uma quantidade ideal para que todos possam participar da proposta. Para formar as equipes de Detetives da Escola, cada aluno recebe uma peça de um quebra-cabeça feito a partir de imagens pré-selecionadas e relacionadas com alguns conceitos de Termologia, que é o tema em estudo, embora a ideia possa ser adaptada para qualquer conteúdo. Os alunos que tiverem as peças de uma mesma imagem formarão uma determinada equipe. As equipes então são nomeadas, o que pode ser uma iniciativa do professor ou delegada a cada equipe, desde que se relacionem com a narrativa proposta. No caso aqui apresentado foram nomeados como Detetives do Barão de Tramandaí, já que a narrativa apresentada foi baseada na série Detetives do Prédio Azul.

Figura 1 - Sugestão de imagens para o quebra-cabeça com o tema Termologia.



Fonte: Banco de imagens Google: Licença Creative Commons, acesso em 10/4/2022

Figura 2 – Sugestão de imagem para o quebra-cabeça.



Fonte: br.freepik.com

Figura 3 – Sugestão de imagem para o quebra-cabeça.



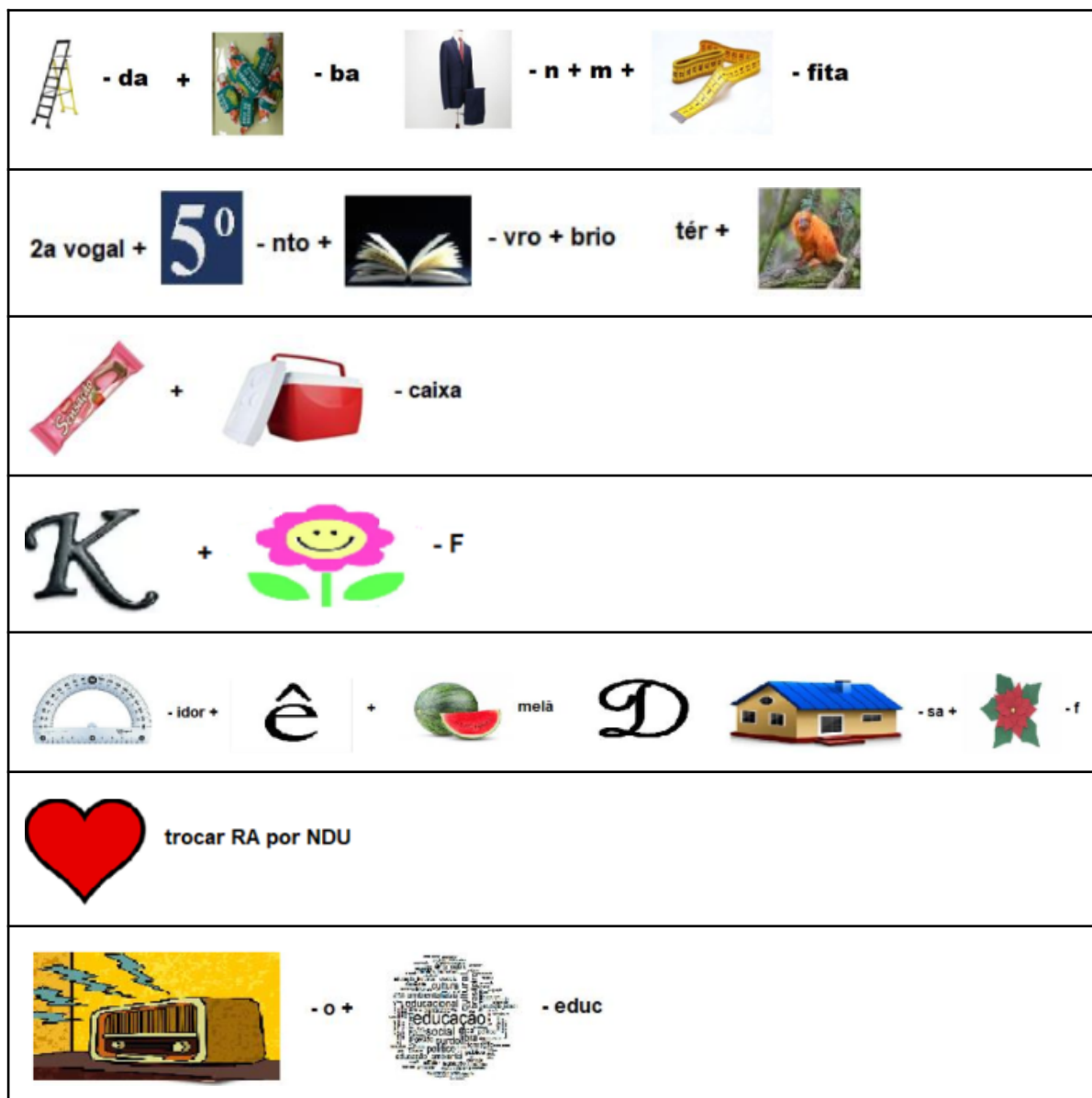
Fonte: br.freepik.com

Após os alunos circularem pela sala e formarem as equipes, sugere-se que os alunos observem as imagens formadas e escrevam, o que cada imagem representa e sua relação com a Física (pode ser usado um pequeno quadro, ou outro recurso, para que as equipes possam compartilhar suas ideias com os colegas). Pede-se, por exemplo, que um integrante de cada equipe faça a exposição das anotações para a turma toda. Após a apresentação dos alunos, a professora comenta os temas e as ideias propostas. Com essa atividade pretende-se identificar algum vestígio dos conhecimentos prévios dos alunos para, a partir deles, construir o novo conhecimento.

Seguindo com a ideia de gamificação nas aulas, cada equipe recebe um enigma a ser decifrado. O enigma trata de um desafio em que o aluno deve revelar um tópico de Termologia escrito de forma codificada, por exemplo, através de

imagens e combinações de letras e/ou sílabas. A partir da decodificação dos enigmas, propõe-se uma discussão a respeito da relação das imagens da primeira atividade com as descobertas ao decifrar os enigmas. Na figura 4, apresenta-se possíveis exemplos de enigmas utilizados nesta proposta e destaca-se que podem ser criados enigmas para qualquer tema.

Figura 4 - Enigmas<sup>12</sup>



Na sequência, buscando identificar melhor os conhecimentos prévios dos alunos, sugere-se a aplicação de um questionário curto e simples que pode ser

<sup>12</sup> As imagens utilizadas para compor os enigmas têm como fonte o banco de imagens Google: Licença Creative Commons, acesso em 10/4/2021.

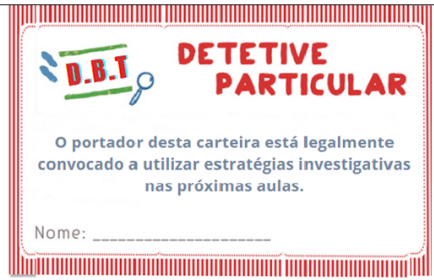


aplicado por meio da plataforma *Socrative* (Apêndice B da dissertação associada a esse produto educacional), contendo questões objetivas e dissertativas. Os alunos devem ser orientados a responderem individualmente, o que acreditam ser correto de acordo com suas concepções. Para manter o espírito gamificado da aula, é possível configurar a atividade por equipe na plataforma citada, assim, embora cada aluno responda o seu questionário, pode-se fazer um ranking por equipe.

Para finalizar a primeira aula, faz-se uma conversa sobre o questionário respondido pela turma: esse momento possibilitará o compartilhamento e a resignificação de saberes, em que os estudantes poderão dialogar sobre diversas percepções e confrontá-las com os conhecimentos científicos sugeridos pela professora. Neste momento, ficará claro, o tema que será trabalhado e a metodologia que será aplicada.

Os alunos receberão as orientações finais sobre a metodologia, inclusive destacando que cada atividade concluída dará direito a um adesivo em sua carteirinha de detetive e que ao final da proposta didática as equipes irão receber um certificado de acordo com a realização das tarefas, e encerrará com espaço para perguntas e respostas sobre o processo. A figura 9, apresenta o modelo de carteirinha utilizado na proposta e a figura 10 é o modelo de certificado a ser preenchido ao final da prática e entregue para os alunos, o que poderá ser ajustado a cada realidade de aplicação.

Figura 5 – Imagem da carteirinha que cada aluno detetive irá receber.

 <p><b>D.B.T. DETETIVE PARTICULAR</b></p> <p>O portador desta carteira está legalmente convocado a utilizar estratégias investigativas nas próximas aulas.</p> <p>Nome: _____</p>	Apresentação	Episódio 1	Episódio 2
	Episódio 3	Episódio 4	Episódio 5

Fonte: A autora

Figura 6 - Modelo do certificado a ser entregue para cada estudante no final da aplicação.



Fonte: A autora

## Aula 2

A segunda aula propõe a discussão de conceitos através de comparações, experimentação e medidas. Tem-se o objetivo de diferenciar os conceitos de sensação térmica e temperatura através da discussão desses conceitos por meio de argumentação cientificamente fundamentada.

- 1) Por meio da leitura da narrativa disponibilizada pela professora em sala de aula, as equipes tomam conhecimento da situação problema do dia.

### **AGLOMERAÇÃO NA "HORA DO CONTO"**

***Em algumas visitas que fiz à certo ambiente durante a realização da "Hora do Conto", pude perceber que as crianças das turmas do 1º ao 5º anos que participavam desse momento, sentavam-se no sofá e no tapete e ninguém queria sentar-se no chão. Eles ficavam bem próximos, até apertados, mas no chão ninguém queria sentar!***

***Sendo assim, convoco os Detetives do Barão de Tramandaí para se dirigirem até o local em que possivelmente acontecia a "Hora do Conto" e***

***investigar essa situação, bem como levantar suas hipóteses e conclusões a respeito deste caso.***

***Afinal de contas, o que espanta os alunos do chão e faz eles se amontoarem no sofá?***

- 2) Visita investigativa na biblioteca: o local da investigação deve estar organizado com material de apoio para que as equipes analisem a situação, façam seus testes e organizem suas hipóteses. No caso que aqui apresentamos como exemplo, as equipes puderam analisar o tapete, o chão e o sofá da biblioteca e medir a temperatura com o auxílio do termômetro infravermelho. Também tiveram a oportunidade de analisar diferentes tipos de tapetes e discutir sobre a sensação que têm ao tocá-los.
- 3) Buscando complementar as discussões que possivelmente surgirão, ou mesmo orientar as discussões esperadas quando elas não surgirem naturalmente, é possível realizar pequenos experimentos. Um exemplo de atividade a ser usada nesse momento, e que foi realizada na implementação que embasa essa proposta, foi um momento da aula, em que os detetives foram convidados a realizar uma experiência. Esta foi proposta pelo filósofo John Locke (1632-1704) e leva em conta a sensação térmica causada pela água em temperaturas diferentes. Os alunos organizarão os materiais necessários e a professora solicitará que um detetive de cada equipe mergulhe a mão esquerda na água quente e a mão direita na água fria. Após alguns segundos, esse mesmo detetive deverá mergulhar, simultaneamente, as duas mãos no recipiente com água morna e explicar aos colegas o que ele sentia.
- 4) Para o fechamento da aula sugere-se uma webquest<sup>13</sup> (Apêndice C da dissertação associada) para o aprofundamento nos conceitos de sensação térmica, temperatura e equilíbrio térmico.

---

<sup>13</sup>É uma metodologia de pesquisa orientada pelo professor para a utilização da internet na educação. Trata-se de questões elaboradas pelo professor a serem solucionadas pelos alunos fazendo o uso das ferramentas virtuais.

### Aula 3

Na aula 3, usa-se um mistério em torno da temperatura corporal de uma criança com o objetivo de apresentar e relacionar as escalas termométricas por meio da investigação e análise do caso. Trata-se de uma situação frequente no contexto escolar de uma criança com um possível estado febril. Porém, a maneira como a situação é apresentada, foge aos padrões conhecidos pelos estudantes devido aos valores de temperatura envolvidos. Tal fato objetiva exatamente despertar o senso crítico e a curiosidade dos alunos.

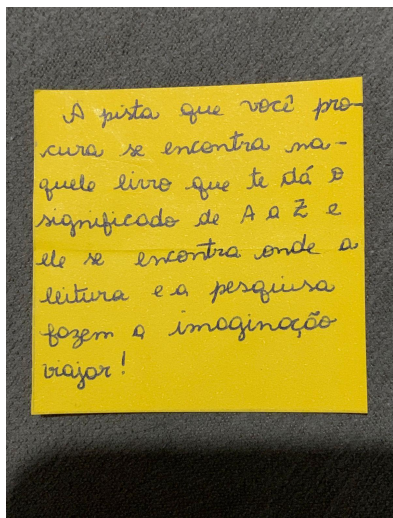
Em tom de grande preocupação, a professora relata que um aluno, ao apresentar mal-estar durante a aula, teve sua temperatura medida com o termômetro do monitor M<sup>14</sup> que indicou o valor de 98 graus (na escala Fahrenheit, o que não será informado). Apesar de muito assustados, a direção da escola não sabe o que está acontecendo, afinal como poderia a temperatura corporal de um ser humano apresentar um valor tão elevado? Como é norma da escola que um aluno febril seja encaminhado para casa, mas temendo cometer uma injustiça, pois o valor medido é muito fora dos padrões normais, a direção da escola solicitou a ajuda dos Detetives do Barão de Tramandaí para solucionar o caso. Usando essa narrativa, os estudantes são incentivados a algumas ações pré-organizadas que envolvem:

- 1) Procurar a pessoa que fez a medida da temperatura para obter mais informações.
- 2) Entregar, para cada equipe, de um termômetro e uma pista que levará as equipes até a biblioteca ou outro local previamente preparado. Sugere-se colocar pistas com uma linguagem que contemple o clima de mistério, um exemplo seria esse bilhete.

---

<sup>14</sup> Trata-se de um colaborador que participou da implementação. Naturalmente cada professor deverá adaptar a atividade à realidade de sua escola substituindo por outra pessoa ou achando uma alternativa viável.

Figura 7 – Pista que os alunos receberam do monitor



Fonte: A autora

- 3) Disponibilização de um material orientador com explicações e exemplos sobre as escalas termométricas.
- 4) Retornar para a sala de aula para estudar o termômetro e o material disponível, a fim de descobrir que o termômetro mede a temperatura em Fahrenheit e entender que, ao transformar essa temperatura para a escala Celsius, a temperatura da criança não apresentava febre.

Ao voltar para a sala de aula, espera-se que os alunos analisem o termômetro disponibilizado e até meçam sua temperatura corporal. Sugere-se deixar um tempo para os alunos explorarem as informações que encontraram e discutirem a respeito da situação apresentada e de uma possível solução para mistério. Pode ser que seja necessário explicar e fazer exemplos da transformação de temperaturas dadas em uma escala para a outra. Para encerrar a aula pode-se realizar um debate com os alunos, ouvir suas experiências com situações semelhantes e dirigir a conversa para conceitos físicos relevantes ao tema da aula.

#### **Aula 4**

Nesta aula busca-se promover a compreensão teórica do conceito de equilíbrio térmico e da Lei Zero da Termodinâmica, bem como oportunizar o

desenvolvimento de capacidades ligadas a habilidades experimentais. Seguindo com a narrativa já conhecida, lança-se o novo desafio que desta vez vem direto do gabinete da diretora por meio de um ofício a ser personalizado para cada turma/escola.

A missão do dia foi enviada pela diretora da escola através de um ofício. Segue a narrativa do ofício:

Ofício extra

Venho por meio deste ofício solicitar a ajuda dos Detetives do Barão de Tramandaí para entender o que vem acontecendo em torno de uma situação cotidiana em minha sala.

Segue a descrição dos fatos:

“Como de costume, no meio da manhã pedi que me servissem um café bem quente, em torno de  $70^{\circ}\text{C}$  a  $90^{\circ}\text{C}$ . No instante em que o café foi servido surgiu um imprevisto e me ausentei da sala por 10 minutos. Quando retornei meu café estava frio. O que pode ter acontecido na minha ausência?”

Solicito um relatório que desvende esse mistério e explique o que aconteceu do ponto de vista da Física.

Tramandaí, 23 de junho de 2022.

Diretora

Obs: Este ofício é ilustrativo para introduzir uma atividade pedagógica, não tendo validade oficial.

A partir do recebimento do ofício cada equipe deverá:

- 1) Discutir as possibilidades para que o café da diretora esfriasse.
- 2) Dispor de material experimental destinado à investigação, conforme figura 8.

Figura 8 - Calorímetro confeccionado pela professora.



- 3) Através da experimentação, simular a situação apresentada pela diretora. Sugere-se usar 200ml de água para observar, medir e anotar a variação de temperatura durante dez minutos e registrar numa tabela.
- 4) Com os dados obtidos pode-se fazer um gráfico e observar a curva de resfriamento do “café” para levantamento de hipóteses.

Esse tipo de aula envolve muito os alunos e por vezes pode ocupar todo o período da aula com as experimentações e medidas. No entanto, apenas com as medidas e gráficos iniciais não se obtêm informações suficientes para afirmar o que pode ter acontecido. Pensando nisso, a aula seguinte é uma aula expositiva que, seguindo a lógica da narrativa, foi inserida sob a forma de uma oficina de perícia térmica. Dessa forma pretende-se tratar de conceitos e aplicações matemáticas do tema alvo da proposta mantendo a contextualização. O professor que for aplicar a proposta poderá replicar a ideia ou mesmo adaptá-la ao seu contexto e à narrativa escolhida. No entanto, inserir momentos de atividades experimentais é fundamental dentro do contexto do Ensino de Física.

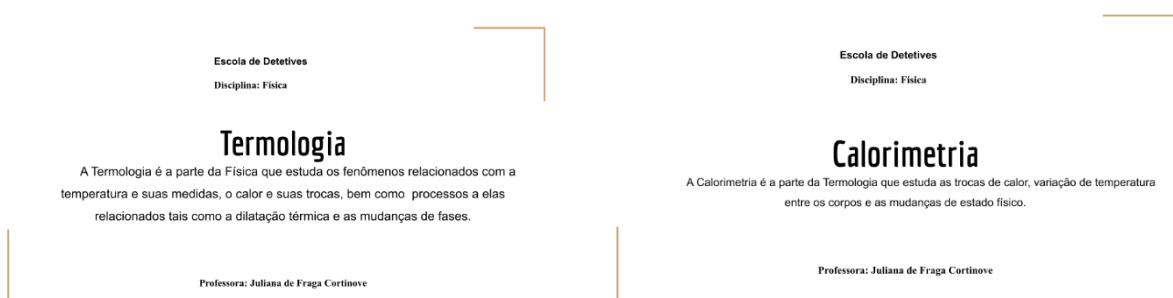
## Aula 5

Na aula 5, mantendo a proposta investigativa, indica-se fazer uma aula denominada “curso de perícia térmica”, que aborda conceitos importantes da calorimetria, como, capacidade térmica, calor específico, quantidade de calor recebido e cedido. Sugere-se que, em turmas mais avançadas e se houver tempo, discutam-se temas como a condutividade térmica e o resfriamento de Newton. Para

que o objetivo da atividade seja alcançado, destaca-se a importância de que os estudantes sejam incentivados a explicar cientificamente os fatos, argumentando e fundamentando as conclusões apontadas.

O material utilizado no curso encontra-se no apêndice F, segue uma amostra na figura 9.

Figura 9 - Amostra do material utilizado na aula de “perícia térmica”.



Nesta aula expositiva, pode-se fazer uma retomada dos conceitos trabalhados nas aulas anteriores, além de abordar as relações matemáticas existentes na Calorimetria. Após a explicação, sugere-se que os alunos refaçam a atividade experimental da aula 4 e que explorem, junto de sua equipe, o que aconteceria se água fria fosse colocada no café fazendo o mesmo para um cubo de gelo. Para concluir o caso, as equipes devem escrever um ofício resposta para enviar à diretora, explicando, cientificamente, o que poderia ter acontecido para que o café tenha esfriado tanto.

## Aula 6

O objetivo dessa aula foi tratar dos mecanismos de transferência de energia em processos térmicos. Para tanto, seguindo a narrativa escolhida, foi organizado um mistério que se revelaria através de um carta de um aluno da escola, cuja história se passava no refeitório, lugar este em que os detetives encontraram pistas para ajudá-los a investigar e resolver o caso. Sendo assim, na chegada dos alunos à escola, eles se deparavam com garrafas espalhadas pelos corredores de entrada da escola contendo um bilhete e identificadas para cada equipe. A ideia era manter o clima de investigação e aguçar a curiosidade dos alunos.



O bilhete orientava os alunos a guardarem a garrafa sem abri-la até o horário da aula de Física e no momento oportuno, ler a narrativa que apresenta o desafio do dia. Trata-se de uma carta que conta algumas situações ocorridas no refeitório, local que induz os alunos a buscarem pistas. O professor pode, então, encaminhar um detetive de cada equipe ao refeitório e, com ajuda de algum colega ou mesmo das merendeiras, disponibilizar aos alunos um envelope que contém materiais explicativos que ajudarão a entender e responder a carta encontrada.

A narrativa envolve situações sobre a transferência de energia através dos processos de condução, convecção e irradiação como segue:

*Era uma tarde fria e tocou o sinal.*

*Aluno 1: - Vamos! Está na hora do lanche.*

*Aluno 2: - Hum!! Já sinto o cheirinho de sopa, tomara que seja o lanche de hoje. Vai ser bom para nos esquentarmos.*

*Ao chegar no refeitório os alunos foram servidos com uma sopa bem quentinha e estavam ansiosos para saboreá-la e, conseqüentemente, se aquecer naquela tarde fria. Um dos meninos pega a colher para comer e não consegue segurar, pois a colher está muito quente. Ele olha para o lado e percebe seu amigo se deliciando com a sopa quentinha sem nem se importar com a temperatura da colher e pensa: "O que pode estar acontecendo? Será que minha colher foi cozida junto com a sopa?"*

*O menino olha para a frente e percebe a conversa de outros dois colegas, na qual um deles está reclamando que a sopa está fria, enquanto outro afirma que a sua está super quente. O primeiro relatou ter visto a merendeira servir seu prato com uma conchada de sopa retirada do fundo da panela e o outro afirmou que ela havia pegado sua conchada da parte superior da panela. E o menino intrigado, pensa: "Tem alguma coisa estranha acontecendo neste refeitório hoje!"*

*Desconfiado, o menino resolve tomar sua sopa, já que se passou um tempinho e consegue segurar sua colher sem que se queime. Quando se levantou para se dirigir ao pátio e aproveitar os poucos minutos que restavam do recreio, ouviu a conversa de duas meninas.*

*Elas conversavam sobre a hipótese de sugerir ao colega da sopa fria que a colocasse no sol para esquentar e riam da situação. Uma delas questionava a outra sobre a cor do recipiente que o colega deveria expor a sopa ao sol. "Será que se ele colocar a sopa ao sol numa caneca preta ou numa caneca branca fará diferença, assim como quando usamos uma roupa preta e ficamos com "mais calor" e ao usarmos uma roupa branca ficamos mais "fresquinhos"?"*

*Agora é com vocês detetives! Escrevam uma carta de resposta ao menino esclarecendo do ponto de vista da Física o que aconteceu em cada situação. Vocês encontrarão pistas para a solução deste mistério no local em que se passa a história, bom trabalho!*

O material disponibilizado, por sua vez, contém textos e imagens que auxiliam no entendimento das trocas de energia através da condução, convecção e irradiação. Cada equipe é desafiada a estudar o material e escrever uma resposta ao menino, autor da narrativa, esclarecendo o porquê de terem acontecido as situações narradas na carta.

Para finalizar essa prática com a turma, sugere-se realizar um momento de confraternização e entregar para cada aluno um certificado contendo a menção bronze, prata ou ouro, conforme a participação e engajamento de cada aluno, bem como sua participação efetiva nas aulas e a busca da solução e resolução de cada caso. Junto disso, deverá ser entregue os distintivos de detetives que, conforme o contexto, poderá ser na forma de adesivo, distintivo comprado ou produzido em um espaço maker, por exemplo. O importante é valorizar o trabalho desenvolvido por cada estudante.

## **Considerações finais**

Este trabalho traz uma sugestão de proposta potencialmente significativa que pode ser adaptada e utilizada para outros anos de diferentes níveis de ensino. A experiência aqui realizada mostrou que a proposta é relevante na consolidação das aprendizagens dos estudantes, tomando como base as diversas compreensões sobre os temas abordados. A exposição feita pelas equipes, ao final de cada aula, além de possibilitar que os estudantes/detetives pudessem expressar suas ideias e entendimentos acerca dos assuntos e situações por eles desvendados, proporcionou que pudessem reconciliar os conceitos, a partir das suas compreensões com as de seus colegas.

## Referências

AUSUBEL, D. P. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

CORTINOVE, J. F. **Investigando conceitos de termologia: uma proposta de gamificação para alunos de Curso Normal.** 2023.

Klock, A. C. T., de Carvalho, M. F., Rosa, B. E., & Gasparini, I. **Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** RENOTE, v. 12, n. 2, 2014.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa.** Brasília:UnB, 1999.

PALACIOS, F., TERENCEZZO, M. **O guia completo do Storytelling.** Editora Alta Books, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, A. R. L., CATAPAN, A. H., DA SILVA, C. H., REATEGUI, E. B., SPANHOL, F. J., GOLFETTO, I. F., ... & SARTORI, V. **Gamificação na educação.** (2014). Pimenta Cultural.

SILVA, J. B., SALES, G. L., CASTRO, J. B. **Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, 2019.

YOUNG, H. D., FREEDMAN R. A., SEARS & ZEMANNKY, **Física II: Termodinâmica e ondas.** 12ª edição. São Paulo: Pearson, 2008. Cap. 17, p. 179-206

## APÊNDICE B – Questionário para identificação dos conhecimentos prévios.

- 1) Ao pisar num tapete e direto no piso de uma sala que permaneceu trancada e vazia por mais de duas horas qual apresenta maior temperatura?
  - a) O tapete.
  - b) O piso.
  - c) Os dois apresentam a mesma temperatura.
  
- 2) Próximo às salas de aula, encontra-se um bebedouro com duas torneiras, uma para água normal e outra para água gelada. Antes de entrar na aula você enche sua garrafinha com água gelada mas, após um tempo, percebe que ela já não está tão gelada assim. Por que isso acontece?
  - a) A água da garrafinha trocou energia com o ambiente.
  - b) A água da garrafinha esquentou com o calor que o ambiente possui.
  - c) A água da garrafinha foi aquecida por ter sido colocada dentro da mochila.
  
- 3) Qual o valor médio da temperatura corporal do ser humano?
  - a) 36° C ou menos
  - b) Entre 36° C e 37° C
  - c) 38° C ou mais
  
- 4) Quais são os processos de propagação de calor relacionados a cada personagem?



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

- a) Condução e convecção
- b) Convecção e condução
- c) Convecção e irradiação
- d) Irradiação e condução

## e) Irradiação e convecção

5) Durante uma ensolarada tarde de domingo você foi dar uma caminhada à beira mar de pés descalços. Qual a explicação para a superfície da areia estar quente e a superfície da água estar fria, já que ambas estavam expostas ao Sol?

- a) O Sol fornece mais energia para a areia do que para a água.
- b) A água reflete mais a luz solar e portanto aquece menos.
- c) A areia precisa de menos energia para ser aquecida do que a água.

6) O que você entende por calor?

---

---

---

**APÊNDICE C – Questionário para a atividade *webquest*.****Questionário para a identificação das aprendizagens propostas na aula 2:  
Aglomeração na hora do conto.**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

*Responda as questões com atenção, explicitando de forma clara seu pensamento sobre os assuntos abordados na aula 2 - Aglomeração na hora do conto.*

*A atividade trata de uma webquest e você pode acessar os sites sugeridos para auxiliá-lo.*

Sites sugeridos para auxiliar na webquest.

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sensacao-termica.htm>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/sensacao-termica.htm>

<https://www.infoescola.com/termodinamica/sensacao-termica/>

<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/lei-zero-da-termodinamica>

<https://www.todamateria.com.br/lei-zero-da-termodinamica/>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/lei-zero-termodinamica.htm>

1) Qual piso apresenta maior temperatura, o tapete ou o azulejo do chão?

---

---

---

2) Após a medição da temperatura dos diferentes tipos de tapetes, qual conclusão a equipe chegou?

---

---

---

3) Qual a explicação física para a conclusão da questão 2?

---

---

4) Por qual motivo as crianças não sentam no chão?

---

---

---

---

5) Defina a sensação térmica.

---

---

---

---

6) Explique a que se refere a Lei Zero da Termodinâmica.

---

---

---

---

7) Explique por que não devemos confiar na sensação térmica.

---

---



## APÊNDICE D – Material disponível na biblioteca para consulta dos alunos.

Olá Detetives do Barão de Tramandaí.

Este material vai auxiliar vocês no entendimento do que pode ter acontecido durante a medida da temperatura do aluno.

Bom trabalho!



Através de seus sentidos o homem estabelece uma relação de contato com o mundo físico que o cerca (Denise, Julio, Francisco, 2006). O corpo permite distinguir o quente do frio, porém sem precisão da temperatura em que o corpo se encontra. O termômetro surgiu da necessidade de estabelecer um padrão de medida para a temperatura. A Lei Zero da Termodinâmica viabiliza o uso de termômetros de contato como os usados frequentemente em casa para medir a temperatura corporal. O funcionamento dos termômetros de contato ocorre de acordo com a Lei Zero da Termodinâmica, pois exige que ele entre em equilíbrio térmico com um corpo cuja temperatura está sendo medida e o valor indicado representa a temperatura do próprio termômetro.

Para atribuir valores numéricos à temperatura dos corpos, foram criadas escalas termométricas que representam uma relação absoluta ou representativa do grau de agitação de partículas e moléculas. As escalas mais conhecidas são a Escala Celsius, a Escala Fahrenheit e a Escala Kelvin que são apresentadas com mais detalhes a seguir.

Escala Celsius - de caráter empírico, proposta em 1742 pelo astrônomo suéco Anders Celsius. É a escala mais utilizada em todo o mundo para mostrar a diferença de temperatura entre os corpos. Celsius adotou como referência dois pontos: a temperatura 0 (zero) para o ponto de congelamento da água e 100 (cem) para o ponto de ebulição da água, ambos à pressão normal de 1 atm (nível do mar). A distância entre esses dois pontos foi dividida em 100 (cem) partes iguais e cada uma representa 1 grau Celsius (1 °C).

Escala Fahrenheit - foi criada através do modelo empírico em 1727 pelo físico alemão-polonês Gabriel Daniel Fahrenheit. Ele adotou como pontos fixos de fusão do gelo e ebulição da água, respectivamente, as temperaturas de 32° e 212°. A

graduação da escala Fahrenheit tem 180 divisões, cada uma equivale a um grau Fahrenheit (1 °F).

Escala Kelvin - elaborada em 1848 pelo físico britânico Willian Thompson, intitulado Lord Kelvin, essa escala estabelece um limite inferior de temperatura que uma substância pode alcançar, o chamado zero absoluto ou zero Kelvin (0 K) que é tido como 0 K ou - 273,16°C. Um acordo internacional definiu o valor do kelvin como 1/273,16 da diferença entre o zero absoluto e a temperatura do ponto triplice da água. Nesse ponto a água, o gelo e o vapor de água coexistem em equilíbrio térmico para as variáveis temperatura e pressão.

Em 1954, o Kelvin foi adotado como unidade oficial de temperatura pelo Sistema Internacional de Unidades (SI). A escala kelvin tem como ponto de fusão do gelo 273 K e ponto de ebulição da água 373 K. A partir da comparação dos valores de uma mesma temperatura (pontos fixos) nas diferentes escalas termométricas, pode-se obter uma relação matemática que permite a transformação de valores de temperatura nas diferentes escalas.

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} = \frac{T_k - 273,15}{5}$$

onde  $T_c$  é a temperatura na escala Celsius [°C],  $T_f$  é a temperatura na escala Fahrenheit [°F] e  $T_k$  é a temperatura na escala Kelvin [K].

Observe o exemplo: Certo dia a temperatura em uma cidade foi medida e o termômetro utilizado apresentou 25°C. Expresse essa temperatura na escala:

a) Fahrenheit.

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} \quad \frac{25}{5} = \frac{T_f - 32}{9} \quad 5 = \frac{T_f - 32}{9} \quad 45 = T_f - 32$$

$$45 + 32 = T_f \quad 77 = T_f$$

A temperatura 25°C corresponde a 77°F.

b) Kelvin.

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_k - 273}{5} \quad \frac{25}{5} = \frac{T_k - 273}{5} \quad 5 = \frac{T_k - 273}{5} \quad 25 = T_k - 273$$

$$25 + 273 = T_k \quad 298 = T_k$$

A temperatura 25°C corresponde a 298 K.

## APÊNDICE E – Ofício da diretora

Ofício extra

Venho por meio deste ofício solicitar a ajuda dos Detetives do Barão de Tramandaí para entender o que vem acontecendo em torno de uma situação cotidiana em minha sala.

Segue a descrição dos fatos:

“Como de costume, no meio da manhã pedi que me servissem um café bem quente, em torno de 70°C a 90°C. No instante em que o café foi servido surgiu um imprevisto e me ausentei da sala por 10 minutos. Quando retornei meu café estava frio. O que pode ter acontecido na minha ausência?”

Solicito um relatório que desvende esse mistério e explique o que aconteceu do ponto de vista da Física.

Tramandaí, 23 de junho de 2022.

Diretora

Obs: Este ofício é ilustrativo para introduzir uma atividade pedagógica, não tendo validade oficial.

## APÊNDICE F – Material utilizado na aula de perícia térmica.

<p>Escola de Detetives Disciplina: Física</p> <h3>Termologia</h3> <p>A Termologia é a parte da Física que estuda os fenômenos relacionados com a temperatura e suas medidas, o calor e suas trocas, bem como processos a elas relacionados tais como a dilatação térmica e as mudanças de fases.</p> <p>Professora: Juliana de Fraga Cortinové</p>	<p>Escola de Detetives Disciplina: Física</p> <h3>Calorimetria</h3> <p>A Calorimetria é a parte da Termologia que estuda as trocas de calor, variação de temperatura entre os corpos e as mudanças de estado físico.</p> <p>Professora: Juliana de Fraga Cortinové</p>																						
<h3>CALOR</h3> <p>É a energia transferida de um corpo para outro, devido a uma diferença de temperatura entre eles.</p> 	<h3>Unidades de calor.</h3> <p>No S.I, medimos o calor em <i>joule</i>.</p> <p>Na prática, ainda se usa uma outra unidade de calor, denominada 1 caloria = 1 cal.</p> <p>Definição: 1 cal é a quantidade de calor que deve ser transferida a 1g de água para que sua temperatura aumente 1°C.</p> <p>1 cal = 4,18 J</p> <p><b>Q</b></p>																						
<h3>Temperatura</h3> <p>É uma grandeza que permite identificar o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo.</p>  <p>ESCALAS TERMOMÉTRICAS</p>	<p>O calor pode produzir dois efeitos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mudança de temperatura.</li> <li>2) Mudança de estado físico.</li> </ol> 																						
<h3>CAPACIDADE TÉRMICA</h3> <p>A capacidade térmica de um corpo é a relação entre a quantidade de calor que ele recebe ou que ele cede, a variação de temperatura que ele experimenta.</p> $C = \frac{Q}{\Delta T}$ <p>Unidade de medida de capacidade: cal/°C.</p> <p>Corpos de mesmo material, mas de massas diferentes, têm capacidades térmicas diferentes.</p> 	<h3>CALOR ESPECÍFICO</h3> <p>O calor específico da substância é uma constante e seu valor vai depender de que substância o corpo é feito.</p> <p>É a quantidade de energia necessária para fazer variar a temperatura de um grama de um corpo em 1°C.</p> $c = \frac{C}{m}$ 																						
<h3>Tabela de calor específico de algumas substâncias</h3> <table border="1" data-bbox="300 1794 443 1957"> <thead> <tr> <th>Substância</th> <th>Calor específico (cal/g K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Água</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Café</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Gelo</td><td>0,55</td></tr> <tr><td>Alumínio</td><td>0,21</td></tr> <tr><td>Ferro</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>Látão</td><td>0,094</td></tr> <tr><td>Cobre</td><td>0,092</td></tr> <tr><td>Prata</td><td>0,056</td></tr> <tr><td>Mercúrio</td><td>0,033</td></tr> <tr><td>Chumbo</td><td>0,031</td></tr> </tbody> </table> <p>Exemplo: Um bloco de chumbo de m = 170 g, com capacidade térmica C = 5 cal/°C, terá o calor específico igual a.....</p> $c = \frac{C}{m}$	Substância	Calor específico (cal/g K)	Água	1,00	Café	1,00	Gelo	0,55	Alumínio	0,21	Ferro	0,11	Látão	0,094	Cobre	0,092	Prata	0,056	Mercúrio	0,033	Chumbo	0,031	<h3>Quantidade de calor</h3> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ <p>A quantidade de calor que um corpo ganha ou que ele cede é igual a massa dele x o calor específico x a variação de temperatura que ele vai experimentar.</p> <p>Unidade: cal/g°C</p> <p>Quanto maior o calor específico mais energia a substância vai precisar para variar sua temperatura.</p>
Substância	Calor específico (cal/g K)																						
Água	1,00																						
Café	1,00																						
Gelo	0,55																						
Alumínio	0,21																						
Ferro	0,11																						
Látão	0,094																						
Cobre	0,092																						
Prata	0,056																						
Mercúrio	0,033																						
Chumbo	0,031																						

## Princípio da igualdade das trocas de calor.

Corpos de diferentes temperaturas, colocados num calorímetro (recipiente isolado), trocam de calor entre si até atingir o equilíbrio térmico.

$$Q_{rec} + Q_{ced} = 0$$

Exemplo: (FPE- adaptado)

No preparo de uma xicara de café com leite, são utilizados 150ml (150g) de café, a 80°C, e um pouco de leite, a 20°C. Qual será a quantidade de leite necessária para que a temperatura do café com leite seja 65°C? (Utilize o calor específico do café = igual ao calor específico do leite = 1,0 cal/g °C)

Detetives!  
Obrigada pela atenção!



## APÊNDICE G – Material utilizado na aula 6 sobre mecanismos de Transferência de Energia em Processos Térmicos.

Todo o material deste apêndice foi adaptado a partir de obras como MÁXIMO, ALVARENGA, 2011; GASPAR, 2004; SEARS & ZEMANSKY, 2008

### A) Texto auxiliar

#### Mecanismos de Transferência de Energia em Processos Térmicos

Existem três formas de se propagar calor (calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a temperatura mais baixa). O calor pode ser propagado por: condução, convecção ou irradiação.

#### CONDUÇÃO

Imagine que uma pessoa está segurando a ponta de uma barra de metal e a outra ponta foi colocada em contato com uma chama.

Os átomos ou moléculas da ponta aquecida, recebem energia na forma de calor e se agitam. Esta energia vai sendo transferida de molécula para molécula até percorrer toda a barra e chegar na ponta que a pessoa está segurando e assim, a pessoa perceberá um aumento da temperatura nessa parte da barra.



Fonte: A autora

Aconteceu uma transmissão de calor ao longo da barra e continuará enquanto existir uma diferença de temperatura entre as duas extremidades. Esse processo de transmissão de calor é chamado **condução**.

→ Para que haja condução térmica é preciso meio material, ou seja, tem que existir partículas que irão propagar energia por vibração.

→ É impossível ocorrer condução no vácuo.

→ A condução pode ocorrer nos sólidos, líquidos e gases, mas é mais frequente em sólidos.

Os materiais que sofrem condução podem ser separados em dois grupos:

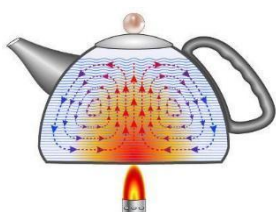
→ **Os condutores térmicos** – os metais são bons condutores de calor por terem muitos elétrons livres.

→ **Os isolantes térmicos** – existem vários materiais que são maus condutores de calor, como: borracha, isopor, ar, gelo, vidro, madeira, lã, etc. Esses materiais têm dificuldades para propagar energia por condução.

## CONVECÇÃO

Outro processo de transferência de energia por calor bastante presente em nosso cotidiano é a convecção. A convecção é o processo de troca de calor que ocorre por meio do deslocamento de matéria que, junto de si, acaba carregando energia térmica. Esse processo é mais frequente nos fluidos uma vez que suas ligações intermoleculares são mais fracas que nos sólidos, dificultando a condução e permitindo o movimento de partículas e moléculas.

Quando você coloca água em um recipiente para esquentar, a camada de água do fundo do recipiente recebe energia da chama por condução. O volume desta camada aumenta e sua densidade diminui, fazendo com que ela se desloque até a parte superior do recipiente e seja substituída por água mais fria e mais densa, que vem desta região superior.



O processo continua, com uma circulação contínua de corrente de água mais quente para cima e mais fria para baixo, chamadas **correntes de convecção**.

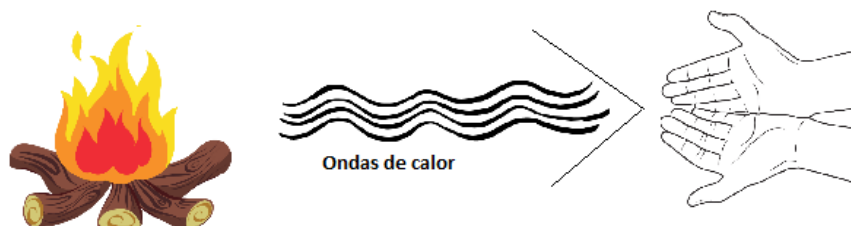
Fonte: Fouad A. Saad / Shutterstock.com

## IRRADIAÇÃO

Na irradiação um sistema e o ambiente podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas não sendo, portanto, necessária a existência de um meio material. Dessa forma, ela pode ocorrer através do vácuo, como o que ocorre na troca de energia térmica entre o Sol e a Terra.

Todos os corpos aquecidos emitem irradiações térmicas que, ao serem absorvidas por um outro corpo, provocam nele uma elevação de temperatura. Estas irradiações são constituídas por ondas eletromagnéticas.

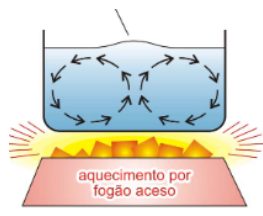
Quanto maior for a temperatura do corpo aquecido, maior será a quantidade de calor transmitida por irradiação, como acontece quando você se encontra próximo a um forno. Neste caso, para uma ampla faixa de temperatura em torno da temperatura ambiente, um corpo aquecido emite calor por irradiação, na forma de irradiação infravermelha. Este tipo de irradiação é invisível, mas causa uma sensação de aquecimento em nossa pele.



Fonte: A autora

## B) Material complementar

1. Em um líquido, o calor se transfere de um ponto a outro devido à formação de correntes de convecção.



Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amotoki\\_PlateDrivingForce\\_OldIdea\\_br.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amotoki_PlateDrivingForce_OldIdea_br.jpg)

2. Quando tocamos em uma peça de metal e em um pedaço de madeira, ambos numa mesma temperatura mais baixa que a do nosso corpo, o metal nos dá a sensação de estar mais frio do que a madeira. Isto ocorre porque, sendo o metal um condutor térmico melhor do que a madeira, haverá uma maior transferência de calor de nossa mão para a peça metálica do que para o pedaço de madeira.

3. Em dias frios é comum ver os pássaros com as penas “arrepiadas” para manter o ar entre elas, evitando a troca de energia entre seu corpo e o ambiente.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/flaviocb/2292608276>

4. Todos os corpos aquecidos emitem radiações térmicas que ao serem absorvidas por um outro corpo, fazem com que sua temperatura aumente. Quando a radiação térmica incide em um corpo, parte dela é absorvida e parte é refletida por ele. Os corpos escuros absorvem a maior parte da radiação que neles incide. Um objeto preto colocado ao sol tem sua temperatura elevada. Já os corpos claros refletem quase totalmente a radiação térmica incidente. Por esse motivo, em dias muito quentes as pessoas usam roupas claras.



## APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Responda as questões com atenção, explicitando de forma clara seu pensamento sobre os assuntos abordados nas aulas anteriores.

- 1) Um menino descalço, em uma sala ladrilhada, coloca seu pé esquerdo diretamente sobre o ladrilho e seu pé direito sobre um tapete aí existente. Em qual dos dois lugares a temperatura é maior?
- a) No tapete.
  - b) No chão.
  - c) A temperatura dos dois é a mesma.

- 2) De acordo com a narrativa da questão um, em qual dos dois pés o menino terá maior sensação de frio? Explique.

---

---

- 3) Próximo às salas de aula, encontra-se um bebedouro com duas torneiras, uma para água normal e outra para água gelada. Antes de entrar na aula você enche sua garrafinha com água gelada mas, após um tempo, percebe que ela já não está tão gelada assim. Por que isso acontece?

- a) A água da garrafinha trocou energia com o ambiente.
- b) A água da garrafinha esquentou com o calor que o ambiente possui.
- c) A água da garrafinha foi aquecida por ter sido colocada dentro da mochila.

- 4) Podemos confiar na sensação térmica de um objeto após senti-lo através do tato?

---

---

- 5) Podemos afirmar que a temperatura média corporal do ser humano está entre  $36^{\circ}\text{C}$  e  $37^{\circ}\text{C}$ ? Seria possível que uma pessoa, ao ter sua temperatura aferida por um termômetro apresentasse  $98^{\circ}$  como medida de sua temperatura corporal?

---

---

6) O que você entende por calor?

---

---

**APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO PARA CONSIDERAÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A PROPOSTA.**

1) A utilização de recursos como enigmas, textos de apoio, apresentação de slides, desafios, facilitou a compreensão dos conceitos estudados.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Indiferente.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

2) O formato da aula em episódios investigativos apresentado com enigmas e desafios tornaram as aulas de física mais interessantes.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Indiferente.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

3) A busca pela solução de cada desafio semanal, pelo fato de ser experimental e investigativa dentro do contexto cotidiano dos alunos, melhorou a minha compreensão dos conceitos de Termologia.

- Concordo totalmente.
- Concordo parcialmente.
- Indiferente.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

4) Gostaria que outros conteúdos de Física fossem abordados com a utilização de situações próximas da nossa vivência diária para na sequência explorar e entender os aspectos físicos.

- Concordo totalmente.

- ( ) Concordo parcialmente.
- ( ) Indiferente.
- ( ) Discordo parcialmente.
- ( ) Discordo totalmente.

5) Escreva os pontos positivos e negativos das aulas.

---

---

---

---