

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Pedro Henrique Giaretta

O CICLO DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL  
COMO SUPORTE PARA A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE TERMOLOGIA NO  
9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Passo Fundo

2020

Pedro Henrique Giaretta

O CICLO DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL  
COMO SUPORTE PARA A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE TERMOLOGIA NO  
9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz.

Passo Fundo

2020

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

G435a Giaretta, Pedro Henrique

O ciclo de aprendizagem experiencial como suporte para a aprendizagem significativa de termologia no 9º ano do ensino fundamental / Pedro Henrique Giaretta. – 2020.

166 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2020.

1. Aprendizagem experimental. 2. Teoria da aprendizagem. 3. Termologia. 4. Física (Ensino fundamental). I. Darroz, Luiz Marcelo. II. Título.

CDU: 372.853

---

Catálogo: Bibliotecário Luís Diego Dias de Souza da Silva - CRB 10/2241

Pedro Henrique Giaretta

**O CICLO DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL  
COMO SUPORTE PARA A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE TERMOLOGIA NO  
9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

A banca examinadora abaixo APROVA, em 21 de julho de 2020, a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Práticas educativas em ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Luiz Marcelo Darroz – Orientador  
Universidade de Passo Fundo

Dra. Daniela Borges Pavani  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
Universidade de Passo Fundo

Dr. Márcio Luís Marangon  
Colégio Notre Dame

Dedico este estudo à minha família, em especial ao meu filho João Miguel que está a caminho. Ele foi minha maior inspiração para persistir e superar os desafios da etapa final.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Carmen, que sempre acreditou em mim e compreendeu os tantos períodos em que a saudade era enorme e as visitas não eram possíveis. Mesmo assim, com muito carinho e compreensão, encheu meu coração de amor e esperança. Também sou grato ao meu pai Fabiano, que nunca mediu esforços para me ajudar no que fosse preciso, sendo essencial para vencer esta etapa. Sem a força de vocês eu não conseguiria seguir em frente.

À minha avó Maria, que sempre se orgulhou das minhas conquistas e aos meus avós Adele, Bortolo e Dirceu (*in memoriam*), que em algum lugar devem estar vibrando com a minha vitória.

Morgana, meu amor, sem a sua compreensão e o seu companheirismo esta dissertação não seria possível. Agradeço por jamais ter me negado apoio, carinho e incentivo. Obrigado por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade, por ser tão atenciosa, por ouvir minhas lamentações e entender minha ausência em diferentes momentos. E por fim, agradeço por me proporcionar o maior presente de todos durante esta etapa: a bênção de ser pai.

Ao meu cão e fiel companheiro Bruce, que sempre esteve por perto me incentivando com seu olhar e me convidando para brincar, como se me lembrasse de que às vezes é preciso descansar para poder prosseguir.

Aos meus amigos, que, apesar da distância e/ou do pouco tempo livre para encontros, sempre se fizeram presentes. Agradeço por toda força, incentivo e apoio.

Agradeço ao meu grande amigo, colega, professor e orientador Dr. Luiz Marcelo Darroz, por sua confiança e incansável dedicação. Você nunca perdeu a fé na minha pesquisa e soube me amparar nos momentos mais difíceis, seja com palavras de incentivo ou até mesmo com conversas sobre futebol. Obrigado por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer, por esclarecer tantas dúvidas e ser tão atencioso e paciente. Manifesto aqui minha gratidão eterna por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e a sua experiência ao longo desses anos, desde a graduação.

Agradeço a todos os professores do PPGECM, que apoiaram cada etapa da pesquisa e contribuíram com seus grandes ensinamentos. Meu muito obrigado.

À banca de qualificação, pelas contribuições fundamentais.

À Universidade de Passo Fundo, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Escola Notre Dame Menino Jesus, pelo apoio na implementação desta proposta.

Aos educandos do 9º ano do Ensino Fundamental, de 2019, da Escola Notre Dame Menino Jesus, pelo empenho e dedicação que apresentaram ao desenvolver todas as atividades desta proposta.

Agradeço principalmente a Deus, que em sua infinita bondade me deu forças e sabedoria para lutar até o fim e vencer essa etapa da minha vida.

A todos que participaram da minha trajetória e se alegraram com essa conquista, muito obrigado!

“Não explicar a ciência me parece perverso. Quando alguém está apaixonado, quer contar a todo o mundo”.

Carl Sagan

## RESUMO

O presente estudo se origina a partir da constatação de que o ensino de Física na educação contemporânea permanece ainda desatualizado em relação aos objetivos educacionais. Assuntos como a terminologia são apresentados, em geral, sob aspectos muito distantes do cotidiano dos educandos, e o ensino é focado na transmissão de conteúdos de forma expositiva. Somando-se a isso, os professores não se sentem preparados para elaborar ou utilizar-se de novas metodologias, pois a formação que receberam não fornece subsídios suficientes para tal, fato que demonstra a necessidade de alternativas para que possam desenvolvê-las. Considerando essa necessidade, a presente dissertação, inserida na linha de pesquisa “Práticas Educativas em ensino de Ciências e Matemática”, buscou subsídio na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Paul Ausubel, e na metodologia proposta por David Allen Kolb, intitulada Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE), a fim de responder à questão norteadora da pesquisa: como o ciclo de aprendizagem experiencial pode servir de suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de terminologia para educandos do 9º ano do Ensino Fundamental? O objetivo do estudo consiste, portanto, em identificar indícios de aprendizagem significativa de terminologia no 9º ano do Ensino Fundamental a partir da utilização do CAE. No intuito de alcançá-lo, elaborou-se uma sequência didática para abordar os conceitos básicos de terminologia, alicerçada nos fundamentos da TAS e constituída de dois ciclos que contemplam as quatro etapas propostas por Kolb. A sequência didática foi estruturada em nove encontros e desenvolvida em uma escola da rede privada no município de Passo Fundo, RS. De natureza qualitativa e participante, a pesquisa teve como foco a identificação de indícios da aprendizagem significativa a partir de quatro categorias de análise: i) identificação de conceitos subsunçores, ii) evidenciação da predisposição para aprender, iii) diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos e iv) aplicação dos conceitos estudados em contextos diferentes dos abordados no desenvolvimento da sequência didática. A proposta foi avaliada por meio de dois instrumentos, o diário de bordo preenchido pelo professor pesquisador e os materiais produzidos pelos participantes. A análise dos dados coletados permitiu apontar para a viabilidade da proposta e a importância de metodologias pautadas na aproximação dos conteúdos aos conhecimentos que os educandos já possuem. Além disso, o estudo evidenciou a pertinência de conhecer e utilizar novas propostas que representem benefícios para a promoção de uma aprendizagem significativa. Por fim, destaca-se que novas metodologias precisam ser compartilhadas, a fim de que um número maior de professores possa conhecê-las e, a partir delas, desenvolver novas práticas docentes. Nessa perspectiva, o estudo deu origem a um material de apoio para professores, que consiste no produto educacional desta dissertação, disponibilizado em <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/573250>>.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Ensino Fundamental. Teoria da Aprendizagem Significativa. Teoria da Aprendizagem Experiencial. Ciclo da Aprendizagem Experiencial.

## ABSTRACT

The present study is based on the observation that Physics teaching in contemporary education is still outdated regarding to educational aims. Subjects such as thermology are presented, in general, under very distant aspects from the students' daily lives and the teaching is focused on the contents transmission in an expositive way. In addition, due to the insufficient training that teachers have received, they do not feel prepared to elaborate or use new methodologies. Since they do not have sufficient subsidies, teachers need alternatives in order to develop new educational methodologies. Considering this necessity, this dissertation, inserted in the research line "Educational Practices in Science and Mathematics Teaching", sought subsidies in the Meaningful Learning Theory (MLT), by David Paul Ausubel, and in the Experiential Learning Cycle (ELC), methodology proposed by David Allen Kolb in order to answer the guiding research question: how the Experiential Learning Cycle can serve as methodological support to promote thermology meaningful learning for elementary school 9<sup>th</sup> grade students? Therefore, the aim of these study is to identify evidence of thermology significant learning in the 9<sup>th</sup> grade of elementary school through the use of the ELC. In order to achieve this aim, a didactic sequence was elaborated to approach the basic concepts of thermology, it is based on the MLT fundamentals and is comprised of two cycles that contemplate the four stages proposed by Kolb. The didactic sequence was structured in nine meetings and developed in a private school in Passo Fundo, RS. Grounded in a qualitative and participant nature, the research is focused on identifying signs of significant learning from four analysis categories: i) identification of subsumer concepts, ii) evidence of the willingness to learn, iii) progressive differentiation and integrative reconciliation of concepts and iv) application of the concepts studied in different contexts from those addressed in the didactic sequence development. The proposal was evaluated through two instruments: the researcher logbook and the materials produced by the participants. The collected data analysis allows to point out the proposal feasibility and the importance of methodologies based on bringing the contents closer to the knowledge that the students already have. In addition, the study highlighted the relevance of knowing and using new proposals that represent benefits for the promotion of meaningful learning. Finally, it is highlighted that new methodologies need to be shared in order to a greater number of teachers can get to know them and, from them, develop new teaching practices. Based on this perspective, the study gave rise to a support material for teachers, which consists this dissertation educational product, made available at <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/573250>>.

**Keywords:** Teaching Physics. Elementary School. Meaningful Learning Theory. Experiential Learning Theory. Experiential Learning Cycle.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da Aprendizagem Experiencial de Kolb. ....	39
Figura 2 - Um diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são interdependentes e simultâneas tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino. ....	48
Figura 3 - Atividade “Sensação térmica”. ....	64
Figura 4 - Nuvem de palavras elaborada no primeiro encontro. ....	65
Figura 5 - PhET Interactive Simulations. ....	67
Figura 6 - Questões calor x temperatura. ....	68
Figura 7 - Palavras grifadas e texto produzido. ....	69
Figura 8 - Atividade “Aquecendo substâncias”. ....	70
Figura 9 - Gráficos sobre variação de temperatura e respostas do quinto encontro. ....	71
Figura 10 - Atividade “Calor específico”. ....	72
Figura 11 - Atividade “Calor latente”. ....	72
Figura 12 - Curva de aquecimento. ....	73
Figura 13 - Mapas conceituais. ....	75
Figura 14 - Produto educacional “Aprendizagem significativa a partir do ciclo de aprendizagem experiencial”. ....	77
Figura 15 - Nuvem de palavras formada com conceitos subsunçores. ....	90
Figura 16 - Respostas da primeira questão aplicada no quinto encontro. ....	91
Figura 17 - Respostas da segunda questão aplicada no quinto encontro (I). ....	92
Figura 18 - Respostas da segunda questão aplicada no quinto encontro (II). ....	92
Figura 19 - Respostas da segunda questão aplicada no quinto encontro (III). ....	93
Figura 20 - Respostas da terceira questão aplicada no quinto encontro (I). ....	93
Figura 21 - Respostas da terceira questão aplicada no quinto encontro (II). ....	93
Figura 22 - Respostas da terceira questão aplicada no quinto encontro (III). ....	94
Figura 23 - Gráficos produzidos no quinto encontro. ....	94
Figura 24 - Respostas da primeira questão aplicada no terceiro encontro. ....	100
Figura 25 - Respostas da segunda questão aplicada no terceiro encontro. ....	101
Figura 26 - Respostas da quarta questão aplicada no terceiro encontro. ....	101
Figura 27 - Respostas da sexta questão aplicada no terceiro encontro. ....	102
Figura 28 - Respostas da terceira questão aplicada no terceiro encontro. ....	103
Figura 29 - Mapa conceitual produzido no oitavo encontro (I). ....	104

Figura 30 - Mapa conceitual produzido no oitavo encontro (II). .....	105
Figura 31 - Mapa conceitual produzido no nono encontro.....	109
Figura 32 - Respostas da atividade aplicada no quarto encontro (I). .....	110
Figura 33 - Respostas da atividade aplicada no quarto encontro (II). .....	111

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Inventário dos estilos de aprendizagem (Kolb).....	38
Quadro 2 - Estudos selecionados.....	51
Quadro 3 - CAE & TAS. ....	59
Quadro 4 - Cronograma de aplicação da sequência didática.....	63

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CA - Conceitualização Abstrata

CAE - Ciclo de Aprendizagem Experiencial

Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Ciee - Centro de Integração Empresa-Escola

EA - Experimentação Ativa

EC - Experiência Concreta

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

OR - Observação Reflexiva

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

Pibid - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PPGECM - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

PPP - Proposta Político-Pedagógica

PSSC - Physical Science Study Committe

TAE - Teoria da Aprendizagem Experiencial

TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UPF - Universidade de Passo Fundo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>APORTES TEÓRICOS</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1</b>	<b>O ensino de Ciências/Física</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2</b>	<b>A Teoria da Aprendizagem Experiencial</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3</b>	<b>A Teoria da Aprendizagem Significativa</b> .....	<b>40</b>
<b>2.4</b>	<b>Estudos relacionados</b> .....	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>A PROPOSTA E O PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1</b>	<b>A elaboração da sequência didática</b> .....	<b>58</b>
<b>3.2</b>	<b>O local de implementação e os sujeitos envolvidos</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3</b>	<b>A implementação da proposta</b> .....	<b>62</b>
3.3.1	<i>Cronograma</i> .....	62
3.3.2	<i>Relato dos encontros</i> .....	63
3.3.2.1	Primeiro encontro .....	63
3.3.2.2	Segundo encontro .....	66
3.3.2.3	Terceiro encontro .....	67
3.3.2.4	Quarto encontro .....	69
3.3.2.5	Quinto encontro .....	70
3.3.2.6	Sexto encontro .....	71
3.3.2.7	Sétimo encontro .....	73
3.3.2.8	Oitavo encontro .....	74
3.3.2.9	Nono encontro .....	75
<b>3.4</b>	<b>O produto educacional</b> .....	<b>76</b>
<b>4</b>	<b>A PESQUISA</b> .....	<b>79</b>
<b>4.1</b>	<b>Classificação</b> .....	<b>79</b>
<b>4.2</b>	<b>Instrumentos</b> .....	<b>82</b>
<b>4.3</b>	<b>Procedimentos de análise</b> .....	<b>84</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>88</b>
<b>5.1</b>	<b>Subsunçores</b> .....	<b>88</b>
<b>5.2</b>	<b>Predisposição para aprender</b> .....	<b>95</b>
<b>5.3</b>	<b>Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa</b> .....	<b>99</b>
<b>5.4</b>	<b>Aplicação em novos contextos</b> .....	<b>106</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>112</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A - Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa da experiência concreta.....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE B - Texto Calor e temperatura .....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE C - História em quadrinhos: Cascão e Nimbus em: Ártico ou Antártico? .....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE D - Questões calor x temperatura .....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE E - História em Quadrinhos: “Cascão e Cebolinha em: os heróis do planeta gelado” .....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE F - Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa “experiência concreta” .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE G - Texto “Por que no deserto faz calor de dia e frio à noite?” .....</b>	<b>160</b>
<b>APÊNDICE H - Questões referentes ao calor específico .....</b>	<b>161</b>
<b>APÊNDICE I - Atividade “Calor específico e calor latente” .....</b>	<b>162</b>
<b>APÊNDICE J - Tabela Calor específico dos materiais .....</b>	<b>163</b>
<b>APÊNDICE K - Questões “Calor específico das substâncias” .....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXO A - Autorização fornecida pela escola .....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>166</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que se destina ao estudo da natureza e de seus fenômenos por meio da lógica, da reflexão crítica dos fenômenos naturais, tendo a matemática como linguagem elementar. O avanço dessa ciência, a qual busca a compreensão científica dos comportamentos naturais e gerais do mundo que cerca as pessoas, contribuiu de forma inestimável para o desenvolvimento de toda a tecnologia moderna, desde o automóvel até os computadores quânticos. Nessa perspectiva, o seu ensino tem por objetivo preparar o educando<sup>1</sup> para diversas situações da vida e para a cidadania, o que a torna imprescindível no contexto social, cultural, ambiental, político e crítico.

Nessa direção, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) preconizam que o ensino de Ciências deve responder às necessidades da vida contemporânea e proporcionar o desenvolvimento de conhecimentos que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 2002). Diante disso, Moraes (2008) considera que a contextualização indicada nas legislações vigentes pode proporcionar ao educando da Educação Básica aprendizagens capazes de auxiliá-lo na compreensão do que vivencia. Ainda, segundo Levinson (2010 apud PINHÃO; MARTINS, 2016), a relação entre Ciências e cidadania está atualmente presente nos currículos, apontando para a necessidade de formação para a participação ativa na sociedade e para a tomada de decisão consciente em relação a temas sociocientíficos.

No entanto, indo na contramão dessas recomendações, o que predomina na atualidade é um ensino focado na transmissão de conteúdos, utilizando-se de metodologia expositiva e centrada na fala do professor (BARBOSA et al., 2017). Tais métodos são compreendidos por diversos pensadores da área da educação como ultrapassados em relação ao desenvolvimento de competências e habilidades hoje necessárias (BORGES, 2002; KRUMMENAUER; COSTA; SILVEIRA, 2010; SILVA, 2014; SCHNETZLER, 1992). No que se refere a esses métodos, Moreira (2017, p. 02) explica que “o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados”, visto que o modelo atual de ensino está estruturado de forma que tal método seja o mais adequado de acordo com suas expectativas. Moreira (2010, p. 23-24) também esclarece que:

---

<sup>1</sup> Por ser considerado mais adequado para o contexto educacional atual, ao longo do texto utiliza-se o termo “educando”, que tem origem no latim *educare* e significa: “conduzir para fora” ou “direcionar para fora”. Entretanto, nos aportes teóricos, optou-se por permanecer com as expressões “aluno”, “sujeito” e “aprendiz”, de acordo com cada teoria, para manter a concordância original. É importante ressaltar que ambos os termos possuem o mesmo significado, ainda que historicamente tenham sofrido mudanças.

[...] no cotidiano escolar a avaliação é muito mais behaviorista do que construtivista e determina largamente as práticas docentes. O contexto (administradores escolares, pais, advogados, a sociedade em geral) exige “provas” de que o aluno “sabe ou não sabe”. Esse tipo de avaliação baseada no sabe ou não sabe, no certo ou errado, no sim ou não, é comportamentalista e geralmente promove a aprendizagem mecânica, pois não entra na questão do significado, da compreensão, da transferência. Se o aluno sabe resolver um problema, sabe definir algo, sabe listar as propriedades de um sistema, está bem mesmo que não tenha entendido o problema, a definição ou o sistema.

Observa-se que a crítica a esse processo de ensino, o qual é essencialmente centrado na transmissão dos conteúdos, é estabelecida na medida em que essa metodologia coloca o educando numa posição de mero receptor do conhecimento, portanto um ser passivo, sem participação nem voz. Assim, ao indivíduo é atribuída a tarefa de aprender pela repetição e memorização.

Em um estudo realizado por Rosa, Darroz e Marcante (2012, p. 52), evidenciou-se o fato de que “a avaliação da aprendizagem nas aulas de Física, para alunos de Ensino Médio [...] ainda está muito articulada à ideia de verificação e aferição da aprendizagem” e que ainda é um dos elementos que definem a metodologia empregada no contexto educacional. Nesse contexto, percebe-se que, na sala de aula, o professor ainda considera que o educando deve apresentar um resultado em que a devolução da informação fornecida é medida em quantidade, sem considerar a efetiva aprendizagem significativa.

De acordo com os mesmos autores, na análise de pesquisas desenvolvidas no meio escolar,

[...] há a observação de que as aulas, mediadas ao Ensino Médio, se respaldam em uma grande preocupação com o vestibular e com a tarefa de dar conta de listas intermináveis de conteúdos, não estabelecendo relação entre o conhecimento e a experiência de trabalho e de mundo dos alunos (ROSA; DARROZ; MARCANTE, 2012, p. 53).

Essa forma de ensino resulta em outro problema em relação à aprendizagem: a falta de interesse dos educandos pela Física (PINTO, 1999). Notadamente, esse processo ocorre em consequência do contexto histórico já citado, que priorizou, na maioria das vezes, a resolução de exercícios.

Com o intuito de conhecer e compreender os fatores que influenciam essa prática docente no ensino de Física, somado ao objetivo de constatar se esse ensino acompanha a evolução atual da humanidade, Bezerra et al. (2009) realizaram uma pesquisa com professores que lecionam a disciplina de Física em diferentes segmentos da educação, incluindo o Ensino Fundamental. Entre os resultados, os autores destacam que:

[...] as aulas ministradas estão presas à visão tradicional de ensino, arraigada nos professores que resistem às mudanças. [...]. Outra constatação é que os professores não se sentem preparados para aventurar-se na utilização de novas metodologias, pois a formação que receberam não fornece subsídios suficientes para tanto (BEZERRA et al., 2009, p. 04).

Pode-se considerar que os motivos evidenciados na pesquisa resultam na alta presença do desenvolvimento tradicional do ensino de Física. O fato é que muitos professores não se sentem preparados para utilizar novas metodologias, quase sempre por insegurança devido à sua formação. Essa constatação evidencia que não faltam novas metodologias de ensino, mas, sim, uma melhor preparação para que os professores possam desenvolvê-las (BEZERRA et al., 2009).

Ainda hoje, é perceptível um ensino com ênfase na memorização de fórmulas, resolução de exercícios que se repetem e que raramente são contextualizados à Física do cotidiano dos educandos (BARBOSA et al., 2017). O ensino centrado em conteúdo, somado à formalidade de conceitos e às exigências matemáticas, por vezes, sendo exclusivamente esse o foco, é um dos pontos que favorecem essa percepção pelos educandos.

Nas palavras de Damasio (2007, p. 09), isso se justifica

seja pelo papel negativo da mídia, que veicula imagens estereotipadas de “cientistas excêntricos”, seja pela exigência precoce de formalismo durante a abordagem de conteúdos, ou ainda, alguma outra questão a ser investigada. O fato é que os alunos não têm, em geral, nenhum interesse em aprender Física, ou, o que é pior, têm uma pré-disposição a não aprendê-la.

Além desses fatores, ocorre a utilização do livro didático em sala de aula, em geral, de forma equivocada. Moreira (2017) afirma que esse material, que deveria servir como instrumento de apoio, torna-se frequentemente a única fonte para consultas em preparações de aula. Nesse sentido, muitas vezes, “acaba determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o que se ensina e como se ensina o que se ensina” (LAJOLO, 1996, p. 04). Assim, as atividades desenvolvidas em sala de aula acabam sendo consequência de uma interpretação do professor, que, pelo fato de ter um livro didático em mãos, deixa de buscar novas estratégias e metodologias de ensino.

Devido a essa comodidade, o ensino de Física na educação contemporânea permanece ainda desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias. De acordo com Moreira (2017), no cenário atual, ainda prevalece um ensino com pouca participação do educando e normalmente centrado no professor. Por isso, a educação em sala de aula, geralmente, é comportamentalista, focada no treinamento para as provas, abordando a Física como uma

ciência acabada, tal como se apresenta em um livro-texto. E assim geralmente é ignorado o fato de que a ciência consiste em uma construção histórica que muda constantemente por meio de novos estudos e descobertas.

As dificuldades referentes ao ensino de Física, elencadas pelos autores, também fizeram parte de minha experiência estudantil. No decorrer do Ensino Médio, que frequentei entre 2010 e 2012, na Escola Estadual de Ensino Médio Bandeirante, no município de Guaporé-RS, tive o primeiro contato com a disciplina. Tal componente curricular me foi apresentado em meio ao medo e à insegurança baseados no preconceito difundido por amigos mais velhos que já haviam vivenciado a experiência. Eram comuns falas expressando que a Física era uma disciplina “igual” à matemática, difícil e passível de reprovação, que envolvia conteúdos chatos e que não serviriam para nada.

Ao cursar a disciplina, ficou evidente o porquê de tanta difamação: o uso do livro didático era constante e esse era o único recurso para estudo, o ensino era desenvolvido a partir de fórmulas matemáticas, que serviam para resolver exercícios que, por sinal, norteavam as aulas de Física. A curiosidade surgia e era aguçada a cada novo conceito, porém costumava ser abafada pela quantidade de exercícios matemáticos. No processo avaliativo, predominava a cobrança de cálculos e raramente apareciam conceitos. Além disso, comumente, os erros eram reduzidos a problemas de “sinais” ou de “vírgulas”, em respostas quantificadas. No entanto, apesar dessas adversidades, aos poucos foi despontando o desejo de me tornar professor.

O gosto pela disciplina de Física na escola foi resultado de uma infância “curiosa”, pois sempre esteve presente a vontade de entender os fatos do cotidiano e buscar uma compreensão. Ao constatar que a Física podia explicar esses acontecimentos, o fascínio foi imediato. A admiração pelos ótimos professores que me influenciaram ao longo da vida e me ajudaram a enxergar o papel do docente, além da gratidão que sentia por eles, já evidenciava o valor dado à profissão. Entretanto, era comum surgir questionamentos internos quanto à utilidade e ao funcionamento de muitos conteúdos aprendidos em sala de aula. Alguns assuntos eram interessantes, mas não faziam sentido, outros até mesmo apresentavam alguma relação, entretanto não eram apresentadas justificativas de como aquilo fora compreendido.

No mesmo período, iniciei um curso profissionalizante de Auxiliar de Mecânico Industrial, pelo Programa Menor Aprendiz, no Senai do município de Guaporé. Por meio dele, pude observar a aproximação entre teoria e prática, já que muitos conhecimentos não eram visualizados na escola, por falta de laboratório, entre outros fatores. Assim, no conhecimento mecânico desenvolvido no curso, percebi a utilidade da Física de uma forma

mais eficiente, e, ao entender essa relação, surgiu o interesse em mostrar a minha visão para outras pessoas.

Como consequência, no ano de 2013, ingressei no curso de Física – Licenciatura na Universidade de Passo Fundo (UPF), onde, finalmente, pude obter maior clareza sobre o mundo envolvido nessa ciência. Durante a graduação, ao longo dos estudos desenvolvidos, ficou evidente a necessidade de se estabelecer uma relação próxima de qualquer conteúdo com o cotidiano dos educandos.

Já no primeiro semestre do curso, tive a certeza de que havia escolhido a graduação certa. Disciplinas como a de Laboratório Experimental de Física possibilitaram o contato com a experimentação e a construção de equipamentos, algo que tenho hoje como objetivo no ensino de Física. No mesmo ano, tive a oportunidade de colaborar em dois eventos do curso, o “Interação UPF” e o “Física na Praça”, dos quais participei em todas as edições. O “Interação UPF” possibilitou uma excelente troca de experiências, devido ao contato com educandos das escolas da região, com a colaboração entre os diferentes níveis do curso de Física e também com os outros cursos. Foi um momento privilegiado, pois, pelo fato de morar, na época, em uma cidade distante aproximadamente 100 km de Passo Fundo e trabalhar durante o dia, esse contato não se efetivava no cotidiano. Já o “Física na Praça” proporcionou, além dessa proximidade com educandos, o contato com a comunidade, à qual esse evento é aberto e direcionado. A programação proporcionou experiências que encantaram a todos os participantes, e essa oportunidade de ensinar não só para crianças, mas também para adolescentes e adultos tornou a Física ainda mais significativa.

Esses conhecimentos adquiridos me fizeram sair da inércia, e, em 2015, buscando me aproximar do curso de graduação e ampliar as experiências na área, tomei a decisão de residir em Passo Fundo. Tal experiência foi fundamental para a minha profissão, pois rendeu a oportunidade de participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). Posso afirmar que o Pibid representou o marco da minha caminhada, pois confirmou definitivamente a certeza da escolha pela docência na minha vida, pois, até então, a área da Física era o maior interesse, constituindo-se como objetivo.

Ao longo do programa, tive a oportunidade de desenvolver atividades em três escolas públicas do município de Passo Fundo. Essa aproximação com a sala de aula e a realidade escolar demonstraram que as dificuldades no ensino de Física estão presentes e são notórias dentro da sala de aula. Os educandos realmente apresentam dificuldades na disciplina e, juntamente com isso, o desinteresse atinge a maior parte deles, de modo que, para muitos, a Física é só mais uma disciplina difícil no currículo escolar e que gera reprovação.

No mesmo período, por meio do Centro de Integração Empresa-Escola (Ciee), iniciei um estágio em um colégio da rede privada de Passo Fundo, na função de laboratorista, sendo responsável pelos laboratórios de Física, Química e Biologia. Essa experiência evidenciou o que era constantemente repetido nas teorias educacionais para o ensino de Física, isto é, que as atividades experimentais aproximam os educandos e despertam o interesse pelo conhecimento. No contato semanal com turmas de Ensino Fundamental e Médio, durante as atividades de Física, Química e Biologia, era evidente a motivação dos educandos quando entravam no laboratório. O ensino que ocorria contra a aprendizagem mecânica estimulava a curiosidade até mesmo daqueles que não se identificavam com a ciência.

Entretanto, por vezes, a diferenciação do ensino ocorrido dentro do laboratório se limitava ao espaço, isto é, a aula ocorria em um espaço diferente, com instrumentos diferentes, porém com a mesma metodologia. Assim, algumas atividades ocorriam pelo simples processo de repetição, por meio de instruções divulgadas previamente para os educandos, e, muitas vezes, o fenômeno abordado não ultrapassava as paredes e janelas do laboratório, pois era discutido e apenas relacionado à prática experimental, sem vínculos com o cotidiano.

Já ao longo do ano de 2016, desenvolvi o Trabalho de Conclusão de Curso, que buscou identificar como estão sendo empregadas as imagens na apresentação dos conceitos relacionados à mecânica nos livros didáticos de Física. A pesquisa deu origem ao artigo intitulado “O uso de imagens esportivas no ensino de mecânica: uma análise nos livros didáticos de Física”. Nos estudos realizados para o trabalho e nos resultados obtidos, ficaram claras a presença e a importância do livro didático no âmbito da sala de aula. Os livros estão inseridos no contexto escolar como material de apoio, consulta e preparação de aula, bem como referência de estudo para os educandos. A pesquisa também mostrou que as imagens, cujo objetivo é tornar claro e contextualizar os conceitos abordados no livro, nem sempre conseguem atingir tal objetivo. Muitas vezes, as imagens que poderiam aproximar um conceito da vivência do educando, ou até mesmo servir de elemento para análise em determinada situação, acabam sendo utilizadas como meras ilustrações para deixar o livro com uma aparência visual mais agradável.

Por fim, encerrando o ano de 2016, concluí a graduação e, na sequência, tive oportunidade de iniciar na docência como professor de Física e Matemática no Ensino Fundamental, lecionando, posteriormente, Física para o Ensino Médio. Na prática, vi a dificuldade de superar os problemas que, historicamente, acompanham o ensino da disciplina que é o foco desta investigação. Além disso, a prática docente me permitiu identificar que o

conteúdo de terminologia, voltado a estudar conceitos de temperatura, calor e sua propagação, é um dos primeiros a serem desenvolvidos com os educandos.

No 9º ano do Ensino Fundamental, série em que a disciplina de Física aparece formalmente pela primeira vez no currículo escolar, esses assuntos são apresentados, em geral, sob aspectos muito distantes do cotidiano dos educandos. Esses assuntos são desconexos dos conceitos reais. Como salientam Pozo e Crespo (2009 apud SILVA; DUARTE, 2014, p. 698),

[...] os conceitos básicos desse tema são entendidos e descritos pelos alunos de forma nem sempre precisa, como, por exemplo, o de temperatura e calor, que são interpretados como sendo a mesma coisa, que o calor comporta-se como um fluido material que pode passar de um corpo para outro e que a temperatura de um corpo depende de suas características macroscópicas.

Dessa forma, as experiências na docência evidenciaram a necessidade de conflitar as percepções do senso comum com as definições científicas, buscando gerar uma aprendizagem que tenha significado para o educando. Assim, a aprendizagem pode ocorrer a partir das vivências apontadas pelos educandos, tornando a experiência o fator mais importante a ser utilizado como ponto de partida para o conteúdo. Supõe-se que, por intermédio dos relatos vivenciados, de debates e de comparações realizadas, o conhecimento pode ser construído de forma coletiva, para, posteriormente, ser utilizado em situações novas.

Em busca de alternativas para aperfeiçoar minha prática docente e minimizar os problemas do ensino de Física, ingressei, no ano de 2018, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da UPF. As disciplinas cursadas permitiram identificar que diferentes propostas vêm se apresentando como alternativas voltadas a auxiliar na renúncia do ensino por memorização. Tais metodologias buscam proporcionar que o educando desenvolva uma aprendizagem com significado, a qual deve resultar em um aprendizado que sirva em situações diversas.

Essas propostas partem da concepção de que o educando precisa perceber a importância e a necessidade de exercer seu papel como participante ativo do processo de aprendizagem. Se a Física tem a sua relevância no processo de ensino, também precisa estar clara a necessidade de aprendê-la, e, por esse motivo, deve-se ensinar de forma a aproximá-la do educando. Nesse sentido, torna-se fundamental o papel do professor: buscar meios para concretizar essa ideia de ensino. Notadamente, uma maneira possível é buscar conhecer a realidade e as experiências de cada educando, para, assim, identificar seu conhecimento prévio. Na tentativa de encontrar alternativas que me levassem nessa direção, aprofundei os

meus estudos na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a qual considera a bagagem que o educando leva para a sala de aula como a base para a construção do novo conhecimento. Essa bagagem não pode ser ignorada, ao contrário, precisa ser conhecida, a fim de que possa concorrer para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Ausubel (1973), autor da teoria, explica que a aprendizagem significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal com a estrutura cognitiva do educando. Em síntese, esta deve ser modificada a partir da interação, de forma significativa, entre o conhecimento prévio do educando e o novo conhecimento que lhe é apresentado.

Ao estudar diferentes metodologias, paralelamente às teorias de aprendizagem de ensino, uma se destacou em razão de sua estrutura, elaborada em etapas, de modo a valorizar cada uma delas e sem considerar que o aprendizado se encerra na compreensão. Essa metodologia, denominada Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE), tem por objetivo o desenvolvimento de pessoas, mais especificamente, o desenvolvimento profissional, sendo atualmente muito utilizada na aprendizagem organizacional. O CAE é fundamentado na Teoria da Aprendizagem Experiencial (TAE)<sup>2</sup>, desenvolvida por David Kolb (1984).

De acordo com Pimentel (2007, p. 159),

[...] a profissionalidade é um percurso permanente de aprendizagem, desde que o indivíduo possa se apropriar de suas experiências de atuação profissional, ainda atribui grande valor aos conhecimentos de caráter experiencial, cuja utilidade para engendrar desenvolvimento só existe na medida em que podem ser confrontados, comparados, ampliados, revisados, enfim, refletidos junto a conhecimentos de caráter teórico.

A teoria parte do princípio de que todo indivíduo pode aprender a partir do que já sabe, ou seja, a experiência serve de base para o novo conhecimento, e este pode servir como experiência para o posterior. A aprendizagem, então, consiste em um ciclo, no qual se deve estimular, motivar o estabelecimento de sentido ao aprendiz, de modo fundamentado na reflexão da vivência.

Na proposição de Kolb, experiência concreta, observação e reflexão, formação de conceitos abstratos e, finalmente, teste de hipóteses e conceitos em situações novas constituem os pilares do vínculo cíclico e dialético entre experiência vivida, construção de

---

<sup>2</sup> A teoria é conhecida pela sigla ELT (Experiential Learning Theory), considerando a língua original da obra de Kolb (1984). Entretanto, para simplificar a leitura, no presente texto, será utilizada a sigla TAE, a partir da tradução: “Teoria da Aprendizagem Experiencial”.

conhecimento e projeção de aprendizagem em experiências futuras. Entretanto, por ser um ciclo, todas as etapas possuem vínculos umas com as outras, ou seja, qualquer etapa pode servir de ponto inicial para que ocorra a aprendizagem. Essa proposta é corroborada por Pimentel (2007, p. 164), para quem “esse ciclo quadrifásico de aprendizagem experiencial pode iniciar a partir de quaisquer das modalidades, resultando em formas distintas de intervir na realidade e aprender com a experiência”.

De acordo com os temas abordados, pode-se concluir que há diferentes caminhos para o ensino de Física, e estudos são realizados com o objetivo de melhorá-lo. O papel do professor nesse processo é saber escolher, entre as metodologias disponíveis, as mais adequadas, e, mais do que apenas conhecê-las, é necessário saber aplicá-las em sala de aula, buscando proporcionar um ensino melhor para o educando.

Dessa forma, os estudos realizados até então proporcionaram perspectivas de que as duas teorias, a da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, e a da Aprendizagem Experiencial, de Kolb, podem ser aproximadas com o intuito de favorecer o processo de ensino e aprendizagem. As teorias coincidem em considerar que, para ocorrer de fato uma aprendizagem, esta deve estar relacionada às experiências vivenciadas pelo indivíduo e tomar por base os conhecimentos que ele já possui na sua estrutura cognitiva. Ambas pressupõem que não é possível ocorrer uma aprendizagem concreta sem que algumas condições mínimas sejam respeitadas e que a aprendizagem consiste em um processo. Essa aproximação pode auxiliar os educandos na busca de uma aprendizagem com significado, próxima do contexto vivenciado no seu cotidiano, direcionando, assim, uma aprendizagem que vai ao encontro das orientações atuais para o ensino de Física. De acordo com as relações citadas, e considerando que o processo de avaliação da aprendizagem significativa exige um formato diferente dos tradicionalmente utilizados na educação brasileira, o CAE é uma ferramenta que permite avaliar a construção da aprendizagem significativa durante o processo de elaboração das ideias. Isto é, ele possibilita avaliar como os educandos estão realizando a interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos.

A relação entre os estudos justifica-se a partir do entendimento de que a Física parte dos fenômenos naturais e, por isso, está constantemente presente ao nosso redor. Assim, cabe ao professor torná-la também uma ciência para a vida e mostrar que não é apenas uma disciplina de sala de aula. Os conhecimentos físicos visam ajudar na compreensão do mundo ao nosso redor e, por meio desses conhecimentos, podem facilitar a rotina, tornando a aprendizagem significativa para todos os educandos.

A partir das perspectivas e discussões mencionadas, surge a seguinte pergunta que norteia o presente trabalho: como o ciclo de aprendizagem experiencial pode servir de suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de termologia para educandos do 9º ano do Ensino Fundamental? De modo mais específico, busca-se desenvolver uma aprendizagem significativa para o ensino de termologia através de uma sequência didática baseada na TAS, de Ausubel, estruturada metodologicamente a partir do Ciclo de Aprendizagem Experiencial, de Kolb. Seguindo esse pressuposto, o objetivo geral do estudo consiste em identificar indícios de aprendizagem significativa de termologia no 9º ano do Ensino Fundamental mediante a utilização do CAE. De modo mais específico, objetiva-se: compreender os conceitos propostos por Ausubel na Teoria da Aprendizagem Significativa; assimilar a metodologia do Ciclo de Aprendizagem Experiencial, de David Kolb; elaborar e implementar uma sequência didática com Ciclos de Aprendizagens Experienciais no conteúdo de termologia; analisar os resultados obtidos na implementação da sequência didática; propor um texto de apoio para auxiliar professores da área.

Considerando a importância de que o ensino seja significativo para o educando e capaz de promover uma aprendizagem igualmente significativa, a presente investigação tem como justificativa a necessidade de potencializar o uso do Ciclo de Aprendizagem Experiencial para promover a aprendizagem significativa de termologia, dada a escassez de metodologias que possibilitem o desenvolvimento satisfatório de tal teoria. A necessidade evidencia-se, especialmente, quando avaliada a partir da percepção de que os educandos, em sua maioria, demonstram pouca motivação para aprender Física, assim como dificuldade em estabelecer conceitos de termologia com base em situações desconexas com a realidade.

Pode-se considerar, então, que grande parte do desinteresse dos educandos surge em consequência de aulas expositivas, que geram uma aprendizagem mecânica. Acrescenta-se a isso a percepção de que “muito da aprendizagem memorística sem significado (a chamada aprendizagem mecânica) que usualmente ocorre na escola resulta das avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem” (MOREIRA, 2010, p. 08).

Frente ao exposto, torna-se necessário que o professor ensine a partir das vivências que o educando já possui, ou seja, é preciso partir de uma experiência real para, posteriormente, chegar ao conceito científico. A ideia central é que, a partir dos conhecimentos prévios, sejam identificados subsunçores que permitam estabelecer novos conhecimentos. Para Moreira (2016), o conceito de subsunçor pode se resumir a um conhecimento específico presente na estrutura cognitiva do educando no qual uma nova

informação pode se agregar e, assim, resultar em uma aprendizagem com significado. Essa construção parte do pressuposto que um conhecimento serve de ancoradouro para o próximo, que, por sua vez, pode se tornar um novo subsunçor para outro novo conhecimento, e assim sucessivamente.

Ainda, a falta de metodologias de ensino, juntamente com a necessidade de estabelecer conceitos de terminologia, tão próximos do nosso cotidiano, permitem vislumbrar uma real aprendizagem, que possa ser transferida ou direcionada a outros contextos. É nesse ponto, então, que o Ciclo de Aprendizagem Experiencial entra como ferramenta para auxiliar que o processo de aprendizagem parta da forma de ensinar. Assim, o estudo pode servir como referencial para demais professores conhecerem a metodologia de ensino citada e, por meio de modelos, transladar tal método para a sua sala de aula, ou para novas perspectivas de ensino dentro de outros conteúdos. Isto é, o material pode contribuir como suporte metodológico para superar as aulas tradicionais visando à motivação, ao interesse e à participação.

Considerando os objetivos traçados, esta dissertação organiza-se de modo que, no capítulo que sucede esta introdução, são apresentados os aportes teóricos que fundamentam a proposta aqui apresentada. A primeira seção aborda o ensino de Ciências/Física por meio do seu contexto histórico no Brasil, e a segunda seção, o Ciclo de Aprendizagem Experiencial e suas etapas, por meio da Teoria de Kolb. Em seguida, são explanados os conceitos fundamentais da Teoria da Aprendizagem Significativa, entendidos como pertinentes para o trabalho. Na continuação, são apresentados alguns estudos relacionados aos conceitos fundamentais para o desenvolvimento da proposta. No terceiro capítulo, a proposta e o produto educacional são expostos, a fim de descrever os encontros oriundos da implementação da sequência didática elaborada, além do local de implementação e sujeitos envolvidos. A sessão seguinte dedica-se à pesquisa desenvolvida, esclarecendo sua natureza e seus aspectos metodológicos. No quinto capítulo, encontram-se os resultados gerados a partir da análise empreendida após a implementação da sequência didática, examinando os materiais produzidos pelos estudantes e os relatos desenvolvidos no diário de bordo do professor pesquisador. Esses resultados estão organizados em quatro categorias: subsunçores; predisposição para aprender; diferenciação progressiva e reconciliação integrativa; e aplicação em novos contextos. Já o sexto e último capítulo compreende as considerações finais, as quais apresentam as conclusões a respeito da proposta elaborada nesta dissertação.

## **2 APORTES TEÓRICOS**

O presente capítulo busca refletir sobre as bases teóricas que fundamentam a sequência didática proposta. Nesse sentido, são apresentados os aportes teóricos que demonstram o caminho histórico percorrido pelo ensino de Ciências/Física, permitindo compreender o cenário atual da área na Educação Básica. Com isso, são apresentadas as principais ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa, as quais subsidiam teoricamente a sequência didática, e os conceitos fundamentais do Ciclo de Aprendizagem Experiencial, proposto por David Allen Kolb, a qual fundamenta metodologicamente a sequência proposta nesta dissertação. Por fim, apresentam-se breves relatos de trabalhos relacionados à proposta e que serviram de contextualização para o desenvolvimento da sequência didática.

### **2.1 O ensino de Ciências/Física**

O ensino de Ciências, hoje consolidado no currículo escolar, nem sempre foi obrigatório no Brasil. De acordo com Rosa e Rosa (2012), apenas em 1920, ele foi incorporado aos currículos escolares, entretanto, ainda de forma opcional. Até a metade da década de 1940, período que compreendeu a Era Vargas, “passou a relacionar-se com as necessidades geradas pelo início da industrialização, a qual exigia a formação de profissionais com reconhecimentos na área tecnológica” (ROSA; ROSA, 2012, p. 05). Inicialmente, o ensino de Ciências foi incluído no Ensino Fundamental com o objetivo de preparar o educando para as séries seguintes, ou seja, “era desenvolvido com o intuito de preparar o aluno, desde a escola primária, para prosseguir seus estudos até sua formação no Ensino Superior” (ROSA; ROSA, 2012, p. 05).

Por muitos anos, essa metodologia foi utilizada, mesmo sendo constantemente questionada. O ensino era baseado, simplesmente, na transmissão de conhecimentos, processo fundamentado no professor ativo, que passava o conteúdo de forma expositiva para o educando, o qual, passivamente, tinha o mero papel de receber esse conteúdo e reproduzir essas informações. Silva e Pereira (2011, p. 05) descrevem, nesse sentido, que “o ensino de Ciências passou por uma longa fase em que a ciência era considerada uma atividade neutra e a qualidade de seu ensino era definida pela quantidade de conteúdos conceituais transmitidos”.

Nesse contexto, o papel dos professores se resumia à transmissão de conhecimentos por meio de aulas expositivas, e competia aos educandos apenas a reprodução de tais

conhecimentos (BRASIL, 1998, p. 19). No ambiente escolar, o conhecimento científico era considerado uma verdade inquestionável, avaliado apenas quantitativamente.

Com o passar dos anos, o ensino de Ciências passou a seguir uma corrente de desenvolvimento científico, buscando tendências devido à corrida ao avanço científico e tecnológico que ocorria, sobretudo, nos Estados Unidos. Nessa fase, que ficou conhecida no Brasil como a “era dos projetos” (ROSA; ROSA, 2012), o ensino de Ciências na escola passou a ter como característica o método científico. Esse objetivo partia da necessidade de preparação de educandos para impulsionar o progresso da ciência e de tecnologias nacionais das quais o país dependia em processo de industrialização. Dessa forma, os currículos de Ciências desenvolvidos nos Estados Unidos e trazidos para o Brasil tiveram ênfase no conhecimento científico.

No entanto, conforme Moreira, projetos como o Physical Science Study Committe (PSSC), largamente utilizado na Física, não duraram muito. Isso porque eram

muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, “hands on”, história da Física, ...), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural (MOREIRA, 2000, p. 95).

Com o crescimento das tecnologias e diante das demandas sociais a partir de problemas ambientais, o ensino de Ciências evoluiu, tornando-se fundamental para uma compreensão do mundo e dos fenômenos naturais. Assim, justificada pela carência de investigadores para impulsionar o progresso da ciência e das tecnologias nacionais, em pleno processo de industrialização, foi criada, em 1961, a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 4.024/1961, que foi prevista inicialmente pela Constituição de 1934 e que demorou quinze anos para ser promulgada.

Além de ampliar a participação das Ciências no currículo escolar, esse progresso apontava para a necessidade de um aumento da carga horária de Física, Química e Biologia (SILVA; PEREIRA, 2011, p. 05). Mediante reformas, o ensino nacional, sob influência dos processos de globalização, resultou na nova LDB de 1996 – Lei nº 9.394/1996, que passa a recomendar que a educação seja o processo contínuo de desenvolvimento de um indivíduo e centrada no ensino e aprendizagem.

De acordo com a nova LDB, o ensino de Ciências apresenta como “finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da

cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 2018a, p. 17). Dessa forma, os componentes curriculares da Educação Básica devem direcionar os estudos para a compreensão crítica dos educandos quanto ao cotidiano da sociedade contemporânea. O ensino de Física, que é a parte da ciência que busca compreender os fenômenos naturais, deve aliar-se a tal perspectiva. Assim, na estrutura curricular da Educação Básica, a Física, a Química e a Biologia fazem parte do componente das Ciências Naturais, que, no Ensino Fundamental, estão incluídas no ensino de Ciências.

A partir disso, surgem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os quais, em conformidade com essa nova visão, recomendam que o estudo de Ciências deve contribuir para que os educandos compreendam melhor o mundo e suas transformações, levando-os a agir de forma responsável em relação ao meio ambiente e aos seus semelhantes, refletindo sobre as questões éticas que estão implícitas na relação entre ciência e sociedade (SILVA; PEREIRA, 2011, p. 05). Conforme esse documento,

[...] considerando a obrigatoriedade do Ensino Fundamental no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências Naturais como propedêutico ou preparatório, voltado apenas para o futuro distante. O estudante não é só cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje, e, nesse sentido, conhecer Ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania (BRASIL, 1998, p. 23).

Isso significa que o educando precisa exercer um papel ativo na sociedade, de modo que possa, por conta própria, tomar decisões e se posicionar perante situações sociais. Para isso, o aprendizado adquirido na escola precisa ir além da sala de aula. Tal aprendizagem deve ser construída por meio da interação educando/professor/conhecimento, na qual o professor interage com o educando em busca do conhecimento, rompendo com a ideia de apenas transmiti-lo.

Em outras palavras, os PCNs reiteram que não se pode ignorar a bagagem que o educando leva para a sala de aula. Afinal, ele possui uma vivência em que aprendeu, seja na prática ou por influências, maneiras e definições para os acontecimentos do seu dia a dia, e isso pode ser a base para construir um conhecimento significativo e resultar em uma aprendizagem. Essa relação desperta interesse e curiosidade nos educandos e favorece “o envolvimento e o clima de interação que precisa haver para o sucesso das atividades, pois neles encontram mais facilmente significado” (BRASIL, 1998, p. 28).

Para atingir essa proposta, diferentes objetos e ferramentas devem ser utilizados, desde que pensados em função dos educandos. Essas possibilidades são amplas e estão ao alcance

do professor, cabendo-lhe selecionar a mais pertinente de acordo com o objeto de ensino em determinado momento. Isso significa que “uma notícia de jornal, um filme, uma situação de sua realidade cultural ou social, por exemplo, podem-se [sic] converter em problemas com interesse didático” (BRASIL, 1998, p. 28).

Ao longo dos PCNs, fica evidente que o interesse por parte do educando em aprender talvez seja a principal engrenagem que compõe o sistema da aprendizagem. É necessário que haja esse interesse para servir como ponte para o educando construir novos conhecimentos. Compete ao professor estabelecer a conexão entre a ciência aprendida na escola e a vivência do educando, buscando associá-la às situações do dia a dia e ao senso comum.

Os PCNs recomendam, expressamente, a relação entre a ciência e as situações vivenciadas pelos educandos para atingir esse objetivo:

Buscar situações significativas na vivência dos estudantes, tematizá-las, integrando vários eixos e temas transversais, é o sentido dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais. Portanto, é necessário identificar essas situações e formular atividades de ensino para a elaboração de projeto ou unidade de ensino (BRASIL, 1998, p. 137).

Essa vivência, recomendada nos PCNs, é algo particular de cada educando, ou seja, nem sempre a mesma vivência é ou foi compartilhada por várias pessoas. Isso significa que a busca pelas experiências mais gerais e inclusivas é necessária no âmbito do ensino. A legislação prevê essa possível diferença no Artigo 26, o qual destaca que parte dela surge em função do contexto em que o educando está inserido. Na LDB, consta que:

Os currículos [...] do Ensino Fundamental [...] devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996, p. 19).

Esse artigo da legislação considera que há problemas e questões que são compartilhadas por toda a população, isto é, alguns problemas utilizados em sala de aula podem partir de questões nacionais. Entretanto, cada região, cada clima, cada cultura, entre outras variedades presentes no nosso país, pode apresentar problemas específicos que não ocorrem em outros lugares e, mesmo assim, precisam e devem ser solucionados. Levando em consideração essas semelhanças e diferenças compartilhadas, o ensino de Ciências possui uma base comum de objetos de estudos no âmbito nacional, que é prescrita na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Aprovado em 2018, esse documento de caráter normativo define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os educandos devem

desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, aplicando-se, exclusivamente, à educação escolar, tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Quando se refere ao ensino de Ciências para o Ensino Fundamental, a BNCC recorre a normas para assegurar competências básicas. As competências garantem os direitos apresentados na LDB e são compreendidas como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018b, p. 08). Assim, o ensino de Ciências por intermédio de suas competências específicas, apresentadas na BNCC, é responsável por proporcionar a capacidade de compreensão e a interpretação do mundo real. Isso significa que tal ensino deve possibilitar aos educandos resgatar e refletir acerca dos seus próprios conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.

Em suma, as competências propostas buscam permitir que os educandos passem a:

compreender o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico. [...] colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. [...] Analisar, compreender e explicar fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico. [...] Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias. [...] Construir argumentos sem preconceitos de qualquer natureza. [...] Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação. [...] Conhecer, apreciar e cuidar de si. [...] Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação (BRASIL, 2018b, p. 324).

Os objetivos apontados na BNCC podem ser alcançados a partir da ampliação da capacidade de abstração desenvolvida ao longo do progresso e do avanço das etapas da Educação Básica. Pelo exposto, percebe-se que o documento direciona a um ensino de Ciências que promova a compreensão dos fenômenos, do mundo, do ambiente, da dinâmica da natureza, assim como visa tornar os educandos protagonistas na escolha de posicionamentos que valorizem as experiências pessoais e coletivas.

Ainda que estejam presentes na legislação, as práticas educacionais nem sempre estão na direção dos objetivos estabelecidos, situação que recebe destaque nos PCNs, ao registrarem que:

[...] muitas práticas, ainda hoje, são baseadas na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa; outras já incorporam avanços, produzidos nas últimas décadas, sobre o processo de ensino e aprendizagem em geral e sobre o ensino de Ciências em particular (BRASIL, 1998, p. 19).

Buscando caminhar ao encontro dessas recomendações propostas, o ensino de Ciências deve alcançar uma aprendizagem que gere significado para o educando. Nesse sentido, para pensar sobre o currículo e o ensino de Ciências Naturais, o conhecimento científico, embora fundamental, não é suficiente. Por isso, é essencial que o desenvolvimento cognitivo não seja ignorado. Para isso acontecer, o ensino deve ser relacionado às experiências, à idade, à identidade cultural e social, sem contar os diferentes significados e valores que as Ciências Naturais podem ter para cada indivíduo, a fim de que a aprendizagem seja significativa (BRASIL, 1998, p. 27).

Fundamentado no exposto, fica evidente que o ensino de Ciências e, conseqüentemente, de Física apresenta nas suas recomendações uma unanimidade: a relação com os problemas atuais vinculados ao meio no qual os educandos estão inseridos. Em outras palavras, a vivência é fundamental para que os objetivos da aprendizagem sejam alcançados. Assim, acredita-se que o CAE possa servir como metodologia para aproximar a experiencição vivenciada pelos educandos de uma aprendizagem com significado; que estabeleça conhecimentos capazes de serem expandidos e utilizados fora do contexto escolar, por meio da interação com o ambiente e os problemas que possam surgir.

Partindo dessa perspectiva, as próximas seções têm como objetivo apresentar os pressupostos do CAE e da TAS, que podem contribuir com as recomendações estabelecidas para o ensino de Ciências.

## **2.2 A Teoria da Aprendizagem Experiencial**

A Teoria da Aprendizagem Experiencial foi desenvolvida por David Allen Kolb (1984), psicólogo e teórico educacional americano e professor emérito de comportamento organizacional na Escola de Administração Weatherhead, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio. Inspirado na educação progressiva de John Dewey, na teoria de dinâmica de grupo (T-groups), na pesquisa ação de Kurt Lewin e na tradição de desenvolvimento cognitivo de Piaget, Kolb busca entender o processo da aprendizagem baseada na própria experiência. Nesse sentido, ele considera o aprendizado como sendo um processo no qual ocorre o desenvolvimento do indivíduo, entendendo que o conhecimento necessariamente parte de uma aprendizagem atual por meio da compreensão da experiência, sua reflexão e transformação.

Segundo o autor, o aprendizado constitui “o processo pelo qual o conhecimento é criado através da transformação da experiência. O conhecimento resulta da combinação de se

obter e transformar a experiência” (KOLB, 1984, p. 41). Dito de outro modo, a aprendizagem não está direcionada ao resultado, mas, sim, configura-se como processo de experimentação, em que a teoria muda a prática, e vice-versa.

A principal obra de Kolb, escrita em 1984, intitula-se *Experiential learning: Experience as the source of learning and development (Aprendizagem experiencial: a experiência como fonte de aprendizagem e desenvolvimento)* e resultou de estudos anteriores (KOLB, 1971; 1974; 1976; 1978; 1981; KOLB; FRY, 1975) em que o autor buscou compreender como ocorre a aprendizagem nos indivíduos.

Como ideia central da obra, Kolb defende que aprender é um processo contínuo, impulsionado pela experiência, a qual é recriada constantemente por meio da ação e da reflexão. No entanto, de acordo com Pimentel (2007, p. 160), – em consonância com Dewey – “aprender pela experiência não significa que qualquer vivência redunde em aprendizagem”. Segundo ele, a aprendizagem ocorre no cognitivo, e para que se desenvolva no indivíduo, são necessárias a reflexão e ações. Assim, indivíduo e ambiente tornam-se fatores essenciais para que seja proporcionada uma relação que permita a aprendizagem, isto é, a experiência é o fator central dessa aprendizagem. Nas palavras do autor:

Através de experiências de imitação e de comunicação com outras pessoas e de interação com o ambiente físico, as potencialidades de desenvolvimento são estimuladas e postas em prática até que internalizadas como desenvolvimento efetivo [real] independente (KOLB, 1984, p. 133).

Nesse sentido, Kolb (1984) considera que o processo de aprender é contínuo e envolve não só a sala de aula, mas especialmente todas as etapas da vida. Dessa forma, observa-se que a experiência vivenciada em qualquer dessas etapas pode se tornar um novo conhecimento, desde que gere um ressignificado da sua ação. Por esse motivo, tanto indivíduo quanto ambiente é modificado a partir do aprendizado estabelecido, ou seja, a interação é um fator social.

Kolb (1984) destaca que a TAE pode ser compreendida com base em três aspectos essenciais para que seja efetivada. O primeiro diz respeito ao foco no processo da aprendizagem, opondo-se ao foco apenas no resultado, como ocorre no ensino tradicional. Em segundo lugar, ainda em oposição ao ensino tradicional, o conhecimento não deve ser considerado um produto no qual há um fornecedor e um receptor, mas, sim, ser um processo de construção continuamente recriado. Por fim, admite-se que a aprendizagem ocorre de forma distinta em diferentes indivíduos, significando que um mesmo método pode gerar diferentes reações.

Ainda, de acordo com tais aspectos destacados por Kolb, o conhecimento do indivíduo não é estático, ou seja, ele sofre constantes reformulações de acordo com as experiências vividas, a partir de reflexões e confrontos de ideias gerados. Diante disso, destaca-se que a TAE compreende que essas alterações, enquanto ocorrem, solidificam o conhecimento, tornando-o mais amplo e complexo, permitindo dessa forma que se estabeleçam vínculos com novas experiências. Observa-se, ainda, que essa relação ocorre no sentido do concreto para o abstrato e do ativo para o reflexivo, de formas sucessivas, proporcionando assim cada vez um maior avanço cognitivo.

Em publicação mais recente, Kolb e Kolb (2005 apud SONAGLIO; GODOI; SILVA, 2013, p. 130) explicam que “a aprendizagem experiencial é muitas vezes entendida como um conjunto de ferramentas e técnicas para fornecer aos alunos experiências a partir do qual eles podem aprender”. Entretanto, observam que, de acordo com a teoria, uma mesma experiência pode ser significativa para um indivíduo e, ao mesmo tempo, banal para outro, pois pode interagir com experiências já vivenciadas apenas por alguns indivíduos. Assim, notadamente diferentes estratégias e formas de ensino podem ser utilizadas para que a experiência forneça elementos para uma observação e reflexão, caso contrário a experiência não promove aprendizagem.

As concepções da TAE consideram o desenvolvimento como algo multilinear, ou seja, presume-se que a cognição não é o único elemento que estabelece a aprendizagem, pois ela também está vinculada com outras dimensões do desenvolvimento. Assim sendo, observa-se que o desenvolvimento é concebido a partir da interação entre diferentes tipos de conhecimentos, inclusive percepção e ação. Por consequência, a própria cultura em que um indivíduo está inserido possibilita um leque de conhecimentos que talvez não fossem encontrados em outra cultura, e é notadamente por meio dessa interação e do compartilhamento dessas vivências sociais que a reflexão e a resolução de problemas vinculados ao meio são consolidadas.

É na relação entre experienciar e refletir que o meio é transformado, resultando em um progresso. Entretanto, para Kolb, o desenvolvimento ocorre em três níveis subsequentes, aquisitivo, especializado e integrativo. Esses diferentes níveis se dão de acordo com a complexidade da experiência vivida, e a passagem para um próximo nível depende de cada indivíduo. Isso significa que a mesma experiência vivenciada pode gerar tempos diferentes para cada indivíduo em um nível específico. Pimentel (2007, p. 161) utiliza um exemplo para demonstrar como esses diferentes níveis apontados por Kolb na TAE podem estar presentes e se transformar no decorrer da aprendizagem:

[...] um piloto de avião que não dirige automóvel terá um nível integrado de consciência quanto às operações aprendidas para pilotar aeronaves; em contrapartida, terá um nível aquisitivo para dirigir um fusca. Contudo, somente ao dar início ao aprendizado automobilístico, tornar-se-á explícita e factível a maneira como o nível integrativo para pilotar auxilia no novo empreendimento.

Assim, de acordo com Kolb (1984), pode-se definir que, no primeiro nível – o aquisitivo –, a consciência é identificadora. Dito de outro modo, ao se defrontar com uma situação nova, a consciência busca realizar registros dos elementos envolvidos em tal ação. Dessa forma, esse nível ocorre pela simbolização de situações reais para construção de hipóteses de tais fatos. Ainda, segundo o autor, isso permite “testá-los na realidade, convergindo em aprendizagem pela transformação de uma dada compreensão por extensão a outros setores de conhecimento” (KOLB, 1984, p. 142).

O nível especializado compreende o significado dado às interpretações estabelecidas. Esse nível se diferencia do anterior, visto que, no nível aquisitivo, a experiência resultava apenas na obtenção e retenção de informações. O autor considera que, nesse momento, tais interpretações adquirem significados, selecionados e interpretados de acordo com suas necessidades pessoais na relação com o ambiente, proporcionando, assim, uma transformação no próprio ambiente. Em suma, pode-se afirmar que o retrato desse processo é a autoconsciência, ou seja, consiste em compreender os conhecimentos acerca de algo e classificá-los.

Por fim, o terceiro é o nível integrado de conhecimento, no qual a consciência estabelecida no nível anterior em relação às observações do primeiro nível integra a estrutura de pensamentos do indivíduo. Assim, ocorre o reconhecimento das próprias competências acerca de algo. Nesse momento, destaca-se que é possível perceber, em relação ao nível anterior, no qual os conhecimentos tornam-se relevantes, que são desenvolvidas a criticidade e a capacidade de reconhecer aspectos que podem e devem ser aprimorados. Essa avaliação torna-se o objeto atual de investigação e a atenção do indivíduo é voltada para ele próprio.

Na concepção de Kolb (1984 apud PIMENTEL, 2007, p. 162), os níveis apresentados, que configuram a estrutura de consciência, “governam o processo de aprendizagem estabelecido pela experiência, por meio da seleção e definição do que se experiencia”. Conseqüentemente, como a mesma experiência pode resultar em diferentes níveis de aprendizagem para cada pessoa, os três níveis podem se encontrar em uma mesma experiência.

Ainda, segundo o autor, aprender e desenvolver são processos relacionados; aprender é obter um novo conhecimento, e desenvolver é utilizar esse conhecimento a fim de

solucionar problemas. Com base na relação entre aprendizagem e desenvolvimento, Kolb (1984 apud PIMENTEL, 2007, p. 165) elabora dois conceitos para explicá-la, que são diferenciação e hierarquização integrativa:

A diferenciação se dá em dois sentidos simultâneos: (a) aumento da complexidade do conhecimento, para constituir um todo, uma unidade; e (b) interdependência entre suas partes. No curso da relação entre aprendizagem e desenvolvimento, a diferenciação é responsável pelo refinamento de conhecimentos e modos de atuar. A integração é constituída por uma escala hierarquizada, com níveis múltiplos, ordenando elementos e atributos em categorias.

Tais conceitos consistem em diferenciar o conhecimento ao longo da sua construção a partir de suas características e relações com a experiência e, posteriormente, integrá-los de uma forma organizada e absoluta para sua utilização em outro momento. Os diferentes níveis em que a integração ocorre possibilitam uma escala da menor para a maior abstração, de acordo com a capacidade pessoal de encontrar novas relações e expandir tais conhecimentos para diferentes situações que possam ser experienciadas.

Tendo a aprendizagem com fundamento na experiência concreta, a reflexão sobre o que sucedeu se realiza por meio de diversas compreensões, pela definição de um significado para os problemas. Os educandos tomam por base essas distintas compreensões para desenvolver futuras experiências, experimentando, ativamente, de forma mais complexa. O produto disso é uma nova experiência na vida do indivíduo que permite, novamente, uma compreensão, ou seja, o processo reinicia a partir de cada ação transformada em experiência, formando um ciclo de aprendizagem.

Nessa perspectiva, algumas etapas são necessárias para que a aprendizagem ocorra, e, por consequência, cada indivíduo pode, por meio da mesma experiência, aprender com preferência no processo de uma dessas etapas. Isso significa que toda aprendizagem precisa passar por alguns estágios, entretanto, o tempo e o aprofundamento em cada estágio podem ser diferentes para cada indivíduo, gerando, assim, dificuldades ou mesmo níveis diferentes de aprendizagem.

Kolb (1984), então, desenvolve um ciclo fundamentado em quatro modalidades, denominado Ciclo de Aprendizagem Experiencial. Por sua vez, Pimentel (2007, p. 163) esclarece que esse ciclo “integra quatro modelos adaptativos de aprendizagem, pelos quais apreensão e transformação se conjugam”. Kolb compreende a aprendizagem experiencial na articulação entre as dimensões do concreto e do abstrato, assim como do ativo e do reflexivo. A ligação entre essas dimensões consiste nos conceitos citados anteriormente, que são

respectivamente “preensão” e “transformação”, os quais significam que a aprendizagem experiencial consiste na compreensão e transformação da própria experiência. Na preensão, ocorrem a captação e a apropriação da vivência, sendo o momento no qual a vivência é mencionada e relatada; já na transformação são criados significados para o que foi captado na vivência.

Nesse contexto, a preensão compreende duas das quatro modalidades, a Experiência Concreta<sup>3</sup> (EC) e a Conceitualização Abstrata (CA); e na transformação, são relacionadas as modalidades Observação Reflexiva (OR) e Experimentação Ativa (EA).

A EC refere-se a experiências de contato direto com situações que propõem dilemas a resolver. As ações são referenciadas em conhecimentos e processos mentais já existentes, aprendidos anteriormente. Sobretudo por atitudes de experimentação, obtém-se a matéria-prima para aprendizagens posteriores (KOLB, 1984 apud PIMENTEL, 2007, p. 163). Nessa etapa, a aprendizagem ocorre por meio dos sentimentos e do uso dos sentidos, ambos despertados a partir da experiência vivida. Assim, para Kolb (1984 apud PIMENTEL, 2007), os conceitos são elaborados apenas por meio do que foi sentido durante a experiência, ou seja, não há necessidade de uma reflexão sobre o acontecimento. Trata-se de observar a experiência sem nela interferir, sendo resultado apenas da própria busca de resultados, sem ser necessário que se busque compreender o porquê de aquilo estar acontecendo. Pode-se dizer, assim, que ocorre certa oposição ao pensamento, tornando prioridade questões particulares no lugar de generalizações.

A OR constitui-se num movimento voltado para o interior, um movimento de reflexão. Caracteriza-se por atitudes, sobretudo, de pesquisa sobre a realidade, como: identificação de elementos; construção de associações; agrupamentos entre os fatos perceptíveis da experiência; determinação de características, dificuldades e possibilidades de escolhas; partilha de opiniões sobre um determinado assunto (KOLB, 1984 apud PIMENTEL, 2007, p. 163).

Para Kolb (1984), a observação torna-se o agente principal na aprendizagem, onde os conhecimentos criam significados e são organizados a fim de estabelecer uma relação com situações semelhantes. Para Kolb, a reflexão gerada por essa observação é a origem e o fim dessa modalidade, isto é, a reflexão ainda não gera ações. Trata-se, então, da compreensão do acontecido por meio dos seus significados. Deduz-se aqui que, por enquanto, a reflexão ainda

---

<sup>3</sup> Diferentemente da atividade experimental, difundida no ensino de Física, para Kolb (1984), o conceito de experiência deriva das concepções de Dewey, que considera a experiência como um foco organizador da aprendizagem (KOLB, 1984 apud SONAGLIO; GODOI; SILVA, 2013).

suprime a ação, isto é, busca-se compreender como algo é de fato, e não esclarecer seu funcionamento.

A CA, por sua vez, caracteriza-se pela formação de conceitos abstratos e generalizáveis sobre elementos e características da experiência. Constitui-se de ações de comparação com realidades semelhantes, bem como generalização de regras e princípios, cujo intuito é estabelecer sínteses a partir da troca de opiniões, estabelecendo-se um tronco comum de ideias compartilhadas (KOLB, 1984 apud PIMENTEL, 2007, p. 163). Nessa etapa, observa-se que a aprendizagem ocorre por meio do pensamento pela utilização da lógica e das ideias.

Kolb (1984) considera que nesse momento ocorrem comparações e generalizações dos conhecimentos refletidos, relacionando-os com outras situações semelhantes à vivenciada. A vivência da primeira modalidade transforma-se em simbologias que podem ser utilizadas em situações-problema gerais.

Na modalidade seguinte, a EA, tem-se a repercussão das aprendizagens em experiências inéditas, num movimento voltado para o externo, de ação. Essa se caracteriza por aplicação prática dos conhecimentos e processos de pensamento tornados refletidos, explicados e generalizados. A ação está centrada em relações interpessoais, com destaque à colaboração e ao trabalho em equipe (KOLB, 1984 apud PIMENTEL, 2007, p. 163). Ou seja, na visão de Kolb (1984), a EA consiste em aprender fazendo<sup>4</sup>, isto é, a aprendizagem toma uma forma ativa.

Tomando por base que a aprendizagem toma uma forma ativa, Kolb (1984), afirma que os conceitos adquiridos, refletidos e ressignificados são utilizados por meio de testes e simulações para gerar o novo conhecimento desenvolvido em situações de novas vivências. Necessariamente, o foco se estabelece em mudar as situações nas quais se está inserido diretamente pela busca do que deve ser feito para algo acontecer, independentemente da sua verdade.

Com a finalidade de explicar as características dos educandos de acordo com as modalidades elaboradas por Kolb, Valente, Abib e Kusnik (2007) desenvolveram um quadro síntese para relacionar as características de cada modalidade por meio dos mesmos aspectos observados, possibilitando comparar cada uma delas. Esse inventário dos estilos de aprendizagem é apresentado no Quadro 1.

---

<sup>4</sup> Baseado na concepção de John Dewey, que defende a educação como um processo de reconstrução e reorganização das experiências adquiridas que irão influenciar as experiências futuras.

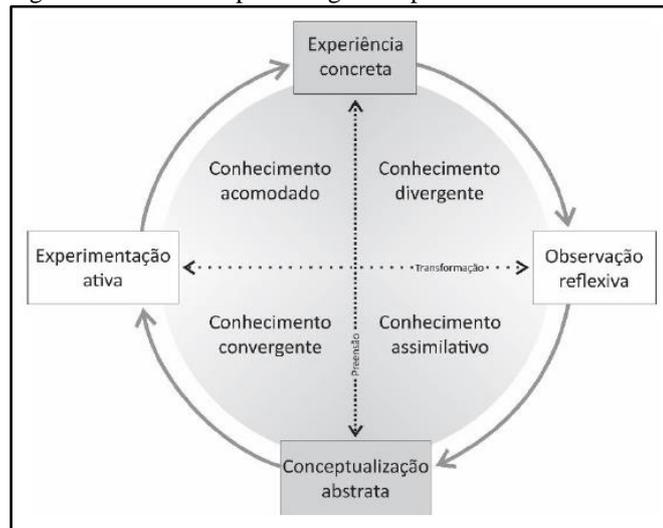
Quadro 1 - Inventário dos estilos de aprendizagem (Kolb).

<b>Tipo 1: Experiência concreta</b>
Para aprender, o indivíduo tem de vivenciar e se envolver em situações reais.
<b>Características:</b> valoriza realidades complexas e decide intuitivamente.
Estudante Divergente
Integra experiência com seus próprios valores e sentimentos.
Prefere ouvir e partilhar ideias, aprendendo pela experiência concreta e observação reflexiva.
Criativo e inovador, tem facilidade para propor alternativas, reconhecer problemas e compreender as pessoas.
Gosta de saber o valor do que irá aprender.
Questão favorita: Por quê?
<b>Tipo 2: Observação reflexiva</b>
O indivíduo é um observador, e o que mais importa é refletir sobre o que está vendo.
<b>Características:</b> paciente, valoriza a imparcialidade, busca o significado de ideias e situações.
Estudante Assimilador
Integra experiência com conhecimentos já existentes.
Conceitualizador, utiliza a dedução para resolver problemas.
Trabalha bem com muitos detalhes e dados, dando-lhes uma organização lógica.
Procura assimilar novas ideias e pensamentos.
Interessados mais pela lógica de uma ideia do que pelo seu valor prático.
Questão favorita: o quê?
<b>Tipo 3: Conceituação abstrata</b>
O mais importante para o indivíduo é o pensamento, que utiliza para construir esquemas, modelos e teorias.
<b>Características:</b> o indivíduo é sistemático e disciplinado.
Estudante Convergente
Integra teoria e prática.
Utiliza tanto a abstração quanto o senso comum na aplicação prática das ideias e teorias.
Gosta de resolver problemas práticos e tem bom desempenho nos testes convencionais.
Procura sempre as soluções ótimas para os problemas práticos.
Combina a dedução e a indução na solução de problemas.
Questão favorita: Como?
<b>Tipo 4: Experimentação ativa</b>
O indivíduo toma a iniciativa para ver como as coisas funcionam.
<b>Características:</b> impaciente, gosta de ver resultados, influenciar pessoas e mudar situações.
Estudante Acomodador
Integra experiência com aplicação e faz imediata aplicação da nova experiência.
Utiliza a indução na resolução de problemas.
Aprende por ensaio e erro e, frequentemente, descobre o novo conhecimento sem a ajuda do professor.
Altamente ativo e criativo, adapta-se facilmente às novas situações.
Independente, líder natural.
Questão favorita: e se?

Fonte: Valente, Abib e Kusnik, 2007, p. 63.

Essas modalidades, por compreenderem etapas da aprendizagem experiencial, relacionam-se por meio do Ciclo de Aprendizagem Experiencial, no qual cada etapa pode ser considerada a inicial, pois o ciclo se renova a todo momento. Essa relação entre as modalidades, proposta por Kolb em sua principal obra, pode ser observada de forma objetiva na Figura 1.

Figura 1 - Ciclo da Aprendizagem Experiencial de Kolb.



Fonte: Krakauer, Santos e Almeida, 2017.

O Ciclo de Aprendizagem Experiencial é uma sugestão de como preparar uma aula ou um material que resulte em uma aprendizagem. De acordo com a TAE, para a aprendizagem acontecer, as quatro modalidades precisam ocorrer no indivíduo, por isso, o ciclo desenvolvido tem sua importância justificada, pois permite que, em um processo, mesmo que o indivíduo ou o professor tenha preferência por uma modalidade, todas as etapas são estimuladas e percorridas com sua devida atenção e tempo necessário, desenvolvendo gradativamente um ciclo completo. Assim, o ciclo se completa quando perpassa pelas quatro modalidades, reiniciando-se a cada nova aprendizagem.

Em razão disso, o autor defende que o melhor cenário para a aprendizagem é aquele em que o professor trabalha o processo, percorrendo todos os quatro quadrantes do ciclo de aprendizagem, a fim de que possa atingir de uma maneira mais profunda todos os seus alunos. Para Kolb (1984), enquanto alguns realmente se atêm a experiências concretas, outros preferem experiências mais abstratas; em outras palavras, alguns analisam a experiência de forma concreta, tal qual ela é, enquanto outros a transformam para que se encaixe em suas crenças e desejos. Logo, o ciclo revela-se importante para que todos não apenas tenham sua modalidade de aprendizagem contemplada, como também possam desenvolver novas formas de aprender, resultando em uma ampliação das suas possibilidades de aprendizagem.

Desse modo, é necessária uma variação de técnicas que abordem os diferentes contextos e que, principalmente, estimulem a criatividade, ou seja, atividades que permitam a experiência e também a reflexão. Ao se transitar pelas diferentes modalidades, o ambiente de ensino torna-se ideal para que cada indivíduo se adapte e aprenda de acordo com os objetivos, entretanto, é imprescindível que o professor auxilie para que cada educando consiga atuar

dentro da zona que não lhe é habitual. Isso significa fornecer condições e meios para que o Ciclo de Aprendizagem Experiencial ocorra por completo, gerando, assim, novas aprendizagens, renovando, constantemente, esse ciclo.

De forma sucinta, perpassando pelas modalidades, o ciclo busca proporcionar experiências que possibilitem a ocorrência de aprendizagens com significado para os indivíduos. Ao vincular situações reais e próximas do cotidiano, o ciclo estimula a relação com o meio, no qual o indivíduo aprende vivenciando, refletindo, abstraindo e agindo. Tais feitos propiciam uma transformação na experiência, criando um novo meio para uma nova reflexão. Sendo assim, a relação da aprendizagem com a experiência é favorável, além da importância já mencionada, devido ao fato de que, pelo ciclo, a vivência pode proporcionar a predisposição do indivíduo na busca de determinado conhecimento. Esses fatores, ao serem combinados, geram a construção do conhecimento, suscitando, pois, uma alternativa para o ensino mecanizado, o qual considera a transmissão do conhecimento.

Seguindo essa tendência na busca de uma aprendizagem, com vistas a proporcionar ao indivíduo meios para que ela ocorra vinculada com a experiência, a próxima seção apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel. Essa teoria sustenta que a aprendizagem ocorre a partir dos elementos já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz e que, por meio dos conhecimentos prévios, ele pode chegar a uma aprendizagem significativa.

### **2.3 A Teoria da Aprendizagem Significativa**

A aprendizagem e o processo por meio do qual ela ocorre no indivíduo sempre foram tema de grande interesse por parte de educadores e estudiosos da mente humana. Para David Paul Ausubel (1918-2008), médico psiquiatra de formação nascido na cidade de Nova York, a aprendizagem não está relacionada ao simples ato da memorização. Na sua concepção, ela ocorre quando o conhecimento interage com a estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-se significativo para ele (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 04). Tal perspectiva está presente nos objetivos apontados nas legislações educacionais da atualidade, apresentadas no capítulo anterior, o que sinaliza para uma educação voltada à formação da cidadania, à continuidade dos estudos e, também, ao mercado de trabalho.

Inconformado com a educação nas escolas e preocupado com a forma como a aprendizagem se dá no indivíduo, Ausubel dedicou-se durante sua vida ao estudo da psicologia educacional e, como resultado, desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa. Quando esta foi apresentada, na obra intitulada *The Psychology of Meaningful*

*verbal Learning*, em 1963, as ideias behavioristas<sup>5</sup> prevaleciam. Contraoando-as, Ausubel (apud MOREIRA, 1999a) entendia que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e relacioná-las a novos conteúdos.

Em função disso, nessa obra e em publicações posteriores, sua teoria fundamenta-se na corrente cognitivista. Em outras palavras, a teoria sobreleva o processo de cognição, a partir do qual o aprendiz constitui significados por meio da sua realidade e também se preocupa com os processos de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Para o autor, a aprendizagem ocorre com base na estrutura cognitiva do aprendiz, tida como principal fator para que ela seja significativa. De outro modo, a vivência e a experiência de cada indivíduo não podem ser ignoradas no processo, pois constituem o elemento mais importante para aprender. Nesse sentido, o ponto de partida é conhecê-las e ensinar de acordo. Nas palavras do teórico: “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1978, p. iv).

De acordo com a teoria proposta por Ausubel, o aprendiz possui um conhecimento sobre algo que, organizado na sua mente, deve interagir com o novo conhecimento. Ou seja, para que uma aprendizagem ocorra de forma significativa, o novo conhecimento deve se ancorar em elementos já presentes na estrutura cognitiva, compreendida como o conjunto total de conteúdo e organização de suas ideias naquela área particular de conhecimento. Tais conhecimentos específicos que podem ser utilizados como ancoradouros são nomeados por Ausubel como “subsunoçores”. Para o autor (1973), subsunoçores constituem-se em uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito adquiridas ao longo da sua vivência. Entretanto, conforme o teórico, não é qualquer conhecimento que pode ser utilizado para ancorar o novo.

No processo de aprendizagem, para que ela se torne significativa, Ausubel sustenta que os conceitos subsunoçores devem ser identificados previamente, e esses, após interagirem com o novo conhecimento, podem resultar em um novo subsunçor, ou seja, o novo conhecimento pode servir como ancoradouro para um próximo conceito. O autor salienta que todo conhecimento novo, ao interagir com o subsunçor, pode alterá-lo ou reorganizar os

---

<sup>5</sup> Behaviorismo constitui um conjunto de teorias, baseadas no comportamento, que tratam a aprendizagem como uma questão de conexão entre estímulos e resposta.

conhecimentos na estrutura do aprendiz; assim, esse conhecimento passa a ser ressignificado e expandido. Então, esse conceito subsunçor, ao se tornar mais amplo, torna-se um elemento a mais presente na estrutura cognitiva. A concepção de que a “aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados a partir da interação dos novos conceitos aos conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz” leva a que esses conhecimentos façam sentido para aqueles que aprendem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34).

Segundo Ausubel, para ser considerada significativa, a aprendizagem deve acontecer de forma não arbitrária e não literal. Isso significa que deve estar ligada a conceitos claros e específicos já presentes para o aprendiz e ligados não apenas a palavras ou termos, mas que esses apresentem possibilidade de expansão. Em outras palavras, o autor reforça que não pode haver exclusividade no uso do conhecimento, como esse fosse atrelado ao contexto em que foi aprendido (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1983). Ou seja, nesse processo, os novos conhecimentos passam a adquirir significado para o aprendiz, enquanto os subsunçores adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Tais características diferenciam a aprendizagem almejada pela TAS da chamada “aprendizagem mecânica”. Ausubel (1973, p. 23 apud SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 39-40) define a aprendizagem mecânica como aquela que encontra pouca ou nenhuma informação prévia na estrutura cognitiva do aprendiz, com a qual se possa relacionar, não promovendo a interação entre o que já está armazenado e as novas informações. Essa forma de aprendizagem ocorre de maneira automática, ou mesmo pela memorização. Mesmo assim, o teórico (1973) considera que esse processo também é uma forma de aprender. Porém, os conhecimentos ocorrem de forma arbitrária, isto é, com pouca ou quase nenhuma interação com os conceitos presentes na estrutura cognitiva.

O autor (apud MOREIRA, 2012, p. 24) também pondera que, na aprendizagem mecânica, os conhecimentos são retidos de forma literal, de modo que o termo ou o conhecimento está, única e exclusivamente, relacionado com seu significado. Logo, não consegue ser expresso de maneira diferente da qual foi aprendido, tornando-se refém da exclusividade em que foi apresentado.

A diferença entre as formas de aprendizagem, para Ausubel, é que, enquanto a aprendizagem mecânica é momentânea, a significativa é duradoura. Isso se deve ao fato de a aprendizagem mecânica proporcionar informações soltas na estrutura cognitiva, com utilidade apenas em situações já conhecidas. De acordo com Moreira (2012, p. 04), Ausubel considera que a aprendizagem significativa cria uma relação de vínculo na estrutura e, mesmo que

também possa ocorrer um esquecimento, os resquícios desse conhecimento permanecem presentes, podendo ser retomados rapidamente.

Por terem características específicas, essas duas formas de aprendizagem se diferenciam, porém, não são consideradas opostas na concepção ausubeliana, pois uma pode resultar na outra. Isto é, para Ausubel (apud MOREIRA, 2012, p. 12), aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia: estão ao longo de um mesmo contínuo. Segundo ele, uma aprendizagem mecânica, por exemplo, pode ser fundamental e se tornar um subsunçor para uma aprendizagem significativa; logo, ambas podem fazer parte de um processo contínuo. Em determinados momentos, pode ser preciso memorizar algumas informações que são armazenadas sem se relacionar com subsunçores. No entanto, essa memorização serve como elemento para ancorar um novo conhecimento, criando, assim, uma ressignificação na estrutura cognitiva. Partindo disso, Ausubel considera como um fator a favor o fato de que uma aprendizagem mecânica não deixa de ser uma aprendizagem, e, por isso, é muito mais válida do que a ausência de aprendizagem.

Na falta de subsunçores, isto é, quando os conhecimentos identificados na estrutura não possuem um elemento para ser ancorado pelo novo conhecimento, Ausubel defende que se pode utilizar meios e/ou materiais para desenvolvê-los. Ou seja, o teórico (1968, p. 148) defende que, nessas circunstâncias, o recurso é a utilização dos organizadores prévios, que, por função, são estratégias para manipular a estrutura cognitiva do aprendiz, a fim de servir de ponte entre o que ele já sabe e o que precisaria saber para aprender significativamente. Dito de outro modo, organizadores prévios organizam a estrutura cognitiva de forma que nela possa ser desenvolvido um novo subsunçor, a fim de que ele seja capaz de ancorar o novo conhecimento estabelecido. Ausubel (apud MOREIRA; MASINI, 1982, p. 12) considera que, além de servir para preencher lacunas entre o novo conhecimento e os já presentes na estrutura cognitiva, o organizador prévio pode reorganizá-la, a fim de aproximar elementos que possam ser utilizados como ancoradouros.

Esses organizadores são materiais que devem ser utilizados de forma preliminar e devem ser apresentados em um nível mais alto de abstração em relação ao material posteriormente estudado. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 144), “a principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta”.

Existem dois tipos de organizadores prévios, o expositivo e o comparativo. Ausubel propõe o primeiro quando se trata de um tema desconhecido para os alunos, e o segundo para estabelecer relações entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem, quando

ele não percebe sozinho essas relações. Ausubel, Novak e Hanesian (1980 apud SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 38) sugerem o uso dos organizadores prévios

como estratégia para manipular a estrutura cognitiva, quando o aluno não dispõe de subsunçores para ancorar as novas aprendizagens. Ou, quando for constatado que os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva não são satisfatórios e estáveis para desempenhar as funções de ancoragem do novo conhecimento.

Os organizadores prévios comparativos também podem servir como ativadores de subsunçores que, embora estejam presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, não estão sendo usados por ele.

Diante da teoria de Ausubel, pressupõe-se que qualquer aprendizagem possa se tornar significativa a partir do momento em que é ancorada em um subsunçor. No entanto, alguns fatores precisam ser levados em conta para que o processo ocorra de tal maneira.

[...] a essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-litera) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo (AUSUBEL, 1978, p. 41).

Portanto, para Ausubel (1978), são duas as condições essenciais que estruturam a aprendizagem significativa: a disposição do aprendiz e o material a ser utilizado. Nessa situação, o aprendiz precisa estar disposto a aprender significativamente; ou seja, é fundamental que ele esteja motivado e interessado nessa forma de aprendizagem, pois, caso contrário, pode aprender mecanicamente por meio da memorização e, assim, ficar satisfeito. Por isso, Ausubel destaca que é importante que o material esteja relacionado com situações reais ou de interesse do aprendiz, isto é, a utilidade de determinado conhecimento precisa estar evidente para ele.

Moreira e Masini (1982, p. 14) afirmam que, para o teórico, também é imprescindível que o material utilizado para a aprendizagem, denominado “material potencialmente significativo”, seja relacionável com a estrutura cognitiva de forma substantiva e não arbitrária. Nesse sentido, seu desenvolvimento requer uma averiguação prévia da estrutura cognitiva do aprendiz para identificação dos subsunçores.

Ausubel afirma que, sem uma ou outra condição, a aprendizagem não se dará significativamente, na medida em que a falta de uma torna a outra ineficiente. Na falta das duas condições, ou de uma delas, a aprendizagem até poderá ocorrer, porém se dará de forma

mecânica, pela memorização. Em outras palavras, conforme o autor, não adianta recorrer a um material potencialmente significativo se não houver a predisposição do aprendiz, assim como não adianta estar disposto se o material não for relacionável/preparado, ou mesmo não considerar os subsunçores (MOREIRA, 1999b, p. 156).

Com todas essas condições atendidas, ainda é necessário identificar se de fato ocorreu a aprendizagem de forma significativa ou não, e, para certificar-se disso, de acordo com Ausubel, é preciso haver a transformação do conhecimento estabelecido. Isso quer dizer que o conhecimento precisa ser relacionado em uma situação nova e não familiar. Moreira (1999b, p. 156) explica que, para o teórico, “a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”.

Ao assimilar o conhecimento em um contexto específico, para demonstrar que a aprendizagem significativa ocorreu, o aprendiz precisa expandir o aprendizado e relacioná-lo em diferentes abordagens e situações. Se isso for possível, significa que o conteúdo foi aprendido de maneira não arbitrária e não literal, ou que, de fato, não ocorreu uma simples memorização. Entretanto, o autor afirma que, diante de um questionamento, na busca de identificar a ocorrência de uma aprendizagem significativa, o aprendiz pode expressar uma resposta mecanicamente memorizada. Nesse sentido, para identificar indícios de uma aprendizagem significativa, é necessária a elaboração de problemas que exijam transformação do conhecimento adquirido de modo diverso do contexto em que foi apontado.

De acordo com Ausubel (1973), a aprendizagem significativa se compreende em três tipos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional. A aprendizagem representacional caracteriza-se por ser precedente das outras formas. Ela consiste na identificação de símbolos por meio de seu exclusivo significado, isto é, uma palavra ou significado é diretamente relacionado ao seu símbolo, que é o conhecimento atual do aprendiz. Não se pode abstrair um conceito, pois esse se restringe à forma “visual” do que já é conhecido/vivido.

Moreira (2012, p. 16) utiliza como exemplo, para a definição de aprendizagem representacional proposta por Ausubel, a seguinte situação:

[...] se para uma criança a palavra mesa (um símbolo linguístico) significa apenas a mesa de sua casa, ela não tem ainda o conceito de mesa, apenas uma representação. O mesmo vale para um adulto frente a eventos e objetos em relação aos quais não identificou atributos e regularidades que definiriam o conceito correspondente. Ainda que a aprendizagem representacional seja próxima à aprendizagem mecânica, ela é significativa porque o símbolo significa um referente concreto. Na aprendizagem mecânica a relação símbolo – objeto/evento é apenas associativa, sem significado.

Quanto à aprendizagem de conceitos, Ausubel (1973) reitera que essa ocorre a partir da representação gerada em um momento anterior. Entretanto, a relação entre símbolos e conceitos, nesse momento, é atribuída de forma generalizada, o que significa que ainda não ocorre uma abstração na sua representação. Os símbolos são ampliados e passam a remeter a determinado objeto referente com base em regularidades e características em comum. Ou seja, um conceito é relacionado a seu símbolo e aos demais de acordo com a ampliação da vivência, denotando se tratar de uma espécie de aprendizagem representacional avançada. Segundo Ausubel (1973 apud MOREIRA, 2012, p. 16), tomando como referência o exemplo anterior, para entender a aprendizagem de conceitos, deve-se fazer o seguinte raciocínio:

[...] quando uma pessoa tem o conceito de mesa, o símbolo mesa representa uma infinidade de objetos (não apenas um como no caso da aprendizagem representacional) com determinados atributos, propriedades, características comuns. No entanto, para chegar ao conceito de mesa, provavelmente, o sujeito passou por representações de mesa.

Por fim, Ausubel (1973) esclarece que a aprendizagem proposicional contrapõe a primeira tipologia citada, por evidenciar a abstração. Nessa aprendizagem, é possível estabelecer relações por meio de um conjunto de características. Um conceito não é aprendido de forma isolada e pode ser atribuído em diferentes contextos de acordo com combinações entre significados e ideias, de modo que seu aprendizado ultrapassa a fronteira das palavras e possibilita o desenvolvimento de representações. Na concepção do autor, tal aprendizagem ocorre verbalmente, e mais do que uma soma de conceitos, a compreensão se dá a partir de palavras combinadas que expressam uma ideia.

No que tange a essas aprendizagens, Moreira (1999b, p. 157) esclarece que, segundo Ausubel, em qualquer uma delas, ocorre o processo de adquirir e reter significados e conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz. Tal processo, denominado de “Teoria da Assimilação”, estabelece a relação entre o conhecimento existente e o novo, mediante etapas. Quando uma nova informação potencialmente significativa se relaciona com um conceito subsunçor presente na estrutura cognitiva, os dois formam um produto que tem como resultado a informação modificada juntamente com o subsunçor modificado. Em outras palavras, Ausubel defende que tanto o novo conhecimento quanto o subsunçor passam por mudanças após essa interação, tornando-se mais amplos e surgindo, assim, um novo subsunçor, que é exatamente o resultado da interação. Esse novo subsunçor é mais inclusivo que o anterior, possibilitando que mais informações venham a ser ancoradas (apud MOREIRA, 1999b, p. 158).

Conforme Ausubel (apud MOREIRA; MASINI, 1982, p. 17), nova informação e subsunçor permanecem dissociáveis até que ocorra a chamada assimilação obliteradora, que é um estágio posterior à aprendizagem significativa. Isto é, os dois elementos permanecem como conhecimentos individuais. Nessa fase, por um certo período de tempo, o aprendiz retém as duas informações (nova e pré-existente) cada qual com seu significado, porém, paulatinamente, essas informações são assimiladas e a relação entre elas torna-se cada vez mais forte, até chegar ao ponto em que uma depende da outra para sua compreensão. Ausubel considera que, na estrutura cognitiva, isso se organiza de tal modo que a relação seja um único conceito e ambos se tornem o mesmo novo subsunçor.

Entretanto, ele reitera que o esquecimento também faz parte da aprendizagem significativa e, nesse caso, é uma continuação do processo de assimilação que facilita a aprendizagem e a retenção de novas informações. Isso significa que os elementos passam a se tornar cada vez menos dissociáveis, não mais compreensíveis individualmente, e com o subsunçor original ocorre um esquecimento residual (MOREIRA, 1999b, p. 158). Ou seja, diferentemente do esquecimento total que ocorre na aprendizagem mecânica, na aprendizagem significativa, o subsunçor original, ao ser esquecido, deixa resíduos no novo subsunçor, que é o novo conhecimento ancorado na estrutura cognitiva. Assim, ambos passam a ser compreendidos de uma única maneira. Dessa forma, mesmo após o esquecimento, se a aprendizagem for significativa, quando for necessário será fácil resgatá-la, mesmo tendo decorrido muito tempo desde a aprendizagem. Para Ausubel, a relação entre elementos pode ser resumida assim: onde **a** é um novo conhecimento e **A** um subsunçor especificamente relevante à aprendizagem significativa de **a**,

[...] **a** interage com **A** gerando um produto interacional **a'A'** que é dissociável em **a'+A'** durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente a **A'**, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial. Houve, então, o esquecimento de **a'**, mas que, na verdade, está obliterado em **A'** (apud MOREIRA, 2012, p. 17).

As informações, durante o processo de aprendizagem, relacionam-se de diversas formas, e isso se deve às características dos elementos envolvidos no processo.

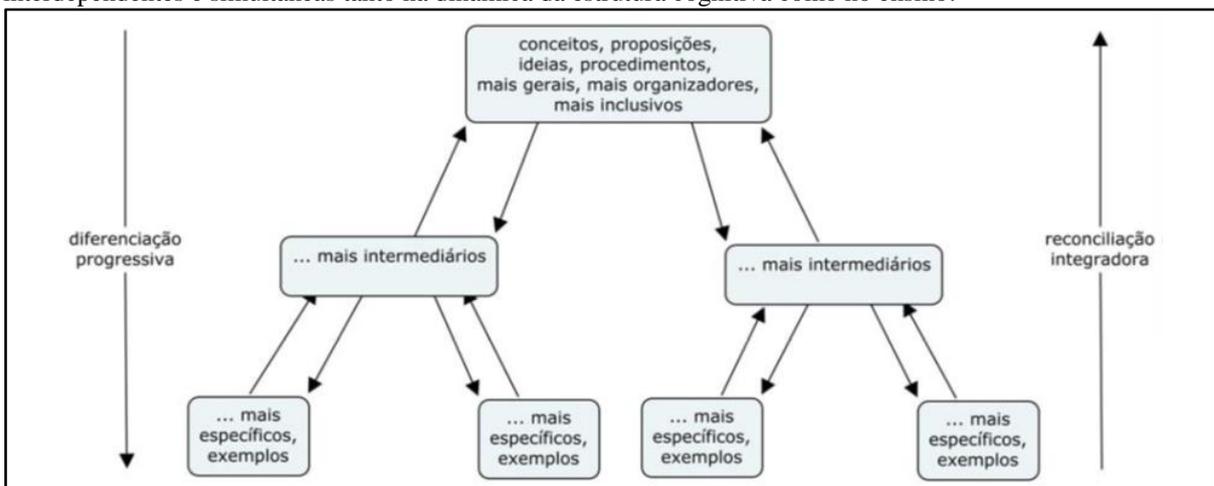
Moreira (2012) descreve que, conforme Ausubel, uma aprendizagem que ocorre ancorada em um subsunçor mais geral que o novo conhecimento, no qual a informação torna-se refém do subsunçor do aprendiz, é denominada de “aprendizagem subordinada”. Nessa, um novo conhecimento interage com algum conhecimento prévio especificamente relevante. Ainda referente aos mesmos aspectos, para o autor, a “aprendizagem superordenada” é o

processo contrário, no qual um novo conhecimento mais geral e amplo interage com conceitos subsunçores mais específicos que servem para ancorá-lo e assimilá-lo.

Enfim, para Moreira (2012), segundo Ausubel, a “aprendizagem combinatória” é uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Há alguns significados comuns a eles, mas não os subordinam nem superordenam. Assim, o conhecimento novo pode se relacionar não com um conceito específico, com um conteúdo geral, como se fosse relacionável à estrutura cognitiva como um todo.

As três formas descritas por Ausubel ocorrem por meio da reorganização da estrutura cognitiva. No entanto, ele considera que essas formas são caracterizadas por dois processos principais, a “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integradora” (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 21). Tais processos partem da concepção de que, para aprender significativamente, o aprendiz deve diferenciar e, ao mesmo tempo, reconciliar os novos conhecimentos com os já existentes. Isso significa que os dois processos ocorrem simultaneamente e alteram a estrutura cognitiva, que para ele é considerada dinâmica. Um diagrama dessa relação descrita por Ausubel é apresentado por Moreira (2012), na Figura 2:

Figura 2 - Um diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são interdependentes e simultâneas tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino.



Fonte: Moreira, 2012.

Moreira (2012, p. 07), relatando sobre os processos identificados por Ausubel, assegura que “a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, que são processos da dinâmica da estrutura cognitiva, podem também ser tomados como princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino”.

Ainda, para Ausubel, a diferenciação progressiva está presente no processo da aprendizagem subordinada, que se constitui em uma aprendizagem significativa a partir de conceitos mais gerais inicialmente abordados, para, após ocorrer a integração de elementos mais específicos. O teórico (apud MOREIRA; MASINI, 1982, p. 21) reconhece que “é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas”. Em outras palavras, aprende-se primeiro o geral para depois detalhar/analisar elementos menores e complexos.

Também aparece, em determinados casos, como nas aprendizagens superordenada e combinatória, a chamada “reconciliação integrativa ou integradora”, que ocorre simultaneamente e após a diferenciação progressiva. Ausubel reitera que a partir da diferenciação de elementos, em determinado momento, é realizada a relação entre ideias com base em similaridades e diferenças entre conceitos, isto é, os novos conhecimentos estabelecem vínculos e ancoragens em diversos elementos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e essa pode reorganizar-se e adquirir novos significados. Para Ausubel (apud MOREIRA, 2012, p. 06), esse processo consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações.

Em suma, Ausubel (1973 apud MOREIRA, 2012, p. 07) ratifica que a diferenciação progressiva está mais relacionada à aprendizagem significativa subordinada, que é mais comum, e a reconciliação integradora tem mais a ver com a aprendizagem significativa superordenada, que ocorre com menos frequência.

A TAS, diante de seus fundamentos e conceitos, necessita de uma abordagem apropriada para que sua ideia se desenvolva. Por mais que a estrutura cognitiva do aprendiz se torne o fator mais importante dessa teoria, o papel do educador vai possibilitar que a aprendizagem se torne significativa ou não. No processo de preparação do material, Moreira (1999a) explica que Ausubel reconhece duas maneiras de levar esse material a interagir com a estrutura cognitiva do aprendiz, que pode ser “substantivamente” ou “programaticamente”. A primeira maneira ocorre por meio da apresentação de elementos mais inclusos, específicos e passíveis de relações, os elementos presentes na estrutura; a segunda por intermédio de métodos programados sequencialmente, estabelecidos por relações diretas entre elementos.

Para que as abordagens citadas ocorram, Ausubel (1973) recomenda o uso dos princípios da “organização sequencial” e da “consolidação”. A organização sequencial se refere a explorar o máximo dos elementos subsunçores encontrados previamente, ou seja, tirar vantagem da sequência natural que existe no objeto de ensino. De acordo com o teórico (apud MOREIRA, 2012, p. 21), é mais acessível para o aprendiz organizar seus subsunçores,

hierarquicamente, quando o objeto de ensino já possui tópicos estabelecidos por meio de uma sequência natural, em que certos tópicos dependem dos anteriores.

Já a consolidação é o processo em que ocorre a compreensão de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos. Ausubel (apud MOREIRA, 2012, p. 21) pondera que, se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos. Em outras palavras, deve ser respeitado o tempo para que ocorra determinada aprendizagem, ou seja, deve ser assegurado que a consolidação de um conceito de fato ocorreu para seguir adiante dentro de um conhecimento. Ainda, para o autor, é necessária uma atenção com esse princípio, pois ele pode facilmente levar à aprendizagem mecânica.

Então, Ausubel (1973) reporta que, diante de tais elementos, resta ao educador agir de acordo para que facilite o processo do aprendiz. Para isso, é necessário que, ao organizar o material, ele o estruture a partir de conceitos gerais em direção a conceitos mais específicos e reconheça quais subsunçores são necessários para abordar o tema planejado. Com base nisso, pode-se diagnosticar se tais subsunçores estão presentes no aprendiz, para, em caso de ausência, utilizar-se de organizadores prévios. O autor reitera que, concluída essa etapa, é necessário finalmente ensinar com clareza, possibilitando a transferência de termos e conceitos a situações associadas a outros contextos, de modo que se possa identificar elementos de uma aprendizagem significativa.

## **2.4 Estudos relacionados**

As pesquisas referentes ao ensino de Física viabilizam conhecer e analisar o cenário atual, evidenciando como os conceitos da área estão sendo abordados na Educação Básica. Assim, com o objetivo de compreender o modo como a Física tem sido ensinada no Ensino Fundamental e os referenciais que estão sendo utilizados para alcançar os objetivos propostos e amparados na legislação brasileira, procedeu-se a uma análise na literatura específica. Dessa forma, realizou-se uma busca por estudos dedicados a assuntos pertinentes ao ensino de Física no 9º ano do Ensino Fundamental, à terminologia, à Teoria da Aprendizagem Significativa e ao Ciclo de Aprendizagem Experiencial.

Para a investigação, foram selecionadas algumas teses e dissertações com finalidade de demonstrar a produção na área e ao mesmo tempo servir de exemplos de pesquisas envolvendo os temas relacionados. Adotou-se como fonte de pesquisa o repositório

disponibilizado no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). A busca resumiu-se a trabalhos produzidos em mestrados e doutorados realizados nos programas brasileiros de pós-graduação.

Como critério de pesquisa, foram utilizados alguns filtros disponibilizados pelo sistema de busca, que oportunizaram relacionar os principais conceitos de interesse para esse trabalho. A busca ocorreu por meio dos seguintes conceitos: “Ensino de Física” AND “Kolb”; “Ciências” AND “Ciclo de Aprendizagem Experiencial”; “Ensino Fundamental” AND “Teoria da Aprendizagem Significativa” AND “Ensino de Física”; “Teoria da Aprendizagem Significativa” AND “termologia”. Além dessas relações, algumas outras foram utilizadas para as quais não foram encontrados trabalhos relacionados.

A partir disso, 33 trabalhos foram encontrados ao todo, dos quais, com base na leitura dos títulos, de resumos e palavras chaves, foram selecionados 6, que estavam relacionados aos conceitos de interesse para a elaboração da sequência didática apresentada nesta dissertação.

De acordo com essa seleção de trabalhos, mediante os critérios de análise apontados, foi possível compreender alguns estudos que serão apresentados na sequência desta seção, detalhando o seu conteúdo a partir de objetivos, metodologia e conclusões de cada um. A relação dos estudos selecionados encontra-se no Quadro 2.

Quadro 2 - Estudos selecionados.

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Instituição de Ensino Superior</b>	<b>Ano da defesa</b>
A aprendizagem significativa de Física no 9º ano do Ensino Fundamental: as relações de proporcionalidade como organizadores prévios	Hideraldo Corbolin Guedes	Dissertação	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	2015
O uso do simulador PhET como recurso didático para o ensino de ondas no 9º ano do Ensino Fundamental	Rafael Rocha Pereira	Dissertação	Universidade Federal Fluminense	2018
Utilização de simulações computacionais no ensino de Física, na área da termologia	Bruno de Oliveira Campos	Dissertação	Universidade Federal de Alfenas	2017
Experimento de dilatação linear dos sólidos para auxiliar no estudo da termologia	Jose Marcos de Sá	Dissertação	Universidade Federal de Roraima	2016
Uso da estratégia “ensinar ao redor do ciclo de aprendizagem de David Kolb” em associação com o sistema de resposta interativa (clikers) como instrumento em Biologia para o Ensino Médio	Ana Carolina da Silva Antunes Carvalho	Dissertação	Universidade de São Paulo	2017
Um olhar sobre o uso das TIC no ensino de Física	Jader Rodrigo Vieira Rigo	Dissertação	Universidade Franciscana	2014
Contribuições dos objetos de aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa	Ana Marli Bulegon	Tese	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2011

Fonte: Autor, 2019.

O primeiro estudo, realizado por Guedes (2015), trata-se de uma dissertação de mestrado profissional produzida em um Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Segundo o autor, o ensino de Física para o 9º ano vem sendo um desafio para os professores de Ciências por motivos que variam desde a formação do professor até o possível desinteresse. Ainda é comum a ocorrência de um ensino mecanicista, fragmentado e estático, em função, geralmente, da fidelidade do professor para com o livro didático. Tais problemas são provenientes dos desafios citados, gerando um ensino que se revela contrário às recomendações estabelecidas pelas diretrizes. Assim, fundamentado na importância da Física atualmente na sociedade, o trabalho tem como justificativa contribuir para a melhoria do ensino da disciplina na série referida.

Diante desse contexto, o objetivo do trabalho foi elaborar uma sequência didática sobre pressão para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, tomando como referência a identificação de conhecimentos prévios na estrutura cognitiva dos educandos. A sequência foi estruturada para abordar, após a identificação dos conhecimentos prévios, a utilização de um organizador prévio como ferramenta e focado em problemas do cotidiano para, posteriormente, desenvolver a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Por fim, o trabalho foi desenvolvido em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio Estadual do Paraná (CEP), em Curitiba, PR, em 2014, ao longo de nove aulas, e resultou em atividades que foram analisadas de forma qualitativa com base em dados obtidos. Esse material apontou a ocorrência de indícios de aprendizagem significativa. Para o autor, a proposta se tornou satisfatória, ficando evidente a importância da Teoria da Aprendizagem Significativa para facilitar a compreensão dos conceitos abordados por meio de seus fundamentos, a qual possibilitou a modificação ou, até mesmo, a substituição dos subsunçores iniciais por outros mais abrangentes mediante o princípio da assimilação.

O segundo estudo consiste na dissertação de mestrado profissional, produzida por Pereira (2018), em um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Para o autor, vive-se, hoje, em uma era digital, em que os jovens possuem, naturalmente, habilidades para lidar com essa realidade, enquanto professores encontram-se em uma situação oposta. Isso tudo somado à falta de avanço tecnológico das escolas, principalmente as públicas, e aos conteúdos de Física, muitas vezes, fora da realidade dos educandos, que se tornam seres passivos e sem criticidade científica.

Seu objetivo consistiu em buscar uma aprendizagem significativa em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental por meio de uma sequência didática elaborada, utilizando simulações

da plataforma PhET para o ensino de ondas. O autor salienta que a sequência didática foi fundamentada em estudos que mostram a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TICs) como uma ferramenta por meio de simulações. Tal proposta visava facilitar a visualização e a compreensão dos fenômenos estudados, além de estimular o interesse dos educandos. Ainda, a proposta, realizada em seis encontros, foi planejada a partir das concepções da Teoria da Aprendizagem Significativa, justificando, assim, a utilização dos simuladores do PhET como materiais potencialmente significativos.

Como resultado, Pereira (2018) revela que os educandos consideraram a proposta boa e que a utilização de TICs como simulações tornou o processo de ensino mais motivador. Para complementar, realça a importância de considerar a utilização de simulações como ferramentas pedagógicas apenas como um recurso a mais, ou seja, a simulação em si não pode garantir uma aprendizagem. Assim, o autor finaliza considerando que, ao professor, fica destinada a responsabilidade de administrar a utilização da ferramenta e o processo de ensino, garantindo que ambos estejam envolvidos no processo ensino-aprendizagem.

Entre os relatos, destacam-se alguns estudos que relacionam a aprendizagem significativa e a terminologia no ensino de Física. Nessa direção, o terceiro trabalho analisado consiste na dissertação de Campos (2017), defendida no mestrado profissional de um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, a qual teve como objetivo proporcionar como alternativa para o ensino de Física um material didático que contivesse simulações computacionais. O autor explica que o objetivo é que esse material proporcione uma aprendizagem significativa na área da terminologia, despertando, assim, um maior interesse por parte dos educandos. A justificativa da proposta parte da necessidade de utilizar animações como alternativas ao ensino focado no quadro. Em outras palavras, o autor afirma que o ensino tradicional de terminologia deve ser superado, pois não proporciona situações claras que permitam ao educando compreender os fenômenos relacionados.

Para atingir os objetivos apontados, foi desenvolvido um *site off-line* (portfólio) com roteiros de aulas práticas em laboratório de informática e questionários para terminologia, na área de trocas de calor, energias e suas transformações. Os roteiros foram aplicados em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Alfenas-MG. As simulações utilizadas neste trabalho foram desenvolvidas pelo projeto PhET e estão disponíveis *on-line* gratuitamente.

Como resultados, o autor destaca que a proposta gerou motivação a partir da utilização das simulações como ferramentas, registrando que a utilização, em si, já proporciona uma melhora no processo de ensino. Além disso, o roteiro estruturado evitou que ocorresse

dispersão por parte dos educandos, considerando que a utilização de computadores pode gerar interesse por assuntos fora do tema de sala de aula. Os educandos relataram, em um questionário proposto, que o método utilizado facilitou a compreensão dos conteúdos estudados e, também, ocorreram, por iniciativa dos próprios educandos, discussões em grupo. Por fim, o autor destaca que, além do benefício para os educandos, a proposta otimiza o tempo de preparação de aula por parte do professor, abrangendo, assim, uma área grande da Física que demandaria um longo planejamento.

Dando sequência aos relatos, a dissertação desenvolvida por Sá (2016), em um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, relaciona a utilização de experimentos de dilatação para auxiliar no estudo de termologia. O autor considera que o ensino de Física é de fundamental importância para a vida de uma pessoa, pois a faz aprender a viver e a interagir cotidianamente no meio em que está inserida. Entretanto, ainda assim, a aprendizagem de Física, em geral, apresenta deficiências. Também são consideradas as recomendações dos PCNs, direcionando a experimentação como ferramenta motivadora para a prática de ensino.

Por isso, o trabalho busca contribuir no processo de ensino-aprendizagem de conceitos básicos de termologia abordados na Física. Fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, a proposta utiliza a experimentação como ferramenta principal para desenvolver a aprendizagem significativa. Para isso, o autor apresenta um roteiro de montagem de um dilatômetro para relacionar os conteúdos cotidianos com a termologia, assim como analisa a contribuição dos experimentos referentes à motivação e à aprendizagem significativa. Alguns conceitos abordados pelo autor são: temperatura, calor, escalas termométricas, processos de propagação de calor, capacidade térmica, calor específico e, por fim, dilatação térmica linear.

Os resultados alcançados a partir do pré e do pós-teste, conforme destacado pelo autor, demonstram evolução na aprendizagem em relação à prática experimental. A análise desses materiais evidenciou uma contribuição para o processo de ensino e aprendizagem. Assim, a proposta corrobora que os experimentos constituem alternativas que podem contribuir com um processo que resulte em uma aprendizagem significativa. Por isso, é fundamental que esses possuam relação com situações vivenciadas pelos educandos, permitindo, assim, inclusive, uma maior motivação.

Na continuidade, encontra-se o estudo de Carvalho (2017), que estabelece relação entre o CAE e as Ciências. Trata-se de uma dissertação apresentada em um Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências. Segundo ele, de acordo com as diretrizes, o ensino de Ciências no Ensino Médio deve possuir um aprofundamento e ser um complemento do Ensino Fundamental, de acordo com a maturidade dos educandos. Ainda, complementa

que, para o ensino de Biologia, especificamente, os objetivos resultam na formação de cidadãos conscientes sobre o mundo e a vida. Entretanto, o autor expõe que diversos fatores contribuem para que, por muitas vezes, o ensino seja conservador, dificultando a compreensão por parte dos educandos. Em função disso, afirma que o ensino ocorre com uma abordagem fragmentada e descontextualizada, gerando memorização mecânica, que precisa ser desconstruída na educação.

Nesse sentido, foi desenvolvida uma proposta para trabalhar o conceito do DNA com educandos de Biologia do Ensino Médio de uma escola particular de Guaratinguetá-SP. Essa proposta consiste em ensinar com a utilização de sistemas de respostas interativas (clickers) por meio da estratégia de “ensinar ao redor”, do Ciclo de Aprendizagem de David Kolb, com o objetivo de propor ações para a melhoria da qualidade da aprendizagem. Para o autor, trabalhar ao redor do ciclo possibilita alcançar uma aprendizagem nos diferentes estilos dos educandos, que ocorre devido ao ambiente cultural e ao ambiente de ensino nos quais estão inseridos. Assim, os objetivos previstos são estimular a participação ativa dos educandos nas aulas de Biologia, caracterizar os estilos de aprendizagem dos educandos e testar a estratégia de utilização dos clickers para ensinar ao redor do ciclo de Kolb.

Nesse trabalho, foram apontados resultados positivos em um grupo de educandos perante a utilização dessa estratégia, em comparação a um grupo em que a estratégia não foi utilizada. Seguindo os critérios de análise utilizados na proposta, o autor destaca que, nesse grupo, o desempenho ocorreu de forma mais homogênea em termos de nota, quase duplicando a média das notas em comparação ao outro grupo. Carvalho pondera que, provavelmente, esse resultado ocorreu devido à atenção dedicada às diferenças encontradas no grupo, mostrando que é importante levá-las em consideração para aproximar professor e educando de forma significativa, melhorando a educação de modo geral.

Já em relação ao ensino de Física vinculado com o ciclo de Kolb, foram encontrados dois trabalhos que se evidenciaram de acordo com suas propostas. O primeiro consiste em uma dissertação apresentada por Rigo (2014) em um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e de Matemática. Identificou-se que esse trabalho busca analisar a utilização de TICs em aulas de Física, com objetivo de identificar possíveis contribuições dessas ferramentas no processo de aprendizagem. Essa proposta parte de alguns problemas relacionados ao ensino de Física que são apontados pelo autor, como o desinteresse e a desmotivação de educandos e professores; a ciência ainda considerada como um produto acabado e inquestionável; a transmissão mecânica de conteúdo; a falta de incorporação de conhecimentos contemporâneos em ciência e tecnologia no atual sistema educacional; a utilização do livro didático como

fonte absoluta de informações; e ainda a distância entre pesquisa em sala de aula e a prática docente.

Considerando os problemas citados, o autor enaltece que essas práticas podem ser modificadas no ambiente escolar. Para isso, tem-se como possibilidade a utilização de computadores como ferramenta inovadora no processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, como ainda existem problemas em relação ao uso das TICs, o trabalho apresenta uma sequência didática para responder à seguinte pergunta: “Em que medida as TICs podem contribuir para o Ensino de Conservação de Energia Mecânica, no Ensino Médio?”. Essa sequência foi estruturada a partir do Ciclo de Aprendizagem de Kolb e utilizou diversas TICs como recurso. A utilização do Ciclo de Kolb, conforme apontado pelo autor, deve-se à sua potencialidade problematizadora, que proporciona a contextualização e a interdisciplinaridade dentro das suas quatro etapas de ensino.

A sequência, desenvolvida com educandos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual, teve como material de análise dois questionários aplicados antes do desenvolvimento da sequência didática, além das observações durante a interação dos educandos. Nesse sentido, o autor destaca que se verificou a contribuição da sequência didática no processo de ensino e aprendizagem, pois a prática promoveu maior interesse dos educandos em sala de aula e, também, potencializou a discussão entre os fenômenos apresentados e as concepções prévias dos participantes. Como resultado, essa evidência de comprometimento dos educandos demonstra que a utilização das TICs contribui satisfatoriamente para o processo de aprendizagem em sala de aula.

O último estudo selecionado consiste na tese de doutorado de Bulegon (2011) apresentada em um Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. A tese defendida fundamenta que, atualmente, torna-se cada vez mais necessário que as pessoas sejam capazes de lidar com as tecnologias digitais como, por exemplo, computadores e internet. Tal necessidade ocorre paralelamente a outra, que é o avanço da capacidade de pesquisar e argumentar por iniciativa própria, para que os indivíduos possam solucionar os problemas existentes e os que possam surgir. De acordo com a autora, essas habilidades necessárias estão fundamentadas nas diretrizes educacionais do nosso país, direcionadas como finalidades para o Ensino Médio. Em suma, o que a Lei de Diretrizes e Bases aponta é o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico dos cidadãos, também presentes nas recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, que especialmente sugerem a relação da disciplina de Física com as experiências vivenciadas pelos educandos. Entretanto, segundo Bulegon, ainda ocorre um ensino de Física em que a transmissão de informações prevalece

nas aulas. Além disso, Bulegon pontua que o livro didático continua sendo a referência para a disciplina.

Nesse sentido, foi desenvolvido um conjunto de unidades de aprendizagem na área da Termodinâmica, organizado com base no Ciclo de Kolb. Tal proposta consiste em utilizar Objetos de Aprendizagem digitais em computadores para promover o pensamento crítico e a aprendizagem significativa. Dessa forma, buscou-se investigar as características dos Objetos de Aprendizagem e identificar as modalidades de sua utilização no ensino de Física. Conseqüentemente, a investigação também teve por objetivo avaliar a prática pedagógica desenvolvida e identificar indícios de uma aprendizagem significativa.

A análise da proposta, desenvolvida e testada em turmas de 2ª série do Ensino Médio na disciplina de Física, obteve evidências apontando que os Objetos de Aprendizagem interativos e contextualizados, estruturados de acordo com a proposta do estudo, resultaram em uma aprendizagem significativa. Também foi evidenciado que a utilização de tal ferramenta estimulou os educandos na busca de conhecimento extraclasse, proporcionando um maior aproveitamento do tempo durante as aulas. Tais resultados, conforme apontado pela autora, possibilitaram uma aprendizagem ativa, reflexiva e participativa, permitindo a resolução de problemas cotidianos. Tudo isso denota que os Objetos de Aprendizagem contribuem para a ocorrência de uma aprendizagem autônoma e crítica.

Os estudos apresentados indicam que é possível a utilização do Ciclo de Aprendizagem Experiencial no ensino de Ciências e também abordam a importância de buscar aprendizagens significativas. Esse tipo de metodologia se distingue das demais por apresentar situações-problema vinculadas às experiências vivenciadas pelos educandos, relacionando o estudo com o contexto cultural para a ocorrência de uma aprendizagem com significado. Nesse sentido, as propostas apresentadas demonstram sua contribuição para estimular e motivar a busca pelo conhecimento, que precisa estar relacionado a expectativas e interesses dos educandos. É igualmente importante que a problemática potencialize uma situação real, para que o conhecimento possa estar ligado ao mundo vivencial do educando.

Diante disso, a proposta busca utilizar estratégias, como o Ciclo de Aprendizagem Experiencial, para proporcionar uma aprendizagem significativa para o ensino de Física do 9º ano do Ensino Fundamental. Ainda, almeja atingir a criticidade científica no primeiro contato dos educandos com a disciplina de Física na área da terminologia, que apresenta relação com as vivências extraclasse.

### **3 A PROPOSTA E O PRODUTO EDUCACIONAL**

Este capítulo tem por objetivo descrever a elaboração e a implementação da sequência didática proposta neste estudo. Dessa forma, está dividido em quatro seções que apresentam a forma como a sequência didática foi elaborada, o local de sua implementação, bem como os sujeitos envolvidos, o relato dos encontros e, por fim, o produto educacional originado.

#### **3.1 A elaboração da sequência didática**

Como descrito anteriormente, a elaboração da sequência didática foi fundamentada nos pressupostos teóricos da TAS, de David Paul Ausubel, e teve como referencial metodológico o CAE, de David Allen Kolb, para o desenvolvimento dos conceitos básicos da termologia no Ensino Fundamental.

A escolha desses referenciais teóricos tomou por base o objetivo do estudo, a saber: identificar indícios de aprendizagem significativa de termologia no 9º ano do Ensino Fundamental a partir da utilização do CAE. Nesse sentido, as duas teorias citadas partem do pressuposto de que, para ocorrer uma aprendizagem com significado para um indivíduo, os conhecimentos já adquiridos pelas vivências desse são fundamentais. Em outras palavras, as vivências experienciadas e os conhecimentos adquiridos com base nessas devem ser o ponto de partida para todo e qualquer novo conhecimento. Consideram, ainda, que algumas condições mínimas precisam ser respeitadas para que a aprendizagem seja concreta. Por isso, essa aprendizagem passa a ser considerada um processo.

Assim, seguindo os pressupostos das duas teorias, foram desenvolvidos três ciclos para o ensino de termologia no 9º ano do Ensino Fundamental. O primeiro compreende o estudo dos conceitos de Temperatura e Calor. No segundo ciclo, abordam-se os conceitos de Calor Sensível e Calor Latente. Por fim, o terceiro contempla o fenômeno da Dilatação Térmica. Todos eles foram organizados de forma com que cada uma de suas etapas EC, OR, CA, EA possam convergir com os pressupostos da TAS.

A primeira etapa consiste na EC que parte das situações já vivenciadas pelos educandos. Nessa etapa, a ideia é partir das vivências dos educandos originadas na experimentação, isto é, argumenta-se que o conhecimento é adquirido pelas sensações que a vivência fornece para o educando. Em outras palavras, não há necessidade de se refletir sobre as sensações experienciadas, pois essas sensações geram um conhecimento que independe da ocorrência ou não de uma reflexão. Também de acordo com o CAE, essa experiência tanto

pode já ter sido vivenciada como pode ser viabilizada pelo professor. A TAS, por sua vez, teoriza que é necessário, inicialmente, identificar os chamados “conceitos subsunçores”, definidos como um conjunto de elementos presentes na estrutura cognitiva que podem ser utilizados como base para a construção de um novo conhecimento (MOREIRA, 1999b), conforme demonstrado no Quadro 3, que sintetiza as quatro etapas.

Quadro 3 - CAE & TAS.

<b>Etapa do CAE</b>	<b>Pressupostos da TAS</b>
<b>EC</b>	Conhecimentos prévios. Organizador prévio Conceitos subsunçores
<b>OR</b>	Material potencialmente significativo Disposição do educando Diferenciação progressiva
<b>CA</b>	Diferenciação progressiva Reconciliação integrativa
<b>EA</b>	Indícios de aprendizagem significativa

Fonte: Autor, 2020.

A segunda etapa dos ciclos, denominada OR, busca estabelecer relações com os conceitos subsunçores identificados. Dessa forma, nessa etapa, foram utilizados alguns materiais como textos, simuladores, experimentos e imagens para a observação, que compreende a reflexão sobre os acontecimentos da etapa anterior. Buscou-se, ainda, a reflexão sobre as experiências vivenciadas indo na direção da TAS, que considera que o processo de ensino parte do que já foi vivenciado para construir o conhecimento a partir dos conceitos subsunçores.

Dessa forma, esse momento prevê que o conteúdo seja desenvolvido, de forma gradativa, a partir dos elementos evidenciados na etapa anterior. Ou seja, é nessa etapa que um tema se desdobra em conceitos, fornecendo conhecimentos a serem utilizados na resolução de problemas reais e favorecendo a promoção da diferenciação progressiva, onde os conceitos mais amplos e gerais se desdobram em conceitos específicos e nas suas aplicações.

Para a terceira etapa, que visa ocorrer conhecimento por meio do pensamento, com o uso de ferramentas como a lógica e a formulação de ideias, selecionaram-se questionários, histórias em quadrinhos<sup>6</sup> e experimentos para desenvolver a CA. Esses materiais favorecerão a diferenciação e a aplicabilidade dos assuntos estudados, ou seja, tenciona-se que o aprendizado da etapa anterior se desdobre na utilização desses conhecimentos, para que

<sup>6</sup> Aviso legal: o produto educacional não possui fins comerciais, as histórias em quadrinhos selecionadas são protegidas por direitos autorais e são utilizadas apenas como apoio ao ensino de Termologia.

problemas reais possam ser resolvidos diante de situações semelhantes às vivenciadas quando foram aprendidos. Portanto, projetou-se que a conexão da CA com o conceito de reconciliação integrativa, que na TAS consiste na relação entre ideias que demonstram similaridades e diferenças entre conceitos, reorganize os conceitos que se encontram presentes na estrutura cognitiva. A reconciliação integrativa é um estágio posterior à diferenciação progressiva, assim como a lógica é utilizada após a reflexão sobre acontecimentos.

Para a conclusão de cada Ciclo, objetiva-se identificar indícios de aprendizagem significativa nas atividades que os participantes irão realizar. Essas atividades foram organizadas da mesma forma que as anteriores, entretanto, agora, com o objetivo de apresentar situações diferentes das quais os conceitos foram aprendidos. Assim, na etapa denominada de EA, pressupõe-se que o conhecimento adquirido se torna significativo ao ser colocado em prática, uma vez que, nesse estágio, a aprendizagem consiste em “fazer algo”, isto é, deverá desenvolver o que foi aprendido em novas situações, diferentes das já experimentadas ao longo do processo. De acordo com a TAS, a tarefa de verificar se a aprendizagem que ocorreu foi realmente significativa ou não é considerada difícil e demanda tempo, contudo, é possível evidenciar indícios da sua efetivação. Nesse caso, a evidência manifesta-se no momento em que a aprendizagem se torna ampla e generalizada a ponto de ser empregada em situações novas. Para isso, a etapa foi organizada para que o professor auxilie os educandos a estabelecerem a relação por conta própria, sem fornecer as respostas dos problemas que possam surgir.

Para o Ciclo de Aprendizagem Experiencial, a aplicação desses conhecimentos permite que uma nova experiência seja vivida e sirva como referência para que o ciclo se repita novamente. Ou seja, o ciclo será completado quando fornecer subsídios para que se renove e um novo conhecimento possa ser estabelecido a partir do atual. Assim, corrobora a aprendizagem significativa, na medida em que toda aprendizagem adquirida se torna um novo subsunçor na estrutura cognitiva do indivíduo, indicando que o novo conhecimento pode ancorar um futuro conceito a ser aprendido.

A próxima seção passa a descrever o local de implementação e os sujeitos envolvidos no desenvolvimento da sequência didática apresentada.

### **3.2 O local de implementação e os sujeitos envolvidos**

A implementação da sequência didática proposta ocorreu em uma escola privada de Educação Básica, localizada no município de Passo Fundo, RS. Essa escola oferece desde a

Educação Infantil até o Ensino Fundamental. Além dos níveis citados, a escola oferece também atividades extracurriculares vinculadas a esportes, artes e tecnologias.

A escola tem como foco, de acordo com a sua Proposta Político-Pedagógica (PPP), uma filosofia que prioriza o respeito pela liberdade e a individualidade dos educandos, a construção do conhecimento, a pesquisa, a investigação e a promoção de uma educação que contemple a bondade com firmeza. Tais princípios resultam em um compromisso que preza pelo relacionamento entre escola, família e comunidade como um todo, a fim de formar cidadãos conscientes e com valores. Ainda, de acordo com as propostas no documento, considera o educando como um projeto em construção, dessa forma, observa-se que a mesma busca gerar uma educação que conscientize os educandos para que se tornem sujeitos críticos e responsáveis, que cuidem do Planeta, dos outros e de si (ESCOLA NOTRE DAME MENINO JESUS, 2014).

O objetivo da escola é a formação integral do ser humano, para que os educandos construam conhecimentos, aperfeiçoem as relações humanas e sejam capazes de exercer a cidadania. Ainda, no PPP da escola, o Ensino Fundamental tem como objetivos específicos: desenvolver capacidades de pensar e aprender; compreender o ambiente natural e social; considerar as determinações que fundamentam a sociedade; estimular a capacidade de aprendizagem; fortalecer vínculos de família; incentivar a leitura, a escrita e a pesquisa; criar espaços favoráveis para o desenvolvimento e oferecer ambientes pedagógicos seguros, lúdicos e acolhedores (ESCOLA NOTRE DAME MENINO JESUS, 2014).

Quanto à avaliação, a escola considera que é um processo contínuo que vê o educando como um sujeito integral capaz de construir competências e habilidades que resultam em atitudes e valores atribuídos para uma participação no contexto em que vivem. Ainda, é um processo que visa formar um cidadão desde cedo para que possa ser um sujeito ético para com a vida (ESCOLA NOTRE DAME MENINO JESUS, 2014).

A disciplina de Física é inserida na escola no 9º ano do Ensino Fundamental, que, juntamente com a disciplina de Química, compõe a área das Ciências da Natureza. No currículo do 9º ano, são destinados dois períodos semanais para a Física, que se alternam em aulas expositivas, pesquisas, análises de fenômenos e, eventualmente, aulas em laboratório. Já o conteúdo abordado no desenvolvimento da sequência didática está estabelecido no cronograma do plano de ensino a ser trabalhado no segundo semestre do ano letivo.

Atualmente a escola atende cerca de 930 educandos entre Educação Infantil e Ensino Fundamental e também possui grande área considerada como de ótima infraestrutura. São 17 salas de aula com projetor, computador e sistema de som, próprios. Ainda possui diversos

ambientes necessários e adequados ao bom desenvolvimento das aulas, como: biblioteca, cantina, capela, centro cultural e esportivo (ginásio), parque de recreações, sala de dança, sala de judô, sala de música, sala de pintura, sala de xadrez, salão multiuso, sala de tecnologia educacional, sítio e um enorme pátio. No entanto, destaca-se que a escola não possui laboratório de ciências, entretanto, utiliza o laboratório de uma escola da mesma rede de ensino quando necessário. Para oferecer tudo o que a escola dispõe, é necessário manter uma organização para que todos os setores trabalhem em conjunto e com sucesso. No total, são 49 funcionários entre equipe de limpeza, auxiliares de disciplina, portaria, etc. Já para atender a esse número elevado de educandos estão em atividade 67 professores.

A turma em que foi desenvolvida a sequência didática consiste em um 9º ano do Ensino Fundamental, que é composto por 34 educandos, sendo 20 meninos e 14 meninas, todos com faixa etária próxima dos 15 anos. A turma foi escolhida a partir de dois fatores: o primeiro referente ao conteúdo, já que este estava programado para o 9º ano no trimestre da implementação; e o segundo diz respeito ao fato de o pesquisador ser professor titular da disciplina de Física na turma. Essa experiência prévia com a turma possibilitou que as principais características dessa já fossem conhecidas, o que consideramos que facilitou o processo. Assim, sabe-se que a turma é participativa, reflexiva, curiosa e comprometida.

A implementação da sequência didática, que é relatada a seguir, teve anuência da escola por meio de autorização fornecida pela diretora (APÊNDICE A). Já a participação dos estudantes nas atividades foi autorizada pelos responsáveis, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO A).

### **3.3 A implementação da proposta**

Nesta seção, apresenta-se o cronograma de implementação da proposta e, também, o relato das atividades desenvolvidas em cada um dos encontros. Conforme exposto na seção 3.1, a proposta é constituída pelos ciclos Temperatura e Calor; Calor Sensível e Calor Latente; e Dilatação Térmica, entretanto, em razão do tempo disponível na escola, foram implementados apenas os dois primeiros.

#### *3.3.1 Cronograma*

O Quadro 4 apresenta o cronograma de aplicação da sequência didática, contendo a data de cada encontro, o número de períodos e as atividades desenvolvidas.

Quadro 4 - Cronograma de aplicação da sequência didática.

Ciclo	Encontro	Nº de períodos	Data	Atividades
<i>1º Temperatura x calor</i>	1	2 <sup>7</sup>	06/09/2019	Apresentação da proposta Atividade experimental “Sensações térmicas” Nuvem de palavras Questões para discussão em grupo
	2	2	13/09/2019	Simulador “Estado da Matéria: Básico” Simulador “Formas de Energia e Transformações” Construção/discussão de conceitos Texto de apoio “Calor e temperatura” Discussão do texto
	3	1	27/09/2019	História em quadrinhos “Cascão e Nimbus em: Ártico ou Antártico?” Questões “Calor x temperatura” Discussão das respostas em grupo
	4	2	04/10/2019	Leitura da história em quadrinhos “Cascão e Cebolinha em: os heróis do planeta gelado” Atividade a partir da história em quadrinhos Elaboração de um texto
<i>2º Calor sensível e calor latente</i>	5	2	11/10/2019	Atividade experimental “Aquecendo substâncias” Questões para discussão em grupo Elaboração de um gráfico e respostas a questões
	6	2	18/10/2019	Texto para debate acerca de calor específico Atividade experimental “Calor específico” Definição do conceito Atividade experimental “Calor latente” Definição do conceito Construção de um gráfico
	7	1	25/10/2019	Atividade e questões referentes ao calor específico Atividade “Calor específico e calor latente” Tabela “Calor específico dos materiais” Questões “Calor específico das substâncias”
	8	2	01/11/2019	Construção de um mapa conceitual
	9	1	08/11/2019	Finalização do mapa conceitual Apresentação do mapa conceitual

Fonte: Autor, 2020.

### 3.3.2 Relato dos encontros

A seguir, passa-se ao relato dos encontros, descrevendo as atividades que foram realizadas e que fazem parte da sequência didática proposta.

#### 3.3.2.1 Primeiro encontro

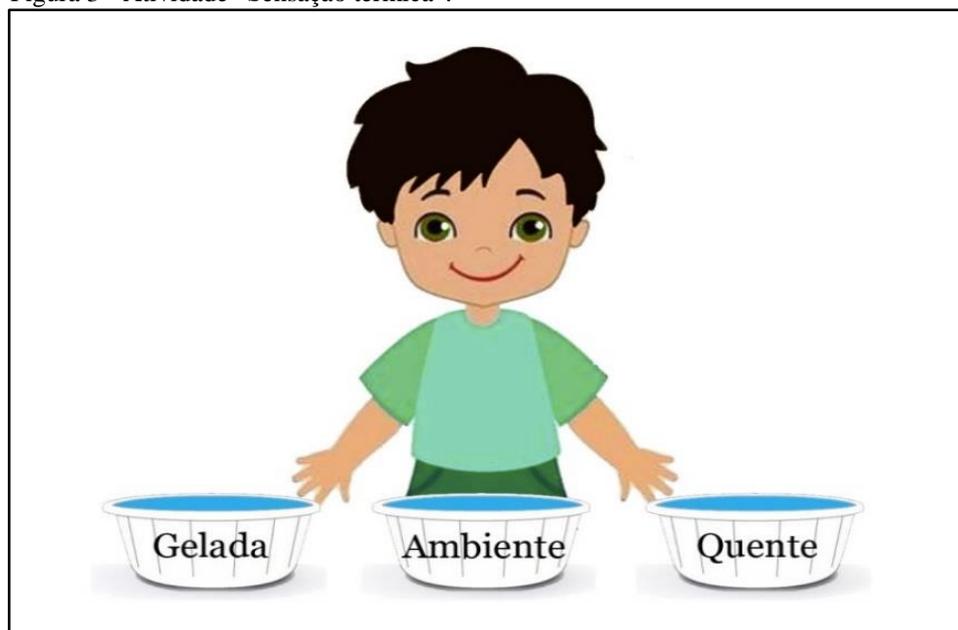
O primeiro encontro, com duração de dois períodos, teve como objetivo apresentar a proposta desenvolvida e proporcionar aos educandos a diferenciação entre os conceitos de

<sup>7</sup> Cada encontro foi estruturado em dois períodos semanais de 50 minutos cada no mesmo turno de aula pela manhã.

calor e temperatura, assim como também estabelecer vínculos de ambos com situações reais. Dessa forma, iniciou-se a atividade previamente programada com a explanação sobre a metodologia de trabalho selecionada para utilização ao longo do período de implementação da proposta. Nesse sentido, destaca-se que foi apresentado aos educandos o objetivo e o planejamento da sequência didática, assim como o conteúdo a ser abordado, deixando clara e evidente sua correspondência com o plano de ensino da disciplina. Em seguida, os educandos foram formalmente convidados a participar da pesquisa, através da distribuição e explicação do TCLE (APÊNDICE A), oportunidade em que puderam solicitar diversos esclarecimentos e tirar dúvidas, ficando cientes de onde e como poderiam obter mais informações, caso necessário.

Em seguida, foi introduzido o primeiro ciclo – Temperatura e Calor – da sequência didática proposta. A primeira etapa (EC) desse ciclo, que consiste em utilizar um organizador prévio para reorganizar os conhecimentos prévios sobre temperatura e calor nos educandos, foi desenvolvida a partir do confronto entre suas concepções e os temas abordados. Para isso, inicialmente o professor pesquisador propôs uma atividade prática, conforme pode ser observado na Figura 3, em que foram utilizadas três bacias plásticas, contendo água com temperaturas diferentes: em uma bacia foi colocada água em temperatura ambiente; em outra bacia foi aquecida certa quantidade de água com um aquecedor de imersão; e, por fim, em outra bacia foram adicionados água e certa quantidade de gelo (este, apenas no momento da atividade).

Figura 3 - Atividade “Sensação térmica”.



Fonte: Autor, 2020.

A atividade realizada consistiu na submersão individual, pelos estudantes, das mãos nas bacias com água em diferentes temperaturas. Após um breve tempo, suficiente para aquecer a água de um recipiente e resfriar a de outro, os educandos foram convidados a mergulhar, simultaneamente, uma das mãos na água gelada e a outra na água quente e, após alguns segundos, ambas na água morna. Eles puderam perceber sensações térmicas diferentes em cada mão, mesmo quando ambas estavam mergulhadas na mesma água. No momento, alguns educandos prontamente se ofereceram para realizar o teste, enquanto outros ficaram “curiosos” ao verem a reação dos colegas. Ao serem provocados a manifestar a sensação percebida e, conseqüentemente, a explicar o porquê do ocorrido, houve um debate devido às diferentes explicações que surgiram.

Na sequência, ainda sem explicar e/ou esclarecer as dúvidas surgidas, o professor pesquisador disponibilizou um *link* no projetor, que os educandos foram orientados a acessar pelos próprios celulares (alguns estudantes emprestaram o aparelho aos colegas que não portavam o aparelho em sala de aula ou que estavam sem acesso à internet). Após acessar o *site*, os educandos foram orientados a inserir termos e conceitos relacionados a calor e temperatura. Esses conceitos formaram uma nuvem de palavras que serviu para identificação dos conceitos subsunçores dos participantes (Figura 4).

Figura 4 - Nuvem de palavras elaborada no primeiro encontro.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A partir dos conceitos apresentados e, principalmente, dos mais recorrentes, o professor pesquisador socializou o resultado utilizando o projetor para a turma realizar discussões referentes às palavras destacadas. A discussão foi mediada pelo professor pesquisador utilizando as questões preestabelecidas (APÊNDICE A) como referência, porém não ficou preso apenas às questões, isto é, foram feitos alguns questionamentos adicionais, gerados a partir da própria discussão.

Por fim, cabe ressaltar ainda que a atividade permitiu evidenciar que os educandos possuíam subsunçores relacionados ao tema abordado. Nesse sentido, percebeu-se que eles sabiam que há relação entre calor e energia, assim como tinham conhecimento de que calor e temperatura são conceitos diferentes, mas relacionados entre si. Sendo assim, a nuvem formada pelos conceitos iniciais ficou salva na plataforma *on-line*, onde permaneceu disponível para acesso do professor pesquisador, podendo ser retomada e analisada sempre que necessário.

### 3.3.2.2 Segundo encontro

Após a identificação dos subsunçores, conforme previamente combinado, o professor pesquisador iniciou a segunda etapa (OR), no segundo encontro, com duração de dois períodos, apresentando o Simulador “Estados da Matéria: Básico”<sup>8</sup> (Figura 5a). A utilização do simulador teve como principal objetivo apresentar a estrutura da matéria e estabelecer relações entre temperatura e agitação molecular, o que também consistia no objetivo do próprio encontro.

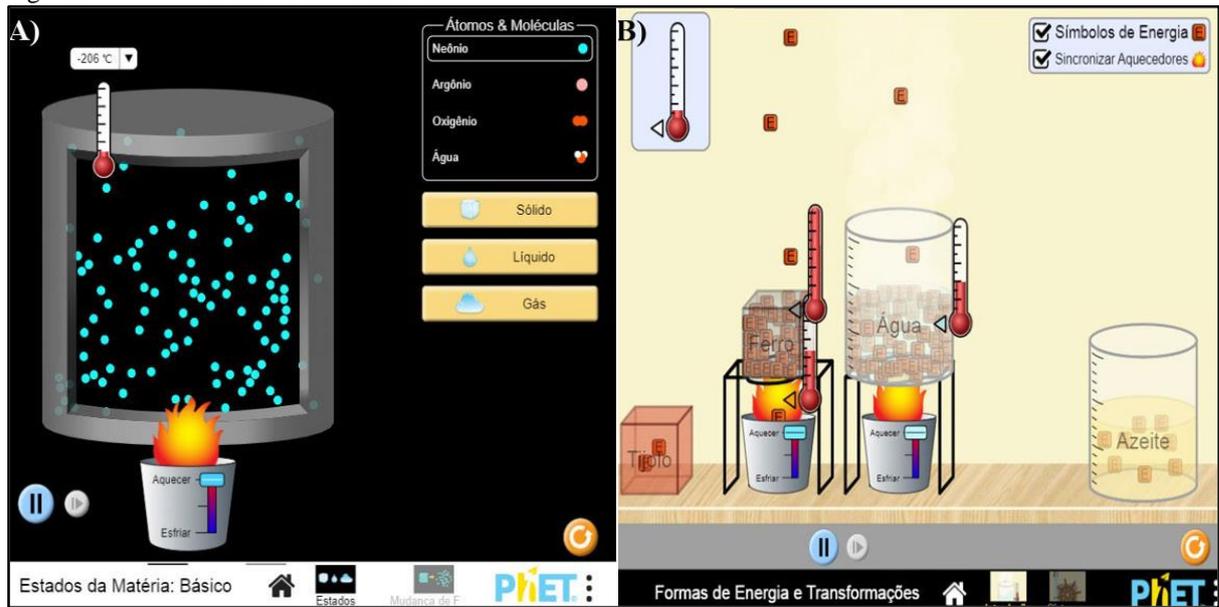
Por meio da interação com o experimento virtual, o professor pesquisador auxiliou os educandos na compreensão e definição do termo “temperatura”, tomando como base os conceitos subsunçores identificados na etapa anterior. A conceituação de temperatura direcionou a utilização de outro simulador, denominado “Formas de Energia e Transformações”<sup>9</sup> (Figura 5b). O simulador foi acessado pelos educandos a partir de seus aparelhos celulares, onde, individualmente ou em grupos, puderam interagir de forma livre com o material. Ainda, os participantes foram estimulados a buscar e compartilhar compreensões para os fenômenos observados a partir dos conhecimentos que já haviam adquirido até então.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics)>.

<sup>9</sup> Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/energy-forms-and-changes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes)>.

Figura 5 - PhET Interactive Simulations.



Fonte: University of Colorado Boulder, 2020.

Na sequência, as compreensões manifestadas foram discutidas em grupo, o que notadamente auxiliou os educandos na formação de conceitos como calor e energia térmica, com base nas experiências vivenciadas, juntamente com as adquiridas por meio dos simuladores.

Em seguida, foi distribuída uma folha para cada educando, contendo o texto “Calor e temperatura” (APÊNDICE B). Todos os educandos presentes realizaram a leitura em conjunto, sendo feitas pequenas interrupções, no decorrer, para discussões, o que possibilitou estabelecer os conceitos e sanar as dúvidas manifestadas. À medida que o texto proporcionou a diferenciação progressiva dos conceitos de temperatura e calor, o professor pesquisador propôs um diálogo referente às formas de medir a temperatura de um corpo. Assim, para concluir a segunda etapa, o texto foi abordado no sentido de direcionar os conceitos a fim de gerar a compreensão sobre o funcionamento de um termômetro e as escalas térmicas mais utilizadas atualmente.

### 3.3.2.3 Terceiro encontro

O terceiro encontro, desenvolvido ao longo de um período, foi destinado à terceira etapa (CA), que teve como objetivo estabelecer a generalização do que foi aprendido e a reconciliação integrativa dos conceitos estudados até o momento. Para tanto, partiu-se da diferenciação progressiva por meio da leitura de uma história em quadrinhos da Turma da

Mônica, a qual foi disponibilizada pelo professor aos educandos através de um *link* no Google Drive<sup>10</sup>. A história selecionada, “Casção e Nimbus em: Ártico ou Antártico?” (APÊNDICE C), abordou conceitos de calor, frio, temperatura e termômetros. Dessa forma, a leitura do material permitiu aos educandos encontrar os conceitos aprendidos, bem como discutir a aplicação no contexto da história em quadrinhos.

Em seguida, foi entregue aos educandos um questionário (APÊNDICE D) sobre a história, visando promover uma reconciliação integrativa. As “Questões calor x temperatura” (Figura 6) apresentaram sequências de quadrinhos recortados da história contendo conceitos discutidos anteriormente, onde foram evidenciados e comparados, a fim de promover a aprendizagem.

Figura 6 - Questões calor x temperatura.



Fonte: Autor, 2019.

Após serem respondidas individualmente, as questões foram discutidas em grupo e complementadas quando necessário. Nessa perspectiva, o professor pesquisador buscou mediar o momento em que os próprios educandos encontraram eventuais equívocos nas suas respostas e as complementaram de acordo com a colaboração dos colegas. Quando oportuno, o professor pesquisador entrevistou para ajudar os participantes a reorganizar suas respostas, a fim de que fossem claras e completas, para somente então considerar a terceira etapa

<sup>10</sup> Serviço *on-line* e gratuito de armazenamento e sincronização de arquivos.

finalizada. Salienta-se que as respostas ficaram salvas e foram utilizadas para a análise descrita no Capítulo 5.

### 3.3.2.4 Quarto encontro

No quarto encontro, com duração de dois períodos, iniciou-se a quarta e última etapa (EA) do primeiro ciclo. Este teve a finalidade de evidenciar se os educandos conseguiriam aplicar os conceitos em situações diferentes do contexto em que foram aprendidos durante o ciclo.

Como atividade, foi indicada a leitura da história em quadrinhos “Cascao e Cebolinha em: os heróis do planeta gelado” (APÊNDICE E). Durante a leitura, em grupos de três componentes, os educandos foram orientados a destacar/grifar palavras referentes aos conceitos estudados. Posteriormente, analisaram as palavras encontradas e indicaram, inicialmente por escrito, se o conceito foi utilizado de forma correta, ou se havia algum equívoco na sua utilização (Figura 7). Para finalizar a etapa, e conseqüentemente o primeiro ciclo, os estudantes elaboraram um texto explicando as correções e também os acertos relacionados ao uso dos conceitos nos quadrinhos. Os textos produzidos foram recolhidos pelo professor pesquisador e serviram como referência para a busca dos indícios de uma aprendizagem significativa (analisados no Capítulo 5), assim como base para iniciar o próximo ciclo abordado.

Figura 7 - Palavras grifadas e texto produzido.

Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-cebolinha-em-os-herois-do-planeta-gelado-2/>.

[...] Chocolato quente [...] O chocolate não é quente, ele apenas tem alta agitação de moléculas.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

### 3.3.2.5 Quinto encontro

O quinto encontro, com duração de dois períodos, deu início ao segundo ciclo – Calor sensível e calor latente. Após serem estudados os conceitos de calor e temperatura, o objetivo do ciclo foi expandir a compreensão de calor sensível e calor latente. Para isso, o encontro iniciou com a etapa EC a partir da atividade experimental “Aquecendo substâncias” (Figura 8), que foi desenvolvida em grupo no laboratório de ciências (em outro colégio da rede). Tal atividade consistiu em aquecer substâncias (água e óleo) e analisar as mudanças de temperatura ocorridas em cada uma.

Figura 8 - Atividade “Aquecendo substâncias”.



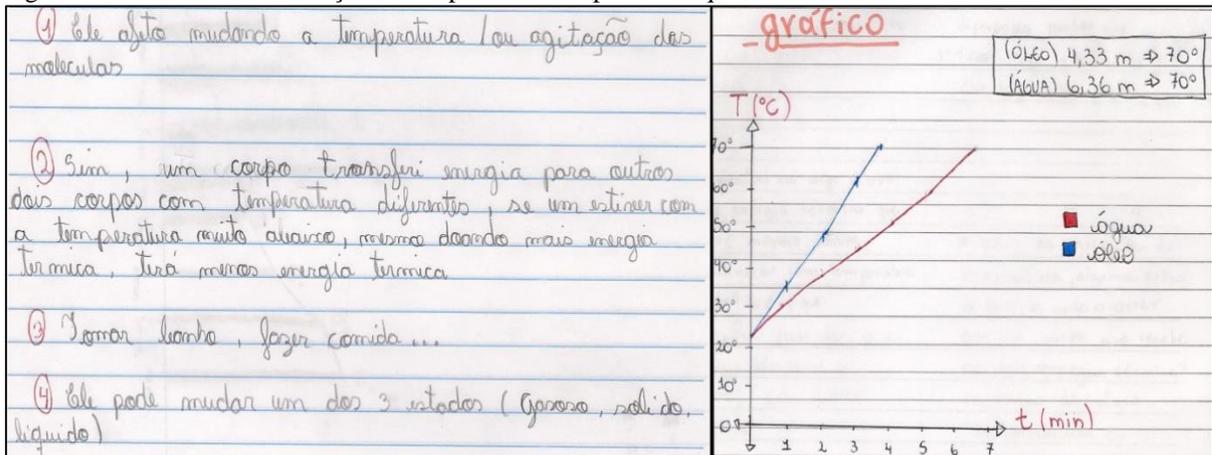
Fonte: Autor, 2020.

Com a utilização de um termômetro disponibilizado pelo professor pesquisador, cada grupo separou as substâncias e acompanhou a respectiva variação da temperatura, tomando nota das informações encontradas. Os educandos foram instigados a representar graficamente as informações (Figura 9). A atividade proposta teve como objetivo criar elementos na estrutura cognitiva dos participantes, ou, ainda, reorganizar os elementos já presentes para que pudessem ancorar os novos conhecimentos.

Dessa forma, para encontrar subsunçores que pudessem se relacionar com o conteúdo, algumas perguntas foram realizadas ao grupo de educandos, o que resultou em um debate quanto às respostas manifestadas. As questões (APÊNDICE F) tiveram como objetivo exclusivo destacar os conhecimentos prévios. Naquele momento, portanto, não coube avaliar se as respostas manifestadas estavam corretas ou erradas, mas, sim, compreender o que cada

educando já conhecia acerca do assunto. Durante as discussões das respostas, o professor pesquisador tomou nota dos debates gerados para analisar em conjunto com o material posteriormente.

Figura 9 - Gráficos sobre variação de temperatura e respostas do quinto encontro.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Ainda sem fazer intervenções corretivas, o professor pesquisador participou da discussão com o intuito de estimular que fossem levantadas hipóteses e manifestado o maior número possível de respostas. Para encerrar essa etapa, os educandos foram orientados a solucionar as questões, de acordo com suas respostas individuais. As respostas foram utilizadas no final do ciclo para efeitos de comparação dos conhecimentos e serão analisadas no capítulo 5.

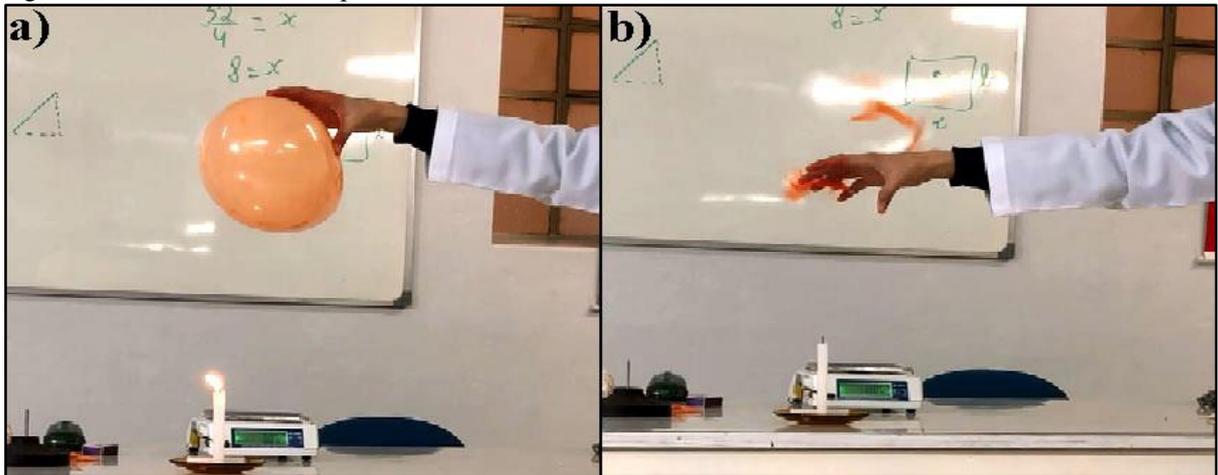
### 3.3.2.6 Sexto encontro

No sexto encontro, com duração de dois períodos, teve início a segunda etapa (OR), na qual o conteúdo foi desenvolvido para iniciar a diferenciação progressiva. Para isso, foi distribuída para cada educando uma folha com o texto “Por que no deserto faz calor de dia e frio à noite?” (APÊNDICE G). Essencialmente, a leitura do referido texto teve por objetivo primordial utilizar uma situação um tanto curiosa referente a algo supostamente já conhecido pelos educandos, o deserto, para conceituar a propriedade das substâncias denominada calor específico.

O texto serviu como uma breve apresentação do conceito para o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativa de calor sensível (Figura 10). A demonstração do experimento, com o auxílio de alguns educandos, consistiu em aproximar balões contendo

água, ar e areia de uma chama e verificar a consequência em cada situação. Assim, ao realizar os testes, os educandos discutiram o porquê do fenômeno visualizado, compreendendo, então, com o auxílio do professor pesquisador, a propriedade que diferencia os materiais, e, a partir disso, construindo o conceito de calor específico.

Figura 10 - Atividade “Calor específico”.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Em seguida, foi desenvolvida uma atividade experimental, destinada à compreensão do calor latente, como mostra a Figura 11. A atividade consistiu em proporcionar que os educandos analisassem, além do aquecimento de uma substância, sua mudança de fase. Com o auxílio de termômetros, o procedimento proposto aos participantes foi o de que submetessem um cubo de gelo a uma fonte de energia térmica e analisassem a temperatura da substância durante sua mudança de fase.

Figura 11 - Atividade “Calor latente”.

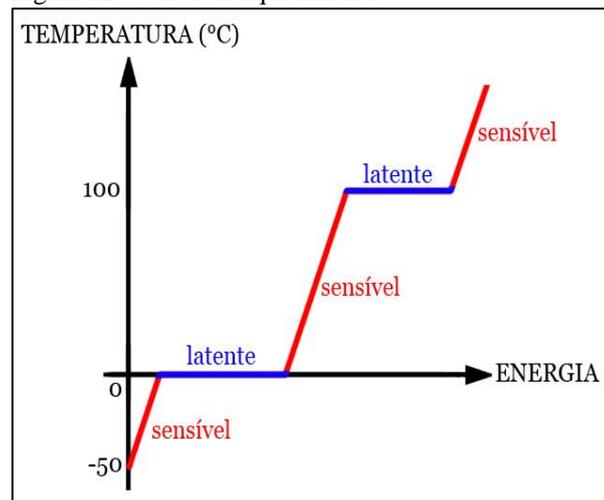


Fonte: Autor, 2020.

Assim, o professor pesquisador e os educandos discutiram o fenômeno observado e, juntos, definiram o conceito de calor latente, comparando-o com o que já era conhecido. O objetivo era que os educandos compreendessem que o fornecimento de energia a uma substância pode tanto aquecê-la quanto mudar sua fase, e essas consequências dependem de fatores como o material e a massa de cada corpo.

Por fim, o professor pesquisador construiu na lousa, juntamente com a turma, uma curva de aquecimento (Figura 12), por meio da qual foi possível analisar a mudança de temperatura e a mudança de fase de uma substância em relação à quantidade de calor recebida ou perdida por um corpo. Assim, finalizou-se a etapa com a diferenciação entre os conceitos de calor sensível e calor latente.

Figura 12 - Curva de aquecimento.



Fonte: Autor, 2020.

### 3.3.2.7 Sétimo encontro

O sétimo encontro, que foi destinado à terceira etapa (CA), teve como objetivo que cada educando pudesse colocar em prática os conceitos aprendidos anteriormente, promovendo dessa forma não só a diferenciação progressiva, como também a reconciliação integrativa. Para que isso ocorresse, os participantes foram orientados a realizar uma experimentação simples, que consistiu em utilizar um pequeno pedaço de papel alumínio e aquecê-lo enquanto seguravam-no na mão. O fato constatado de o papel alumínio não queimar a mão de quem o segurava foi suficiente para que os educandos respondessem individualmente algumas questões (APÊNDICE H), que foram disponibilizadas pelo professor pesquisador.

Ao ser finalizada a tarefa, o professor pesquisador disponibilizou mais algumas questões juntamente com um procedimento (APÊNDICE I), que consistiu em analisar as sensações obtidas a partir de diferentes superfícies, assim como o derretimento de um cubo de gelo em cada uma dessas superfícies. Durante a atividade, os educandos realizaram os procedimentos e responderam às questões, que foram discutidas em sala de aula, gerando, assim, uma constante reconciliação integrativa.

A leitura das respostas dos participantes na atividade experimental com as diferentes superfícies resultou em uma discussão mediada pelo professor pesquisador, que auxiliou nas dúvidas que surgiram, conduzindo o grupo no sentido das compreensões corretas de cada conceito. A partir dessa discussão, o professor pesquisador disponibilizou a “Tabela Calor específico dos materiais” (APÊNDICE J), em que alguns materiais e seus respectivos calores específicos estão informados, permitindo estabelecer uma comparação. Cada material da tabela foi analisado, e, a partir das concepções já presentes na estrutura cognitiva de cada educando, promoveu-se uma discussão acerca dos materiais e da sua utilização no cotidiano.

Para finalizar esta etapa dentro do ciclo, foram entregues algumas questões referentes ao calor específico das substâncias (APÊNDICE K). As questões, que serão analisadas no Capítulo 5, apresentavam situações comuns do dia a dia, oportunizando, assim, uma verificação da construção do conhecimento ocorrida.

### 3.3.2.8 Oitavo encontro

No oitavo encontro, foi desenvolvida a quarta etapa do ciclo (EA), que teve como objetivo encontrar indícios de uma aprendizagem significativa. Para tanto, os educandos foram orientados a construir, individualmente, um mapa conceitual sobre termologia. Como sugestão, foi indicado para construção o programa de computador denominado CmapTools<sup>11</sup>. A estrutura e a linguagem presentes nos mapas conceituais já haviam sido trabalhadas anteriormente à aplicação da sequência didática dentro da própria disciplina de Física. Sendo assim, nesse momento, não foi necessário apresentar aos educandos a definição de mapa conceitual, nem mesmo orientá-los quanto à sua construção, visto que essas informações já eram de conhecimento de todos.

Os educandos ficaram livres para escolher a melhor forma de desenvolver o mapa conceitual. Alguns utilizaram aplicativos em seus smartphones, outros recorreram a

---

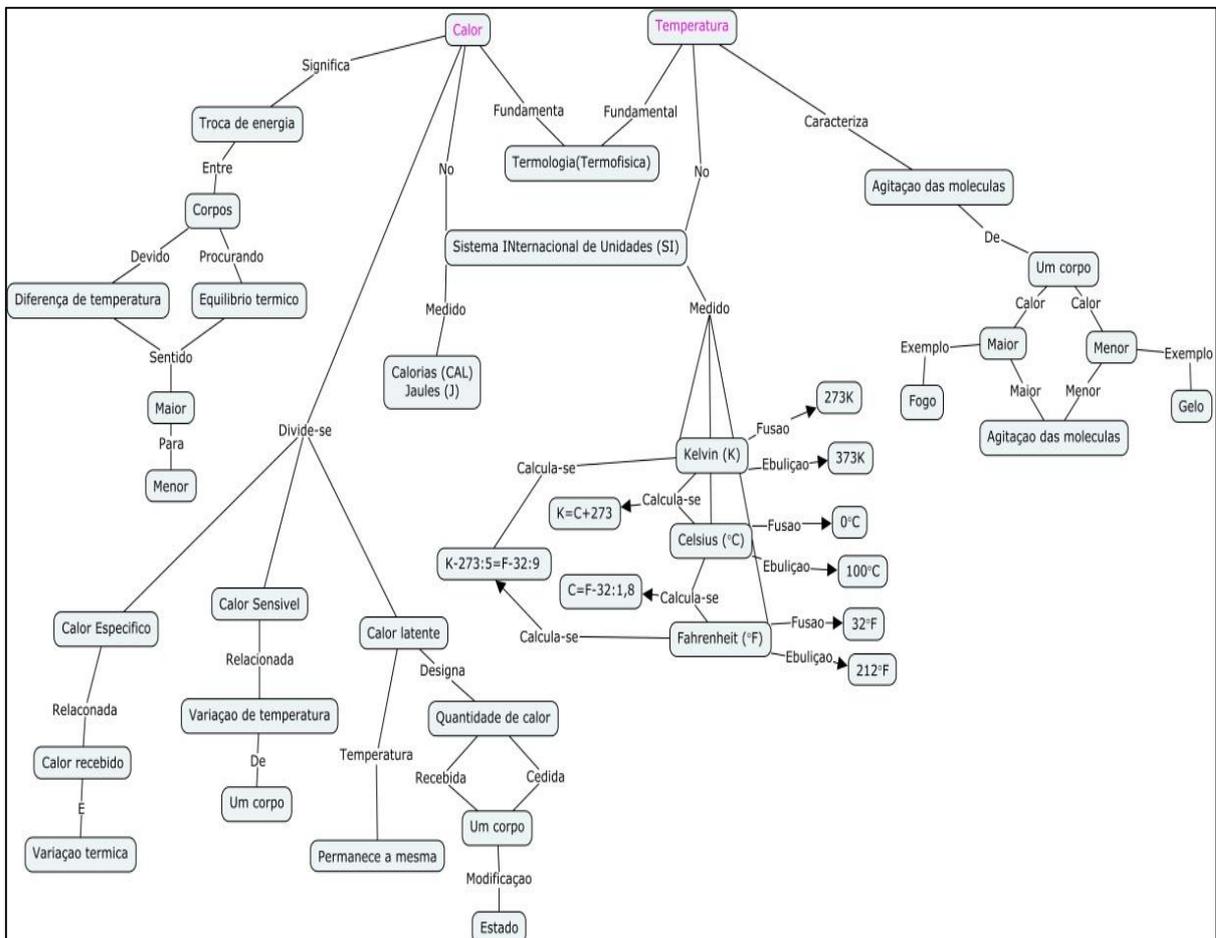
<sup>11</sup> Disponível em: <<https://cmaptools.br.uptodown.com/windows/download>>.

programas disponíveis nos computadores da escola, e houve, ainda, os que preferiram trabalhar manualmente em uma folha de papel. Assim, para finalizar o encontro, os educandos puderam construir os mapas, salvá-los, editá-los quando necessário, deixando-os disponíveis para a análise feita no Capítulo 5.

### 3.3.2.9 Nono encontro

Encerrando o ciclo, o nono encontro foi destinado a finalizar e apresentar o trabalho iniciado no encontro anterior. Dessa forma, os educandos puderam expor seu mapa conceitual (Figura 13) para o professor pesquisador. Ressalta-se que, por ter sido organizado de acordo com a estrutura cognitiva de cada participante, a apresentação dos mapas foi fundamental para possibilitar a sua compreensão. Assim, explicando seus mapas, os educandos tiveram a oportunidade de encontrar novas formas de representar e ligar seus conceitos, mudança que lhes foi permitida pelo fato de estarem estabelecendo novas conexões.

Figura 13 - Mapas conceituais.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Ainda, nesse encontro, os educandos puderam concluir/aperfeiçoar seus mapas, entregando e/ou enviando os materiais produzidos para o professor pesquisador, e tiveram a oportunidade de apresentá-los individualmente mais uma vez. Salienta-se, quanto a isso, que a análise da comparação dos mapas, a ser apresentada no Capítulo 5, apontou indícios da ocorrência de aprendizagem significativa.

### **3.4 O produto educacional**

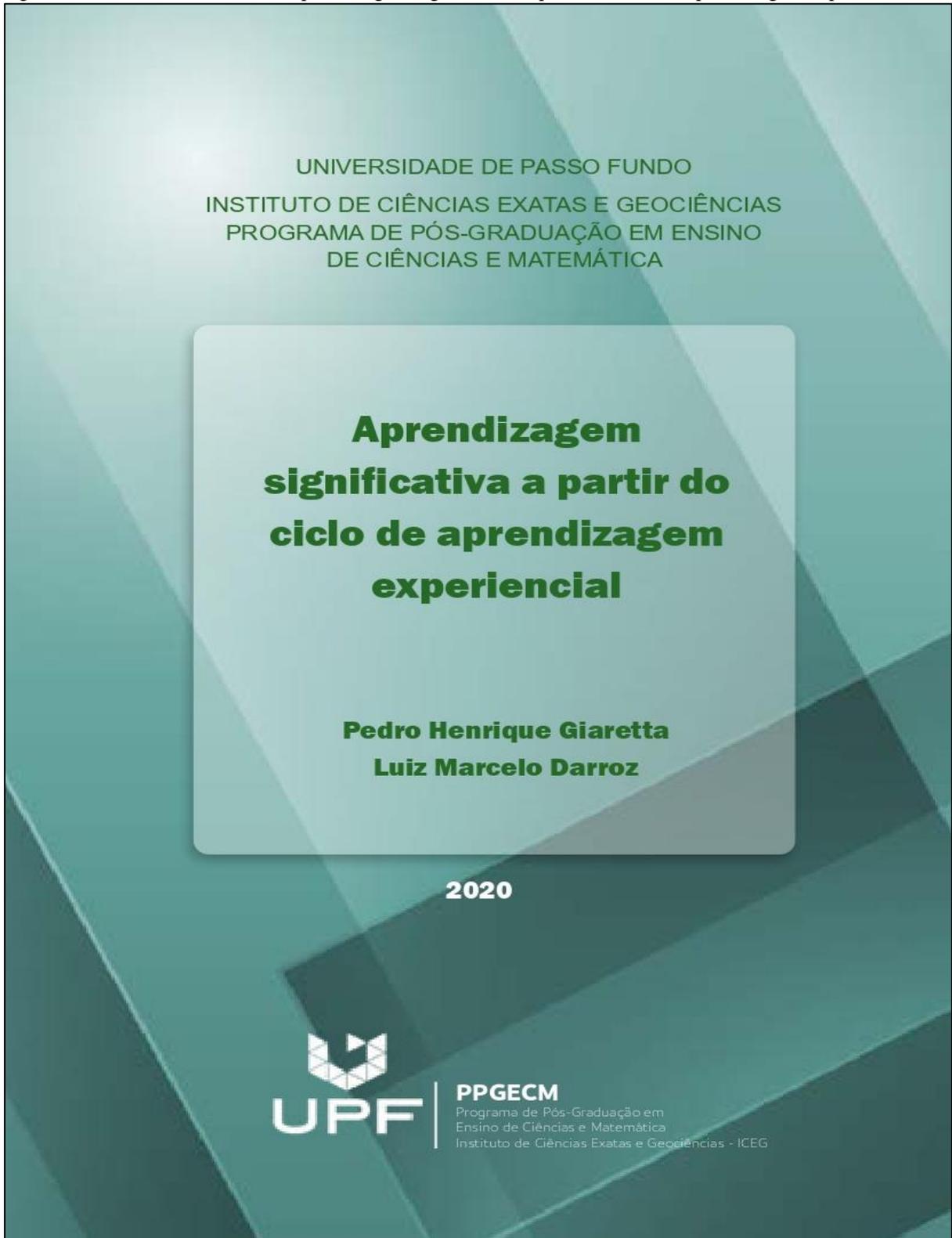
O cenário mundial contemporâneo tem apresentado uma grande inserção de novas tecnologias no cotidiano das pessoas, proporcionado uma enorme mudança no modo de viver da sociedade moderna. Tais alterações demonstram um mundo globalizado que exige do cidadão diversas habilidades cognitivas, conhecimentos sólidos e senso crítico para fazer frente ao contexto que ora se apresenta.

No entanto, o processo de ensinar e aprender revela-se, muitas vezes, alheio ao progresso da sociedade moderna. Dessa forma, é preciso oferecer aos educandos subsídios para que possam intervir criticamente no meio em que estão inseridos, o que demanda que os assuntos abordados em sala de aula estejam cada vez mais ligados ao seu cotidiano.

Nesse sentido, o produto educacional elaborado nesta proposta tem por objetivo apresentar uma sequência didática para o ensino de terminologia, destinada aos professores de Educação Básica do 9º ano do Ensino Fundamental, a qual preza por estabelecer a ocorrência de uma aprendizagem significativa para os educandos. A intenção é que a sequência possa servir como subsídio para o professor desenvolver sua aula e, também, como um modelo de estrutura para planejamentos envolvendo qualquer outro conteúdo.

Assim sendo, para promover a aprendizagem com significados, o produto educacional foi estruturado com base no CAE, de David Kolb, que constitui uma proposta de planejamento destinada a alcançar a maioria dos educandos, visto que em sala de aula há diferentes formas de aprendizagem. Nessa perspectiva, o ciclo é composto de etapas que passam por diversas estratégias de aprendizagem, estabelecendo como foco a experiência. Ainda, para promover tais aprendizagens, a sequência didática fundamentou-se na TAS, de Ausubel, como já mencionado. Essa teoria, que parte da concepção de proporcionar a aprendizagem a partir dos conhecimentos anteriores dos educandos, pode auxiliar na compreensão significativa dos conceitos estudados nos bancos escolares e dos avanços vivenciados pela sociedade. A seguir, a Figura 14 apresenta a capa do produto educacional intitulado “Aprendizagem significativa a partir do ciclo de aprendizagem experiencial”.

Figura 14 - Produto educacional “Aprendizagem significativa a partir do ciclo de aprendizagem experiencial”.



Fonte: Autor, 2020.

Divididos em três ciclos, os conteúdos-base para o ensino de termologia foram desenvolvidos considerando os conhecimentos pressupostos pelos educandos relacionados com suas vivências cotidianas e situações iminentes. O primeiro ciclo, referente ao tema

temperatura e calor, busca diferenciar tais conceitos tomando por base a utilização dessas palavras no dia a dia. Já o segundo ciclo, que envolve calor sensível e calor latente, parte da identificação dos conceitos, ao relacioná-los com os fenômenos presentes na natureza. Por fim, o terceiro ciclo aborda a dilatação térmica, mediante a visualização do fenômeno em situações próximas da vivência dos educandos. Como já referido na seção 3.3, puderam ser implementados neste estudo apenas os ciclos 1 e 2 propostos.

Para relatar a proposta, o produto educacional está estruturado em cinco capítulos, além da apresentação. O primeiro explica o que é o Ciclo de Aprendizagem Experiencial, de Kolb, e como essa metodologia pode ser utilizada na educação. O capítulo seguinte sintetiza, objetivamente, a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel. Na continuidade, são evidenciadas as relações entre as duas teorias. O próximo capítulo expõe a sequência didática proposta, distribuída em três subcapítulos, sendo um para cada tema. No último capítulo, é apresentada uma reflexão sobre a avaliação da aprendizagem significativa nos ciclos propostos. Por fim, encontram-se as referências utilizadas ao longo da produção do trabalho. Destacam-se, ao longo da sequência didática, algumas barras laterais denominadas “Notas Para o Professor”, que contêm informações e dicas para a realização das atividades apresentadas no decorrer do texto.

O produto educacional foi originado a partir dos resultados da pesquisa apresentada neste trabalho e encontra-se disponível para acesso livre no seguinte endereço do Portal eduCapes: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/573250>>.

## 4 A PESQUISA

O presente capítulo apresenta a abordagem metodológica definida para a pesquisa, justificando as escolhas relacionadas à sequência didática elaborada e aos objetivos esperados. Nesse sentido, o capítulo está dividido em três seções, a primeira voltada à classificação da pesquisa; a segunda, à descrição dos instrumentos selecionados; e a última dedicada a esclarecer os procedimentos adotados para análise dos dados coletados durante a implementação da proposta.

### 4.1 Classificação

Uma pesquisa científica é definida como um procedimento racional e sistemático que busca encontrar respostas aos problemas propostos (GIL, 2002, p. 17). Ela se torna necessária no momento em que um problema ainda não possui informações suficientes para ser compreendido e, principalmente, respondido. Ou seja, uma investigação torna-se fundamental quando, embora haja informações suficientes disponíveis, não é possível chegar à resposta devido à desorganização de tais informações, que se tratadas possibilitam a sua compreensão.

Minayo (2002) entende a pesquisa como uma atividade básica da ciência que, por meio da indagação, gera a construção da realidade. Em suas palavras, “é a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação” (MINAYO, 2002, p. 17). Na mesma direção, Gil salienta que uma pesquisa científica

é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade, a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados (2002, p. 17).

Diante da necessidade de compreender uma realidade, encontram-se pesquisas de diferentes naturezas, entre as quais, a quantitativa e a qualitativa. A primeira busca construir um retrato real de toda a população da pesquisa. Fonseca descreve que esse tipo de pesquisa

centra-se na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. (2002 apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 20).

Sobre a pesquisa quantitativa, Bogdan e Biklen (1982 apud LÜDKE; ANDRÉ, 1986) destacam que esse tipo de investigação tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Segundo os autores, esse tipo de pesquisa também envolve a obtenção de dados descritivos, por meio do contato do pesquisador com a situação estudada, preocupando-se mais com o processo do que com o produto, ocupando-se de retratar a perspectiva dos participantes (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 13).

O segundo tipo, a pesquisa qualitativa, segundo Minayo (2002), preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e na explicação da dinâmica das relações sociais. Portanto, “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2002, p. 21-22). De acordo com a autora, os cientistas sociais que recorrem à estatística apreendem dos fenômenos apenas a região “visível, ecológica, morfológica e concreta”, o que resulta na pesquisa quantitativa; já a abordagem qualitativa “aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas” (MINAYO, 2002, p. 22). Isso acontece, conforme Rossman e Rallis (1998 apud CRESWELL, 2007, p. 186), porque

[...] a pesquisa qualitativa ocorre em um cenário natural. O pesquisador qualitativo sempre vai ao local (casa, escritório) onde está o participante para conduzir a pesquisa. Isso permite ao pesquisador desenvolver um nível de detalhes sobre a pessoa ou sobre o local e estar altamente envolvido nas experiências reais dos participantes.

A pesquisa qualitativa também se caracteriza pelo fato de ser considerada emergente em vez de estritamente pré-configurada. Rossman e Rallis (1998 apud CRESWELL, 2007) avaliam que diferentes aspectos podem surgir durante uma pesquisa qualitativa, visto que as questões da pesquisa podem mudar e ser ajustadas à medida que o pesquisador descobre o que perguntar e para quem fazer as perguntas. Os autores afirmam que “o processo de coleta de dados pode mudar à medida que as portas se abrem ou se fecham para a coleta de dados, e o pesquisador descobre os melhores locais para entender o fenômeno central de interesse” (ROSSMAN; RALLIS, 1998 apud CRESWELL, 2007, p. 186).

Ainda, sobre a pesquisa de natureza qualitativa, Triviños (1987, p. 128-130) destaca que, para Bogdan e Biklen, existem cinco características fundamentais que a resumem, quais sejam

A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave; A pesquisa qualitativa é descritiva; Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto; Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente; O significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa.

Assim, na pesquisa qualitativa, o pesquisador torna-se importante quando é capaz de perceber a visão ampla e complexa do real social, visto que o ambiente contribui para a personalidade de cada indivíduo. Por isso, esse tipo de pesquisa também busca encontrar as causas dos resultados encontrados, e esses passam a ser expressos descritivamente, como em retratos, narrativas, fotografias, registros escritos, documentos, etc. Esses elementos estão de acordo com o que já foi citado anteriormente, ou seja, o pressuposto de que o processo de algo é considerado mais importante que o resultado ou o produto. Dessa forma, observa-se que isso passa a exigir uma interpretação dos elementos presentes em cada ocasião ocorrida no ambiente, que passariam despercebidas em uma pesquisa totalmente quantitativa, por isso, os significados e a interpretação surgem da percepção do fenômeno visto num contexto (TRIVIÑOS, 1987).

Diante desses esclarecimentos, e tendo em vista que a investigação proposta neste trabalho exige uma reflexão sobre o processo ocorrido em sala de aula, já que, para a TAS, a aprendizagem se torna significativa quando pode ser expandida a novos contextos, considera-se que, em termos metodológicos, a presente pesquisa caracteriza-se como de natureza qualitativa. Tal classificação justifica-se pelo fato de que, para responder ao problema da pesquisa, torna-se necessário compreender os acontecimentos a partir de todos os seus elementos, e não de uma forma única e quantificada. Além disso, o ambiente é percebido como uma fonte de dados e o pesquisador, como um instrumento; e a pesquisa não se preocupa com representações numéricas, quantificadas, mas com o aprofundamento da compreensão do objeto pesquisado. Em síntese, a motivação da escolha pela pesquisa qualitativa deve-se ao poder que ela tem para buscar o porquê das coisas, permitindo que o pesquisador possa ser sujeito e objeto de sua própria pesquisa.

Ainda, considerando que a presente pesquisa é desenvolvida no contexto de atuação do próprio autor e que um de seus focos consiste em compreender e analisar a realidade educacional, a investigação classifica-se como pesquisa participante. Para Gil (2008), esse processo é marcado pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo de pesquisa, sem contar que o próprio pesquisador se responsabiliza pela condução da sala de aula, ao mesmo tempo em que se coloca como observador. Acrescenta-se que, conforme

Gerhardt e Silveira (2009), esse tipo de pesquisa caracteriza-se pelo envolvimento e pela identificação do pesquisador com as pessoas investigadas. Quanto a esse aspecto, cabe referir que a proximidade entre o pesquisador e os educandos vem sendo estabelecida ao longo de dois trimestres letivos, tempo suficiente para que haja um vínculo estabelecido entre os sujeitos investigados.

Outro fator importante é que, na pesquisa participante, alguns passos planejados são seguidos, entretanto, não formam um esquema imutável; isto é, essa classificação permite uma flexibilidade na sua metodologia. Como esclarecem Prodanov e Freitas (2013, p. 69), ela permite uma adaptação aos mais diversos contextos e situações, que podem mudar a ordem das etapas, inclusive, eliminar algumas delas:

[...] a metodologia desse tipo de pesquisa está direcionada à união entre conhecimento e ação, visto que a prática (ação) é um componente essencial também do processo de conhecimento e de intervenção na realidade. Isso porque, à medida que a ação acontece, descobrimos novos problemas antes não pensados, cuja análise e consequente resolução também sofrem modificações, dado o nível maior de experiência tanto do pesquisador quanto de seus companheiros da comunidade.

Assim sendo, essa classificação converge com as situações vivenciadas dentro da sala de aula, onde constantemente surgem novas situações, as quais precisam ser incluídas no planejamento e, posteriormente, analisadas e refletidas.

## **4.2 Instrumentos**

Apresentam-se, na continuidade, os instrumentos de coleta de dados selecionados para a pesquisa, buscando a produção de dados que permitissem evidenciar elementos para a discussão. As escolhas foram feitas a partir dos objetivos da investigação, na intenção de que os instrumentos escolhidos pudessem auxiliar na identificação de indícios de aprendizagem significativa dos conceitos de terminologia no Ensino Fundamental. Portanto, foram selecionados como instrumentos de coleta de dados o diário de bordo elaborado pelo professor pesquisador e os diversos tipos de materiais produzidos pelos educandos no decorrer da implementação da proposta (textos, atividades, mapas conceituais e questionários).

De acordo com Zabalza (2004), o diário de bordo torna-se um instrumento importante, na medida em que ajuda a refletir a prática docente por meio de registros no decorrer da atividade. Sua função é relevante porque, por meio dele, é possível avaliar a própria atuação,

permitindo, assim, planejar as próximas etapas e, sempre que necessário, corrigir eventuais erros.

Na visão de Zabalza (2004, p. 13), os diários de bordo “são documentos em que professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo nas aulas”. O autor também considera que escrever um diário é como dialogar consigo mesmo, racionalizar uma jornada sobre todos os acontecimentos relevantes. Diante disso, entende-se por diário de bordo o espaço destinado a registros, anotações e reflexões individuais sobre determinado processo da aprendizagem.

A utilização da ferramenta consiste em incentivar, notadamente, o uso sistemático da escrita como apoio à reflexão. O diário propõe que o ato de registrar se realize a todo o momento, envolvendo aleatoriamente diferentes formas de escrita, além da narrativa, que, em geral, requer maior disponibilidade de tempo e maior distanciamento da experiência.

[...] escrever sobre o que estamos fazendo como profissional (em aula ou em outros contextos) é um procedimento excelente para nos conscientizarmos de nossos padrões de trabalho. É uma forma de “distanciamento” reflexivo que nos permite ver em perspectiva nosso modo particular de atuar. É, além disso, uma forma de aprender (ZABALZA, 2004, p. 10).

A fim de que sirvam como diário de bordo, os registros serão realizados da forma mais completa possível, ao final de cada aula, visando assim aproveitar ao máximo a coleta e a relação de todos os elementos destacados durante as atividades, seja nas experiências ou nas interações.

Além disso, para análise da aprendizagem significativa, deve-se considerá-la uma aprendizagem progressiva, ou seja, os conhecimentos novos que devem ser aprendidos estabelecem significado para o aprendiz de um modo progressivo. Por esse motivo, Moreira (2016, p. 35) considera que:

[...] a avaliação da aprendizagem significativa deve buscar evidências desse tipo de aprendizagem. Aprendizagem significativa implica compreensão. Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve buscar evidências de compreensão, não necessariamente “respostas corretas”, pois estas, muitas vezes, podem ser resultantes de aprendizagem mecânica.

Isso significa que, em todas as etapas durante o processo de ensinar, os educandos podem demonstrar a compreensão de novos conceitos, de modo que a avaliação da aprendizagem significativa implica um enfoque diferente das avaliações que exigem respostas prontas e são aplicadas no final do processo. Para Ausubel (2003, p. 130-131):

[...] os testes de compreensão devem, no mínimo, ser expressos em diferentes linguagens e apresentados num contexto algo diferente do material de aprendizagem originalmente encontrado [...]. Pode evitar-se melhor o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa através de colocação de questões e de problemas que possuam uma forma nova e desconhecida e exijam uma transformação máxima de conhecimentos existentes.

Dessa forma, respeitando esses critérios, aspectos cognitivos relacionados à aprendizagem significativa do conteúdo abordado serão analisados por meio dos materiais produzidos pelos educandos no desenvolvimento das atividades durante os encontros. Seguindo essa proposta, textos, questionários e mapas conceituais serão examinados, exclusivamente, no que se refere à aprendizagem significativa, considerando para isso especialmente a aplicação dos conhecimentos adquiridos em novos contextos. Destaca-se que isso será possível por intermédio da relação dessa aplicação com os conceitos subsunçores, que gera um conhecimento a partir dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Esses materiais produzidos foram coletados para a análise desenvolvida no próximo capítulo.

#### **4.3 Procedimentos de análise**

Os dados obtidos por meio dos instrumentos de coleta de dados apresentados na seção anterior serão analisados, buscando-se responder à pergunta “como o ciclo de aprendizagem experiencial pode servir de suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de terminologia para educandos do 9º ano do Ensino Fundamental?”. Assim, o objetivo do trabalho, que consiste em identificar indícios de aprendizagem significativa de terminologia no 9º ano do Ensino Fundamental a partir da utilização do CAE, será avaliado de acordo com as seguintes categorias definidas a priori para os procedimentos de análise: subsunçores, predisposição para aprender, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, e aplicação em novos contextos.

Para encontrar as evidências citadas, serão avaliadas a compreensão, a captação de significados, bem como a capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas, não rotineiras. Essa perspectiva vai ao encontro da recomendação de Ausubel (1973), ao afirmar que a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido, e para isso tais situações devem ser propostas progressivamente, ao longo do processo instrucional.

Ainda, a análise dos dados busca seguir as indicações de Moreira (2012, p. 24), que considera que

[...] a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas.

Dessa forma, a categoria denominada “subsunçores” busca identificar os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, a fim de servirem como base para a construção do novo conhecimento a ser ensinado. De acordo com Ausubel (1973), para que ocorra uma aprendizagem significativa, é necessária a interação cognitiva entre esses conhecimentos, prévios e novos. Na mesma direção, Moreira (2015, p. 15) destaca que, “nesse processo, conhecimentos prévios servem de ‘ancoradouro’ cognitivo para novos conhecimentos, porém não é qualquer conhecimento prévio que pode viabilizar essa ‘ancoragem’”. Em outras palavras, os conhecimentos prévios identificados devem ser relevantes para o aprendiz e possuir relação com o novo conhecimento. Esses conhecimentos são denominados subsunçores, pois servem de ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens, que, posteriormente, tornam-se novos subsunçores. Diante do exposto, o objetivo da categoria consiste em identificar esses conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos educandos com base nas discussões relatadas no diário de bordo do professor pesquisador e nas respostas referentes às atividades experimentais realizadas no início de cada ciclo.

A categoria “predisposição para aprender” parte da premissa de que, para ocorrer uma aprendizagem significativa, uma das condições necessárias é que o aprendiz tenha disposição para aprender os novos conceitos. Segundo Moreira (2016, p. 11-12), é preciso que

o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. Esta condição implica em que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos).

Essa predisposição nada mais é do que uma intencionalidade da parte de quem aprende, ou seja, depende da relevância que o aprendiz atribui ao novo conhecimento a ser ensinado. Sendo assim, essa categoria busca encontrar elementos que demonstrem a

disposição dos educandos em aprender, considerando que esses elementos, quando presentes, reforçam a possibilidade de a aprendizagem realmente tornar-se significativa. Por isso, a categoria é analisada com o intuito de encontrar evidências de motivação e participação nas atividades propostas, exclusivamente pelos registros do diário de bordo, único instrumento que permitiu inventariar as relações e os sentimentos manifestados pelos educandos por meio de gestos, relatos e engajamento.

No caso da categoria “diferenciação progressiva e reconciliação integrativa”, o objetivo consiste em identificar a aprendizagem progressiva que ocorre com a diferenciação de conceitos e a integração destes por meio de similaridades. Ausubel (2003) explica que a diferenciação progressiva considera que, em geral, a aprendizagem, assim como a retenção e a organização de conceitos, é naturalmente hierárquica, procedendo do mais alto para o mais baixo grau em termos de abstração, generalidade e inclusão. Já a reconciliação integrativa compreende que é a etapa em que se tornam explícitas as semelhanças e diferenças entre novas ideias e ideias relevantes existentes e estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003).

Sendo assim, os mapas conceituais produzidos são a principal ferramenta para captar esses elementos, visto que sua estrutura permite compreender a diferenciação de conceitos gerais para mais específicos de forma hierárquica, ao mesmo tempo em que permite estabelecer relações entre conceitos diferenciados. Também são objeto de análise as falas evidenciadas nos diários de bordo, assim como as respostas às atividades e aos questionários desenvolvidos durante a segunda e a terceira etapa dos ciclos. Esses materiais permitem identificar se conceitos foram diferenciados e reconciliados ao longo do processo de aprendizagem, mesmo que não tenham sido demonstrados nos mapas conceituais.

Finalmente, a categoria denominada “aplicação em novos contextos” visa identificar a utilização dos novos conceitos em contextos diferentes daqueles em que foram aprendidos. Segundo Ausubel (1978, p. 146-147), “a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica na posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”. Além disso, o autor considera que a experiência dos educandos em realizar exames escolares gera hábitos de memorização, que pode ser desde proposições e fórmulas até exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos (AUSUBEL, 1978). Por isso, nessa categoria, a análise volta-se aos mapas conceituais, que, segundo Novak (1984, p. 56), “foram desenvolvidos especificamente para estabelecer comunicação com a estrutura cognitiva do aluno e para exteriorizar o que este já sabe de forma a que tanto ele como o professor se apercebam disso”.

Nos mapas, pretende-se encontrar relações entre conceitos que não foram especificamente discutidas em sala de aula, além de exemplos de situações com as quais os educandos possam ter estabelecido relações. Ainda, nessa categoria, são analisados os registros do diário de bordo do professor pesquisador, na medida em que as discussões e os relatos dos participantes, registrados no material, podem apresentar situações em que eles aplicaram os conceitos discutidos em aula em novos contextos. Igualmente, os textos produzidos e as respostas dadas aos questionários, ao fim de cada ciclo, servem de instrumentos capazes de indicar a transferência dos conhecimentos para novos contextos, visto que tais materiais foram desenvolvidos buscando instigar essa adaptação. Isto é, as situações foram propostas de modo que se tornasse difícil chegar a uma conclusão sem a externalização do conceito, ou a identificação de conceitos por parte dos educandos com circunstâncias consideradas comuns na vivência do dia a dia.

## 5 RESULTADOS

No presente capítulo, são apresentados e discutidos os resultados gerados a partir da implementação da sequência didática. Conforme mencionado no capítulo anterior, a análise parte dos dados contidos no diário de bordo do professor pesquisador e nos materiais produzidos pelos educandos, desdobrando-se nas categorias: subsunçores, predisposição para aprender, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, e aplicação dos conhecimentos em novos contextos. Assim, o capítulo subdivide-se de acordo com as categorias de análise estabelecidas.

### 5.1 Subsunçores

Segundo Ausubel (1973 apud MOREIRA, 2010), a aprendizagem significativa é aquela em que uma nova ideia ou conceito interage de maneira não arbitrária e não literal com conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, a interação ocorre com conceitos específicos e relevantes a essa nova aprendizagem, os quais são denominados de “subsunçores”. Em outras palavras, subsunçor é um “conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto” (MOREIRA 2010, p. 02).

A primeira evidência da existência de conceitos subsunçores na estrutura cognitiva dos participantes é verificada nos registros do diário de bordo do professor pesquisador sobre o primeiro encontro. No registro transcrito abaixo, é possível verificar que os educandos relacionam a temperatura com quente e frio e que sabem que as substâncias podem mudar de estado físico.

No momento em que os materiais foram preparados para a atividade, imediatamente alguns estudantes já começaram a discutir o que seria realizado na aula. Foi possível identificar falas como: “pra que será que é o gelo?”, “A água vai esquentar!”, “O professor vai fazer água fria!”, “Lá em casa tem *rabo quente* (aquecedor de imersão) também”. Após alguns minutos os estudantes foram convidados a participar da experiência de colocar as mãos mergulhadas em águas de diferentes temperaturas simultaneamente. O primeiro estudante afirmou que a mão na água com gelo estava “queimando de tão fria” enquanto a outra estava “quentinha e confortável” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

A partir do início da atividade experimental, os educandos começaram a discutir suas sensações com os colegas. Imediatamente foram surgindo ideias e conceitos já presentes em sua estrutura cognitiva. Foi possível evidenciar que essas ideias e conceitos, surgidos de suas

experiências de vida, tentavam explicar as sensações experimentadas, conforme é apresentado no registro do diário de bordo do dia 06/09/2019.

O estudante, após colocar as mãos na água a temperatura ambiente, disse que sentia “uma mão quente e uma fria”, isto é, sentia sensações diferentes nas mãos que estavam mergulhadas na mesma água à temperatura ambiente. Ainda, para tentar identificar e melhor entender as sensações, os estudantes mediram a temperatura da água contida em cada bacia, encontrando como respostas 6°C, 15°C e 36°C aproximadamente. Outro estudante destacou que as sensações eram invertidas ao colocar as mãos na mesma bacia com água a temperatura ambiente: “a esquerda tá<sup>12</sup> fria e a direita tá quente, agora a esquerda tá quente e a direita tá fria”, e complementou afirmando que “na água quente a temperatura tá mais alta, pois tem mais calor” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

Em outro trecho do diário de bordo do professor pesquisador, apresentado na sequência, percebe-se que os educandos buscam entender e explicar o porquê das diferentes sensações percebidas no decorrer da atividade, fato que, mais uma vez, demonstra a existência de conceitos subsunçores referentes ao tema.

Outro estudante justificou que as sensações eram contrárias, pois “a mão inicialmente atingia a temperatura das águas gelada e quente, assim a sensação ocorria de acordo com a diferença de temperatura entre a mão e a água ambiente”. Já o próximo disse que a água em temperatura ambiente estava “esquentando a mão da água do gelo e esfriando a mão da água aquecida”, no momento que foi interrompido por um colega que afirmou: “a mão se adapta ao ambiente da água gelada, e a água ambiente tem mais calor” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

Alguns educandos ainda não haviam manifestado sua opinião, concordando ou discordando dos colegas, por isso o professor pesquisador lançou algumas perguntas com objetivo de instigá-los a falar. Como resultado dessa estratégia, alguns conhecimentos prévios foram identificados através de uma “nuvem de palavras” formada com conceitos provenientes dessas perguntas. Para que todos os educandos manifestassem seus conhecimentos prévios, de modo que ninguém deixasse de participar por medo de exposição ou timidez, a nuvem de palavras foi produzida de forma *on-line* e anônima. Dessa forma, o resultado apresentou conceitos e, principalmente, exemplos de situações relacionadas ao que foi discutido, demonstrando que a experiência de cada educando foi a responsável pela existência de tais conhecimentos prévios. A Figura 15 mostra que conceitos como quente e frio foram os que mais apareceram, sendo normalmente manifestados como opostos e utilizados para definir sensações térmicas.

---

<sup>12</sup> Optou-se por manter as marcas de oralidade ao realizar as transcrições.



educandos apresentavam conceitos subsunçores sobre calor específico e calor latente. Algumas evidências desses subsunçores foram manifestadas de maneira escrita durante a atividade experimental, igualmente utilizada como organizador prévio, a qual consistiu em aquecer diferentes substâncias para analisar a variação de temperatura de cada uma delas.

Durante essa atividade, os educandos responderam algumas questões. A primeira – “De que forma o calor (transferência de energia térmica) afeta os corpos?” – teve por objetivo identificar se os educandos conseguiriam relacioná-la com variação na temperatura (agitação molecular média). A segunda questão buscou encontrar conceitos relacionados a quantidades, indagando: “É possível um corpo receber mais energia térmica que outro e, mesmo assim, permanecer com temperatura menor? Justifique”. Na mesma direção, a pergunta “Em que situação do seu cotidiano pode ser importante ter conhecimentos sobre a variação de temperatura em diferentes materiais?” oportunizou aproximar os conceitos das realidades vivenciadas, possibilitando resgatar subsunçores que talvez não fossem manifestados naturalmente. Por fim, com o intuito de identificar conceitos mais específicos relacionados principalmente a calor latente, foi lançada a pergunta “Além de variação de temperatura, alguma outra mudança pode ocorrer em um corpo que recebe ou cede energia térmica?”.

De acordo com as respostas formuladas pelos educandos, foi possível evidenciar como conceitos subsunçores (Figura 16) a noção de que a transferência de energia térmica está diretamente relacionada com a agitação molecular, conseqüentemente com a temperatura de um corpo. Ficou evidente, também, que os educandos associam que o ganho ou a perda de calor influencia, respectivamente, no aumento ou na diminuição da temperatura. Ressalta-se que essa evidência foi encontrada em todas as respostas entregues ao professor pesquisador.

Figura 16 - Respostas da primeira questão aplicada no quinto encontro.

a)	<p> </p>
b)	<p> </p>
c)	<p> </p>
d)	<p> </p>

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No que se refere à segunda pergunta, constatou-se que os educandos tiveram certa dificuldade para respondê-la. Foi possível observar que, embora alguns (Figura 17) possuíssem conceitos subsunçores relacionados à questão, estes não estavam de acordo com os conceitos físicos. Em algumas respostas, os educandos mencionaram o conceito de equilíbrio térmico para explicar suas respostas, deixando evidente que o entendiam, entretanto não conseguiam relacionar a influência de determinada quantidade de energia térmica na variação de temperatura de diferentes materiais.

Figura 17 - Respostas da segunda questão aplicada no quinto encontro (I).

<b>a)</b> Não, pois eles sempre não buscam equilíbrio
<b>b)</b> não. Pelo fato de que ambos tendem a atingir equilíbrio térmico

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Ainda na segunda pergunta, outros educandos perceberam que há algumas variáveis que influenciam para determinar essa diferença de temperatura. Como demonstram as respostas contidas na Figura 18, ficou evidente que a situação inicial do corpo deve ser levada em consideração para determinar como será o seu estado final. Assim, esse grupo mostrou ter outros conceitos subsunçores, além dos já identificados.

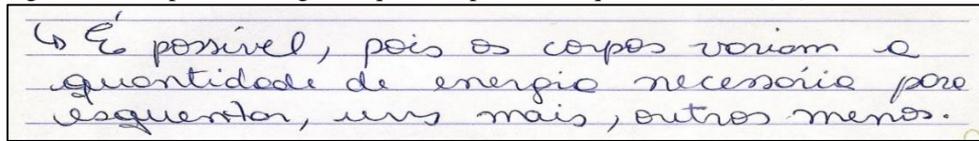
Figura 18 - Respostas da segunda questão aplicada no quinto encontro (II).

<b>a)</b> Ele pode estar com uma temperatura inicial muito menor
<b>a)</b> ② Sim, um corpo transfere energia para outros dois corpos com temperatura diferentes, se um estiver com a temperatura muito baixa, mesmo dando mais energia térmica, terá menos energia térmica

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Por fim, também na segunda pergunta, houve um caso isolado de um grupo que evidenciou possuir conceitos subsunçores acima do esperado na resposta (Figura 19). Os educandos demonstraram ter conhecimento claro de que corpos aquecem de maneiras diferentes mesmo com quantidades iguais de calor.

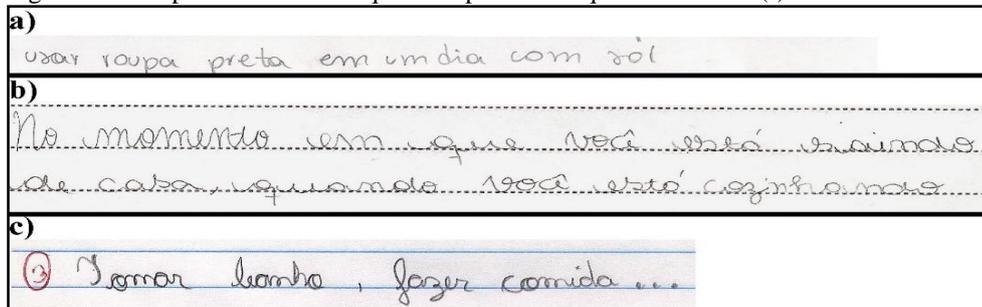
Figura 19 - Respostas da segunda questão aplicada no quinto encontro (III).



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Passando à análise da terceira questão, a maioria dos educandos conseguiu identificar a importância da variação de temperatura relacionada ao seu cotidiano. Como mostra a Figura 20, eles revelaram reconhecer essa relação em situações como sensação térmica corporal, em que diferenças de temperatura podem ocasionar desconforto e, ainda, que as roupas contribuem com essas sensações.

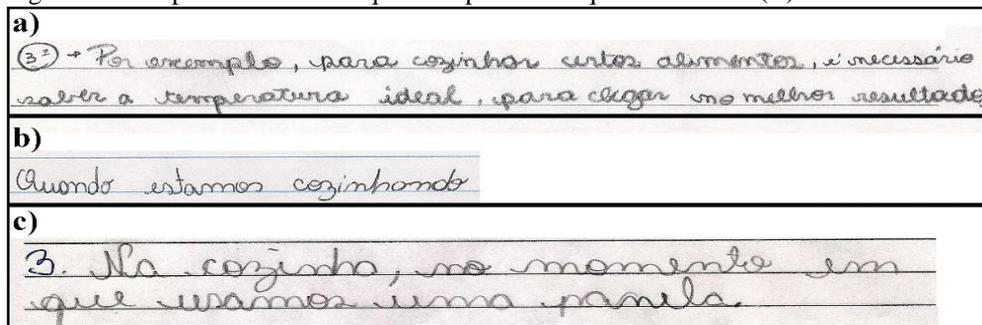
Figura 20 - Respostas da terceira questão aplicada no quinto encontro (I).



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A maioria das respostas apresentou relação com a cozinha, isto é, com a preparação e o armazenamento de alimentos, bem como com a utilização de utensílios para essas funções (Figura 21). Isso mostra que os educandos possuíam vivências anteriores que geraram aprendizagens, agora consideradas subsunções.

Figura 21 - Respostas da terceira questão aplicada no quinto encontro (II).

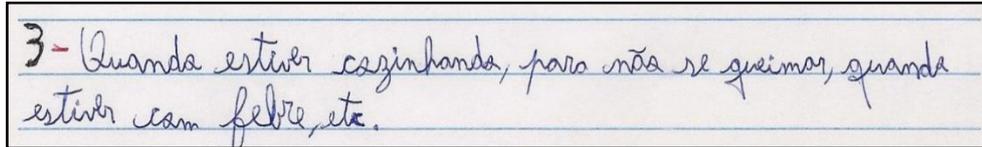


Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Uma das respostas, que também trouxe a relação com a cozinha, a expandiu, mencionando a segurança necessária para a pessoa não se queimar enquanto cozinha.

Entretanto, o que mais se destaca é a adição da relação com a febre (Figura 22), visto que esse conceito não havia aparecido em outras respostas, embora tenha sido muito relatado nas conversas provocadas pela atividade.

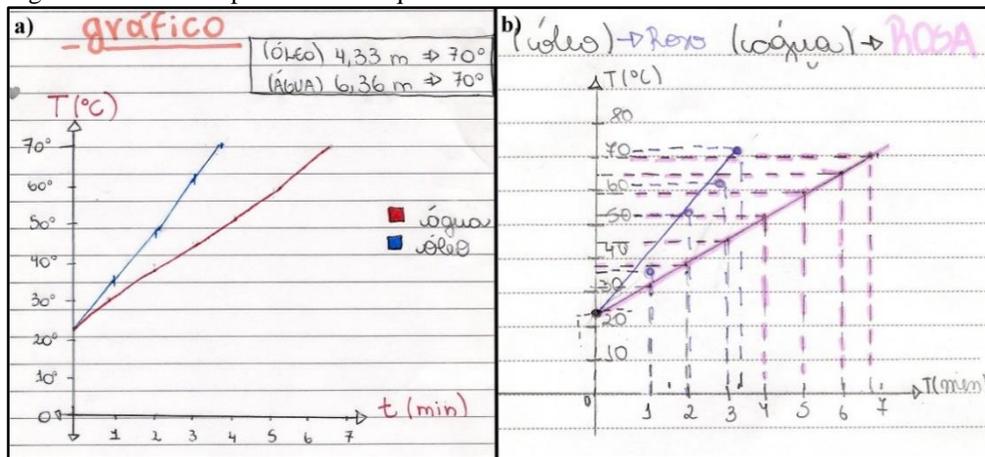
Figura 22 - Respostas da terceira questão aplicada no quinto encontro (III).



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Ainda, como resultado da atividade, os educandos produziram gráficos (Figura 23) para relacionar a variação de temperatura das duas substâncias. Esses gráficos os ajudaram a reorganizar seus conceitos subsunçores, que foram evidenciados ao longo da atividade, revelando, igualmente, que os educandos também possuíam conhecimentos referentes a essa forma de organização em sua estrutura cognitiva.

Figura 23 - Gráficos produzidos no quinto encontro.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

De acordo com os pressupostos de Ausubel, os conhecimentos prévios são elementos centrais para a construção do conhecimento, e a partir deles são encontrados os subsunçores que se tornarão ancoradouros do novo conhecimento.

As análises apresentadas, referentes às atividades produzidas pelos educandos, assim como aos relatos do professor pesquisador em seu diário de bordo, indicam que os educandos tinham conceitos subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva. Conceitos como calor, temperatura, quente e frio foram os mais recorrentes, no entanto, na maioria das vezes, não estavam cientificamente corretos. Já outros subsunçores, vinculados a calor sensível e calor

latente, estavam presentes em conceitos mais específicos, como mudança de fase e aquecimento de uma substância, porém pouco estruturados conceitualmente.

Diante da análise realizada nesta categoria, pode-se concluir que, na maior parte das vezes, ainda que nem sempre de maneira cientificamente correta, os educandos já apresentavam conceitos na sua estrutura cognitiva, permitindo que novos conhecimentos fossem ancorados, favorecendo, assim, uma aprendizagem significativa.

## **5.2 Predisposição para aprender**

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa parte do princípio de que o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. Como refere Ausubel (1973, apud MOREIRA, 2010, p. 08), essa pode ser a condição mais difícil de atingir, visto que estar predisposto a aprender significa “querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios”. Nesse sentido, Moreira (2010, p. 08) considera que tal condição se diferencia de motivação ou gosto pela matéria, pois o sujeito que aprende deve “se predispor a relacionar interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos”. Diante dessas ponderações, esta categoria analisa os materiais produzidos pelos participantes, assim como os relatos realizados nos encontros que foram registrados no diário de bordo do professor pesquisador, em busca de evidências que mostrem se os educandos estavam predispostos a aprender significativamente os conceitos desenvolvidos nos ciclos.

As primeiras evidências percebidas sobre a predisposição dos educandos para aprender significativamente por meio das atividades propostas foram encontradas nos registros no diário de bordo do professor pesquisador. No trecho que relata a aula do dia 06/09/2019, consta que os educandos se mostravam curiosos em relação aos materiais que iriam ser utilizados no encontro. A curiosidade potencializou a motivação dos educandos na relação dos materiais aos seus conhecimentos e àquilo que haviam estudado anteriormente.

No início da aula os estudantes ficaram curiosos ao perceber diferentes materiais em cima da mesa do professor. Alguns diálogos já iniciaram referentes ao que seria a atividade. [...]. Após o primeiro estudante participar, os demais já formaram fila para realizar a atividade experimental, buscando compreender suas concepções de sensação térmica e, principalmente, para participar do debate com os colegas que já haviam tentado explicar o que acontecia e por que acontecia. [...]. Os estudantes demonstraram estar motivados e envolvidos com a atividade proposta e tentavam a todo momento ligar esses materiais com os conteúdos que estudaram até o momento (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

Em outros trechos do diário de bordo também é evidenciada a predisposição dos educandos em aprender significativamente. No trecho transcrito abaixo, percebe-se a busca dos participantes pelo estabelecimento de relações entre os conteúdos estudados e situações do seu cotidiano.

Os estudantes começaram a compreender ainda mais a importância daquilo que estavam aprendendo quando relacionaram com situações do dia a dia em que essas explicações ajudariam na compreensão. As mesmas sensações foram relacionadas com: dar a mão para outra pessoa e sentir a mão fria, o contato com a torneira e a água gelada ao lavar a louça no inverno, a mão fria na água quente do chuveiro, os pés no piso gelado, as sensações de diferentes pessoas ao tomar banho... (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

Ainda, conforme o relato, os educandos demonstraram querer participar das atividades solicitadas e, também, discutir os conceitos que supostamente acreditavam saber. Porém, ao debater com os colegas, perceberam que era importante encontrar um denominador comum.

Ao utilizarmos a ferramenta Mentimeter para criar a nuvem de palavras, muitos conceitos foram enviados e foi possível perceber a preocupação dos estudantes antes do envio das palavras, referente a saber se os conceitos eram válidos ou não. Isso demonstrou que estavam motivados a participar e, principalmente, a ter uma participação efetiva e séria na busca de construir conhecimentos (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

À medida que discutiam os conceitos, alguns educandos os relacionavam a situações do dia a dia, enquanto outros passavam a perceber essa importância apenas após os relatos:

Nas discussões os estudantes perceberam que, na mesma turma, havia várias hipóteses para definir os conceitos que apareceram e que estes estão muito presentes no dia a dia de cada um. Foi possível perceber nesse instante que eles compreenderam a necessidade de saber conceituar cada definição e principalmente estavam muito ansiosos pelas respostas de tantos questionamentos. Concordando com essa percepção, um estudante falou: “acho difícil explicar por palavras, sem ajuda é difícil conseguir formular uma explicação”. Na sequência, quando perguntado onde tais conceitos estariam presentes, além dos exemplos que já haviam surgido na aula, apareceram as seguintes respostas: “cozinhar alimentos”, “preparar chá e café”, “fazer gelo”, “armazenar comida”, “aquecedores de ambiente”, “aquecimento de aparelhos”, “febre”, etc. Essas relações fizeram com que os próprios estudantes ficassem mais interessados em continuar aprendendo os conceitos discutidos (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

No encontro seguinte, constatou-se a predisposição logo no início da aula. De acordo com o registro do diário de bordo, transcrito abaixo, ao utilizarem a atividade em um simulador virtual, os educandos puderam observar e criar situações previamente pensadas referentes ao comportamento das moléculas e partículas, fato que estimulou a participação.

Ao interagir com o simulador conduzido pelas dúvidas dos estudantes, percebeu-se que o interesse aumentou devido às diversas possibilidades permitidas pela ferramenta. Ainda, alguns estudantes pediram se o simulador poderia ser acessado pelo aparelho celular e, quando respondido que sim, pediram permissão para realizarem simulações individuais. Essas simulações individuais eram compartilhadas com o restante do grupo para que pudessemos verificar simultaneamente. Ficou evidente nesse momento que a atividade através do simulador motivou os estudantes a buscar respostas sobre o que estavam aprendendo (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

Os registros do encontro do dia 13/09/2019 reiteram que os educandos estavam dispostos a compreender o conceito de calor, mais especificamente a sua unidade de medida. Também possibilitam perceber que os educandos conseguiram relacioná-lo com situações em que já haviam estudado essa grandeza.

Os estudantes se surpreenderam ao descobrir que a unidade de calor (cal) era uma grandeza de energia. Mais que isso, se empolgaram ao ler rótulos de embalagens de alimentos que haviam levado para o lanche na hora do recreio. Puderam relacionar a quantidade de calor estudada no momento com o valor energético apresentado nas embalagens, também utilizadas na sequência para discutir a relação entre Caloria e Joule. Alguns valores foram transcritos para a lousa, e a turma se animou em calcular a conversão entre as unidades para verificar a relação apresentada (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

O mesmo ocorreu quando relacionaram as diferentes escalas de temperatura: Celsius, Fahrenheit e Kelvin. No registro abaixo, evidencia-se que os educandos demonstraram estar dispostos a aprender como essas escalas surgiram, bem como a relação entre elas.

A curiosidade foi grande quando souberam da possibilidade de converter valores de uma escala para outra. A predisposição se tornou evidente quando os educandos imediatamente buscaram encontrar a temperatura atual em diferentes cidades espalhadas pelo mundo e apresentaram as informações para discutirmos no grande grupo (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

A predisposição é igualmente evidenciada nos registros do terceiro encontro, em que os educandos se mostraram empenhados na atividade, que consistiu em ler uma história em quadrinhos e resolver questões ao término da leitura.

A atividade do Questionário “Calor x Temperatura” foi realizada com dedicação dos estudantes. Receberam a atividade e se mostraram dispostos a procurar responder utilizando os conceitos de forma correta. Quando tinham dúvida de como formular uma resposta mais formal, pediam ajuda aos colegas, e foram assim construindo as respostas juntos (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 27/09/2019).

Outro exemplo do envolvimento dos educandos nas atividades propostas foi relatado no diário de bordo do professor pesquisador, no seguinte trecho:

A atividade final do primeiro ciclo foi desenvolvida em pequenos grupos, dispostos de acordo com os próprios estudantes. Esse encontro foi destinado para a realização da atividade, que foi desenvolvida mais rápido que o esperado, devido ao envolvimento dos estudantes. Fato que ficou evidente também no final da tarefa, em que alguns grupos, ao concluírem a tarefa, voltaram ao início da história em quadrinhos e a leram novamente, com “medo de deixar algum conceito de fora”, nas palavras de um estudante. Isso demonstrou o interesse e comprometimento deles com a atividade (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 04/10/2019).

Ainda no mesmo encontro, foi registrado no diário de bordo o seguinte relato de uma educanda, feito no final da aula: “Os quadrinhos são da tua pesquisa? Gostei das atividades dessa forma, é mais legal de fazer”. Outros relatos foram socializados durante os encontros, como o registro ocorrido na atividade experimental “Aquecendo as substâncias”:

Durante a montagem dos gráficos com os dados obtidos na atividade experimental, um estudante disse no meio das conversas: “que legal vir pra o laboratório, professor, eu nunca ia fazer isso na minha casa”. Essa fala, somada com o envolvimento do mesmo com a atividade e o empenho constante dos colegas trabalhando juntos para realizar a atividade, coletar dados, anotar as informações e montar o gráfico, gerou uma satisfação pessoal, por evidenciar que naquele momento estavam querendo realmente aprender (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 11/10/2019).

Nesse mesmo sentido, o registro a seguir, transcrito do diário de bordo do professor pesquisador, mostra que foi visível a motivação dos educandos com as atividades experimentais, as quais contribuíram para estimular a busca pela resposta, motivando o aprendizado pela via da curiosidade. Isso porque os educandos demonstravam querer aprender sobre o que estava sendo realizado, e não apenas interagir como “diversão”.

Os estudantes se envolveram bastante com as atividades práticas realizadas durante a aula, tanto a de calor sensível quanto a de calor latente. A aula foi bem produtiva porque teve o interesse dos estudantes, e isso contribuiu para a aprendizagem. A participação e as discussões geradas em grupo ficaram bem mais evidentes nessa aula que teve mais atividades experimentais do que outras formas de atividades (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 25/10/2019).

A análise desta categoria revela que, em diferentes etapas de cada ciclo, foi possível perceber que a motivação e a predisposição estiveram presentes nos educandos. Nas diversas situações apresentadas, a proposta foi capaz de motivá-los, de instigá-los para a aprendizagem, e, de acordo com Ausubel (1973), essa é uma das condições necessárias para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Esses indícios foram encontrados na participação durante as atividades experimentais, as discussões, as atividades desenvolvidas em grupo e, principalmente, na manifestação da

curiosidade ao estarem ampliando seus conhecimentos. Portanto, de acordo com os dados obtidos e analisados, os educandos se comprometeram e participaram das atividades propostas, ou seja, demonstraram estar predispostos a aprender, condição que favorece sua aprendizagem significativa quanto aos conceitos abordados.

### **5.3 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa**

De acordo com Ausubel (1973), para a aprendizagem ocorrer de forma significativa, os conceitos devem ser desenvolvidos, elaborados, comparados e diferenciados em decorrência de dois processos principais. Esses processos, denominados de “diferenciação progressiva” e “reconciliação integrativa ou integradora”, ocorrem de forma simultânea, pois, se ocorrer apenas a diferenciação dos significados, esses acabam resultando em uma percepção de que tudo é diferente, todavia, se ocorrer somente a integração dos significados, tudo parecerá igual (MOREIRA, 2010).

O primeiro processo consiste em atribuir novos significados a um dado subsunçor já existente através de sucessivas interações, onde “vai, progressivamente, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas” (MOREIRA, 2010, p. 06). Dessa forma, os conceitos gerais e mais abrangentes devem ser apresentados primeiro para, posteriormente, serem desdobrados em conceitos mais específicos e exclusivos. Na tentativa de evidenciar se os educandos participantes da proposta foram capazes de diferenciar progressivamente e reconciliar integrativamente os conceitos abordados, esta categoria visou procurar evidências de tais conceitos presentes nas atividades produzidas pelos educandos e também nos registros do diário de bordo do professor pesquisador.

Alguns indícios da ocorrência de uma diferenciação progressiva são encontrados nos relatos presentes no diário de bordo do professor pesquisador. O trecho transcrito abaixo demonstra que os educandos conseguiram diferenciar cientificamente conceitos que eram compreendidos como sinônimos no início do ciclo.

Ainda nessa mesma aula, após algumas discussões acerca dos conceitos que estavam sendo construídos, perguntei aos estudantes qual era então a função de um termômetro (que havia sido um dos primeiros conceitos evidenciados como subsunçores). A resposta relatada por alguns estudantes foi praticamente a mesma, que entre outras palavras se resumiram à seguinte: “termômetro é utilizado para medir apenas temperatura, que é a agitação das moléculas dos corpos”. Nesse momento eles conseguiram definir a função do termômetro sem utilizar o termo “calor”, mostraram que conseguiram diferenciar calor e temperatura (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

Em outros registros, percebe-se que a diferenciação continuou ocorrendo em diversos momentos ao longo do desenvolvimento dos ciclos. Os conceitos de quente e frio foram sendo diferenciados progressivamente e, como mostram os registros abaixo, foram citados fora do senso comum, tornando evidente a sua diferenciação.

Durante as discussões chamou atenção a fala de uma estudante afirmando que um cobertor esquentava. Aproveitei a oportunidade e questionei os estudantes quanto a essa fala, se poderíamos dizer que um cobertor é quente. Antes de responderem, pedi que para lembrarem dos conceitos que já haviam sido discutidos. Em seguida um estudante afirmou que “quente” é uma sensação e que “o cobertor não fornece energia para o corpo”. Outro estudante disse que o cobertor apenas “isola a pessoa do frio”. Perguntei o que era o frio, imediatamente responderam que é algo com baixa temperatura, “algo que absorve calor do corpo” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

Por meio do questionário “calor x temperatura”, foram propostas aos educandos perguntas que exigiam conhecimento de conceitos específicos para serem respondidas. Como se constata nas respostas da primeira questão (Figura 24), a maioria conseguiu responder de acordo com o esperado, demonstrando, assim, que a diferenciação progressiva havia ocorrido. Percebe-se que os educandos conseguiram identificar que o termo “calorão” estava empregado de forma equivocada, em decorrência do senso comum. A partir disso, também foram capazes de expressar a definição de calor, além de utilizar corretamente outros conceitos para reescrever a frase de maneira correta cientificamente.

Figura 24 - Respostas da primeira questão aplicada no terceiro encontro.

1) Cascão utiliza o termo "calorão" para expressar o que está sentindo no momento. A partir do real conceito de calor, o emprego da palavra "calorão" está correto? Por quê?

Não está certo. Usamos a palavra "calor" pra expressar uma sensação que temos como algo quente, mas como estudamos, Calor significa, na verdade a troca de energia térmica entre corpos

errado, pois conceito de calor não é elevação de temperatura mas sim transferência de energia térmica

o correto seria: "a temperatura está elevada".

Não, porque ele se refere a ela como uma sensação, e na física significa troca de energia

Não, o emprego da palavra calor não está correto, uma vez que calor não é uma sensação. A palavra "calor" se refere à transferência de energia térmica entre corpos devido à sua diferença de temperatura.

Não, pois calor é uma forma de energia, é a transferência de energia térmica de um corpo a outro devido à diferença de temperatura. O corpo de Cascão está ganhando energia, por isso a "sensação de calor".

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Ainda na mesma atividade, a segunda pergunta confirmou que a diferenciação progressiva havia se efetivado. De acordo com os dados da Figura 25, a maioria dos

educandos conseguiu compreender de forma correta o conceito de temperatura, pois especificaram esse conceito como a agitação molecular, sugerindo terem compreendido o conceito. Além disso, as mesmas respostas demonstraram que houve a compreensão da relação existente entre temperatura e agitação molecular, pois evidencia-se nas respostas que o aumento da agitação resulta no aumento da temperatura.

Figura 25 - Respostas da segunda questão aplicada no terceiro encontro.

2) Na última fala, Franjinha quer saber a temperatura de cada lugar. O que ele quer dizer com "temperatura"?

É a grandeza que pode ser medir o grau da agitação térmica de um corpo, quanto maior agitação maior será a temperatura de um corpo, e quanto menor a temperatura for menor será a agitação.

e a agitacao de particulas no ar normalmente em C° que leva em conta o ponto de fusao e ebulicao da agua.

Ele quer saber qual lugar tem a temperatura mais baixa, com temperatura, ele quer dizer, qual lugar tem menos agitação de moléculas

Agitação molecular média

Na última fala, o personagem Franjinha está se referindo ao grau de agitação das partículas presentes em ambos os ambientes. É isto que Franjinha quis dizer com "temperatura".

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No mesmo sentido, os dados apresentados na Figura 26 mostram que os educandos também diferenciaram as escalas de temperatura mais conhecidas. As respostas indicam que os participantes alcançaram a compreensão de que as escalas foram criadas tendo diferentes referências e, por isso, algumas possuem valores negativos em suas medidas, enquanto outras, somente valores positivos.

Figura 26 - Respostas da quarta questão aplicada no terceiro encontro.

4) Na Antártica, "a temperatura chega a até 70 graus negativos". A temperatura foi informada sem unidade de medida. Com base nos estudos anteriores, quais são as unidades termométricas que podem representar esse valor?

Celsius e Fahrenheit

Fahrenheit e Celsius.

Graus Celsius e Fahrenheit.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Mais adiante, as respostas à sexta questão evidenciam que os educandos conseguiram estabelecer a diferença entre o conceito de calor cientificamente correto e a interpretação do

fenômeno pelo senso comum. Na atividade denominada “fazer frio”, de acordo com os dados expostos na Figura 27, os participantes puderam expressar a compreensão de que frio é uma sensação e que o correto é fazer referências a altas ou baixas temperaturas.

Figura 27 - Respostas da sexta questão aplicada no terceiro encontro.

ó) É correto afirmar que no Polo Norte e no Polo Sul “faz” frio?

Não, pois frio é uma palavra para facilitar o entendimento da sensação térmica, o correto é falar que a temperatura é baixa.

Não, o certo é dizer onde existe uma menor temperatura.

Não, pois o correto é afirmar que a temperatura é baixa e não que é frio.

Não, pois o frio é uma sensação q varia de cada corpo.

Não, é incorreto afirmar que no Polo Norte e no Polo Sul “faz” frio. Isto se deve ao fato de que frio é uma sensação. Por exemplo, o que é frio para um ser humano, pode não ser frio para um pinguim.

não, pois não esta frio, frio é a sensação que ele esta sentindo, e sim é a temperatura que esta baixa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

De acordo com Moreira (2010, p. 06), reconciliação integrativa é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva que consiste em “eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações”. Segundo ele, quando se aprende de maneira significativa, é necessário progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos, a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder à reconciliação integradora. Isto é, os conhecimentos apresentados de maneira específica precisam estar interligados; após serem diferenciados, devem estabelecer relações através de características em comum de similaridades e diferenças.

Nesse sentido, conforme as respostas à terceira pergunta do questionário (Figura 28), além da diferenciação progressiva, evidenciada a partir da definição de termômetro, os educandos demonstraram ter compreendido o conceito de equilíbrio térmico. Novamente a diferenciação progressiva foi confirmada, entretanto nesse momento eles conseguiram promover a reconciliação integrativa simultaneamente. Tal fato é constatado na relação entre os conceitos de termômetro, temperatura e equilíbrio térmico, em que utilizavam um conceito na tentativa de definir o outro. Isso corrobora os pressupostos de Ausubel, ao considerar que, após serem diferenciados, os conceitos precisam se relacionar através de similaridades e diferenças.

Figura 28 - Respostas da terceira questão aplicada no terceiro encontro.

3) No trecho abaixo, Cascão remete o termômetro a uma pessoa doente. Sabe-se que esse instrumento auxilia a identificar se uma pessoa apresenta temperatura corporal diferente da normal. Explique qual o princípio do funcionamento do termômetro e como ocorre o processo para medir a temperatura do corpo.

Usa-se o termômetro para medir o grau de agitação das moléculas de um corpo. Sendo mais comum o termômetro de mercúrio, que é capaz de determinar a temperatura pela expansão do material depois de alcançar o equilíbrio térmico com o corpo

Para podermos ter a certeza da medida correta, esperamos a medida do aparelho ficar constante. No momento de espera o termômetro tem que atingir um equilíbrio térmico. No equilíbrio térmico as temperaturas do bulbo com o corpo da pessoa serão as mesmas.

O termômetro funciona a partir do equilíbrio térmico entre o líquido ou a ponta e o corpo da pessoa, esse fenômeno se dá porque os dois corpos buscam estabilidade obtendo a mesma temperatura. Após o termômetro e o corpo obterem a mesma temperatura visualizamos no termômetro até que marca do termômetro o líquido vai.

O termômetro funciona com o princípio de equilíbrio térmico, ou seja, ao ser colocado em contato com um corpo, com o passar do tempo ele atinge o equilíbrio térmico com este corpo, fazendo com que a substância termométrica se dilate ou contraia, quando isso ocorrer ela indicará um valor.

Equilíbrio térmica e dilatação térmica, colocar em contato com o corpo e aguardar um determinado tempo .

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Ainda em relação à definição de termômetro, destaca-se um relato contido no diário de bordo do professor pesquisador, o qual demonstra que, a partir das discussões sobre os conceitos, durante o encontro do dia 27/09/2019, efetivou-se a sua reconciliação integrativa. Em outras palavras, os dados indicam que os educandos relacionaram as temperaturas dos diferentes corpos envolvidos na troca de calor para atingir o equilíbrio térmico e a sua influência no processo.

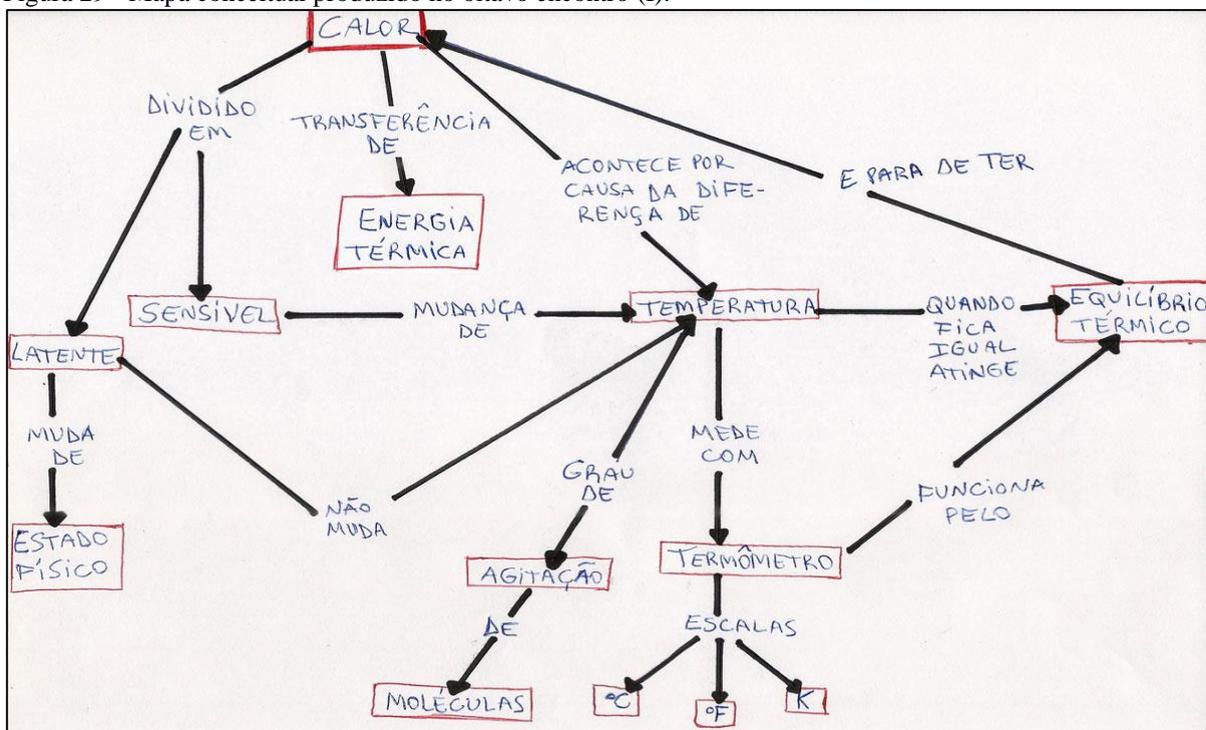
Sobre o termômetro, ao explicar que seu funcionamento parte do princípio de que este entra em equilíbrio térmico com o corpo que está em contato, um estudante manifestou a sua dúvida, demonstrando que estabeleceu ligações entre os conceitos: “mas daí não ficaria um pouco menor (a temperatura de equilíbrio) porque o termômetro tá mais frio (menor temperatura)?” Sendo assim, foi explicado que a troca é minimizada no termômetro, devido ao seu material e à sua massa. Ainda dentro do assunto surgiu uma afirmação manifestada por um estudante: “no termômetro o líquido se expandiu porque ficou mais agitado, isso ocorre pela ‘soltura’ das moléculas”. O termo “soltura” utilizado pelo estudante foi relatado pelo impulso e principalmente porque no momento a conversa não exigia a conceitualização formal, entretanto ficou evidente que o mesmo conseguiu reconciliar os conceitos (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 27/09/2019).

Outras evidências do processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa foram verificadas nos mapas conceituais desenvolvidos pelos educandos no novo encontro do

segundo ciclo. Esses materiais, de acordo com Moreira (2012), podem auxiliar na avaliação da aprendizagem significativa, seguindo os pressupostos de Ausubel. Os mapas conceituais são estratégias que podem ser utilizadas para identificar de que forma os conceitos estão organizados sequencialmente na estrutura cognitiva do educando, mediante a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Além disso, esses recursos auxiliam na identificação de ligações explícitas entre os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva e os adquiridos com novos significados.

Um dos mapas conceituais (Figura 29) demonstra, em razão da sua estrutura, que o educando conseguiu diferenciar os conceitos partindo do mais geral para os mais específicos, uma aparente verticalização das ligações. A reconciliação integradora, por sua vez, faz-se notar, entre outras formas, pelas ligações horizontais estabelecidas entre alguns conceitos, como, por exemplo, calor e temperatura. No mesmo mapa, é possível observar a relação de que o calor ocorre devido a diferenças de temperatura entre corpos, assim como a de que o termômetro, que é um instrumento de medida de temperatura, mostra uma temperatura após atingir o equilíbrio térmico, ou seja, quando cessa a transição de calor.

Figura 29 - Mapa conceitual produzido no oitavo encontro (I).

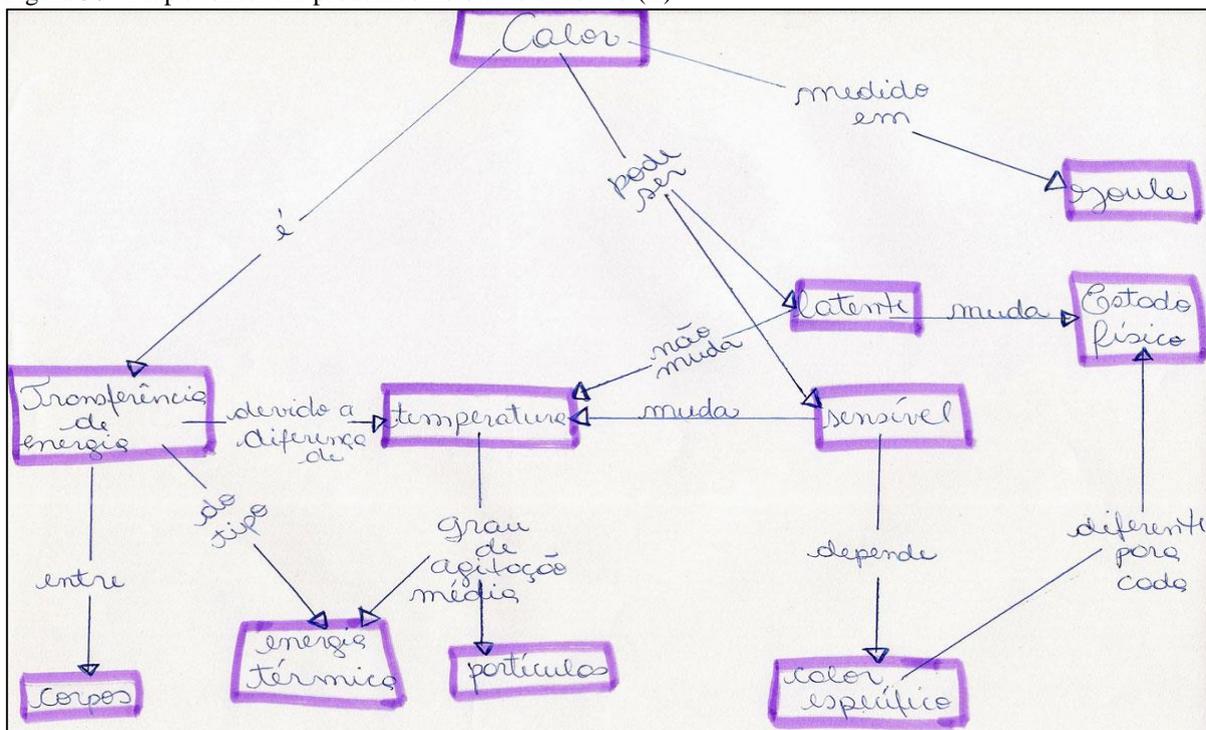


Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Em outro mapa conceitual (Figura 30), evidencia-se a reconciliação de conceitos como calor sensível e calor latente com temperatura, assim como de calor específico com os estados

de agregação da matéria utilizados como exemplo do calor latente. As ligações horizontais demonstram que o educando relacionou calor sensível com a variação de temperatura e calor latente com a não variação, isto é, temperatura constante. Isso mostra que a reconciliação entre tais conceitos ocorreu na sua estrutura cognitiva.

Figura 30 - Mapa conceitual produzido no oitavo encontro (II).



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Os resultados analisados nesta categoria conduzem à conclusão de que os ciclos desenvolvidos foram capazes de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos temas estudados. Para Ausubel (1973), a diferenciação progressiva ocorre quando os conceitos são apresentados do mais geral para os mais exclusivos, fato que ficou evidente por meio da análise dos materiais, os quais demonstram ter ocorrido, inicialmente, a discussão e compreensão dos conteúdos mais gerais e abrangentes, como evidenciado nos relatos e nas atividades. Os educandos conseguiram diferenciar conceitos como calor e temperatura, que no senso comum muitas vezes são entendidos como sinônimos. Isso mostra que a estrutura cognitiva apresenta uma organização hierárquica de conceitos, visto que, aos poucos, os mais específicos também foram diferenciados, como calor sensível, calor latente, equilíbrio térmico, entre outros.

Posteriormente, ocorreu a reconciliação integrativa dos conceitos, que, de acordo com Ausubel (1973), é o momento em que os conceitos já diferenciados são comparados. Essas

relações foram encontradas tanto nos mapas conceituais quanto na fala dos educandos, em que puderam expressar que, mesmo sendo diferentes, os conceitos revelam relações em comum.

#### **5.4 Aplicação em novos contextos**

Na concepção de Ausubel (1973), a avaliação da aprendizagem significativa implica um enfoque diferente da considerada mecânica, em que predominam, quase que exclusivamente, a memorização e a repetição. Segundo ele, é preciso avaliar a compreensão, a captação de significados e, principalmente, a capacidade de transferir o conhecimento adquirido a novos contextos, isto é, a situações novas, não conhecidas, não rotineiras. Para que isso ocorra, Moreira (2010) considera que essas situações novas devem ser apresentadas progressivamente, ao longo de todo processo de construção da aprendizagem, pois só assim seria possível incluí-las também nas avaliações.

Portanto, a avaliação deve focar na busca por evidências de aprendizagem significativa, em vez de simplesmente querer determinar se esta ocorreu ou não. Esse modo de avaliar está de acordo com Moreira (2010, p. 24), quando afirma “é importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique suas respostas”.

Fundamentada nessas concepções, a presente categoria visa identificar se os estudantes foram capazes de externalizar os conceitos aprendidos, isto é, se conseguiram aplicar os conceitos estudados ao longo da implementação da proposta em contextos diferentes daqueles utilizados nos ciclos. Esses novos contextos foram criados por meio de atividades cuja realização demandava essa transposição, que também foi necessária para os relatos manifestados durante os encontros.

Os indícios de aprendizagem significativa, por serem evidenciados através da aplicação de conceitos em novos contextos, podem surgir em diferentes etapas dos ciclos desenvolvidos. Esse fato é constatado nos relatos do diário de bordo do professor pesquisador. No trecho transcrito a seguir, um estudante relaciona o conceito de agitação molecular média com a reação muscular do corpo que treme quando sente frio. O exemplo fornecido pelo educando indica que ele conseguiu associar esse tremor com a necessidade de aumentar a temperatura corporal, demonstrando ter compreendido que uma maior agitação resulta em maior temperatura.

Estávamos falando sobre corpos com diferentes temperaturas, que significa diferente agitação molecular média das partículas, quando um estudante faz um questionamento frente à turma: “por isso que a gente treme quando tem frio?” Sua pergunta demonstrou que ele conseguiu relacionar os conceitos aprendidos dentro da sala de aula com uma situação nova, dentro de sua vivência. Para buscar compreender até onde o estudante poderia aprofundar essa aplicação do conceito, perguntei o que significava “tremor os músculos”. O mesmo estudante respondeu que era agitá-los. Perguntei ainda no que uma maior agitação resulta, e ele respondeu: “um aumento de temperatura” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

No mesmo sentido, foi expandida pelos educandos a relação entre os conceitos que estavam sendo construídos a partir de exemplos de objetos e corpos estáticos. Novamente os participantes relacionaram os conceitos estudados nos ciclos com as sensações do corpo humano e, depois, com a escolha de materiais para a construção de casas em alguns países. Como mostra o trecho do diário de bordo transcrito abaixo, os educandos conseguiram estabelecer a relação entre o conceito de isolante térmico e a necessidade do homem de sobreviver a baixas temperaturas, tanto no instinto de arrepiar os pelos quanto no processo de construir abrigos.

Ainda sobre a relação entre temperatura e corpo humano, uma estudante perguntou se arrepiar os pelos tinha a ver com o aumento de temperatura também. Respondi que o instinto de ouriçar as penas (no caso das aves) ou pelos (no caso dos mamíferos) tem como objetivo criar uma camada de ar ao redor do corpo. Na sequência da resposta já realizei outra pergunta, que consistiu em explicar no que essa camada de ar seria útil e, conduzindo os estudantes, chegamos à definição de que essa camada, em decorrência do ar, se torna um pequeno isolante térmico. E novamente uma pergunta surgiu: “como as paredes duplas de casas nos filmes?” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

Em outro trecho do diário de bordo do dia 13/09/2019, consta o relato de um educando que comentou ter assistido a um filme de ficção científica em que aparecem conceitos de energia térmica, calor e temperatura. Por meio desse relato, que demonstra o estabelecimento de relações dos conceitos estudados no encontro com uma situação nova, também se verifica a aplicação do conceito de equilíbrio térmico. Isso ocorre por meio de uma pergunta realizada pelo educando, que duvidou de uma cena do filme em razão de inconsistências científicas encontradas em relação aos conhecimentos adquiridos.

Após definirmos os conceitos de equilíbrio térmico, onde corpos com diferentes temperaturas cedem ou recebem calor até atingirem a mesma temperatura, uma estudante relatou uma situação que havia visto: “assisti um filme que, no espaço, vi que a mulher tinha uma roupa e rasgou, congelando o braço dela. Mas como é que ia congelar se não tem nenhum outro objeto pra absorver a energia que tem nela?”. Esse relato demonstrou que ela conseguiu aplicar os conceitos estudados na aula de hoje e nas anteriores em uma situação diferente, em um novo contexto (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

No encontro do dia 18/10/2019, os educandos realizaram uma atividade experimental para conceituar calor específico, com o objetivo de compreender como uma mesma quantidade de calor recebida por corpos diferentes pode resultar em diferentes variações de temperatura. Como demonstra o trecho do diário de bordo transcrito abaixo, durante a interação com a atividade, os educandos aplicaram o conceito a diferentes contextos por eles vivenciados fora da sala de aula. Destaca-se, nesse sentido, uma fala que menciona a relação existente entre o aquecimento da areia e da água em uma praia, apontando para indícios de aprendizagem significativa de calor sensível e calor específico, que são a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de uma substância de acordo com sua massa.

A atividade experimental de calor específico, onde foram colocados em contato com o fogo um balão com água e outro com areia, os estudantes viram que diferentes substâncias precisam de diferentes quantidades de energia térmica para variar a temperatura. Um estudante falou que, na sua casa na praia, percebe no verão que “a areia esquenta bem mais rápido do que a água”, relacionando a atividade com uma situação da sua vivência (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 18/10/2019).

Em outro momento, os educandos conceituaram termômetro, através dos princípios de funcionamento, e também as escalas mais comuns. Após a discussão sobre as escalas, principalmente a Celsius, cujos pontos 0° e 100° são atribuídos à temperatura de ebulição e vaporização da água, foi explicada a influência da altitude na obtenção dessas informações. Em seguida, como mostra o trecho do diário de bordo transcrito abaixo, um indício de aprendizagem significativa é observado no momento em que um educando manifesta sua compreensão acerca do conceito em uma situação nova. O educando consegue estabelecer relações do conceito com o cozimento de alimentos, que se altera devido ao ponto de ebulição, de modo a indicar que o conceito foi ampliado, estabelecendo novas ligações na sua estrutura cognitiva.

Na discussão sobre termômetros, foi explicado que a escala Celsius foi atribuída com pontos definidos a partir da ebulição e vaporização da água no nível do mar. Um estudante perguntou: “professor, aqui com uma atmosfera menor seria mais rápido pra vaporizar. Então se a gente fosse pros países baixos, que é menos que o nível do mar, seria mais difícil de vaporizar?”. Dessa forma conversei com os estudantes e expliquei que sim, essa relação seria tanto para maiores altitudes quanto para menores. Outro estudante então perguntou: “então tá errado falar que o *miojo* cozinha em 5 minutos, porque pode variar?”. Novamente a resposta foi discutida com os estudantes (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 18/10/2019).

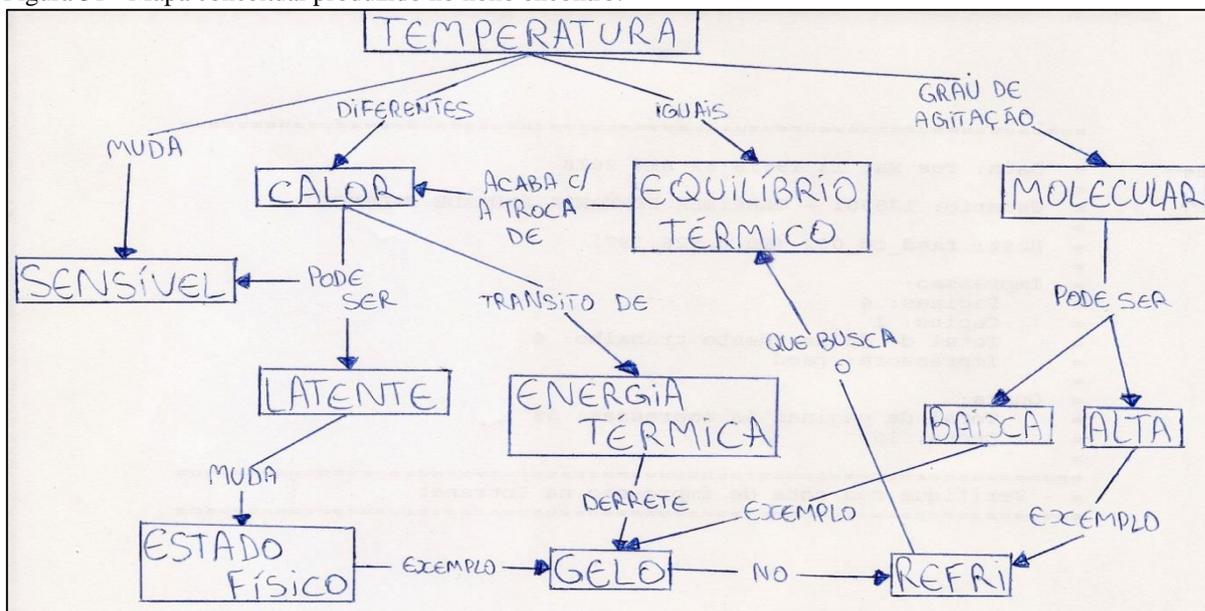
Outros indícios de aprendizagem significativa são encontrados nas respostas às questões sobre “calor específico das substâncias” (APÊNDICE K), cujo objetivo foi proporcionar aos educandos a oportunidade de relacionar os conceitos estudados a situações

novas, diferentes daquelas em que foram apresentados durante a implementação dos ciclos. De acordo com os dados abaixo, contidos no diário de bordo do professor pesquisador, na atividade, os educandos conseguiram estabelecer relações entre calor específico e situações referentes a um novo contexto. Afinal, por meio de suas respostas, demonstraram ter diferenciado as propriedades de variação de temperatura do ferro e alumínio, além de identificarem em quais situações é melhor utilizar um material com alto ou baixo calor específico, como na culinária, contexto proposto nas questões.

Durante as questões discutidas em grupos algumas respostas se destacaram: 1) “Alumínio, porque tem maior calor específico”. 2) “Ferro, pois tem menor calor específico, assim precisa menos calor, aquecendo mais rápido”. 3) “Alumínio, pois assim como leva mais tempo para aquecer leva mais tempo para esfriar, o que tende a permanecer com a comida na temperatura que está”. 4) “Pois tem alto calor específico, precisa bastante energia pra esquentar pouco, assim consegue absorver bastante calor e variar pouco a temperatura” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 25/10/2019).

Também demonstram indícios de uma aprendizagem significativa os mapas conceituais produzidos pelos educandos na quarta etapa do segundo ciclo, nos quais ficaram evidenciadas a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Nesses materiais, observam-se alguns exemplos de aplicação dos conceitos em situações que não haviam sido especificamente apresentadas nos encontros. O mapa conceitual apresentado a seguir (Figura 31) mostra essa aplicação no momento em que relaciona calor latente e equilíbrio térmico com o gelo colocado em uma bebida.

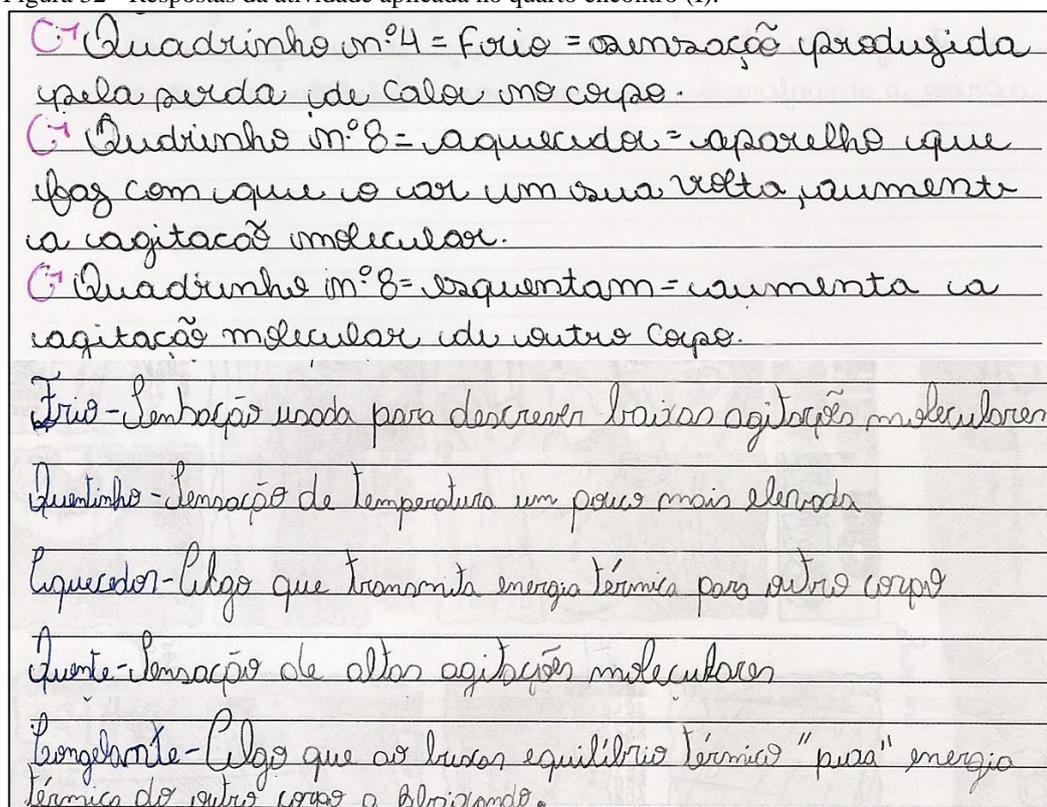
Figura 31 - Mapa conceitual produzido no nono encontro.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Como já mencionado no relato da implementação da proposta, na última etapa do primeiro ciclo desenvolvido, os educandos realizaram uma atividade para buscar indícios de aprendizagem significativa. O objetivo desse momento foi identificar, em uma história em quadrinhos, os conceitos aprendidos durante os encontros, averiguando se estavam sendo empregados de forma correta. Como se percebe na Figura 32, ao realizarem a atividade, os educandos foram capazes de identificar os conceitos e, principalmente, apontar seu uso correto e o significado empregado em novos contextos,

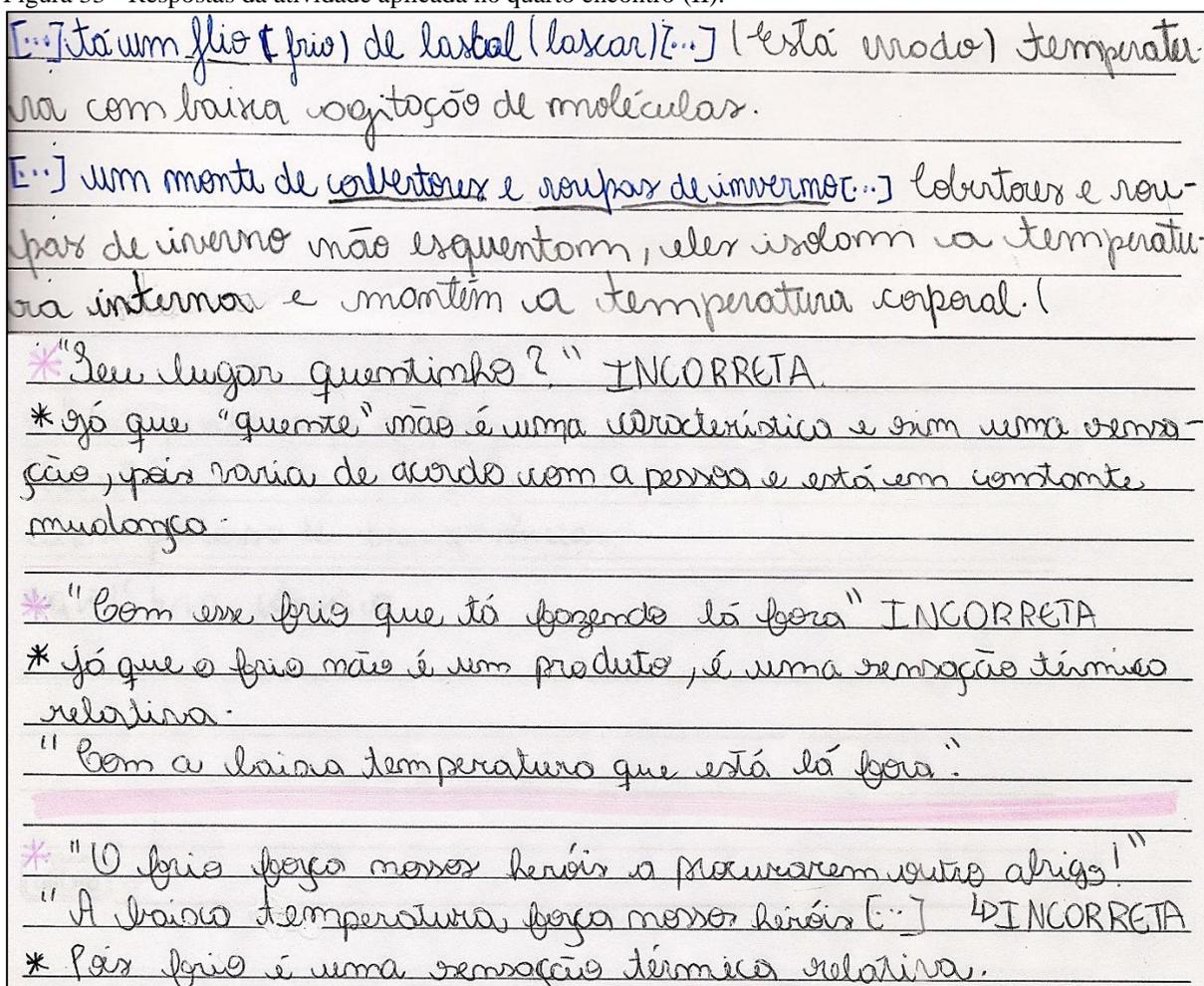
Figura 32 - Respostas da atividade aplicada no quarto encontro (I).



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na mesma atividade, os educandos também conseguiram reconhecer os conceitos que foram empregados de forma equivocada, a partir do senso comum. Suas respostas, apresentadas na Figura 33, mostram indícios da ocorrência de aprendizagem significativa, visto que os conceitos foram compreendidos mesmo quando inseridos em uma situação nova. Nas respostas a seguir, demonstram ter assimilado o sentido correto do conceito frio como uma sensação, identificando que a expressão estava sendo utilizada de forma equivocada nas situações propostas. Do mesmo modo, fica evidenciada a compreensão acerca dos isolantes térmicos, considerando o argumento de que a efetiva função de um cobertor é evitar a troca de calor entre o corpo protegido e o meio externo.

Figura 33 - Respostas da atividade aplicada no quarto encontro (II).



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A análise apresentada permite concluir que os educandos conseguiram transferir os conhecimentos construídos para contextos diferentes, uma vez que as atividades propostas envolveram situações que, para serem solucionadas, exigiam a expansão dos conceitos. Tal evidência vai na direção das concepções de Ausubel (1980), ao afirmar que há indícios de aprendizagem significativa quando um conceito aprendido passa a estabelecer novos significados na estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-se expansível.

Ainda, os resultados demonstram que os conceitos foram diferenciados em diversos momentos, das atividades às discussões realizadas, confirmando que a aprendizagem ocorreu ao longo de todo o processo de construção do conhecimento, e não apenas em uma etapa específica. Dessa forma, a análise aponta que os ciclos desenvolvidos proporcionaram uma interação entre os conceitos subsunçores dos educandos e os novos, resultando, assim, em uma ampliação da sua estrutura cognitiva.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado nesta dissertação buscou desenvolver uma proposta para ensinar conceitos de termologia a educandos do 9º ano do Ensino Fundamental a partir de suas próprias experiências vivenciadas. A proposta, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, e estruturada metodologicamente com base no Ciclo de Aprendizagem Experiencial, de David Allen Kolb, resultou em um produto educacional que representa um material de apoio para professores de Física da Educação Básica.

O estudo originou-se a partir da constatação de que, atualmente, o ensino de Ciências/Física encontra-se distante da realidade dos educandos e ainda ocorre mediante o estímulo da memorização de conceitos, sem sua efetiva compreensão. Tais fatos, que são fruto das cobranças realizadas nos métodos de avaliação, levam a Física, mais especificamente, ser considerada difícil e com pouco sentido. Por esse motivo, os PCNs recomendam que o ensino de Ciências, na etapa do Ensino Fundamental, deve proporcionar ao educando meios para que se torne cidadão responsável e participativo na sociedade, a fim de responder às necessidades do mundo atual. Além disso, o documento sugere que o professor busque situações significativas na vivência dos educandos para formular atividades instigadoras (BRASIL, 1998).

Algumas metodologias desenvolvidas nas últimas décadas vêm se apresentando como alternativas para atender às recomendações educacionais e, também, para que se possa progredir na forma de ensinar e aprender. Entre elas, destaca-se a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, que parte do princípio de que toda aprendizagem pode se tornar significativa quando ancorada em conhecimentos relevantes já presentes na estrutura cognitiva do educando. Além disso, algumas condições devem ser respeitadas para que essa aprendizagem seja gerada, resultando, assim, em um conhecimento com significado e expansível. Outra metodologia, denominada de Ciclo de Aprendizagem Experiencial, desenvolvida por Kolb, destaca-se por considerar, igualmente, que a aprendizagem ocorre através da experiência vivenciada, isto é, toda experiência pode servir como ponto de partida para novas aprendizagens, desde que seja utilizada mediante uma organização de etapas que levam à ampliação dos conhecimentos.

No que concerne à aproximação entre as metodologias citadas, o fato de ambas tomarem por base o que já é de conhecimento do educando – e, a partir disso, recomendarem estratégias que possibilitem a aprendizagem de novos conceitos – tornou possível estabelecer relações entre seus principais conceitos. Nesse sentido, a proposta apresentada buscou

oferecer uma metodologia alternativa para o ensino de termologia a partir do CAE, de Kolb, fundamentada na TAS, de Ausubel. Considerando essa proposta, buscou-se investigar a promoção da aprendizagem significativa nos educandos a partir de uma sequência didática que une os pressupostos da TAS estruturados pelo CAE, identificando, assim, as contribuições para identificar os conceitos subsunçores, atender à condição de predisposição dos educandos, promover a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, bem como examinar a aplicação dos conceitos em novos contextos.

A proposta demonstrou que metodologias baseadas na utilização de experiências vivenciadas e, principalmente, que sejam de interesse dos educandos são essenciais para desenvolver seu interesse e sua participação no processo de aprendizagem. Por isso, é fundamental que sejam utilizadas em sala de aula metodologias que propõem uma aprendizagem a partir desses conceitos já existentes, como é o caso da TAS. Sendo assim, os encontros da implementação da sequência didática evidenciaram que os educandos se mantiveram envolvidos com as atividades propostas, discutindo ideias e conceitos em relação à termologia relacionados com situações cotidianas. Durante os encontros, o interesse em aprender os conceitos apresentados e a motivação em buscar respostas para as perguntas surgidas mostraram-se constantes ao longo do processo, indicando, assim, que uma das condições para a aprendizagem significativa foi cumprida.

Além disso, ao elaborar a proposta da sequência didática, os ciclos foram estruturados a fim de estarem vinculados aos pressupostos da TAS. Assim, cada um deles buscou proporcionar momentos e atividades capazes de possibilitar a identificação dos conhecimentos prévios dos educandos. As atividades presentes na primeira etapa de cada ciclo evidenciaram que os educandos apresentavam conceitos subsunçores relacionados à termologia em sua estrutura cognitiva, entretanto, na maioria das vezes, esses conceitos estavam incompletos ou revelavam uma compreensão equivocada gerada pelo senso comum. Esse dado recebeu atenção pelo fato de ser necessária, além da construção do conceito, uma desconstrução dos equívocos já existentes. Tendo como ponto de partida a identificação desses conhecimentos, desenvolveram-se todas as atividades dos ciclos restantes da proposta.

Em suas etapas, tais ciclos buscaram proporcionar momentos em que os educandos pudessem estabelecer relações entre conceitos em sua estrutura cognitiva, de modo a diferenciá-los progressivamente e reconciliá-los integrativamente. As atividades realizadas nessas etapas mostraram que os conceitos construídos nos encontros foram diferenciados hierarquicamente a partir de conceitos mais gerais e abrangentes, que foram se desdobrando em conceitos mais específicos e exclusivos. Além disso, nas atividades em que era necessário

compreender a relação entre conceitos que haviam sido diferenciados, constatou-se que os conceitos foram reaproximados, demonstrando que os pressupostos da TAS puderam ser desenvolvidos.

No que se refere à aprendizagem significativa, Ausubel (1973) sugere que o melhor método de evidenciar indícios da sua ocorrência consiste em identificar se o educando consegue transferir os conhecimentos adquiridos em sala de aula para um contexto diferente daqueles em que foram aprendidos. Em outras palavras, o educando deve ser capaz de expandir os conceitos para situações novas. Quanto a esse aspecto, conforme os resultados obtidos, os educandos demonstraram indícios de uma aprendizagem significativa, por meio de seus relatos e também das atividades realizadas, que indicaram a expansão dos conceitos construídos. Verificou-se, assim, que os conceitos passaram a estabelecer novos significados em sua estrutura cognitiva, reestabelecendo novas relações e se tornando um conceito base para outras novas aprendizagens.

No que diz respeito à aprendizagem significativa dos conceitos de termologia, por meio das etapas desenvolvidas em cada ciclo, progressivamente, os educandos foram colocados frente a situações em que os conceitos apareciam ou precisavam ser resgatados para sua compreensão. Os resultados encontrados demonstram que os conceitos de termologia, inicialmente apresentados pelos participantes a partir de conceitos equivocados com base em concepções do senso comum, passaram a ganhar novos significados para os educandos. Assim, o progresso verificado no decorrer dos encontros indicou que os conceitos começaram a ser utilizados de acordo com o correto conceito científico e, posteriormente, relacionados com situações novas, isto é, diferentes do contexto utilizado em sala de aula para ensiná-los.

Em relação ao tema selecionado, pelo fato de os fenômenos da termologia estarem presentes no cotidiano de todos, são considerados um estudo básico e necessário, ainda que, em muitos casos, não recebam muita atenção. Durante os encontros, foram observados o interesse e a motivação dos educandos pelo conteúdo em foco. Nas atividades relacionadas aos conceitos e sua aplicação nas situações encontradas, foi possível notar que os participantes perceberam a importância de entender esse conteúdo de maneira significativa, resultando em frequentes discussões em que relacionavam seus conhecimentos anteriores com os novos, o que contribuiu com a transformação dos conceitos subsunçores.

Sobre os encontros, cabe registrar alguns contratemplos ocorridos nos cronogramas de aula da escola, que influenciaram no tempo disponível para a implementação da proposta. Em razão dessas intercorrências, foi possível implementar apenas dois dos três ciclos desenvolvidos para o tema de termologia, alterando, assim, o planejamento. Entretanto,

considera-se que os nove encontros realizados foram suficientes para a adequada implementação dos dois ciclos propostos, considerando que, se algumas atividades tiveram uma duração maior que a prevista, outras demandaram um tempo menor. Além disso, tendo em vista que o trabalho com mapas conceituais já havia sido realizado previamente com os educandos, os participantes da proposta já conheciam a ferramenta de ensino, o que otimizou a atividade. Vale observar ainda que, algumas atividades, como as experimentais realizadas inicialmente de forma expositiva e posteriormente com interação dos educandos, seguramente podem ocupar um tempo menor que o proposto, caso estejam disponíveis materiais suficientes para desenvolvê-las simultaneamente em pequenos grupos – o que ocorreu no presente estudo.

Com base nos resultados obtidos, acredita-se que o objetivo estabelecido para a pesquisa – identificar indícios de aprendizagem significativa de terminologia no 9º ano do Ensino Fundamental a partir da utilização do CAE – foi alcançado por meio da proposta desenvolvida. Os dados extraídos do diário de bordo do professor pesquisador, as atividades realizadas pelos educandos e os materiais produzidos evidenciaram que a proposta estruturada a partir do CAE demonstrou ser capaz de relacionar os conteúdos estudados com os conhecimentos prévios dos educandos. Também mostrou potencialidade para motivá-los a aprender os conceitos propostos, além de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, proporcionando, ainda, outros contextos para aplicação dos conceitos abordados.

De forma geral, a fim de responder à pergunta norteadora da pesquisa – como o ciclo de aprendizagem experiencial pode servir de suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de terminologia para educandos do 9º ano do Ensino Fundamental? –, ficou evidente que o CAE contribui para que sejam alcançados os pressupostos da TAS, quando suas etapas são respeitadas e partem dos conhecimentos já existentes. Isto é, o CAE permitiu identificar as vivências dos educandos e, a partir delas, gerar uma aprendizagem significativa, evidenciando que é importante utilizar estratégias alternativas para a elaboração do material e que, quando parte de seus conhecimentos prévios, a aprendizagem passa a ser mais significativa para o aprendiz.

Ainda, diante das ferramentas utilizadas para comprovar indícios de aprendizagem significativa – a saber, os questionários respondidos, os mapas conceituais elaborados, os relatos expostos e a sua participação na realização das atividades –, os educandos revelaram resultados satisfatórios, ao expressarem uma efetiva compreensão dos conceitos estudados, pois foram capazes de identificar, diferenciar, reconciliar e transferir os conceitos de

terminologia para um novo contexto. Além disso, nos mapas conceituais, foi possível determinar que os educandos os construíram de maneira hierárquica, estabelecendo conexões e gradualmente diferenciando os conceitos e reconciliando-os de maneira integrada. Essas constatações correspondem a indícios da ocorrência da aprendizagem significativa entre os educandos sobre o tema abordado.

Diante dos fatos apresentados, considera-se que a proposta obteve êxito na sua implementação, na medida em que permitiu identificar os conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos educandos, que por consequência demonstraram interesse e motivação na execução das atividades. Além disso, na análise dos dados obtidos, ficou evidente a ocorrência da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa dos conceitos estudados, que posteriormente resultaram na aprendizagem significativa, cujos indícios puderam ser identificados.

Acredita-se, então, que a proposta pode ser repetida, na convicção de sucesso, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. No entanto, ela também tem validade como modelo estrutural, permitindo ser adaptada para abordagem de outros conteúdos, ou para desenvolvimento com outras séries do Ensino Fundamental, com o Ensino Médio ou em outras modalidades de ensino, uma vez que, respeitadas as etapas do CAE, os pressupostos da TAS podem ser alcançados.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul. *Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBOSA, Felipe Araújo; HYGINO, Cassiana Barreto; RODRIGUES JUNIOR, Edmundo; LINHARES, Marília Paixão. Abordagem CTS no ensino de Física: uma construção na formação inicial de professores. *Revista Ensino & Pesquisa*, v. 15, n. 1, p. 158-178, 2017.
- BEZERRA, Diana Pereira; GOMES, Elaine Christine de Souza; MELO, Elda Silva do Nascimento; SOUZA, Ticiane Cavalcante de. A evolução do ensino da Física – perspectiva docente. *Scientia Plena*, Fortaleza, v. 5, n. 9, p. 1-8, 2009.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Educação é a base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018b.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)*. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2018a.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, 1999.
- ESCOLA NOTRE DAME MENINO JESUS. *Proposta pedagógica - PPP*. Passo Fundo: Rede de Educação Notre Dame, 2014.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa em ciência social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KOLB, Alice; KOLB, David Allen. Learning styles and learning spaces: enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, v. 4, p. 193-212, 2005.
- KOLB, David Allen. *Experiential Learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.

- KRAKAUER, Patricia Viveiros de Castro; SANTOS, Silvio Aparecido dos; ALMEIDA, Martinho Isnard Ribeiro de. Teoria da aprendizagem experiencial no ensino de empreendedorismo: um estudo exploratório. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, v. 6, n. 1, p. 101-127, jan./abr. 2017.
- KRUMMENAUER, Wilson Leandro; COSTA, Sayonara Salvador Cabral da; SILVEIRA, Fernando Lang da. Uma experiência de ensino de Física contextualizada para a educação de jovens e adultos. *Revista Ensaio*, v. 12, n. 2, p. 69-82, 2010.
- LAJOLO, Marisa. Livro didático: um (quase) manual de usuário. *Em Aberto*, Brasília, v. 16, n. 69, p. 3-9, jan./mar. 1996.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- MORAES, Maria Cândida. *Pensamento eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- MOREIRA, Marco Antônio. *¿Al final, qué es aprendizaje significativo?* Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- MOREIRA, Marco Antônio. *A teoria da aprendizagem significativa*. 2. ed. Porto Alegre, 2016.
- MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB, 1999a.
- MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.
- MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.
- MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.
- MOREIRA, Marco Antônio. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.
- MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999b.
- MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

PIMENTEL, Alessandra. A teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional. *Estudos de Psicologia*, v. 12, n. 2, p. 159-168, 2007.

PINHÃO, Francine; MARTINS, Isabel. Cidadania e ensino de Ciências: questões para o debate. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

PINTO, Alexandre Custódio; ZANETIC João. É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; DARROZ, Luiz Marcelo; MARCANTE, Tomas Edson. A avaliação no ensino de Física: práticas e concepções dos professores. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 7, n. 2, p. 41-53, dez. 2012.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; ROSA, Alvaro Becker da. O ensino de Ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 52, n. 58, p. 1-24, dez. 2012.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do conhecimento e ensino de Ciências. *Em Aberto*, v. 11, n. 55, p. 17-22, 1992.

SILVA, Aline Rocha. Ensino tradicional X construtivista: a perspectiva do letramento na alfabetização. *Revista Ciências da Educação*, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2014.

SILVA, Daniel Fernandes Mendes da; DUARTE, Sergio Eduardo Silva. Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo como auxiliar no ensino de conceitos básicos de termologia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 694-710, dez. 2014.

SILVA, Rejane Conceição Silveira da; PEREIRA, Elaine Corrêa. Currículos de ciências: uma abordagem histórico cultural. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 8, 2011; CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN DE LAS CIÊNCIAS EN ENSEÑANZA, 2011, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP: ABRAPEC, 2011. p. 1-8.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SONAGLIO, Ana Lúcia Baggio; GODOI, Christiane Kleinübing; SILVA, Anielson Barbosa da. Estilos de aprendizagem experiencial e aquisição de habilidades: um estudo com discentes de graduação em administração em instituições de ensino superior. *Administração: Ensino e Pesquisa*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 123-159, jan./mar. 2013.

SOUSA, Mauricio de. *Cascão e Cebolinha em os heróis do planeta gelado*. Disponível em: <<http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascão-e-cebolinha-em-os-heróis-do-planeta-gelado-2/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

SOUSA, Mauricio de. *Cascão e Nimbus em ártico ou antártico*. Disponível em: <<http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE, Nelma Terezinha Zubek; ABIB, Diva Brecailo; KUSNIK, Luiz Fabiano. Análise dos estilos de aprendizagem dos alunos e professores do curso de graduação em Ciências Contábeis de uma universidade pública do estado do Paraná com a aplicação do inventário de David Kolb. *Contabilidade Vista & Revista*, v. 18, n. 1, p. 51-74, jan./mar. 2007.

ZABALZA, Miguel. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

**APÊNDICE A - Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa da experiência concreta**

Quadro 1 – Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa da experiência concreta

- 
- O que é calor?
  - O que é temperatura?
  - É possível aumentar a quantidade de calor ou a temperatura de um corpo? Como?
  - Qual a relação do frio com esses conceitos?
  - Onde calor e temperatura estão presentes no nosso dia a dia?
  - É importante ter conhecimento sobre tais conceitos?

## APÊNDICE B - Texto Calor e temperatura

### Calor e Temperatura

Em um dia quente, não é incomum ouvirmos frases como “Hoje está muito calor!”. Mas será que isso está correto? Para a Física, não. Calor e temperatura são dois conceitos fundamentais no estudo da Termometria e, não raro, são empregados como sinônimos; contudo, são termos distintos, embora estejam associados.

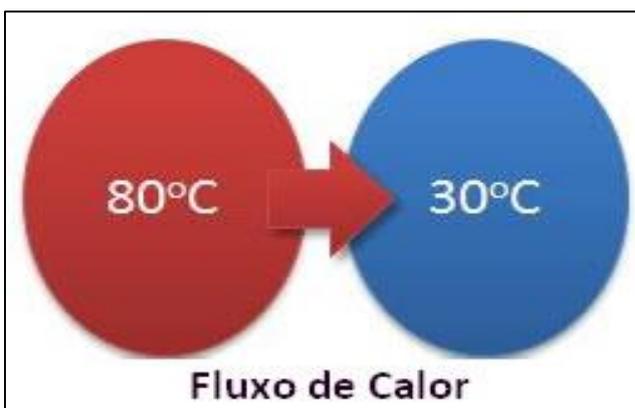


Na Física, o calor designa a transferência de energia entre corpos, enquanto a temperatura está diretamente relacionada com o movimento, com a agitação das moléculas de um corpo.

### Calor

Denomina-se “calor” a transferência de energia térmica de um corpo a outro devido à diferença de temperatura entre eles. Essa transmissão ocorre naturalmente do mais quente para o mais frio.

Ao colocarmos dois corpos de temperatura diferentes em contato térmico, vamos notar que eles buscam o equilíbrio térmico, no qual as temperaturas se igualam. Para que isso seja possível, o corpo de maior temperatura fornece certa quantidade de energia térmica ao de menor temperatura, até que seja estabelecido o equilíbrio térmico.

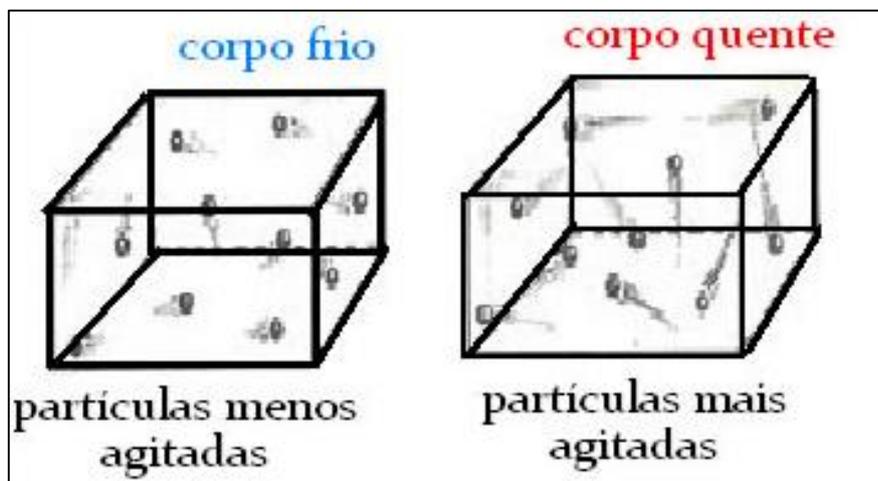


Calor é uma forma de energia, portanto, no Sistema Internacional de Unidades, ele é medido em joules. Outra unidade bastante usada é a caloria (cal), que corresponde à energia necessária para a temperatura de 1g de água variar 1°C. A relação entre a caloria e o joule é dada por:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

## Temperatura

Temperatura é a grandeza que mede o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo. Quanto maior a sua agitação, maior será a energia cinética das partículas de um corpo.



A temperatura é medida por termômetros, sendo os mais comuns os de mercúrio, que são capazes de determinar a temperatura pela expansão (ou contração) do metal depois de alcançar o equilíbrio térmico com o corpo.

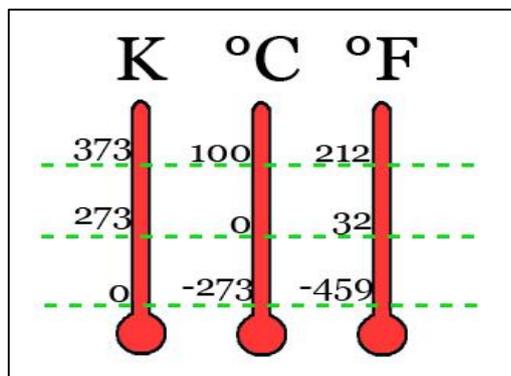
As moléculas de café quente em uma xícara têm uma energia cinética média maior que as moléculas de leite gelado adicionado, o que também significa que elas estão se movendo a uma velocidade maior. Ao misturarmos os dois, ocorre uma transferência de energia em forma de calor do corpo de maior temperatura (café) para o de menor temperatura (leite), até obterem um equilíbrio térmico, ou seja, ambos atingirem a mesma temperatura.



Digamos que estamos medindo a temperatura do café já misturado com o leite a partir de um termômetro. Para termos certeza de que a medida está correta, normalmente esperamos a medida da temperatura no aparelho ficar constante. Estamos esperando que o termômetro e o café com leite atinjam o equilíbrio térmico! No equilíbrio térmico, as temperaturas do bulbo do termômetro e do café com leite serão as mesmas.

### Escalas de temperaturas

As escalas de temperaturas mais usadas são: Celsius (°C), Fahrenheit (°F) e Kelvin (K).



A escala Fahrenheit é bastante utilizada em países de língua inglesa, especialmente Estados Unidos e Inglaterra. A escala Kelvin costuma ser empregada com finalidades científicas. Já no Brasil, a escala adotada é a Celsius, que apresenta os valores de 0° e 100° como ponto de fusão e de ebulição da água, respectivamente.

O ponto de fusão do gelo corresponde aos seguintes valores: 0° C na escala Celsius, 32° na escala Fahrenheit e 273° na escala Kelvin. Já o ponto de ebulição da água corresponde a 100°C, 212°F e 373 K.

$$C = \frac{F-32}{1,8}$$

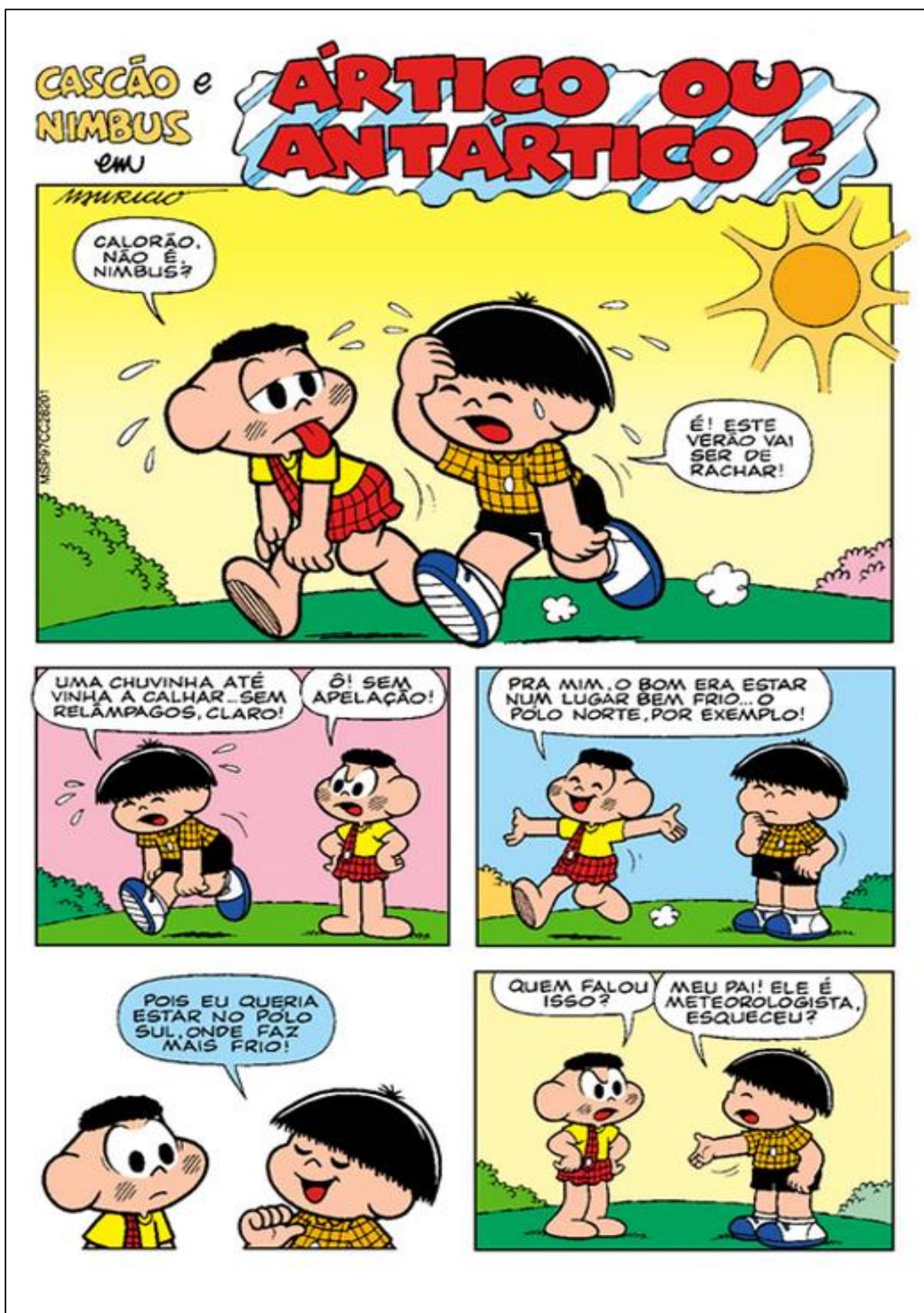
$$K = C + 273$$

$$\frac{K-273}{5} = \frac{F-32}{9}$$

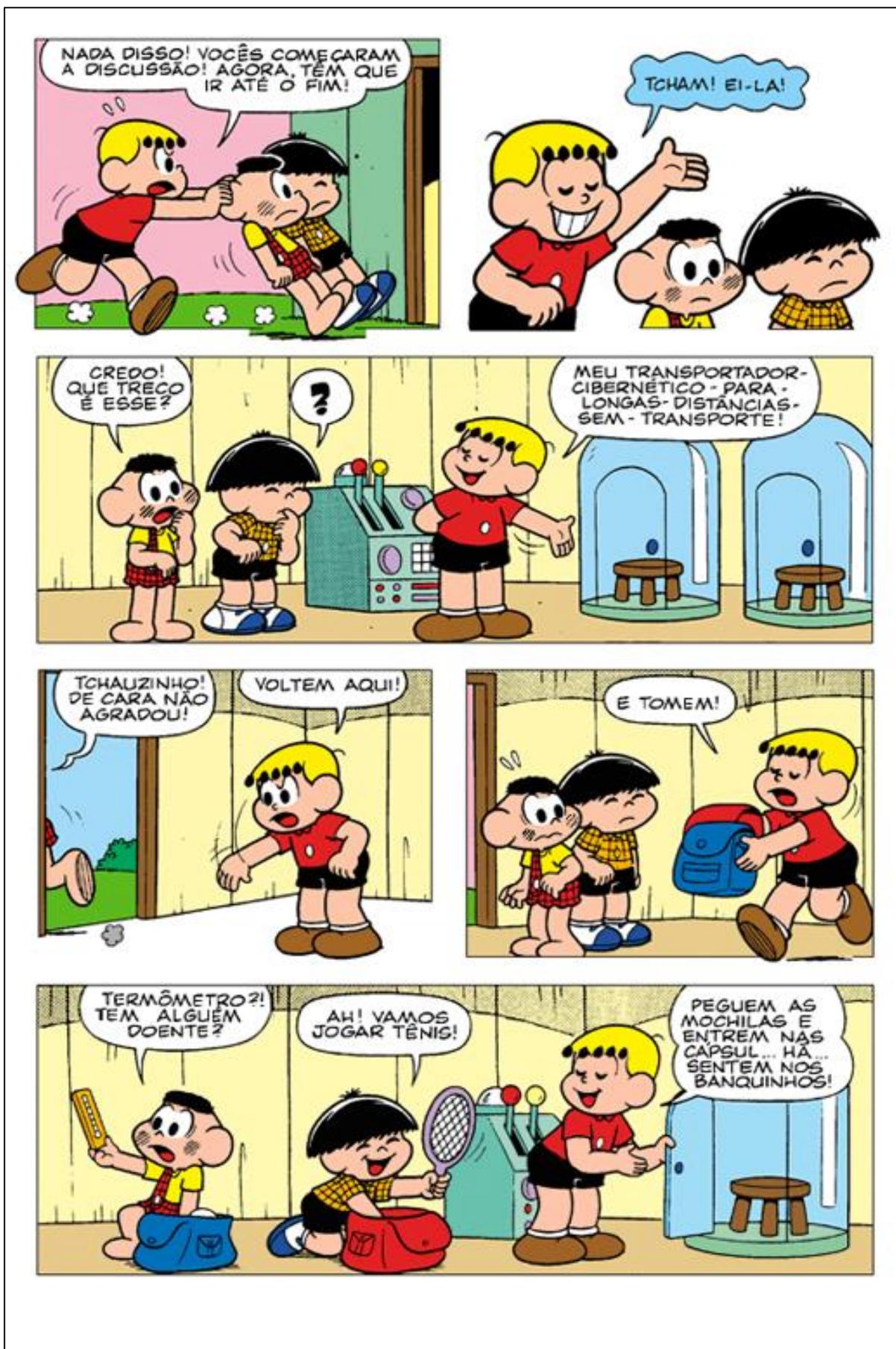
### CONCLUSÃO

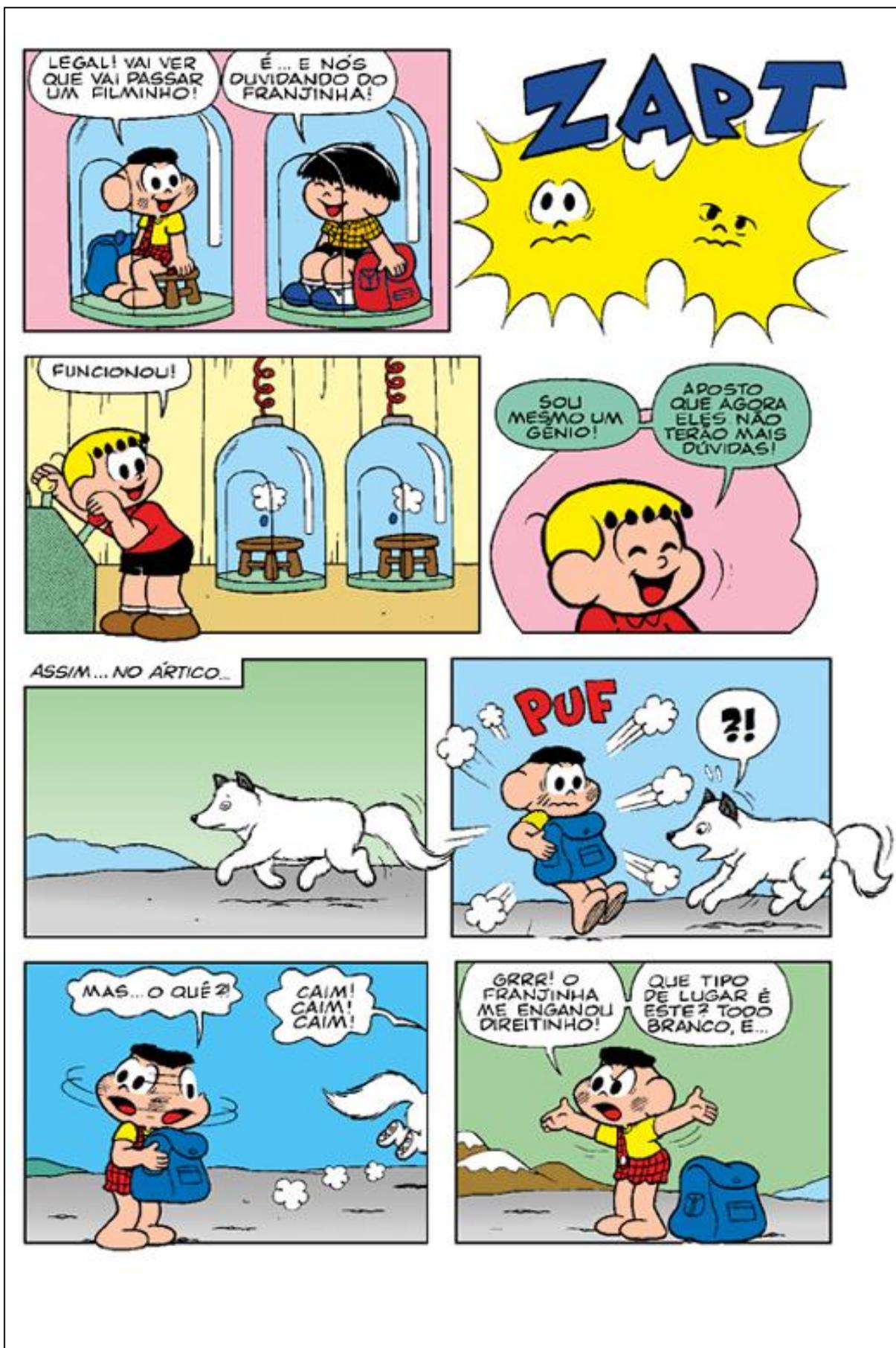
Na verdade, “quente” e “frio” são palavras empregadas para facilitar o entendimento da sensação térmica. Essa sensação é variável, porque depende de uma pessoa para outra, por isso não é considerada. Tais termos servem apenas para nos ajudar na compreensão da teoria. Quando um objeto gelado entra em contato com o corpo humano, utilizamos a expressão “frio” para remeter à baixa temperatura. Dessa forma, o frio não passa para o nosso corpo, mas sim a energia térmica do nosso corpo é transferida para o objeto gelado, a fim de obterem um equilíbrio térmico. Quando ele acontece, a sensação de frio deixa de existir.

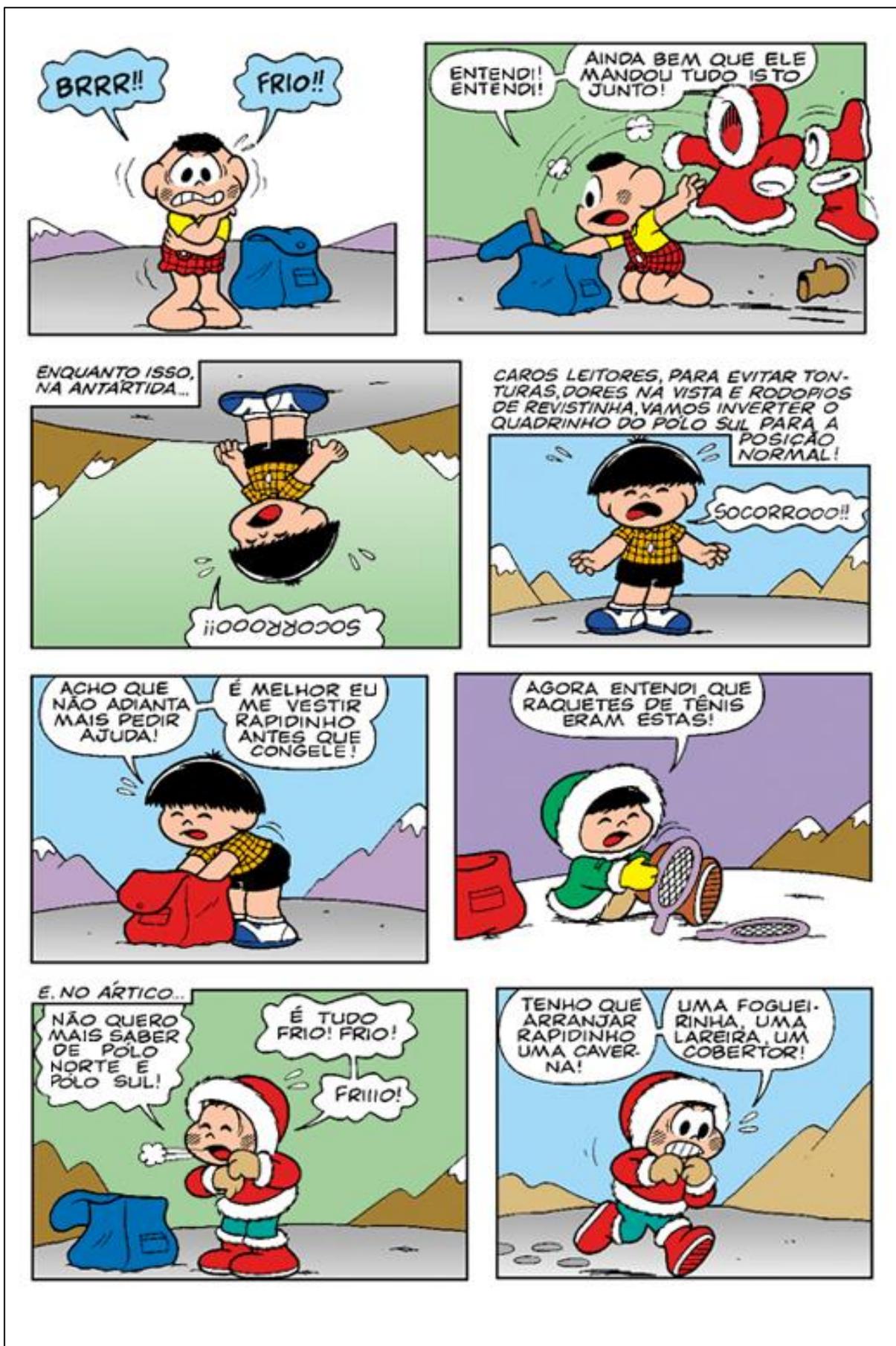
APÊNDICE C - História em quadrinhos: Cascão e Nimbus em: Ártico ou Antártico?





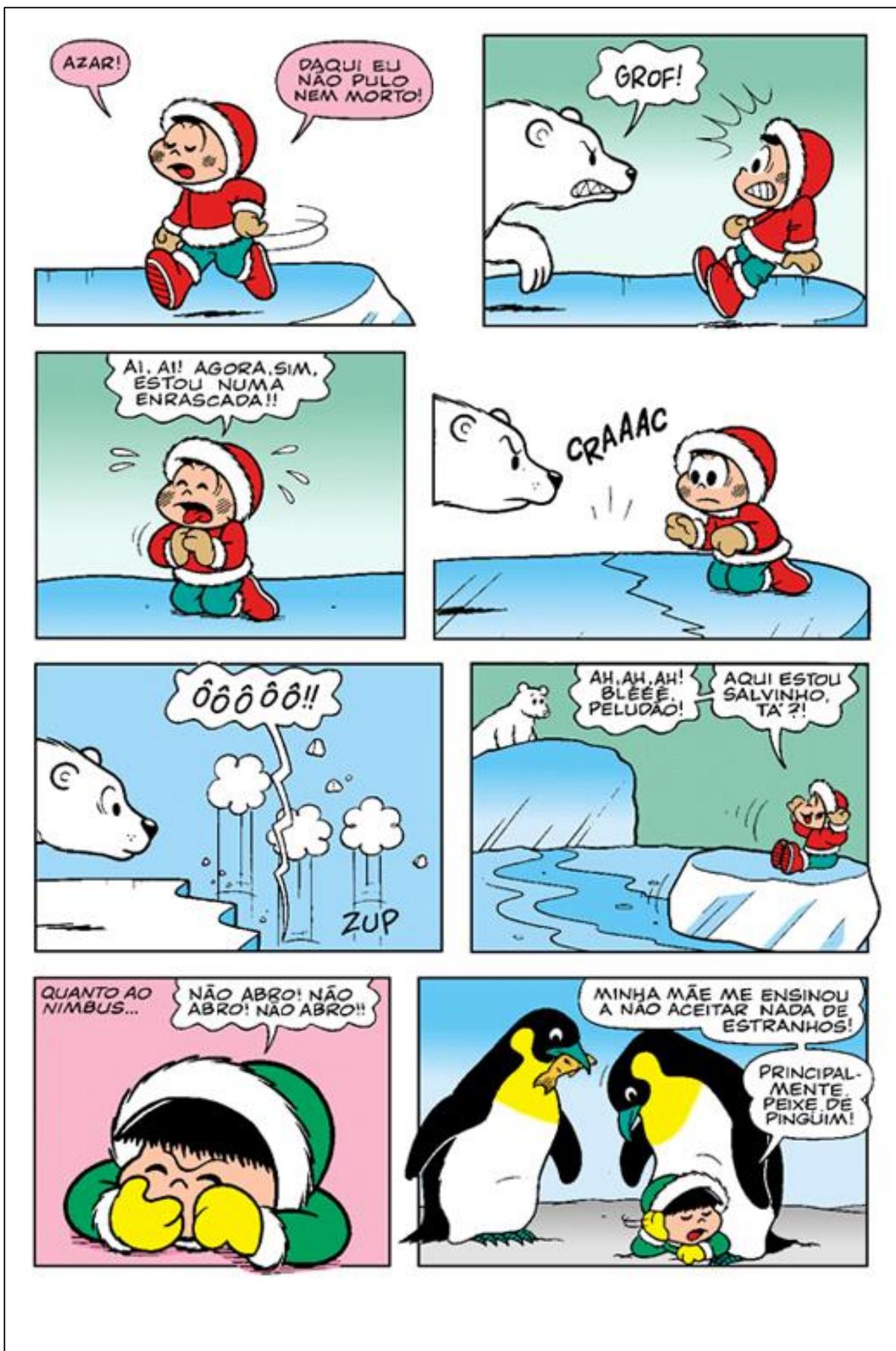








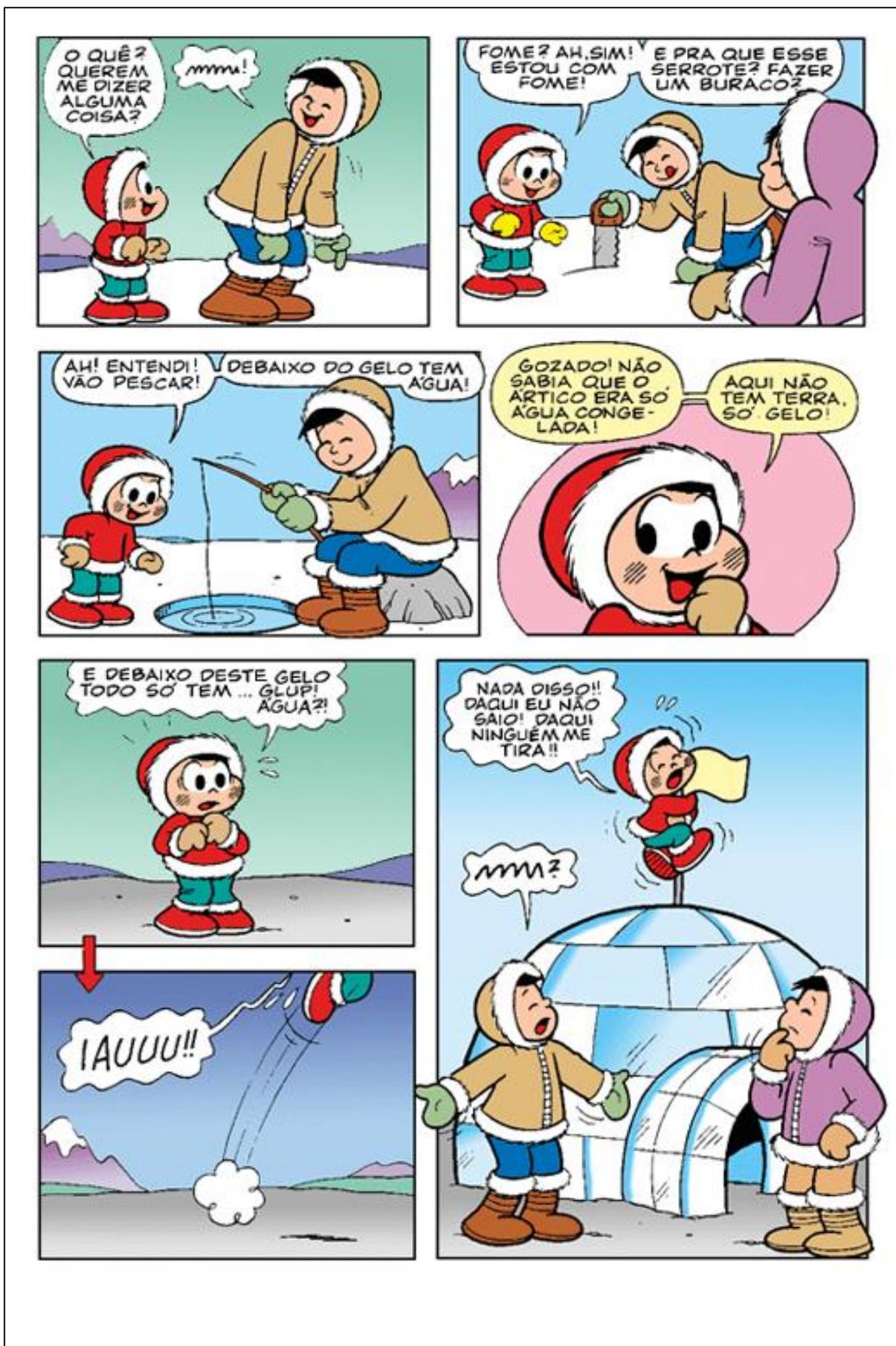


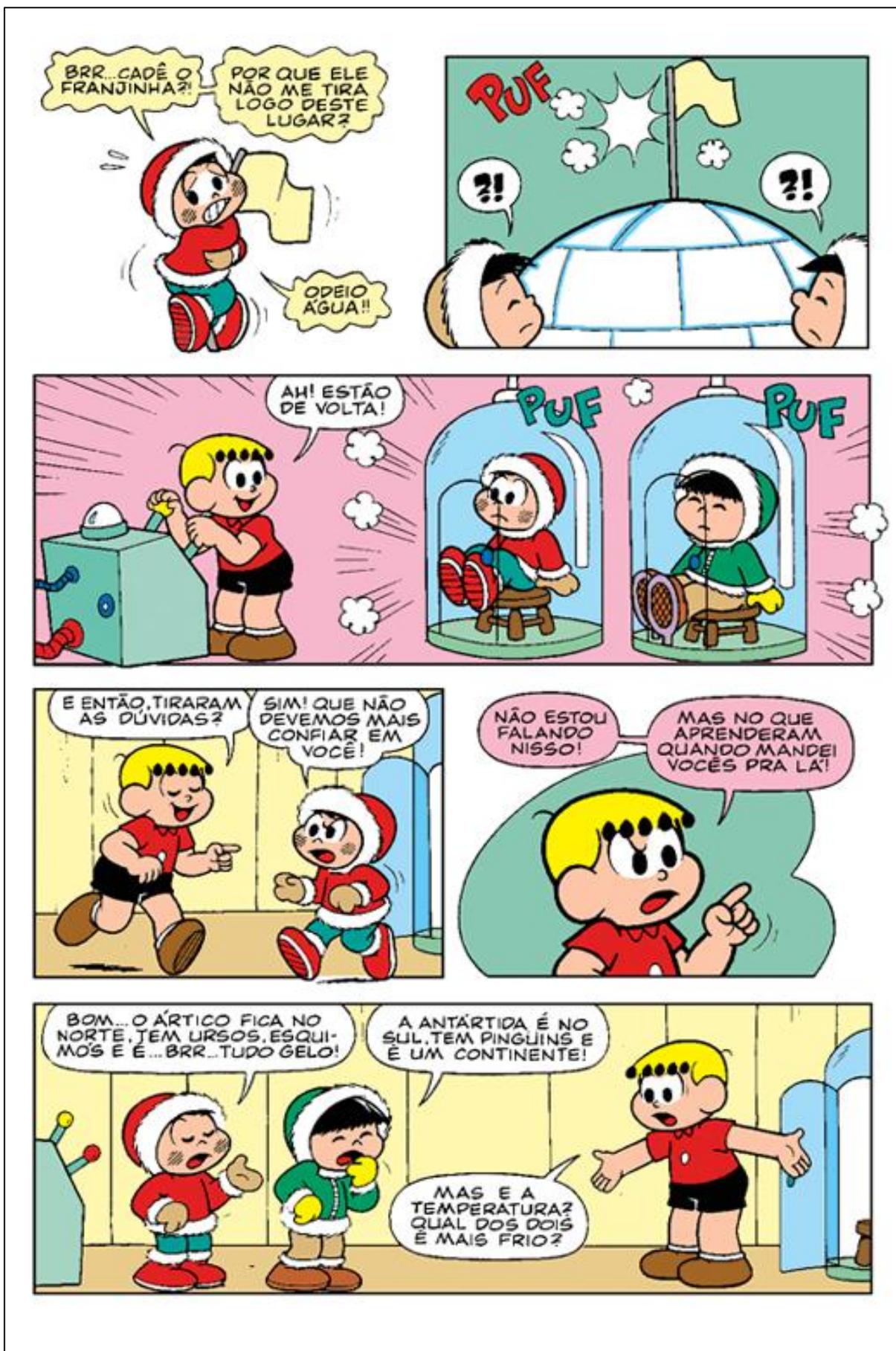














## APÊNDICE D - Questões calor x temperatura

- 1) Cascão utiliza o termo “calorão” para expressar o que está sentindo no momento. A partir do real conceito de calor, o emprego da palavra “calorão” está correto? Por quê?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 2) Na última fala, Franjinha quer saber a temperatura de cada lugar. O que ele quer dizer com “temperatura”?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

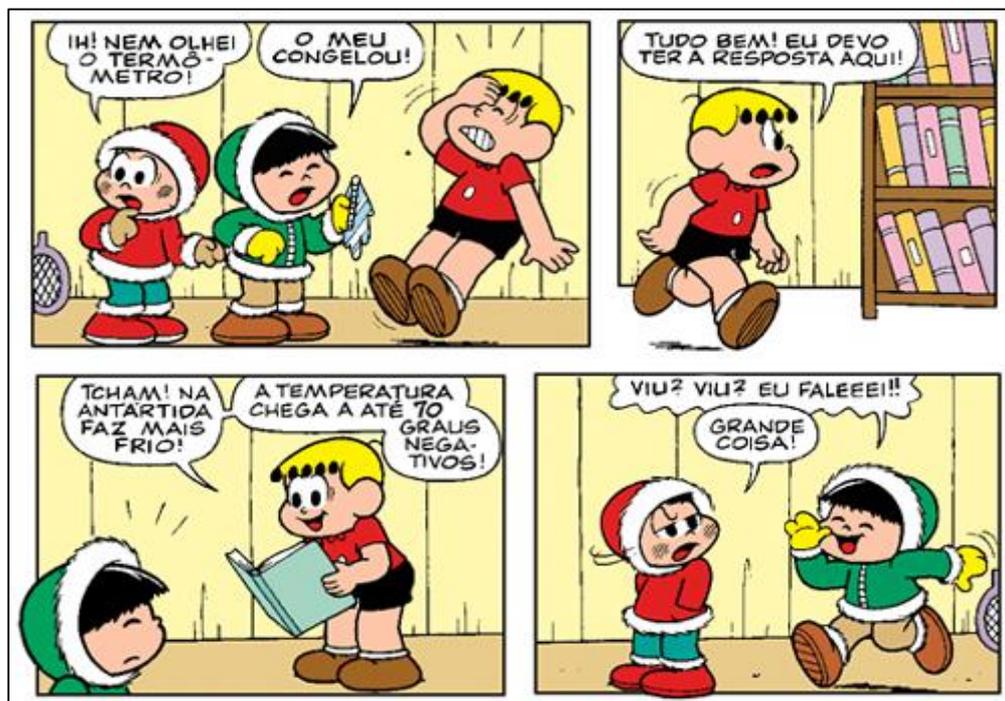
3) No trecho abaixo, Cascão remete o termômetro a uma pessoa doente. Sabe-se que esse instrumento auxilia a identificar se uma pessoa apresenta temperatura corporal diferente da normal. Explique qual o princípio do funcionamento do termômetro e como ocorre o processo para medir a temperatura do corpo.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

4) Na Antártica, “a temperatura chega a até 70 graus negativos”.

A temperatura foi informada sem unidade de medida. Com base nos estudos anteriores, quais são as unidades termométricas que podem representar esse valor?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

5) Ainda sobre a tirinha da questão anterior, supondo que a temperatura informada esteja na escala Fahrenheit, quais seriam os valores correspondentes dessa temperatura nas escalas Celsius e Kelvin?

---



---

6) É correto afirmar que no Polo Norte e no Polo Sul “faz” frio?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

---



---

7) Cascão diz que “É tudo frio! Frio! Friiii”, e por isso vai ter que arranjar algumas “soluções”.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

a) É correto afirmar que as “coisas” são frias?

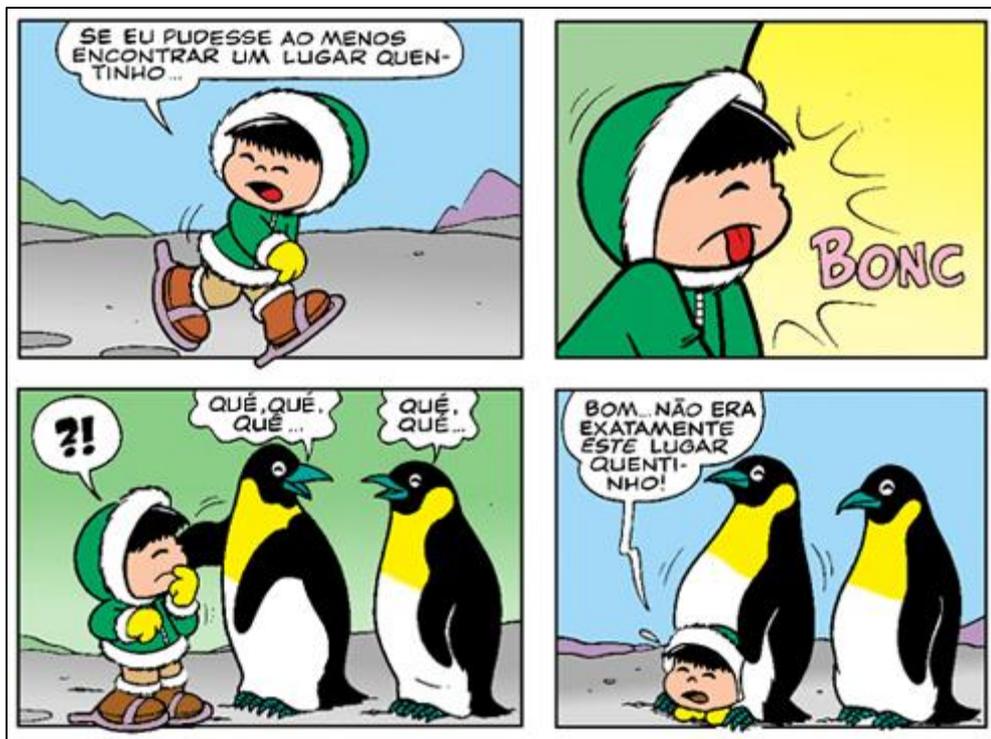
---



---

b) De que forma uma fogueira poderia ajudá-lo nesse caso?

8) Supondo que a temperatura corporal de um pinguim seja de  $39^{\circ}\text{C}$  e de uma pessoa,  $36,5^{\circ}\text{C}$ . Quando Nimbus entra em contato com o pinguim, ele irá sentir uma sensação de “quentinho”? Explique.



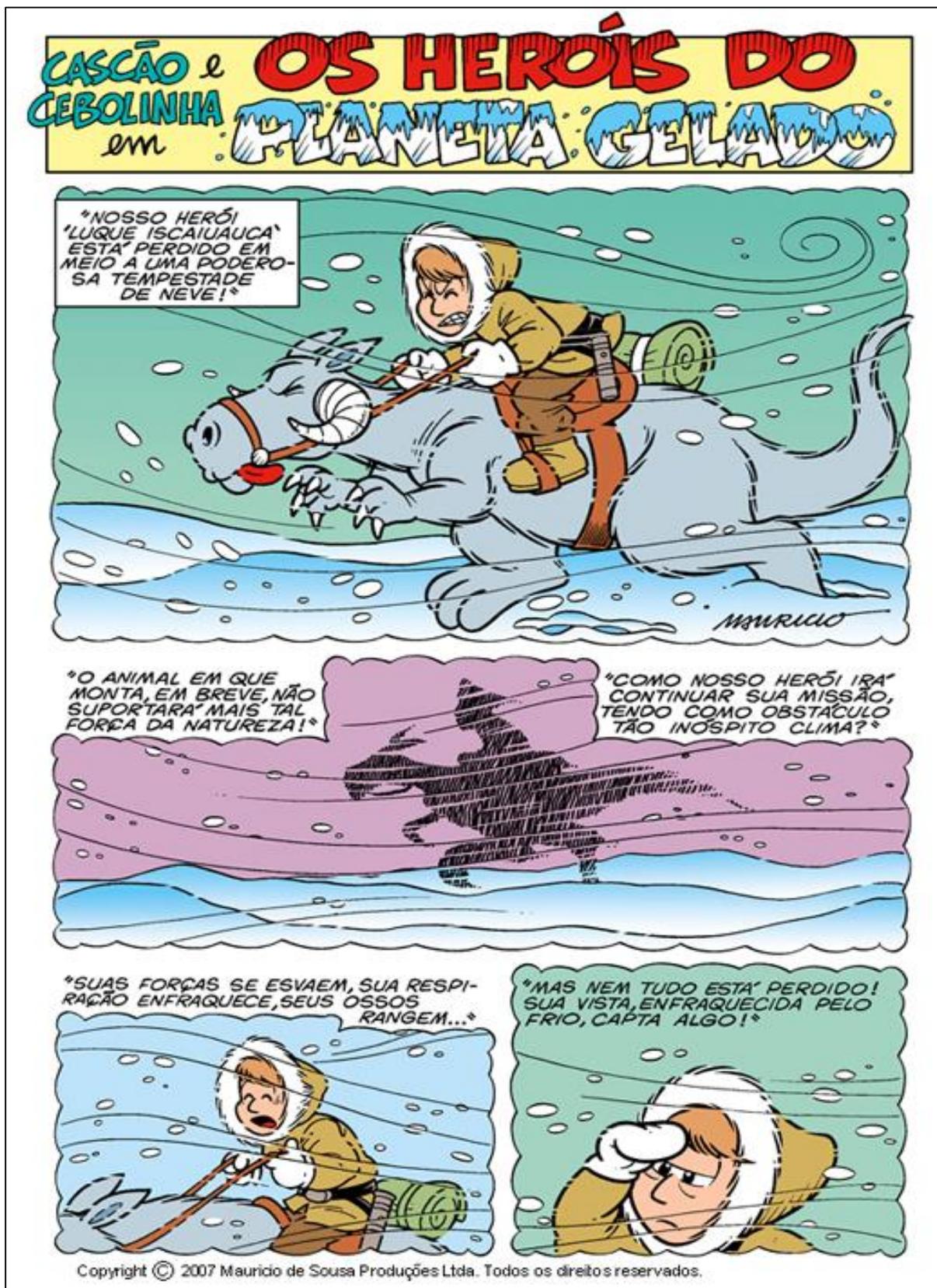
Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

9) Explique o que o Cascão quer dizer quando fala que no Ártico é “brr... tudo gelo!”.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

APÊNDICE E - História em Quadrinhos: “Cascao e Cebolinha em: os heróis do planeta gelado”







E QUANTO A ESTE CHOCOLATE QUENTE...

GLUB! GLUB! GLUB!

AAAH!! DELÍCIA!!

PENA QUE TENHA TANTO A CONSISTÊNCIA DE ÁGUA!

IH!! BEBI TUDO!!

E AGORA?!

\*REPENTINAMENTE, O AQUECEDOR CIBERNÉTICO DEIXA DE FUNCIONAR!\*

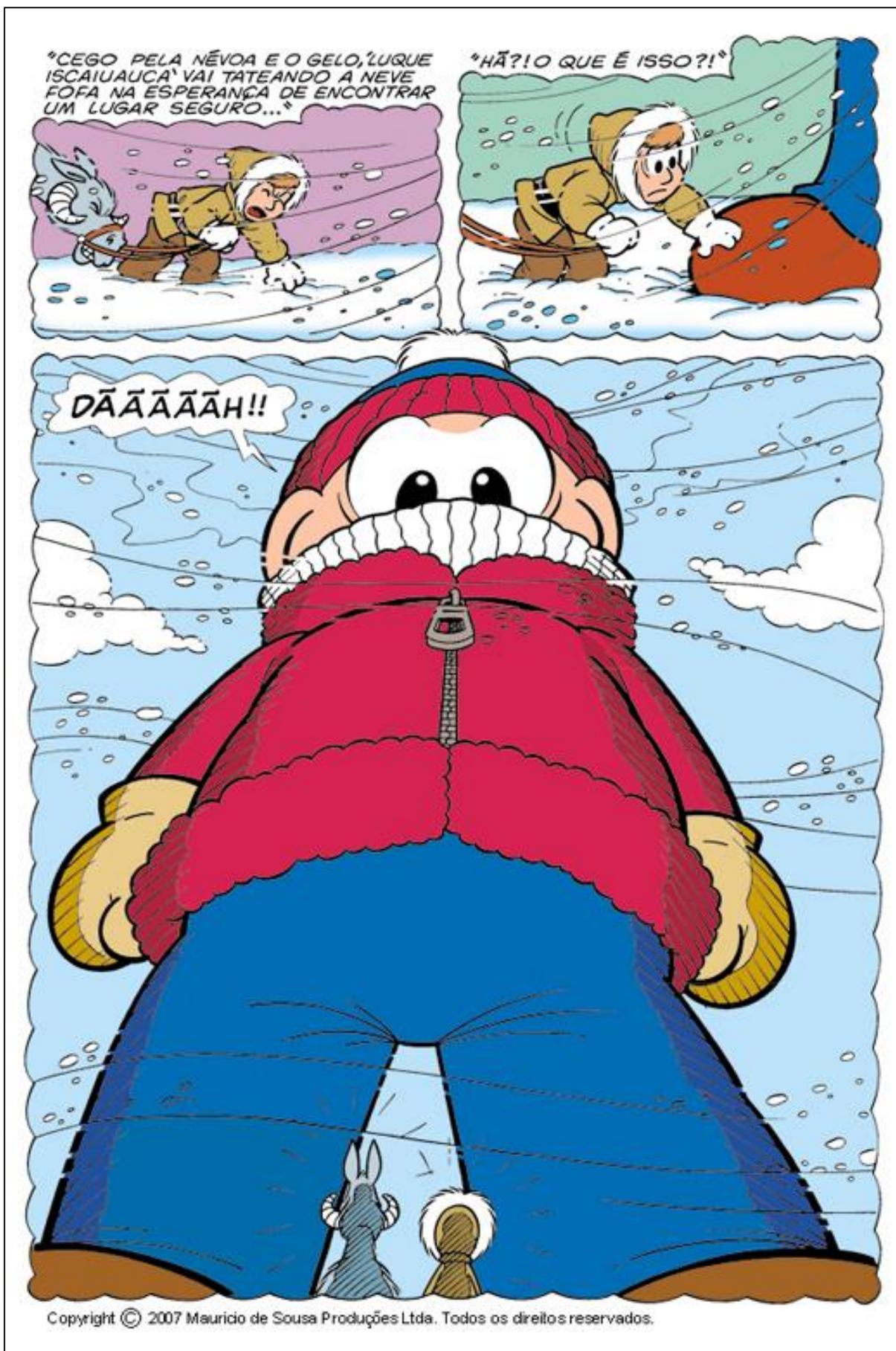
PFSSSSSS

\*O FRIO FORÇA NOSSOS HERÓIS A PROCURAREM OUTRO ABRIGO!\*

\*SUBITAMENTE, SÃO TOMADOS POR UMA RAJADA DE AR GELADO VINDO DO PÓLO-SINGULAR!\*

VUUUSH

Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

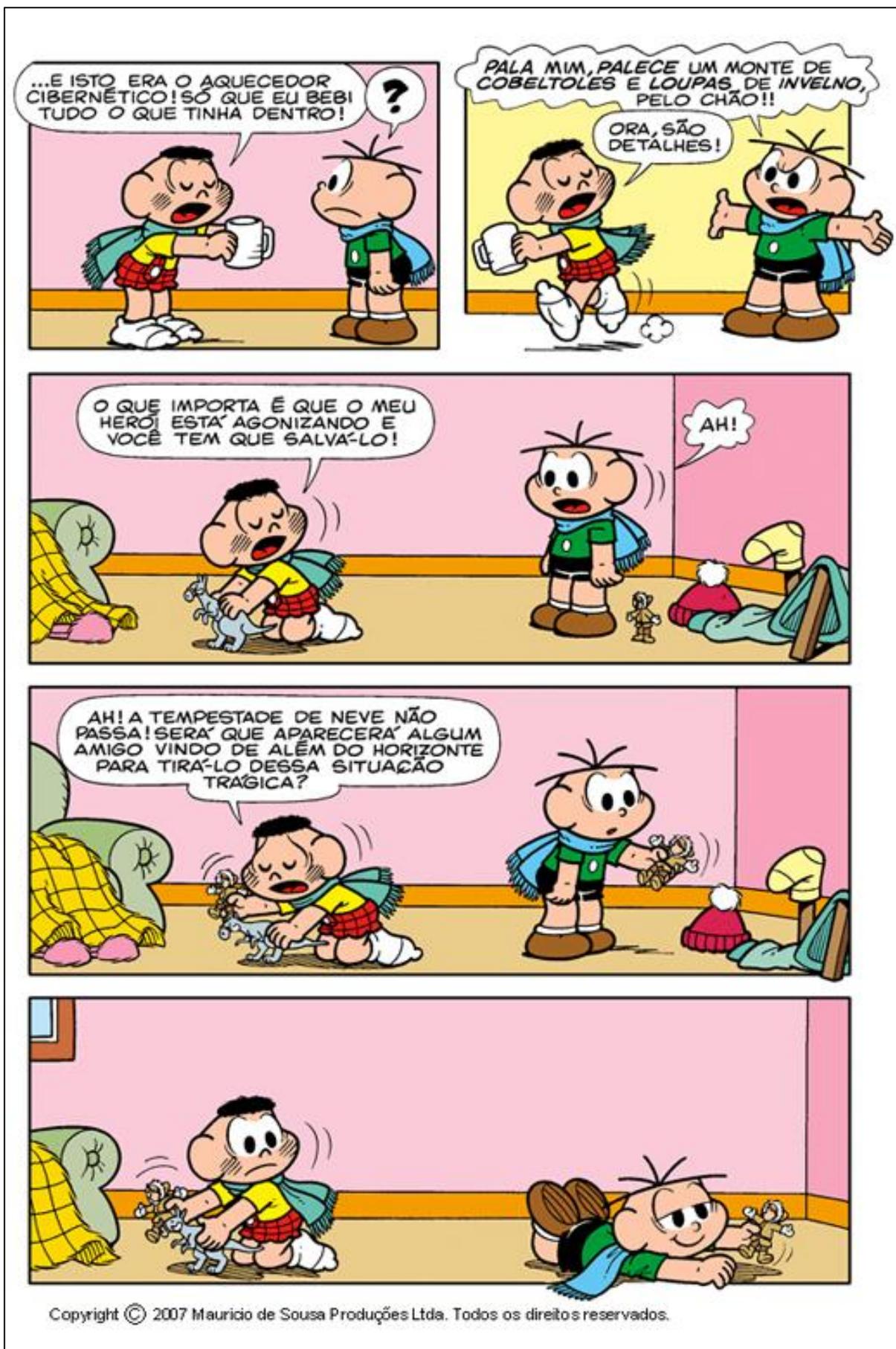


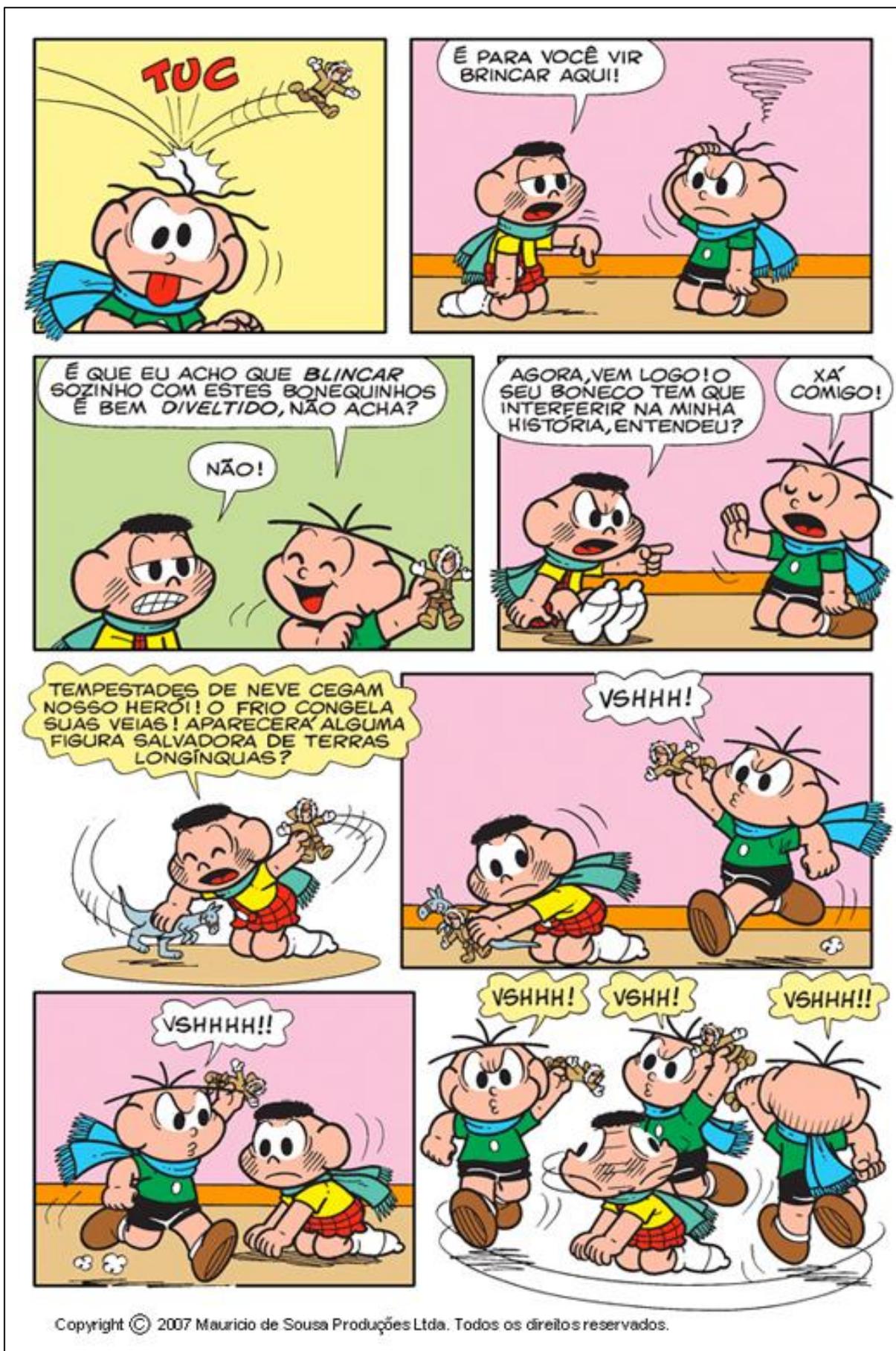


Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.



Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.









Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

ISSO É UM CHINELO ENCALDIDO!

I-MA-GI-NA-ÇÃO!

ZIUM!  
ZIUM!

ENTÃO, ELES PARTEM COM A SUA NAVE EM DIREÇÃO AO SEU PLANETA DISTANTE!

PELAÍ, CASCAÃO! ELES VÃO ABANDONAR O BICHO AQUI?!

AH! A BESTA PELUDA!

HUM...SEI LÁ! ELE SABE SE VIRAR, EU ACHO!

JÁ SEI!!!

ELE FOI PARA OS CAMPOS FELPUDOS, ONDE A PRIMAVERA É ETERNA, O SOL SEMPRE BRILHA E HÁ VÁRIAS BESTAS PELUDAS SALTITANDO ALEGREMENTE!

Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

IH, CASCAO! ESSA SUA BLINCADEILA TÁ MUITO CHATA! PLEFILO FICAR LA' FOLA, NO FLIO!

NHÊ! NHÊ! VOCÊ TÁ COM INVEJA PORQUE NÃO TEM IMAGINAÇÃO!

É? POIS PELO MENOS, LA' FOLA, EU POSSO LESPILAR AR PULO, COLER, ME ESTICAR NA GLAMA E...

VUUUUUSH

VSSSS

BLLLLR!!

AH! MARICOTINHA VOLTOU COM FRIO, É?

AGORA, SE NÃO QUISER BRINCAR COMIGO, FICA AÍ, OBSERVANDO COMO SE FAZ UMA VERDADEIRA SAGA!

NISSO, LUQUE ISCAIU CAUCA SE DEPARA COM O CONGELANTE DILEMA DA SUA VIDA... IRA DE VOLTA PARA CASA COMER O PUDIM DE AMEIXA AZEDA DA SUA MÃE, OU SE MANTERÁ PERDIDO NOS CAFUNDOS DO PLANETA GELADO PARA O RESTO DA VIDA?

Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.



Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.



Copyright © 2007 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.



**APÊNDICE F - Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa “experiência concreta”**

Quadro 6 – Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa “experiência concreta”

- 
- De que forma o calor (transferência de energia térmica) afeta os corpos?
  - É possível um corpo receber mais energia térmica que outro e, mesmo assim, permanecer com temperatura menor? Justifique.
  - Em que situação do seu cotidiano pode ser importante ter conhecimentos sobre a variação de temperatura em diferentes materiais?
  - Além da variação de temperatura, alguma outra mudança pode ocorrer em um corpo que recebe ou cede energia térmica?

## APÊNDICE G - Texto “Por que no deserto faz calor de dia e frio à noite?”

### POR QUE NO DESERTO FAZ CALOR DE DIA E FRIO À NOITE?

Sabia que no deserto há variação de temperatura? Não? Então leia este artigo e saiba por que isso ocorre.



Estranho ver aquele sol escaldante em meio ao deserto e pensar que quando a noite chega tudo por lá começa a esfriar. Isso mesmo que você acabou de ler, caro leitor: esfriar! Saiba que em algumas regiões do planeta onde há deserto, à medida que a noite vai se aproximando, a temperatura vai caindo cada vez mais.

Mas você sabe por que isso acontece?

Acontece porque o deserto possui uma baixa umidade de ar, o que acaba fazendo com que ela retenha o calor durante o dia. E pelo fato de a umidade ser muito baixa e não ter vapor d'água na atmosfera, as nuvens quase não são formadas, e isso ajuda no bloqueio das oscilações de temperatura.

Observação: as nuvens funcionam como uma espécie de estufa que ajuda a reter o calor absorvido pela superfície da terra.

Nem sempre os turistas aguentam a oscilação de temperatura e acabam indo embora do local, antes do tempo previsto.

No amanhecer, a temperatura começa a subir e, à medida em que a noite vai se aproximando, ela vai caindo.

E sem esse cobertor, assim chamaremos as nuvens, o calor acaba se dissipando quando a noite se aproxima. Além disso, o solo seco do deserto perde rapidamente o calor para a atmosfera, fazendo a temperatura variar dos tórridos 50 °C durante o dia até a marca dos -10 °C à noite.

**APÊNDICE H - Questões referentes ao calor específico****Quadro 10 – Questões referentes ao calor específico**

Na atividade, foi verificado que, ao segurar a folha de alumínio, a pessoa não se queima. Explique por que isso acontece.

Se o sistema alumínio e pessoa fosse isolado do meio, o que aconteceria ao tocar a folha?

Se duas folhas de mesmo tamanho e de mesma temperatura inicial, uma de alumínio e uma de ferro, recebessem a mesma quantidade de calor, as duas aumentariam para a mesma temperatura?

**APÊNDICE I - Atividade “Calor específico e calor latente”****Quadro 11 – Atividade “Calor específico e calor latente”**

## Procedimento experimental

1. Toque com um dedo na superfície de madeira, na superfície de vidro e depois na superfície metálica.  
Qual das superfícies parece mais fria?  
Qual das superfícies parece mais quente?  
Explique por que há diferentes sensações em cada superfície.
2. Coloque um cubo de gelo em cima da superfície de madeira, outro sobre a de vidro e outro sobre a de metal.  
Em qual superfície a fusão do gelo é mais rápida?  
Em qual superfície a fusão do gelo é mais lenta?  
Você acha que existe contradição entre as observações efetuadas nos procedimentos 1 e 2?  
Discuta as observações e explique que propriedades determinam essas observações.

**APÊNDICE J - Tabela Calor específico dos materiais**

Figura 9 – Calor específico dos materiais

Material	Calor específico (cal/g.°c)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

**APÊNDICE K - Questões “Calor específico das substâncias”****Quadro 12 – Calor específico das substâncias**

Em uma casa, é comum haver panelas de ferro e de alumínio. Considerando duas panelas de mesmo tamanho e de mesma massa, qual demora mais para aumentar a temperatura?

Se o objetivo de um cozinheiro é aquecer rapidamente a comida em uma panela, é mais indicado utilizar uma de ferro ou de alumínio? Explique.

Se o objetivo for manter a comida na panela aquecida por um longo período, é mais indicada uma panela de ferro ou de alumínio? Explique.

Geralmente utilizamos água para “esfriar” certas coisas. Por qual motivo a água é uma boa controladora de temperatura?

**ANEXO A - Autorização fornecida pela escola**

ESCOLA MENINO JESUS NOTRE DAME  
Rua Gal. Prestes Guimarães, 520 – Vila Rodrigues – Passo Fundo/RS  
Fone/Fax: 54 3313-2848 CEP: 99070-030  
E-mail: meninojesus@notredame.org.br

**AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA**

Declaramos, para os devidos fins, que cedemos ao pesquisador Pedro Henrique Giaretta o espaço da Escola Menino Jesus Notre Dame, bem como o 9º ano do ensino fundamental, turma B, para serem utilizados na pesquisa "Aprendizagem significativa a partir do ciclo de aprendizagem experiencial", de responsabilidade dos pesquisadores Pedro Henrique Giaretta e Dr. Luiz Marcelo Darroz. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Ciências/Física no ensino fundamental, como trabalho de conclusão do curso de mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo. O objetivo do trabalho é desenvolver uma sequência didática baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, e estruturada metodologicamente a partir do Ciclo de Aprendizagem Experiencial, de David Kolb, para gerar uma aprendizagem significativa para o ensino de Termologia.

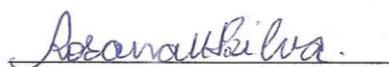
As atividades serão desenvolvidas nas dependências da própria escola, durante os períodos destinados ao componente curricular de Física, de 06 de setembro a 29 de novembro de 2019, e envolverão registros por parte do professor referentes ao andamento das aulas, coleta de material escrito pelos alunos, realização de atividade experimental e elaboração de mapas conceituais.

Dessa forma, registramos abaixo a autorização da Escola Menino Jesus Notre Dame. Informamos que este Termo, também assinado pela diretora, pela coordenadora e pelo professor pesquisador, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com a Escola e outra com os pesquisadores.

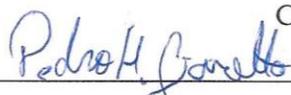
Passo Fundo, 06 de julho de 2019.



Diretor (a)



Coordenador (a) pedagógico (a)



Professor pesquisador

## ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado/a a participar da pesquisa “O Ciclo de Aprendizagem Experiencial como suporte para a Aprendizagem Significativa de Termologia no Nono Ano”, de responsabilidade dos pesquisadores Pedro Henrique Giaretta e Dr. Luiz Marcelo Darroz. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Ciências/Física no Ensino Fundamental. O objetivo do trabalho é desenvolver um estudo para identificar indícios de aprendizagem significativa no ensino de termologia a partir da utilização do CAE. A atividade será desenvolvida durante a disciplina de Física e envolve registros por parte do professor referentes ao andamento das aulas, coleta de material escrito dos alunos, realização de atividade experimental e mapas conceituais, todas essas atividades desenvolvidas nas dependências da própria escola e/ou no laboratório de Ciências.

Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e que poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolverão a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve qualquer tipo de risco físico, material, moral ou psicológico. Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Você não terá nenhum tipo de despesa, bem como nada será pago pela sua participação.

Caso você tenha dúvida sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, ou caso se considere prejudicado/a na sua dignidade e autonomia, poderá entrar em contato com o pesquisador Dr. Luiz Marcelo Darroz pelo telefone (54) 999390599, ou com a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, pelo telefone (54) 3316 8363. Poderá, ainda, sendo este o seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 8h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações contidas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo também será assinado pelos pesquisadores responsáveis, emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e a outra com os pesquisadores.

Passo Fundo, \_\_\_\_\_ de agosto de 2019.

Nome do/a participante: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

Assinatura do responsável legal: \_\_\_\_\_

Pesquisadores: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

## PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:

<[https://www.upf.br/\\_uploads/Conteudo/ppgecm/2020/Pedro\\_PRODUTO.pdf](https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2020/Pedro_PRODUTO.pdf)>

<<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/573250>>

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO  
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**Aprendizagem  
significativa a partir do  
ciclo de aprendizagem  
experencial**

**Pedro Henrique Giaretta  
Luiz Marcelo Darroz**

**2020**



**PPGECM**

Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Ciências e Matemática  
Instituto de Ciências Exatas e Geociências - ICEG

## Nossos colaboradores:

Sirlete Regina da Silva

*Designer gráfico*

Nathalia Sabino Ribas

*Revisão de texto*

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

G435a Giaretta, Pedro Henrique

Aprendizagem significativa a partir do ciclo de aprendizagem experiencial educativa [recurso eletrônico] / Pedro Henrique Giaretta. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2020.

1. I MB ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECEM).

Inclui bibliografia.

ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <http://www.upf.br/ppgecm>

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECEM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação do Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz.

1. Aprendizagem experimental. 2. Teoria da aprendizagem. 3. Termologia. 4. Física (Ensino fundamental). I. Darroz, Luiz Marcelo. II. Título. IV. Série.

CDU: 372.853

---

Bibliotecária responsável Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

**Aprendizagem  
significativa a partir do  
ciclo de aprendizagem  
experencial**

**Pedro Henrique Giaretta  
Luiz Marcelo Darroz**



# Sumário

1 APRESENTAÇÃO .....	7
2 CICLO DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL.....	10
3 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	16
4 CICLO DA APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL & TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	21
5 CICLOS .....	25
5.1 Temperatura e calor .....	25
5.1.1 Primeira etapa: experiência concreta .....	25
5.1.2 Segunda etapa: observação reflexiva .....	29
5.1.3 Terceira etapa: conceituação abstrata.....	39
5.1.4 Quarta etapa: experimentação ativa .....	46
5.2 Calor sensível e calor latente.....	47
5.2.1 Primeira etapa: experiência concreta .....	48
5.2.2 Segunda etapa: observação reflexiva .....	51
5.2.3 Terceira etapa: conceituação abstrata.....	59
5.2.4 Quarta etapa: experimentação ativa .....	63
5.3 Dilatação térmica .....	65
5.3.1 Primeira etapa: experiência concreta .....	65
5.3.2 Segunda etapa: observação reflexiva .....	69
5.3.3 Terceira etapa: conceituação abstrata.....	76
5.3.4 Quarta etapa: experimentação ativa .....	80
6 REFLEXÕES ACERCA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NOS CICLOS APRESENTADOS.....	83
7 REFERÊNCIAS .....	89
SOBRE OS AUTORES .....	91



# 1 APRESENTAÇÃO\*

A contemporaneidade apresenta como característica uma constante inserção de novas tecnologias, proporcionando mudanças no modo de viver dos indivíduos e da sociedade. Tais alterações exigem dos indivíduos o desenvolvimento de habilidades cognitivas para fazer frente ao contexto que ora se apresenta.

No entanto, o processo de ensinar e aprender revela-se, muitas vezes, alheio a este processo da sociedade moderna. Os métodos de ensino continuam, em sua maioria, centrados na transmissão dos conhecimentos e na promoção de aprendizagens mecânicas (MOREIRA, 2010). Dessa forma, é preciso oferecer aos educandos subsídios para que possam intervir criticamente no meio em que estão inseridos, o que demanda que os assuntos abordados em sala de aula estejam cada vez mais ligados ao cotidiano.

Nesse sentido, este trabalho, realizado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, tem por objetivo apresentar uma sequência didática para o ensino de Termologia, destinada aos professores de educação básica do 9º

---

\* Aviso legal: O Produto Educacional não possui fins comerciais, as tirinhas utilizadas são protegidas por direitos autorais e são utilizadas apenas como apoio ao ensino de Termologia.

ano do ensino fundamental, a qual preza por estabelecer a ocorrência de uma aprendizagem significativa para os educandos. A intenção é que essa sequência possa servir como material para o professor desenvolver sua aula e, também, como um modelo de estrutura para planejamentos abordando qualquer outro conteúdo.

Assim sendo, para a promoção de uma aprendizagem com significados, a sequência foi estruturada com base no Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE), de David Kolb, que é uma proposta de planejamento destinada a alcançar a maioria dos educandos, visto que em uma sala de aula há diferentes formas de aprendizagem. Nessa perspectiva, o ciclo constitui-se de etapas que passam por essas diversas estratégias de aprendizagem, estabelecendo como foco a experiência. Ainda, para promover tais aprendizagens, a sequência didática fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Paul Ausubel. Essa teoria, que parte da concepção de proporcionar a aprendizagem a partir dos conhecimentos anteriores dos educandos, pode auxiliar na compreensão significativa dos conceitos estudados nos bancos escolares e dos avanços vivenciados pela sociedade atual.

Divididos em três ciclos, os conteúdos base para o ensino de Termologia foram desenvolvidos considerando os conhecimentos pressupostos pelos educandos relacionados com suas vivências cotidianas e situações iminentes. O primeiro ciclo, referente ao tema Temperatura e Calor,

busca diferenciar tais conceitos partindo da utilização dessas palavras no dia a dia. Já o segundo ciclo, que envolve Calor Sensível e Calor Latente, parte da identificação dos conceitos, ao relacioná-los com os fenômenos presentes na natureza. Por fim, o terceiro ciclo aborda a Dilatação Térmica, mediante a visualização do fenômeno em situações próximas da vivência dos educandos.

Para relatar a proposta, o texto a seguir está estruturado em cinco capítulos, além desta apresentação. O primeiro explica o que é o CAE, de Kolb, e como ele pode ser utilizado na educação. O capítulo seguinte sintetiza, de forma objetiva, a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel. Na continuidade, são evidenciadas as relações entre as duas teorias. O próximo capítulo expõe a sequência didática proposta, distribuída em três subcapítulos, sendo um para cada tema. No último capítulo, é apresentada uma reflexão sobre a avaliação da aprendizagem significativa nos ciclos propostos. Por fim, encontram-se as referências utilizadas ao longo da produção deste trabalho. Também situam-se, ao longo da sequência didática, algumas barras laterais denominadas “Notas Para o Professor”, que contém informações e dicas para a realização das atividades apresentadas no decorrer do texto.

## 2 CICLO DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL

O Ciclo de Aprendizagem Experiencial é fundamentado na Teoria da Aprendizagem Experiencial desenvolvida por David Allen Kolb. Tal teoria tem por objetivo o desenvolvimento de pessoas, mais especificamente, o profissional, razão pela qual, atualmente, é utilizada para o ensino de adultos, muito presente na Aprendizagem Organizacional. De acordo com Pimentel (2007), para Kolb, a profissionalidade permite a aprendizagem quando o indivíduo se apropria de suas experiências, refletindo sobre elas amparado por conhecimentos teóricos.

A teoria parte do princípio de que todo indivíduo pode aprender a partir do que já sabe, isto é, a experiência serve de base para um novo conhecimento, que, por sua vez, poderá servir como experiência para outro posterior, e assim sucessivamente. A aprendizagem, então, consistiria em um ciclo, a ser estimulado por meio de motivações para fazer sentido ao aprendiz, fundamentado sempre na reflexão acerca da vivência.

Na proposição de Kolb, experiência concreta, observação e reflexão, formação de conceitos abstratos e, finalmente, teste de hipóteses e conceitos em situações novas constituem os pilares do vínculo cíclico e dialético entre experiência vivida, construção de conhecimento e projeção de aprendizagem em experiências futuras (PIMENTEL, 2007, p. 164).

Acrescenta-se a isso que, por se tratar de um ciclo, todas as etapas estão vinculadas entre si, ou seja, qualquer etapa do ciclo pode servir de ponto inicial para que ocorra a aprendizagem.

A teoria de Kolb considera importante destacar a vivência de cada indivíduo, salientando que, juntamente com a vivência, cada estudante possui um estilo diferente de aprendizagem. Isso significa que há diferentes maneiras de aprender, que são perceptíveis não só nos estudantes, mas também nos professores. Assim, se o professor tiver preferência por um único estilo de aprendizagem, todo seu trabalho irá se desenvolver a partir dele. Por consequência, os estudantes que seguem outro estilo de aprendizagem sentirão dificuldade para aprender.

De acordo com Kolb (apud TREVELIN, 2011), são quatro os estágios que ocorrem na aprendizagem experiencial: a Experiência Concreta (EC), a Observação Reflexiva (OR), a Conceituação Abstrata (CA) e a Experimentação Ativa (EA). Desses estágios, surgem duplas combinações que determinam os diferentes estilos de aprendizagem, que nada mais são do que o modo como o indivíduo utiliza e processa as informações. Logo, esse estilo é particular do próprio indivíduo.

Nessa perspectiva, se a informação for aprendida apenas por um estilo, o conhecimento poderá não ser eficaz. Para evitar essa situação, o ensino pode ser realizado por meio de um ciclo que contemple o maior número

possível de estilos, isto é, que permita que a aprendizagem transite pelos quatro estágios da aprendizagem experiencial, a fim de que consiga atingir, de maneira mais aprofundada, todos os alunos. Para isso, é importante o professor analisar a viabilidade de um problema ser discutido em todas as etapas de aprendizagem e, na sequência, ativar a criatividade para utilizar variadas abordagens e/ou materiais.

Com base em uma estrutura padrão, o professor pode desenvolver seu problema empregando o ciclo de aprendizagem, que gera, de acordo com as suas etapas, os seguintes questionamentos: Por quê? O quê? Como? E se? Partindo desses tópicos, são definidas quatro etapas que possibilitam um planejamento mais eficiente e mais próximo da teoria, de modo que cada etapa anterior conduza à seguinte, em um processo no qual a aprendizagem ocorre.

A partir da EC, o estudante aprende experimentando sensações ocasionadas por essa experiência, ou seja, o conhecimento é proporcionado pelas percepções. Para tanto, o estudante deve saber os motivos pelos quais determinado conteúdo ganha relevância no momento, e cabe ao professor demonstrar essas razões, relacionando o objeto de estudo com a vivência. Como o processo de aprendizagem parte da experiência, o estudante compreende que o que se aprende não se restringe à teoria dentro da sala de aula. Por isso é tão importante que o professor relacione o conteúdo com as vivências, poden-

do, para tanto, lançar mão de diferentes materiais ou métodos para oportunizar essas experiências ou retomar as já vividas pelos estudantes.

Já na OR, a aprendizagem advém da observação, sem a necessidade de ações, isto é, a tarefa consiste em refletir sobre o que foi observado. Assim, problemas vinculados ao conteúdo são propostos para despertar nos alunos os conhecimentos necessários para resolvê-los. Nesse momento, as teorias e os conceitos são desenvolvidos e trabalhados por meio das relações estabelecidas com as vivências da EC, buscando, a partir desta etapa, obter significados que permitirão aos estudantes resolver os problemas propostos com base nesse conhecimento.

Na etapa da CA, ocorre a aprendizagem pelo pensamento com base na lógica e nas ideias. Esse pensamento consiste na identificação das características da experiência e na transformação dessas informações em representações simbólicas, para que, a partir do conhecimento em pauta, os estudantes sejam capazes de aplicá-lo na solução de problemas. Entretanto, esses problemas, diferentemente da etapa anterior, em que o professor os utilizava para desenvolver o conteúdo, são apresentados aos próprios estudantes, para que possam solucioná-los de acordo com as ferramentas e/ou os conceitos que lhes foram oferecidos. Dessa forma, acontece a generalização do conteúdo aprendido para possibilitar a solução de um problema real.

Por fim, é na EA que o estudante deve conseguir desenvolver o que aprendeu diante de novas situações, ou seja, trabalhar o conteúdo em contextos diferentes do qual o aprendeu, planejando e experimentando de uma forma ativa. Nesse ponto, todos os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores são ampliados e criam novos vínculos com situações problemas, permitindo, também, simulações e testes. O professor, a partir daqui, não explica conceitos, mas fornece meios/problemas para que sejam compreendidos a partir do conhecimento já adquirido.

Ainda que, de acordo com essa teoria, cada indivíduo tenha seu próprio estilo de aprendizagem, sempre poderá desenvolver outro estilo, desde que estimulado. Presupõe-se que, para isso, compete-lhe desenvolver alguma habilidade em sua formação, o que pode ser incentivado pelos professores por meio de diferentes estratégias de ensino.

Ainda, os conceitos de integração e diferenciação possibilitam compreender a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, proporcionando, respectivamente, o aumento da complexidade do conhecimento, para constituir um todo ou uma unidade, bem como a interdependência de suas partes. É como se a diferenciação fosse responsável pelo detalhamento dos conhecimentos e modos de atuar, enquanto a integração consistiria em uma escala hierarquizada que organiza elementos e conceitos em categorias.

Tais conceitos conduzem à interpretação dos eventos, formando uma composição de generalidades vinculadas à capacidade demonstrada pelo estudante para encontrar relações alternativas para situações que venham a ser experienciadas. Assim, a integração torna-se complexa e a diferenciação amplia-se.

É mediante esse ciclo de modalidades, centrado na perspectiva da aprendizagem experiencial, que o profissional extrai de suas próprias experiências aprendizagens significativas para seu desenvolvimento, em níveis crescentes de diferenciação e integração de conhecimentos, habilidades e competências.

# 3 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Paul Ausubel (1918-2008), foi desenvolvida a partir da década de 60, e seus estudos prosseguiram nas décadas seguintes. Para o autor, a aprendizagem não está relacionada ao simples ato da memorização, mas ocorre quando o conhecimento interage com a estrutura cognitiva do aprendiz, tornando-se significativo para ele. Por estrutura cognitiva, compreende-se a organização dos conhecimentos presentes na mente do indivíduo e a forma como esses conhecimentos estão organizados mediante as relações estabelecidas.

Tal teoria fundamenta-se no cognitivismo, isto é, parte da elaboração do conhecimento. Na concepção de Ausubel, a aprendizagem processa-se a partir da estrutura cognitiva do aprendiz, considerada o principal fator para que se torne significativa. Em outras palavras, a vivência e a experiência de cada indivíduo não podem ser ignoradas no processo. Nessa direção, o autor (AUSUBEL, 1978, p. iv) salienta: “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo”.

Silva e Schirlo (2014) destacam que, de acordo com a TAS, o aprendiz possui um conhecimento sobre algo que, organizado na sua mente, deve interagir com o conhecimento novo. Todo conhecimento deve ancorar-se em elementos já presentes na estrutura cognitiva, compreendida como o conjunto total de conteúdo e organização das ideias naquela área particular de conhecimento. Esses conhecimentos específicos que podem ser utilizados como ancoradouros são nomeados de “subsunoçores” (SILVA; SCHIRLO, 2014, p. 38). No processo de aprendizagem, os conceitos subsunoçores devem ser identificados previamente, e, após sua interação com o novo conhecimento, podem resultar em um novo subsunçor, ou seja, o novo conhecimento pode servir como ancoradouro para um próximo conceito.

Para ser significativa, a aprendizagem deve acontecer de forma não arbitrária e não literal, ou seja, deve estar ligada a conceitos claros e específicos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, não apenas a palavras ou termos, a fim de que possam ser expandidos. Isso significa que não pode haver exclusividade no uso do conhecimento, pois, nesse caso, este se tornaria refém do contexto em que foi aprendido.

Na falta de subsunoçores, isto é, quando o novo conhecimento não encontra conhecimentos anteriores na estrutura cognitiva para se ancorar, pode-se lançar mão de meios e/ou materiais para desenvolvê-los. Nessa perspectiva, é possível recorrer a organizadores prévios, que

por função servem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente. Ou seja, organizadores prévios são materiais que organizam a estrutura cognitiva de modo que nela seja desenvolvido um novo subsunçor capaz de ancorar o novo conhecimento a ser apresentado. Esses organizadores devem ser utilizados de forma preliminar, do mesmo modo que devem ser apresentados em um nível mais alto de abstração em relação ao material que será estudado.

Diante da teoria de Ausubel, pressupõe-se que qualquer aprendizagem pode se tornar significativa a partir do momento em que for ancorada em um subsunçor. No entanto, alguns fatores precisam ser levados em conta para que o processo seja bem-sucedido. Há condições essenciais que estruturam a aprendizagem significativa, que são a disposição do aprendiz e o material a ser utilizado. Tendo em vista que o aprendiz precisa estar disposto a aprender significativamente, é fundamental que ele se sinta motivado e interessado nessa forma de aprendizagem, pois, caso contrário, irá aprender mecanicamente através da memorização, dando-se por satisfeito. Ainda, é imprescindível que esse material, além de ser relacionável com a estrutura cognitiva, mostre-se “potencialmente significativo”, como denomina o autor. O material deve ser desenvolvido após se averiguar a estrutura cognitiva do aprendiz, buscando a identificação dos subsunçores aos quais será ancorado.

Ligado às etapas do processo da aprendizagem significativa, surge o princípio da diferenciação progressiva, que, segundo Moreira e Masini (2006), constitui-se de conceitos mais gerais, abordados inicialmente, para, no decorrer do processo, ocorrer a integração de elementos mais específicos. Tal descrição corrobora a premissa de Ausubel, que reitera ser mais fácil compreender elementos a partir de um todo do que estabelecer um todo a partir de fragmentos. Em outras palavras, primeiro aprende-se o geral para depois detalhar/analisar elementos menores e mais complexos.

Após a diferenciação progressiva, acontece a chamada “reconciliação integrativa”, momento em que as ideias passam a se relacionar a partir de similaridades e diferenças entre conceitos. Dito de outro modo, os novos conhecimentos estabelecem vínculos e ancoragens com diversos elementos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e esta pode se reorganizar e adquirir novos significados.

Quando a nova informação se relaciona com o conceito subsunçor já presente na estrutura cognitiva, ocorre a “assimilação”, que nada mais é do que um produto dos dois conceitos. Ou seja, o subsunçor e o novo conhecimento permanecem modificados ao longo do processo de aprendizagem, tornando-se mais amplos que os conceitos individuais. Assim, ao ocorrer a aprendizagem significativa, esses conceitos modificados interagem de forma que apenas podem ser

compreendidos juntos, e, aos poucos, estruturam-se de modo que se tornem um único conceito, a partir de determinado momento, gerando um novo subsunçor.

A identificação de uma aprendizagem significativa só é possível quando o sujeito emprega o novo conhecimento fora do contexto em que o aprendeu, remodelando ou ressignificando os saberes que se tornarão mais importantes e atuarão como novos subsunçores ou conhecimentos prévios, capazes de dar significado ao estudo de novos conceitos. Entretanto, não é possível averiguar a aprendizagem significativa em si, mas apenas identificar evidências da ocorrência dessa aprendizagem.

# 4 CICLO DA APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL & TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

De acordo com os capítulos anteriores, pode-se reduzir as duas teorias, Teoria da Aprendizagem Experiencial e Teoria da Aprendizagem Significativa, respectivamente, nos seguintes princípios: para ocorrer de fato uma aprendizagem, esta deve estar relacionada às experiências vivenciadas pelo indivíduo e partir dos conhecimentos que ele já possui na sua estrutura cognitiva. As teorias pressupõem que não é possível ocorrer uma aprendizagem concreta sem que algumas condições mínimas sejam respeitadas e que a aprendizagem consiste em um processo. Portanto, nesta seção, as etapas do Ciclo de Aprendizagem Experiencial serão descritas e aproximadas de alguns pressupostos da TAS.

Na etapa da EC, a aprendizagem origina-se da experimentação, isto é, o conhecimento é adquirido pelas sensações que a vivência fornece para o estudante. A interação, por si só, sem necessariamente promover uma reflexão sobre, provê elementos que são compreendidos sem demandar uma ação do indivíduo. Também de acordo com a teoria, essa experiência tanto pode já ter sido vivenciada como pode ser viabilizada pelo professor. Tais conceitos corroboram a concepção da TAS quanto à ne-

cessidade de identificar os chamados “conceitos subsunçores”, definidos como um conjunto de elementos presentes na estrutura cognitiva que podem ser utilizados como base para a construção de um novo conhecimento. Desse modo, tais conceitos remetem à vivência de cada pessoa.

Entretanto, quando os conceitos presentes na estrutura cognitiva não são suficientes para ancorar o novo conhecimento, é preciso ampliá-los com o auxílio de um organizador prévio que funcionará como ponte para que o novo conhecimento se ligue aos já existentes. É nesse momento que o estudante entende a necessidade de aprender determinado conceito, pois relacioná-lo com sua realidade pode lhe servir de motivação, que consiste em uma das condições necessárias para que os objetivos da aprendizagem sejam atingidos.

Durante a OR, o objetivo é a observação, que compreende a reflexão sobre os acontecimentos da etapa anterior, ou seja, a reflexão sobre as experiências vivenciadas começa a produzir significados. O mesmo pode ocorrer na TAS, uma vez que essa teoria considera que o processo de ensino parte do que já foi vivenciado para construir o conhecimento, tendo como base os conceitos subsunçores. Nesse ponto, como o conteúdo passa a ser ensinado levando em conta a vivência, cabe ao professor organizar o material de acordo com o que foi evidenciado na etapa anterior. Conforme Ausubel, esse material precisa ser potencialmente significativo, ou seja, sua importância precisa estar clara para que a aprendizagem ocorra.

No Ciclo da Aprendizagem Experiencial, esse momento permite que o conteúdo seja desenvolvido, de forma gradativa, a partir dos elementos destacados anteriormente. É nessa etapa que um tema se desdobra em conceitos, fornecendo conhecimentos que possam ser utilizados na resolução de problemas reais e favorecendo a promoção da diferenciação progressiva, em que os conceitos mais amplos e gerais desdobram-se em conceitos específicos e nas suas aplicações.

A CA é a etapa em que o conhecimento ocorre por meio do pensamento, com o uso de ferramentas como a lógica e a formulação de ideias. Para o Ciclo da Aprendizagem Experiencial, ela corresponde à diferenciação e aplicabilidade, ou seja, o aprendizado da etapa anterior deve se desdobrar na utilização desses conhecimentos, para que problemas reais possam ser resolvidos diante de situações semelhantes às vivenciadas quando foram aprendidos. Portanto, é evidente a conexão da CA com o conceito de reconciliação integrativa, que, na TAS, consiste na relação entre ideias que demonstram similaridades e diferenças entre conceitos, reorganizando os que se encontram presentes na estrutura cognitiva. A reconciliação integrativa é um estágio posterior à diferenciação progressiva, assim como se utiliza a lógica após a reflexão sobre acontecimentos.

Na EA, o conhecimento adquirido torna-se significativo ao ser colocado em prática, uma vez que, nesse estágio, a aprendizagem consiste em “fazer algo”, isto é,

deve-se desenvolver o que foi aprendido em novas situações, diferentes das já experimentadas ao longo do processo. De acordo com a TAS, verificar se a aprendizagem que ocorreu foi realmente significativa ou não é uma tarefa difícil e que demanda tempo, entretanto é possível evidenciar indícios da sua efetivação. Nesse caso, a evidência manifesta-se no momento em que a aprendizagem se torna ampla e generalizada a ponto de ser empregada em situações novas. Para isso, o professor pode auxiliar os estudantes a estabelecerem a relação por conta própria, sem fornecer as respostas dos problemas que possam surgir.

Para o Ciclo de Aprendizagem Experiencial, a aplicação desses conhecimentos permite que uma nova experiência seja vivida e sirva como referência para que o ciclo se repita novamente. Ou seja, o ciclo é completado quando já fornece subsídios para que se renove e um novo conhecimento possa ser estabelecido a partir do atual. Assim, corrobora a aprendizagem significativa, na medida em que toda aprendizagem adquirida torna-se um novo subsunçor na estrutura cognitiva do indivíduo, indicando que o novo conhecimento pode ancorar um futuro conceito a ser aprendido.

# 5 CICLOS

## 5.1 Temperatura e calor

Este ciclo tem por objetivo proporcionar ao aprendiz a diferenciação entre os conceitos de “calor” e “temperatura”, assim como estabelecer vínculos de tais conceitos com situações reais. Para alcançá-lo, parte-se de conflitos entre a utilização usual e científica dos conceitos abordados. A sugestão é que as quatro etapas do ciclo sejam desenvolvidas ao longo de seis períodos de 50 minutos cada.

### 5.1.1 Primeira etapa: experiência concreta

Com duração de um período, a primeira etapa do ciclo consiste na experiência concreta. Nesta, com base na experiência vivida pelos próprios educandos, devem ser identificados os subsunçores que servirão de alicerce para a construção da nova aprendizagem. Para tanto, é pertinente a utilização de um organizador prévio que terá como objetivo potencializar os conceitos subsunçores já existentes nos educandos, além de desenvolver outros aos quais o novo conhecimento possa ser ligado.

Para isso, propõe-se uma atividade prática voltada a identificar os conceitos que os educandos possuem e

evidenciar os critérios que eles adotam para definir temperatura e calor. A realização da atividade demanda o uso de três recipientes grandes (que caiba a mão de uma pessoa), um com água na temperatura ambiente, outro com água quente e o terceiro com água gelada. Para facilitar o processo em sala de aula, podem ser utilizados um aquecedor de imersão e uma caixa térmica, para aquecer a água quando for necessário e armazenar o gelo por mais tempo. Durante a atividade, um educando por vez é convidado a mergulhar, simultaneamente, uma mão no recipiente com água morna e a outra no recipiente com água gelada, permanecendo assim por cerca de um minuto (Figura 1), para, imediatamente após, mergulhar as duas mãos na água em temperatura ambiente, contida no outro recipiente. O educando perceberá sensações térmicas diferentes em cada mão, mesmo que ambas estejam mergulhadas na mesma água. Essa experiência também permite medir com termômetros a temperatura da água de cada recipiente para levantar hipóteses.

Figura 1 – Atividade sensação térmica



Fonte: os autores (2020).

A intenção é que os educandos busquem em sua estrutura cognitiva os conhecimentos que possuem e os reorganizem após o conflito de sensações térmicas, além de criar conceitos na tentativa de explicar o fenômeno. Nesse caso, a etapa da vivência é viável na medida em que todos os educandos já passaram por alguma situação envolvendo os conhecimentos a serem aprendidos, seja na sua experiência de vida, ou na experiência em sala de aula.

Com base nessa vivência individual, torna-se possível buscar os subsunçores presentes na estrutu-



## NOTAS PARA O PROFESSOR

### Mentimeter.com

Para acessar as ferramentas do *site*, é necessário efetuar um cadastro a partir de uma conta do gmail. Após o *login* no *site*, é preciso:

- acessar "*your presentations*" e, em seguida, "*new presentation*";
- escolher um nome;
- acessar "*Word cloud*";
- adicionar a pergunta no campo "*Your question?*";
- selecionar a quantidade de respostas em "*Entries per voter?*";
- selecionar/marcar a opção "*Extras (Enviar mais de uma resposta)*".

A partir disso, é gerado um código na tela, juntamente com o *link* de acesso para os educandos, que podem utilizar seus próprios aparelhos smartphones para digitar o código e assim cadastrar a resposta que será interativa com a nuvem.

**Dica:** caso algum educando não possua aparelho, poderá cadastrar a resposta em um smartphone emprestado por um colega, ou, ainda, utilizar um computador disponível na sala de aula ou no laboratório de informática.

ra cognitiva dos educandos. Para isso, o professor pode solicitar que cada um escreva palavras ou conceitos relacionados com calor e temperatura, procurando explicar o que são, onde se encontram, entre outros aspectos. Essas expressões devem ser enviadas por meio de um questionário previamente formulado e disponibilizado pelo professor no *site* [menti.com](https://www.menti.com), para juntas formarem uma “nuvem de palavras” da turma.

Figura 2 – Nuvem de palavras na plataforma Mentimeter



Fonte: os autores (2020).

Os conceitos e as palavras mais recorrentes servirão para o professor mediar um debate no grande grupo com base nas perguntas contidas no Quadro 1.

### Quadro 1 – Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa da experiência concreta

- 
- O que é calor?
  - O que é temperatura?
  - É possível aumentar a quantidade de calor ou a temperatura de um corpo? Como?
  - Qual a relação do frio com esses conceitos?
  - Onde calor e temperatura estão presentes no nosso dia a dia?
  - É importante ter conhecimento sobre tais conceitos?

Fonte: os autores (2020).

Ao conduzir o diálogo, é interessante que o professor proporcione o levantamento de hipóteses e o compartilhamento de vivências, relações e concepções. Nesse momento de discussão das palavras encontradas, cada elemento torna-se fundamental para a identificação de importantes subsunções.

#### **5.1.2 Segunda etapa: observação reflexiva**

Para o desenvolvimento da segunda etapa do ciclo, a observação reflexiva, recomenda-se reservar dois períodos. Ela é destinada a ensinar o conteúdo refletido a partir das vivências anteriores. Para isso, é necessário que os propósitos estejam claros para o educando, ou seja, a importância do conteúdo deve estar evidente, para que

## NOTAS PARA O PROFESSOR

O que é o PhET?

O PhET é um *site* com simulações interativas de livre acesso.

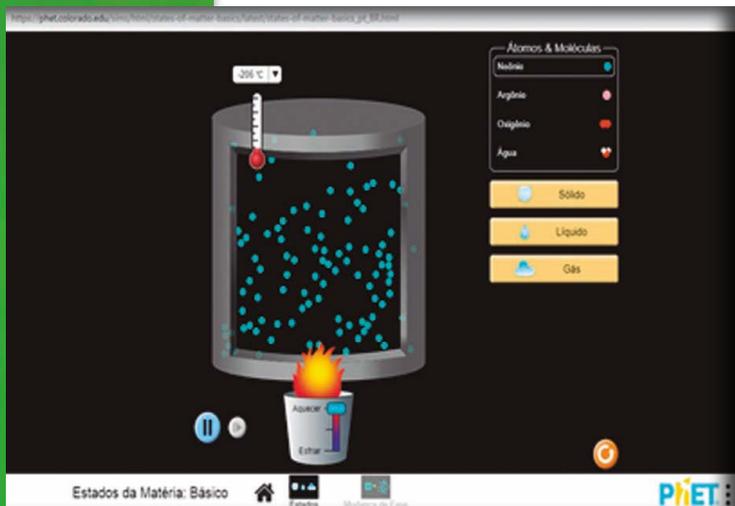
De acordo com o próprio *site*, foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman. O projeto PhET Simulações Interativas, da Universidade de Colorado, em Boulder, cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências.

As simulações PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os estudantes através de um ambiente intuitivo, ao estilo de um jogo, em que aprendem por meio da exploração e da descoberta.

ele se sinta disposto a aprender. Assim, o material precisa ser potencialmente significativo, isto é, estar relacionado com os subsunçores já identificados. Na etapa da observação reflexiva, tem início a diferenciação progressiva, pois se parte de um todo, e, progressivamente, os conceitos específicos vão se formando.

A diferenciação dos conceitos deve ser iniciada após o educando compreender a estrutura da matéria. Para tanto, mostra-se bastante útil o experimento “Estado da Matéria: Básico”, disponibilizado no laboratório virtual da plataforma [phet.colorado.edu](http://phet.colorado.edu).

Figura 3 – Simulador “Estado da Matéria: Básico”



Antes da interação com o simulador, faz-se importante destacar que toda matéria é composta por partículas, ou seja, átomos e moléculas, que se agitam constantemente. A energia cinética dessa agitação é denominada de “energia térmica”. Ao interagir com o experimento, os educandos devem perceber que a variação da temperatura está relacionada com a agitação das partículas que compõem um material/substância. Essa agitação ocorre como consequência da interação com uma fonte de energia, nesse caso, o fogo.

O simulador permite observar as moléculas que compõem uma substância em um estado específico, e, a partir da interação com os elementos da tela, aquecer ou esfriar o material com fogo ou gelo. A partir disso, pode-se analisar a mudança de estado da matéria acompanhando a temperatura com o auxílio de um termômetro. O simulador é destinado aos estados da matéria, entretanto, o objetivo no momento consiste em analisar a mudança de temperatura. Em vista disso, o ideal é utilizar o simulador com o elemento no estado gasoso.

Então, a elevação da **temperatura** de um corpo deve-se ao aumento de sua agitação molecular. Já a queda de temperatura está vinculada à diminuição dessa agitação. Assim, o professor pode auxiliar os educandos na compreensão do conceito de temperatura com base no que apresenta o Quadro 2.



## NOTAS PARA O PROFESSOR

Como utilizar o PhET?

Embora haja essa possibilidade, não é necessário cadastrar-se para acessar o *site*, bastando abrir a página inicial e clicar diretamente em:

- “Entre aqui e simule”.

Na página das simulações, inúmeros experimentos estão disponíveis, e é possível filtrá-los por disciplina e conteúdo. Para a necessidade do ciclo, deve-se filtrar a busca por:

- Física,
- Calor & termometria.

Na sequência, acessar:

- “Estados da Matéria: básico”,
- “Formas de Energia e Transformações”.

Por fim, é só dar “*play*”.

Pronto! O simulador irá funcionar no próprio navegador de internet.

### Quadro 2 – Conceito de temperatura



“A temperatura de um corpo (o grau de agitação de suas partículas) indica a medida da energia cinética média das suas partículas. Quanto maior a temperatura, maior a agitação, e quanto menor a temperatura, menor a agitação.”

Fonte: Gewandsznajder (2015).

Depois da conceitualização de temperatura, um segundo simulador pode ser utilizado para auxiliar na diferenciação progressiva. Igualmente disponível na plataforma *phet.com*, o simulador chamado “Formas de Energia e Transformações” serve para mostrar aos educandos que, para sofrer alteração na sua temperatura, um corpo deve ceder ou receber energia térmica de outro corpo ou do meio em que está inserido.

Figura 4 – Simulador “Formas de Energia e Transformações”



Fonte: os autores (2020).

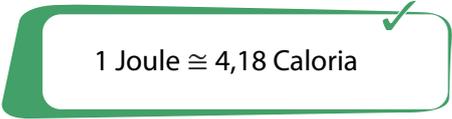
A visualização no simulador auxiliará o professor a reforçar com os educandos o fato de que essas alterações ocorrem apenas quando há diferença de temperatura entre os corpos, de maneira que o corpo de maior temperatura ceda energia para o de menor temperatura. A intenção é que os educandos compreendam que essa energia térmica transferida de um corpo para o outro denomina-se “calor”. Dessa forma, espera-se que o segundo conceito seja estabelecido, conforme se enuncia no Quadro 3:

Quadro 3 – Conceito de calor

“Calor é o processo de transferência de energia térmica entre corpos devido à sua diferença de temperatura.”

Fonte: Gewandsznajder (2015).

Por ser uma forma de energia, a unidade de medida de calor no Sistema Internacional (SI) é o joule (J). No entanto, a unidade de caloria (cal) também é empregada em algumas situações. A seguir, apresenta-se a relação entre essas duas unidades:


$$1 \text{ Joule} \cong 4,18 \text{ Caloria}$$

Ao abordar essa questão, é necessário que o professor comente com os educandos que a transferência de energia ocorre sempre no mesmo sentido até os corpos atingirem a mesma temperatura, quando alcançam o chamado “equilíbrio térmico”. Ou seja, no momento em que suas temperaturas se igualam, a transferência de energia é interrompida. Discutido o conceito de calor, importa explicar que não há um conceito científico para “frio”, pois esse termo é utilizado simplesmente para definir uma sensação térmica do nosso corpo. O frio nada mais é do que uma sensação provocada pela transferência de energia térmica (calor), que sai do corpo humano para o meio ou para outro objeto de menor temperatura, na busca de um equilíbrio térmico. Entretanto, mesmo que o fluxo de energia seja do nosso corpo para outro, a temperatura corporal tende a não diminuir (exceto em situações extremas), devido às reações químicas que ocorrem no organismo, transformando em energia térmica a energia fornecida pelos alimentos que ingerimos.

Para reforçar os conceitos estudados, o texto abaixo pode ser distribuído para os educandos, a fim de que realizem a leitura de forma coletiva, oportunizando a discussão de dúvidas que ainda possam existir.

#### Quadro 4 – Texto “Calor e temperatura”

### “Calor e Temperatura”

Em um dia quente, não é incomum ouvirmos frases como “Hoje está muito calor!”. Mas será que isso está correto? Para a Física, não. Calor e temperatura são dois conceitos fundamentais no estudo da Termometria e, não raro, são empregados como sinônimos; contudo, são termos distintos, embora estejam associados.

Na Física, o calor designa a transferência de energia entre corpos, enquanto a temperatura está diretamente relacionada com o movimento, com a agitação das moléculas de um corpo.



### Calor

Denomina-se “calor” a transferência de energia térmica de um corpo a outro devido à diferença de temperatura entre eles. Essa transmissão ocorre naturalmente do mais quente para o mais frio.

Ao colocarmos dois corpos de temperatura diferentes em contato térmico, vamos notar que eles buscam o equilíbrio térmico, no qual as temperaturas se igualam. Para que isso seja possível, o corpo de maior temperatura fornece certa quantidade de energia térmica ao de menor temperatura, até que seja estabelecido o equilíbrio térmico.

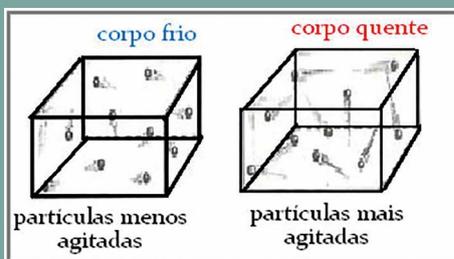


Calor é uma forma de energia, portanto, no Sistema Internacional de Unidades, ele é medido em joules. Outra unidade bastante usada é a caloria (cal), que corresponde à energia necessária para a temperatura de 1g de água variar 1°C. A relação entre a caloria e o joule é dada por:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

## Temperatura

Temperatura é a grandeza que mede o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo. Quanto maior a sua agitação, maior será a energia cinética das partículas de um corpo.



A temperatura é medida por termômetros, sendo os mais comuns os de mercúrio, que são capazes de determinar a temperatura pela expansão (ou contração) do metal depois de alcançar o equilíbrio térmico com o corpo.

As moléculas de café quente em uma xícara têm uma energia cinética média maior que as moléculas de leite gelado adicionado, o que também significa que elas estão se movendo a uma velocidade maior. Ao



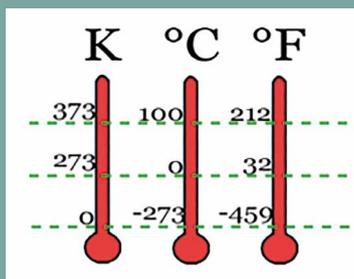
misturarmos os dois, ocorre uma transferência de energia em forma de calor do corpo de maior temperatura (café) para o de menor temperatura (leite), até obterem um equilíbrio térmico, ou seja, ambos atingirem a mesma temperatura.

Digamos que estejamos medindo a temperatura do café já misturado com o leite a partir de um termômetro. Para termos certeza de que a medida está correta, normalmente esperamos a medida da temperatura no aparelho ficar constante. Estamos esperando que o termômetro e o café com leite atinjam o equilíbrio térmico! No equilíbrio térmico, as temperaturas do bulbo do termômetro e do café com leite serão as mesmas.

### Escalas de temperaturas

As escalas de temperaturas mais usadas são: Celsius (°C), Fahrenheit (°F) e Kelvin (K).

A escala Fahrenheit é bastante utilizada em países de língua inglesa, especialmente Estados Unidos e Inglaterra. A escala Kelvin costuma ser empregada com finalidades científicas. Já no Brasil, a escala adotada é a Celsius, que apresenta os valores de 0° e 100° como ponto de fusão e de ebulição da água, respectivamente.



O ponto de fusão do gelo corresponde aos seguintes valores: 0° C na escala Celsius, 32° na escala Fahrenheit e 273° na escala Kelvin. Já o ponto de ebulição da água corresponde a 100°C, 212°F e 373 K.

$$C = \frac{F - 32}{1,8}$$

$$K = C + 273$$

$$\frac{K - 273}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

## CONCLUSÃO

Na verdade, “quente” e “frio” são palavras empregadas para facilitar o entendimento da sensação térmica. Essa sensação é variável, porque depende de uma pessoa para outra, por isso não é considerada. Tais termos servem apenas para nos ajudar na compreensão da teoria. Quando um objeto gelado entra em contato com o corpo humano, utilizamos a expressão “frio” para remeter à baixa temperatura. Dessa forma, o frio não passa para o nosso corpo, mas sim a energia térmica do nosso corpo é transferida para o objeto gelado, a fim de obterem um equilíbrio térmico. Quando ele acontece, a sensação de frio deixa de existir.

Fonte: os autores (2020).

A partir da diferenciação progressiva entre os conceitos de temperatura e calor, proporcionada pela interação dos educandos com os dois simuladores e com o texto, cabe ao professor destacar os termômetros presentes nos experimentos dos simuladores e as diferentes escalas termométricas em que se encontram.

Assim, ele pode auxiliar na compreensão de que os termômetros são aparelhos construídos para medir a temperatura. Alguns tipos pioneiros (hoje existem muitos termômetros digitais) consistem em um bulbo (reservatório) protegido por um vidro graduado e um líquido no seu interior (mercúrio ou álcool e corante). Seu funcionamento tem como base o conceito do equilíbrio térmico, de maneira que, ao ser colocado em contato com um corpo, pode receber ou ceder energia. Com isso, o líquido no seu interior sofre uma dilatação térmica, a qual ocorre devi-

do à alteração na agitação molecular da substância, que, ao passar a vibrar mais intensamente, acaba ocupando mais espaço, aumentando assim seu volume e indicando diferentes marcações graduadas no termômetro.

O professor pode finalizar essa parte da etapa salientando que as escalas termométricas mais utilizadas são Kelvin (absoluta, baseada na energia cinética mínima das partículas), Celsius (utilizada no Brasil e na maior parte do mundo, baseada na fusão e ebulição da água) e Fahrenheit (adotada em alguns países, como os EUA, baseada no congelamento de uma mistura de água e cloreto de sódio).

### **5.1.3 Terceira etapa: conceituação abstrata**

Na etapa da conceituação abstrata, que consiste na diferenciação e aplicabilidade, o objetivo é generalizar os conhecimentos estudados até o momento por meio da diferenciação progressiva (que se iniciou na etapa anterior) e da reconciliação integrativa. Dentro do ciclo, tal etapa exige que o conteúdo se desdobre em exercícios e problemas reais, em situações semelhantes. Dessa forma, a partir dos problemas, é possível diferenciar o conhecimento como um todo e reconciliar os fragmentos com base nas características em comum. O tempo destinado para desenvolver esta etapa é de dois períodos.

Para continuar a promoção da diferenciação progressiva, propõe-se distribuir aos educandos a história

em quadrinhos da Turma da Mônica intitulada “Casção e Nimbus em: Ártico ou Antártico?”<sup>1</sup>. Nessa história, os personagens Casção e Nimbus sofrem com o dia ensolarado e a alta temperatura do ambiente. Ao buscarem por “soluções”, eles acabam entrando numa discussão em que suas opiniões divergem quanto ao local considerado mais frio, o Ártico ou o Antártico. Outro personagem, o cientista Franjinha, escuta o debate dos dois e decide ajudá-los com sua nova invenção, uma máquina transportadora. Assim, Casção e Nimbus são transportados do laboratório para o Ártico e para o Antártico, respectivamente, e vivem diversas aventuras. Preocupados em se livrar de enrascadas, acabam se esquecendo do seu principal objetivo, que é medir a temperatura nos locais. Assim, transportados de volta para o laboratório, ainda não sabem a resposta, que só é esclarecida posteriormente por Franjinha.

Após a leitura, o seguinte questionário pode ser entregue para cada educando:

---

<sup>1</sup> Disponível em <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

Quadro 5 – Questões calor x temperatura.

- 1) Cascão utiliza o termo “calorão” para expressar o que está sentindo no momento. A partir do real conceito de calor, o emprego da palavra “calorão” está correto? Por quê?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascão-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 2) Na última fala, Franjinha quer saber a temperatura de cada lugar. O que ele quer dizer com “temperatura”?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascão-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 3) No trecho abaixo, Cascão remete o termômetro a uma pessoa doente. Sabe-se que esse instrumento auxilia a identificar se uma pessoa apresenta temperatura corporal diferente da normal. Explique qual o princípio do funcionamento do termômetro e como ocorre o processo para medir a temperatura do corpo.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 4) Na Antártica, “a temperatura chega a até 70 graus negativos”. A temperatura foi informada sem unidade de medida. Com base nos estudos anteriores, quais são as unidades termométricas que podem representar esse valor?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 5) Ainda sobre a tirinha da questão anterior, supondo que a temperatura informada esteja na escala Fahrenheit, quais seriam os valores correspondentes dessa temperatura nas escalas Celsius e Kelvin?

- 6) É correto afirmar que no Polo Norte e no Polo Sul “faz” frio?



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 7) Cascão diz que “É tudo frio! Frio! Friiii”, e por isso vai ter que arranjar algumas “soluções”.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- a) É correto afirmar que as “coisas” são frias?

---

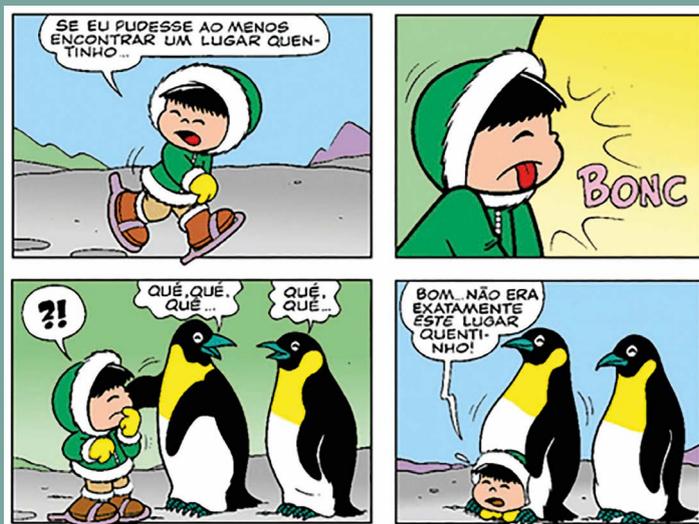
---

- b) De que forma uma fogueira poderia ajudá-lo nesse caso?

---

---

- 8) Supondo que a temperatura corporal de um pinguim seja de  $39^{\circ}\text{C}$  e de uma pessoa,  $36,5^{\circ}\text{C}$ . Quando Nimbus entra em contato com o pinguim, ele irá sentir uma sensação de “quentinho”? Explique.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

- 9) Explique o que o Cascão quer dizer quando fala que no Ártico é “brrr... tudo gelo!”.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>.

Na sequência da resolução das atividades, é importante que as respostas sejam discutidas em grupo para que ocorra a reconciliação integrativa, pois a colaboração entre educandos pode ajudar a reestabelecer ligações entre os conceitos com base em suas semelhanças.



## NOTAS PARA O PROFESSOR

Abaixo, são listadas as possíveis respostas dos educandos às questões do Quadro 5, de acordo com o que se espera encontrar, e não de acordo com os conceitos definidos.

Questões do Quadro 5:

Espera-se que os educandos:

- na questão 1 – reconheçam que a palavra é utilizada de forma equivocada no dia a dia, distante do seu real conceito científico;
- na questão 2 – relacionem temperatura com o nível de agitação das partículas;
- na questão 3 – utilizem os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico na resposta;
- na questão 4 – informem que há mais de uma escala, sendo °C e °F;
- na questão 5 – demonstrem ter compreendido a comparação entre as escalas;
- na questão 6 – demonstrem ter compreendido a comparação entre as escalas;
- na questão 7 – percebam que “frio” é uma sensação relativa para cada pessoa;
- na questão 8 – abordem a relação entre a sensação de frio e a transferência de energia;
- na questão 9 – apresentem os conceitos de equilíbrio térmico e calor na resposta;
- na questão 10 – identifiquem a relação entre gelo e a baixa temperatura, em que a sensação de frio é causada pela transferência de energia térmica.

### 5.1.4 Quarta etapa: experimentação ativa

Na quarta etapa, ocorre a experimentação ativa, que consiste em “fazer” a partir do conhecimento adquirido. Ao longo de um período, o professor deve auxiliar os educandos a desenvolverem em novos contextos tudo o que aprenderam, momento em que poderão ser verificados indícios de que a aprendizagem foi significativa. O objetivo vai ao encontro do processo de assimilação da aprendizagem, em que ocorre a alteração dos conceitos subsunçores que estavam organizados na estrutura cognitiva dos educandos. A partir do momento em que a aprendizagem se torna significativa, tal estrutura precisa ser modificada de maneira que se estabeleça um novo subsunçor, o qual servirá de base para outra nova aprendizagem.

Portanto, recomenda-se que o professor trabalhe com a história em quadrinhos da Turma da Mônica intitulada “Casão e Cebolinha em: os heróis do planeta gelado”<sup>2</sup>, solicitando aos educandos que grifem todas as palavras referentes ao conteúdo estudado que encontrarem no texto. Em seguida, a proposta é que eles reescrevam os quadrinhos de acordo com os conceitos corretos cientificamente e, como complemento, elaborem um pequeno texto explicando o conteúdo alterado em cada quadrinho.

---

<sup>2</sup> Disponível em <http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-cebolinha-em-os-herois-do-planeta-gelado-2/>.

Uma vez que o objetivo da atividade é possibilitar a ocorrência da aprendizagem significativa, e não apenas identificar o que o educando sabe ou o que ele ainda precisa aprender, registra-se que o professor não pode considerar essa etapa como uma avaliação tradicional. Dessa forma, é necessário que ele fique atento às dúvidas que podem surgir, induzindo o educando a realizar a tarefa de acordo com seus conhecimentos, sem dar a resposta pronta para a questão.

O texto elaborado a partir da correção da história em quadrinhos servirá como recurso de análise do professor, que, de posse dos subsunçores e do material utilizado, poderá estabelecer comparações entre os conhecimentos na busca por mudanças na estrutura cognitiva dos educandos.

## **5.2 Calor sensível e calor latente**

O objetivo deste ciclo é possibilitar aos educandos a compreensão física dos acontecimentos que ocorrem a partir da transferência de energia térmica, identificando as causas e consequências desse processo. Dessa forma, o ciclo é fundamentado em situações cotidianas, estabelecendo vínculo entre o que já é de comum vivência e conceitos capazes de melhorar determinados processos do dia a dia. Dividido entre as quatro etapas descritas a seguir, este ciclo pode ser desenvolvido ao longo de seis períodos de 50 minutos cada.



## NOTAS PARA O PROFESSOR

Abaixo, encontram-se sugestões para a atividade experimental da etapa “experiência concreta” demonstrada na Figura 5.

### **Materiais:**

As substâncias utilizadas nessa atividade podem ser substituídas por outras de fácil acesso, desde que sejam completamente diferentes e, se possível, puras.

Para aquecer as substâncias, podem ser utilizados um Beker e Bicos de Bunsen, se a atividade for realizada em um laboratório, ou algum recipiente e um fogão a gás, se ocorrer na cozinha da escola.

### **5.2.1 Primeira etapa: experiência concreta**

A etapa da experiência concreta deve ter como ponto de partida a vivência de cada educando, com o objetivo de encontrar subsunçores. O tempo de um período é considerado suficiente para sua realização, iniciando com um organizador prévio, a fim de resgatar ou fortalecer os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mesmo que o assunto envolva diversas situações cotidianas e seja provável, portanto, que todos os educandos apresentem alguma vivência relacionada.

Como organizador para esse momento, sugere-se a realização de uma atividade experimental intitulada “Aquecendo substâncias”, que permite analisar as mudanças ocorridas em diferentes substâncias a partir de uma fonte de energia. Divididos em grupos, os educandos devem, inicialmente, colocar determinada quantidade de água em um recipiente e a mesma quantidade de óleo (de cozinha) em outro reci-

piente igual ao primeiro. Após, será necessário aquecer as duas substâncias em fontes de energia iguais (ou na mesma fonte). Na sequência, os educandos irão acompanhar a mudança de temperatura, utilizando um termômetro e um cronômetro, e anotar os dados coletados.

Figura 5 – Atividade “Aquecendo substâncias”



Fonte: os autores (2020).

Por meio dessa atividade, espera-se que os educandos percebam que a mesma energia fez variar a temperatura de forma diferente em cada substância, criando assim novos elementos na sua estrutura cognitiva a partir da referida vivência, ou relacionando-a com situações semelhantes que possam ter vivenciado anteriormente. A intenção é que essa atividade se torne uma experiência mínima para servir como base para as discussões posteriores.

Esse é, portanto, o momento indicado para buscar os elementos subsunçores necessários para a construção do novo conhecimento. Nessa perspectiva, considerando a vivência anterior, o professor pode dirigir aos educandos os seguintes questionamentos:

Quadro 6 – Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa “experiência concreta”

- 
- De que forma o calor (transferência de energia térmica) afeta os corpos?
  - É possível um corpo receber mais energia térmica que outro e, mesmo assim, permanecer com temperatura menor? Justifique.
  - Em que situação do seu cotidiano pode ser importante ter conhecimentos sobre a variação de temperatura em diferentes materiais?
  - Além da variação de temperatura, alguma outra mudança pode ocorrer em um corpo que recebe ou cede energia térmica?

Fonte: os autores (2020).

Essas discussões, a serem realizadas no grande grupo e apenas mediadas pelo professor, permitem que os educandos reflitam novamente sobre os conceitos e desenvolvam suas próprias hipóteses, diante do surgimento de possíveis divergências nas explicações. Essa é a oportunidade que o professor tem de aguçar cada vez mais a busca por respostas, tornando evidentes os subsunçores que serão utilizados mais adiante.

Ele também pode solicitar que os educandos elaborem um pequeno texto no caderno, com base na discussão, expondo os conceitos que acreditam ser corretos. Na etapa final do ciclo, esse texto poderá ser retomado, oportunizando uma análise quanto ao avanço de cada educando em termos de sua aprendizagem.

### **5.2.2 Segunda etapa: observação reflexiva**

Na etapa da observação reflexiva, o conteúdo é desenvolvido e o conhecimento continua sendo construído. Para isso, é fundamental que o material elaborado para a aula se relacione com os conceitos subsunçores evidenciados na etapa anterior. Assim, o conhecimento apresenta elementos para ser ancorado na compreensão que os educandos já possuem, ao mesmo tempo em que se torna clara a necessidade de apreendê-lo. Vale ressaltar a importância da participação do educando nessa etapa, tendo em vista que, sem o seu interesse, o processo torna-se ineficiente.

A diferenciação progressiva ocorre gradativamente, a partir dos elementos destacados de forma geral e ampla, buscando aos poucos suas especificidades e aplicações. Por esse motivo, o ideal é destinar dois períodos para esta etapa e introduzir os conceitos mediante a leitura do texto transcrito na continuidade:

## Quadro 7 – Texto para debate acerca de calor específico.

### POR QUE NO DESERTO FAZ CALOR DE DIA E FRIO À NOITE?

Sabia que no deserto há variação de temperatura? Não? Então leia este artigo e saiba por que isso ocorre.



Estranho ver aquele sol escaldante em meio ao deserto e pensar que quando a noite chega tudo por lá começa a esfriar. Isso mesmo que você acabou de ler, caro leitor: esfriar! Saiba que em algumas regiões do planeta onde há deserto, à medida que a noite vai se aproximando, a temperatura vai caindo cada vez mais.

Mas você sabe por que isso acontece?

Acontece porque o deserto possui uma baixa umidade de ar, o que acaba fazendo com que ela retenha o calor durante o dia. E pelo fato de a umidade ser muito baixa e não ter vapor d'água na atmosfera, as nuvens quase não são formadas, e isso ajuda no bloqueio das oscilações de temperatura.

Observação: as nuvens funcionam como uma espécie de estufa que ajuda a reter o calor absorvido pela superfície da terra.

Nem sempre os turistas aguentam a oscilação de temperatura e acabam indo embora do local, antes do tempo previsto.

No amanhecer, a temperatura começa a subir e, à medida em que a noite vai se aproximando, ela vai caindo.

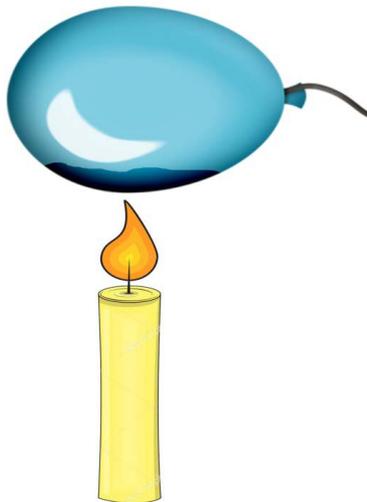
E sem esse cobertor, assim chamaremos as nuvens, o calor acaba se dissipando quando a noite se aproxima. Além disso, o solo seco do deserto perde rapidamente o calor para a atmosfera, fazendo a temperatura variar dos tórridos 50 °C durante o dia até a marca dos -10 °C à noite.

Fonte: Adaptado de <<https://www.brasilblogado.com/por-que-no-deserto-faz-calor-de-dia-e-frio-a-noite/>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

A partir do texto, começa a ser desenvolvido o conceito de “calor sensível”, ou seja, o calor que provoca variação de temperatura em um corpo enquanto seu estado físico permanece inalterado. Para compreender tal fenômeno, parte-se da característica de cada substância chamada “calor específico”.

Visando à diferenciação progressiva, a realização de uma atividade prática, sob o título de “Calor específico”, mostra-se útil para estabelecer as particularidades de cada elemento. Essa atividade, simples, pode ser desenvolvida em sala de aula pelos próprios educandos, utilizando três balões de festa, água (100 ml) e areia (100 g), além de vela e fósforos (ou isqueiro). O procedimento consiste em encher os três balões, um com ar, outro com ar e água e o último com ar e areia.

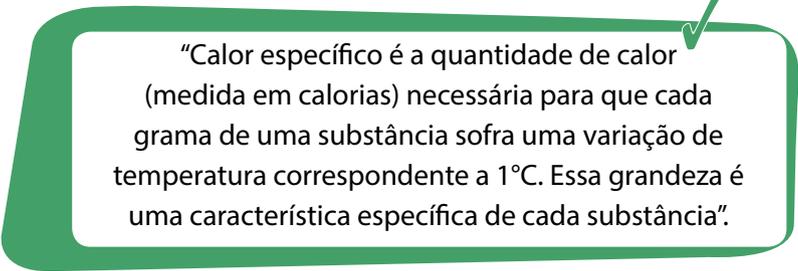
Figura 6 – Atividade “Calor específico”



Fonte: os autores (2020).

Com todos os balões cheios, cada um deles deve ser colocado sobre a chama da vela, cuidando para que o material (água ou areia) fique sempre na parte inferior, em contato com a chama. Aos educandos cabe observar cada situação, percebendo que a mesma fonte de energia altera de forma diferente a temperatura de cada material. O balão com água não estoura pelo fato de a água possuir um alto calor específico, isto é, por precisar de muita energia para ter a sua temperatura aumentada. Dessa forma, ela absorve a maior parte do calor recebido pela chama e aumenta vagarosamente sua temperatura. Finalmente, propõe-se que o professor auxilie na formação do seguinte conceito:

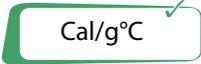
Quadro 8 – Conceito de calor



“Calor específico é a quantidade de calor (medida em calorias) necessária para que cada grama de uma substância sofra uma variação de temperatura correspondente a 1°C. Essa grandeza é uma característica específica de cada substância”.

Fonte: Gewandsznajder (2015).

É importante mencionar que essa característica é observada tanto para o aumento quanto para o decréscimo da temperatura, ou seja, um corpo que apresenta facilidade para a elevação também possui facilidade para a diminuição de sua temperatura. A conclusão do conceito pode-se dar pela informação adicional de que a unidade de medida do calor específico é:

Cal/g°C

Indica-se, ainda, que o professor auxilie na compreensão de que um baixo calor específico significa facilidade para ganhar ou perder energia térmica, enquanto um alto calor específico significa dificuldade em ganhar ou ceder.

Por esse motivo, algumas situações são comuns no nosso dia a dia, como o fato de a água do mar ou de uma piscina permanecer “fria” mesmo em um dia com alta temperatura, enquanto a areia ou o piso chegam a queimar os pés. Isso ocorre porque a água possui um alto calor específico (1 cal/g°C), ao passo que a areia possui um calor específico pequeno (0,2 cal/g°C), de maneira que a mesma fonte de energia (o Sol) é suficiente para, num mesmo dia, aquecer a areia e o piso, mas não a água. Ainda, a água precisa de muito mais energia para aumentar sua temperatura durante o dia, enquanto à noite tem dificuldade para cedê-la (conseguindo, assim, reter sua energia térmica). Já a areia a perde facilmente para o ambiente, dando a sensação de que durante o dia a água é “fria” e a areia é quente, e de que à noite a água é quente e a areia é “fria”. Essa “dificuldade” que a água apresenta para alterar sua temperatura é fundamental para a vida marinha, por exemplo, pois os animais que habitam nesse ambiente não sobreviveriam a altas amplitudes térmicas.

Com base nas discussões estabelecidas sobre calor específico, o professor terá condições de auxiliar os es-



## NOTAS PARA O PROFESSOR

Para a atividade proposta, sugere-se a construção de uma lamparina.

### **Materiais necessários:**

- Uma lâmpada queimada; óleo de cozinha usado e filtrado; sal ou areia (material granular); uma tampinha metálica; uma meia que possa ser descartada.

### **Construção:**

1º passo: tirar o fundo de metal da lâmpada com cuidado, pois com a força pode quebrar a lâmpada.

2º passo: para o suporte da lamparina, colar a lâmpada em uma arruela. Esperar secar por uma hora para que fique seguramente fixado.

3º passo: com um martelo e um prego, furar o meio da tampa e cortar uma tira do tecido da meia, com aproximadamente 1,5 cm de largura por 15 cm de comprimento.

tudantes na compreensão de outra consequência da transferência de energia térmica: o fato de o calor alterar o estado físico de uma substância sem alterar sua temperatura, fenômeno conhecido como “calor latente”.

Nesse momento, cabe proceder a uma outra atividade experimental para promover a diferenciação progressiva. A atividade consiste em analisar a temperatura durante a mudança de estado físico de um corpo, nesse caso, um cubo de gelo. Para isso, é necessário providenciar fontes de energia (bico de Bunsen, fogão a gás, lamparina, etc.), além de recipientes resistentes a altas temperaturas (becker de vidro ou recipiente metálico), termômetros e cubos de gelo.

É importante averiguar a temperatura da substância em mais de uma mudança de estado físico, analisando os processos de fusão e de vaporização, para ficar evidente que a mesma substância pode alternar entre as mudanças de estado físico e de temperatura, porém ambas nunca ocorrem simultaneamente.

Figura 7 – Atividade “Calor latente”



Fonte: os autores (2020).

Com essa atividade, espera-se que os educandos percebam que o processo de calor nem sempre varia a temperatura. A energia térmica transferida para o cubo de gelo altera seu estado físico, porém, durante a mudança de fase, a mesma substância em estados diferentes apresenta a mesma temperatura, assim teremos água e gelo, ambos a 0° Celsius. A partir disso, os educandos, com o auxílio do professor, podem chegar à seguinte definição:



## NOTAS PARA O PROFESSOR

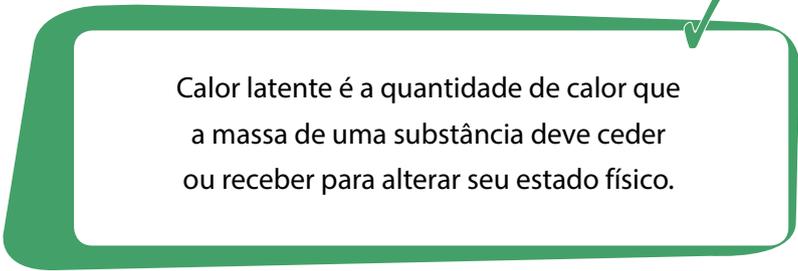
4° passo: como não é possível encaixar perfeitamente a tampa na boca do bulbo, envolver com fita crepe para ficar fixado.

5° passo: passar a tira pelo furo, deixando para fora 1,5 cm de tecido. Despejar o óleo dentro da lâmpada até a metade ou um pouco menos.

6° passo: acender com um isqueiro ou fósforo.

Fonte: Disponível em <[https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/faca-voce-mesmo/aprenda\\_a\\_fazer\\_uma\\_lamparina\\_reutilizando\\_oleo\\_de\\_cozinha\\_e\\_lampadas\\_queimadas/](https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/faca-voce-mesmo/aprenda_a_fazer_uma_lamparina_reutilizando_oleo_de_cozinha_e_lampadas_queimadas/)> Acesso em: 23 abr. 2019.

#### Quadro 9 – Conceito de calor latente



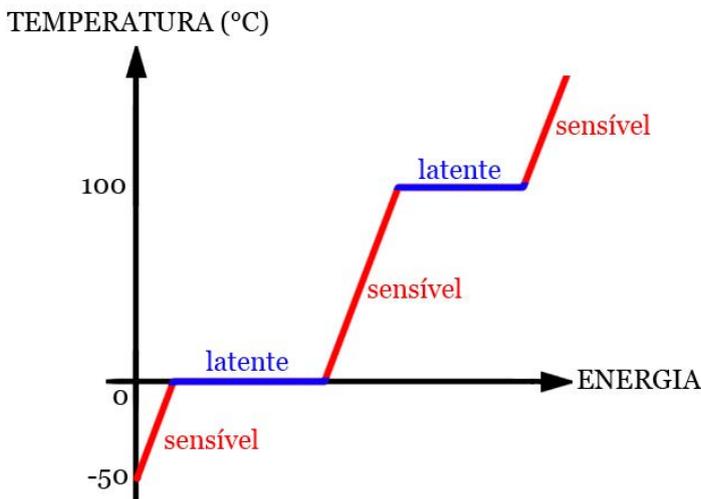
Calor latente é a quantidade de calor que a massa de uma substância deve ceder ou receber para alterar seu estado físico.

Fonte: Gewandsznajder (2015).

Assim, torna-se possível compreender que o calor latente é uma constante definida a partir dos corpos, ou seja, depende da substância e de sua massa. Espera-se que os educandos compreendam que, quanto maior a massa de uma substância, maior quantidade de energia é necessária para mudar seu estado.

Para concluir a etapa, indica-se a construção com os educandos de um gráfico (Figura 8) que representa as mudanças associadas a uma substância que recebe calor. Nesse momento, a discussão pode ser mediada pelo professor para que a leitura e a compreensão do gráfico se tornem claras para os educandos. Dessa forma, as duas consequências do calor podem ser diferenciadas.

Figura 8 – Gráfico água: calor sensível x calor latente.



Fonte: os autores (2020).

### 5.2.3 Terceira etapa: conceituação abstrata

A etapa da conceituação abstrata permite que o educando coloque em prática os conhecimentos adquiridos até então diante de problemas reais semelhantes ao contexto em que foram aprendidos. O momento é destinado a fortalecer a diferenciação progressiva e promover a reconciliação integrativa por meio de elementos com características em comum, ao longo de dois períodos de aula.

Com vistas a ampliar a diferenciação progressiva, propõe-se uma atividade com folha de papel alumínio e um isqueiro ou vela. Para realizá-la, será necessário cortar um pedaço de folha de alumínio com dimensões de aproximadamente 10 x 10cm. Após, segurando-a por

uma das extremidades, deve-se acender o isqueiro, com a outra mão, incidindo a chama na extremidade oposta. A proposta é aquecer a folha até sentir o calor na mão que a segura, para em seguida desligar o isqueiro e, de imediato, pegá-la pela extremidade previamente aquecida.

Para complementar a atividade, é interessante que os educandos resolvam algumas questões problemas que auxiliarão a promover a reconciliação integrativa. As questões estão contidas no Quadro 10.

#### Quadro 10 – Questões referentes ao calor específico

Na atividade, foi verificado que, ao segurar a folha de alumínio, a pessoa não se queima. Explique por que isso acontece.

Se o sistema alumínio e pessoa fosse isolado do meio, o que aconteceria ao tocar a folha?

Se duas folhas de mesmo tamanho e de mesma temperatura inicial, uma de alumínio e uma de ferro, recebessem a mesma quantidade de calor, as duas aumentariam para a mesma temperatura?

Fonte: os autores (2020).

Uma segunda atividade pode ser desenvolvida buscando promover a diferenciação progressiva e, a partir da compreensão, um novo questionário pode ser proposto para facilitar a reconciliação integrativa. A atividade é composta por questões que devem ser respondidas a cada etapa de sua execução, conforme o Quadro 11. Os materiais necessários são cubos de gelo e três superfícies: uma de madeira, uma de vidro e uma de metal.

## Quadro 11 – Atividade “Calor específico e calor latente”

### Procedimento experimental

1. Toque com um dedo na superfície de madeira, na superfície de vidro e depois na superfície metálica.  
Qual das superfícies parece mais fria?  
Qual das superfícies parece mais quente?  
Explique por que há diferentes sensações em cada superfície.
2. Coloque um cubo de gelo em cima da superfície de madeira, outro sobre a de vidro e outro sobre a de metal.  
Em qual superfície a fusão do gelo é mais rápida?  
Em qual superfície a fusão do gelo é mais lenta?  
Você acha que existe contradição entre as observações efetuadas nos procedimentos 1 e 2?  
Discuta as observações e explique que propriedades determinam essas observações.

Fonte: os autores (2020).

O encerramento da etapa da diferenciação e aplicabilidade pode ocorrer mediante a disponibilização de uma tabela contendo o calor específico de algumas substâncias (Figura 9), a fim de que os educandos respondam a mais algumas questões a partir desses valores (Quadro 12).

Figura 9 – Calor específico dos materiais

Material	Calor específico (cal/g.°C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

Fonte: Mundo Educação. Calor específico. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/calor-especifico.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

Quadro 12 – Calor específico das substâncias

- Em uma casa, é comum haver panelas de ferro e de alumínio. Considerando duas panelas de mesmo tamanho e de mesma massa, qual demora mais para aumentar a temperatura?
- Se o objetivo de um cozinheiro é aquecer rapidamente a comida em uma panela, é mais indicado utilizar uma de ferro ou de alumínio? Explique.
- Se o objetivo for manter a comida na panela aquecida por um longo período, é mais indicada uma panela de ferro ou de alumínio? Explique.
- Geralmente utilizamos água para “esfriar” certas coisas. Por qual motivo a água é uma boa controladora de temperatura?

Fonte: os autores (2020).

Uma dica interessante é discutir essas questões com os educandos antes e depois das atividades, anunciando os objetivos que se pretende alcançar e, depois, verificando se eles foram de fato alcançados.

### 5.2.4 Quarta etapa: experimentação ativa

A última etapa do ciclo é a experimentação ativa, que consiste em fazer algo a partir do conhecimento. Em um período, cabe aos educandos transpor o que aprenderam em situações novas, permitindo assim que sejam identificados indícios de aprendizagem significativa. Entretanto, para a aprendizagem ser considerada realmente significativa, essas novas situações precisam ser diferentes do contexto em que o conteúdo foi aprendido.

Na busca de indícios da aprendizagem almejada, os materiais que servem como instrumentos para coleta de informações auxiliam, também, na assimilação da aprendizagem. Nesse processo, o subsunçor original e o novo conhecimento tornam-se um elemento único, passam a ser interdependentes, de modo que tanto um quanto o outro estão alterados, formando um novo subsunçor que será utilizado mais adiante. Logo, o professor não pode considerar



## NOTAS PARA O PROFESSOR

O que são mapas conceituais?

De um modo geral, são diagramas de significados indicando relações significativas entre conceitos (ou palavras que representam conceitos) através de hierarquias conceituais.

Essas relações são formadas por conceitos unidos por uma linha, essa linha é importante porque significa que há, no entendimento de quem fez o mapa, uma relação entre tais conceitos.

Uma ou duas palavras-chave escritas sobre essa linha podem ser suficientes para explicitar a natureza dessa relação. Os dois conceitos mais as palavras-chave formam uma proposição e esta evidencia o significado da relação conceitual. Por esta razão, o uso de palavras-chave sobre as linhas conectando conceitos é importante na confecção de mapas conceituais.



## NOTAS PARA O PROFESSOR

Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Também, é importante destacar que sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações. Se o indivíduo que faz um mapa une dois conceitos, através de uma linha, ele deve ser capaz de explicar o significado da relação que vê entre esses conceitos.

DICA: para criar mapas conceituais, pode ser utilizado o programa "CmapTools", disponível em: <https://cmaptools.br.uptodown.com/windows/download>.

essa etapa como uma avaliação tradicional, pois seu objetivo não consiste apenas em identificar o que o educando sabe ou não, mas em possibilitar que ocorra a aprendizagem significativa. Dessa forma, estando atento às dúvidas que poderão surgir, ele precisa induzir os educandos a responderem de acordo com seus conhecimentos, sem lhes dar a resposta pronta.

Para perceber indícios da promoção do processo de assimilação e, conseqüentemente, da aprendizagem significativa, recomenda-se que o professor instrua os educandos a elaborarem um mapa conceitual. O ideal é que a turma já tenha trabalhado com esse modelo em algum momento anterior, pois, nesse caso, basta solicitar que o mapa seja feito utilizando o maior número possível de conceitos abordados nas últimas aulas.

O professor poderá usar como material de análise esse mapa conceitual, somado aos subsunçores, estabelecendo comparações entre os conhecimentos na busca por mudanças na estrutura cognitiva dos educandos.

## 5.3 Dilatação térmica

O objetivo deste ciclo é proporcionar o desenvolvimento do conteúdo de dilatação térmica, buscando, ao fim de quatro etapas descritas neste trabalho, uma aprendizagem que seja significativa para os educandos. Pretende-se alcançá-lo em função da estrutura do ciclo, que é construído de forma contextualizada, estabelecendo ligações do conteúdo com vivências e situações próximas aos educandos. Desse modo, a sequência apresenta experimentos, notícias, discussões, levantamento de hipóteses e aplicações.

Cada etapa contempla uma sugestão de tempo necessário para o seu desenvolvimento, contudo o cronograma indicado para o ciclo totaliza sete períodos de 50 minutos.

### 5.3.1 Primeira etapa: experiência concreta

Nesta etapa do ciclo, o educando precisa saber por que está aprendendo determinado conteúdo, além de perceber a ligação deste com a realidade. Evidencia-se que esse conhecimento consiste em um meio de atingir os objetivos da aprendizagem. Para ela ocorrer, é necessário identificar as informações que os educandos já possuem sobre o tema. Nessa busca, que poderá ser executada em um período, compete ao professor inserir o assunto na realidade e vivência de cada um, deixando a proposta clara para a turma.

Na atividade inicial, os educandos precisam dar conta de discutir e responder às questões contidas no Quadro 13, as quais trazem algumas situações do dia a dia em que o conhecimento de dilatação térmica está presente. Para guiar esse momento, sugere-se que o professor os distribua em grupos com no máximo cinco integrantes. Após discutirem as questões, os grupos devem respondê-las por escrito.

#### Quadro 13 – Questões para identificar os conceitos subunçores

Em algumas calçadas de concreto (como mostrado na figura abaixo), existem pequenos espaços de separação. Na sua opinião, qual o motivo da existência desses espaços?



---

---

---

---

---

---

Como se pode observar na figura abaixo, em trilhos de trem também há espaçamentos a cada determinada distância. Esses espaçamentos possuem relação com os das calçadas?



---

---

---

---

Observe a reportagem a seguir:

"Uma foto que está circulando nas redes sociais desde a semana passada vem assustando centenas de paraenses. O registro viralizou ao supostamente mostrar uma rachadura em uma das pontes da Alça Viária".

Fonte: <<http://www.diarioonline.com.br/noticias/para/noticia-573806-foto-de-ponte-rachada-no-para-e-fake.html?v=850>>. Acesso em: 27 abr. 2020.



Observando a imagem, você acredita ser real? Você atravessaria essa ponte?

---

---

---

---

Você sabe dizer se existe algum fenômeno físico capaz de explicar as situações apresentadas? Explique.

---

---

---

---

Fonte: os autores (2020).

Após as questões serem respondidas, os conhecimentos prévios dos educandos estarão evidenciados de forma escrita, entretanto cabe ao professor analisar esses conhecimentos e destacar quais são subsunçores. Isso significa selecionar os conhecimentos que têm potencial para servir de ancoradouros para a construção do novo conhecimento. Uma discussão em grande grupo também pode ser mediada, oportunizando esclarecer melhor os conceitos de acordo com as respostas construídas, visto que, ao verbalizá-las, mais elementos podem ser destacados.

Espera-se que os educandos percebam a relação entre os fenômenos apresentados, a fim de que os subsunçores possam servir como ponto de partida para a elaboração do material. Este, por sua vez, precisa ser potencialmente significativo a ponto de motivar o educando, para que ele queira aprender.

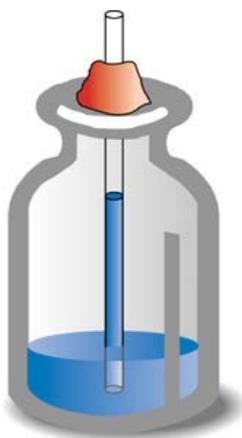
### **5.3.2 Segunda etapa: observação reflexiva**

Apresentado à turma o contexto geral, seguido de algumas situações a ele relacionadas, o professor pode partir desses elementos para introduzir o conteúdo da disciplina, com vistas a desenvolver nos educandos o tipo de conhecimento necessário para resolver os problemas referentes ao tema em estudo. Acredita-se que dois períodos são suficientes para a apresentação das teorias e dos conceitos necessários para a compreensão do conteúdo,

visando à diferenciação progressiva. Assim, a aprendizagem poderá se tornar significativa, conferindo sentido ao assunto, ao aprofundá-lo e posteriormente retomá-lo, desenvolvendo relações.

Como início do processo de diferenciação progressiva, propõe-se a construção de um termômetro pelos educandos, fazendo uso de materiais simples e de fácil construção. Em alguns minutos, é possível finalizá-lo e, com gelo e água quente, perceber seu funcionamento.

Figura 10 – Termômetro caseiro



Fonte: <<https://professorandresoares.blogspot.com/2015/02/experimento-do-termometro-caseiro.html>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Com essa atividade, espera-se que os educandos percebam que o líquido contido no termômetro é sempre o mesmo, tendo a sua quantidade sido definida por ocasião da montagem. Encostando o termômetro no gelo e na água quente, eles poderão verificar que, quando recebe

ou cede energia, o líquido sofre variação no seu volume, subindo pelo tubo. Entretanto, essa mudança ocorre até determinado momento, quando o nível do líquido se estabiliza em um ponto. Nesse trecho da atividade, é importante que o professor acrescente a informação de que um equilíbrio térmico ocorreu.

A construção do termômetro também irá auxiliar na compreensão do conceito de dilatação térmica:

Quadro 14 – Conceito de dilatação térmica



“Quando a temperatura de um corpo aumenta, na maioria das vezes sua dimensão também aumenta. Esse fenômeno ocorre porque, quando a temperatura de um corpo aumenta, suas partículas se movem mais rapidamente, afastando-se umas das outras, e, conseqüentemente, ocupam um espaço maior. Esse fenômeno é denominado de “dilatação térmica”.

Fonte: Gewandsznajder (2015).



## NOTAS PARA O PROFESSOR

### Termômetro caseiro:

#### Materiais necessários:

- Recipiente pequeno de vidro com tampa (frasco de penicilina) ou uma garrafa pet;
- canudo de tinta de caneta vazia (Bic) ou canudo plástico transparente;
- álcool;
- corante ou tinta de caneta;
- óleo de soja.

#### Construção:

- Fazer um furo na tampa com o mesmo diâmetro do canudo.
- Misturar o álcool com o corante.
- Colocar o álcool no recipiente e fechá-lo com a tampa.
- Inserir o canudo pelo furo da tampa até que alcance o álcool.
- Colocar uma gota de óleo dentro do canudo para evitar que o álcool evapore.

Em uma situação contrária, ou seja, de um corpo que tem sua temperatura diminuída, ocorre uma contração térmica, ou seja, o seu volume se reduz.

O fenômeno da dilatação térmica está presente no cotidiano e não há como ignorá-lo. Para promover a diferenciação progressiva, o professor pode auxiliar na compreensão de que esse fenômeno é recorrente em muitas áreas, como na construção civil. Um exemplo a ser citado é o das pontes, que, ao longo de sua estrutura, precisam de espaçamentos chamados de “juntas de dilatação”, cuja função é evitar que variações de temperaturas provoquem rachaduras que a comprometam devido à movimentação causada pela dilatação. Do mesmo modo, casas e prédios precisam ser construídos levando em conta esse fenômeno, seja no espaçamento em calçadas de concreto ou no espaço entre azulejos.

Entretanto, também é visível que o fenômeno nos ajuda no dia a dia. Por isso, sugere-se uma atividade demonstrativa em que é possível visualizar as consequências da dilatação do ar. Para realizá-la, é necessário dispor apenas de uma garrafa pet de 500 ou 600 ml, um balão de festa e água aquecida. A execução consiste em fixar o balão vazio na boca da garrafa vazia (contendo apenas ar) e mergulhar a garrafa em água aquecida (cuidando para não se queimar). Ao receber energia térmica da água, o ar aumenta sua temperatura e, consequentemente, começa a dilatar. Como o balão é flácido e não oferece pressão, o ar ocupa seu espaço vazio, fazendo-o inflar.

Figura 11 – Dilatação do ar



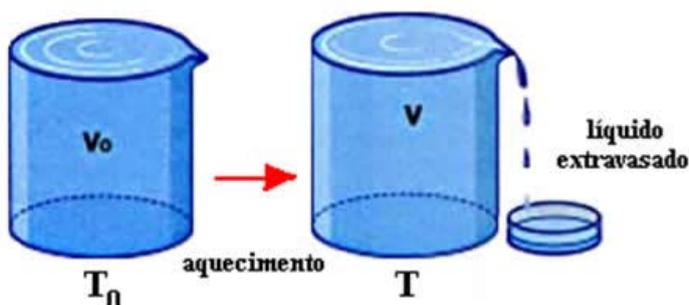
Fonte: os autores (2020).

O balão de ar quente é um exemplo dessa dilatação. Embora o aquecimento do ar gere um aumento no seu volume, a massa do ar permanece a mesma. Com isso, a sua densidade diminui, fazendo que ocupe uma região superior. Outro exemplo é verificado na indústria mecânica: quando uma porca não se solta de um parafuso, ela deve ser aquecida até dilatar, pois aumentando o seu diâmetro torna-se possível sua remoção. Uma situação contrária também pode ocorrer: na indústria aeronáutica, parafusos são resfriados para poderem entrar nas roscas e, após a montagem, voltam ao seu tamanho normal, sendo impossível removê-los em temperatura ambiente.

Ainda no intuito de promover a diferenciação progressiva, é possível realizar outra atividade para demonstrar a dilatação, agora visualizada em líquidos. A atividade

consiste em aquecer um becker de 1000 ml com água até a borda (no limite) usando um bico de Bunsen, para que seja possível ver que a borda da água aumenta de nível. Vale lembrar nesse momento que em uma situação como essa ocorre a chamada “dilatação aparente” do líquido.

Figura 12 – Dilatação aparente



Fonte: <<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/dilatacao-dos-liquidos.html>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Após essas demonstrações, o professor pode auxiliar os educandos a conceituarem a dilatação aparente nos líquidos:

#### Quadro 15 – Conceito de dilatação real x aparente

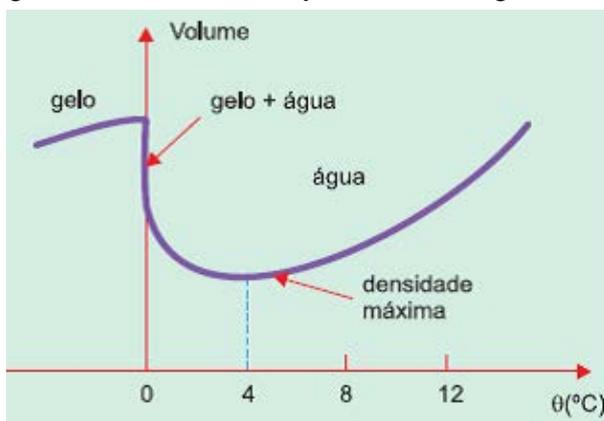
A dilatação real do líquido será maior do que a dilatação aparente, que é a observada. A dilatação real é diferente da aparente devido ao fato de que o recipiente também sofre dilatação, aumentando sua capacidade. Consequentemente, a dilatação real é maior que a dilatação aparente.

Fonte: Gewandsznajder (2015).

Ao observar a dilatação da água em um recipiente de outro material, oportuniza-se um debate acerca da diferença de dilatação que ocorre em cada um deles. Cada material apresenta um “coeficiente de dilatação”, que determina a variação do seu volume. Também influenciam na dilatação de um corpo o seu volume inicial e a variação de temperatura à qual foi submetido. A partir dessa compreensão, é recomendado discutir com os educandos sobre a necessidade de escolher adequadamente o material que cada objeto utilizado no dia a dia precisa ter, pois em algumas situações é necessário que ocorra uma dilatação considerável, enquanto em outras é preciso evitá-la.

Dentro do mesmo contexto, é recomendado discutir a dilatação anômala da água. Para tanto, pode-se apresentar um gráfico aos educandos, como forma de explorar os conceitos envolvidos.

Figura 13 – Gráfico da dilatação anômala da água



Fonte: <[| 75](https://www.google.com/h?q=dilata%C3%A7%C3%A3o+an%C3%B4mala+da+%C3%A1gua&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj1vYqF4PHhAhXAlbkGHSNOc0Q_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgsrc=ySh_ajuFx9hLHM:>. Acesso em: 27 abr. 2020.</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

A discussão precisa abordar o fato de que essa anomalia garante a manutenção da vida marinha, por exemplo. O gelo, por ser menos denso que a água a 4°C, acaba ficando na parte superior, criando assim um isolante térmico que mantém a água abaixo em uma temperatura que a faz permanecer no estado líquido. Por outro lado, a mesma anomalia que acaba sendo um mecanismo de sobrevivência da vida marinha é o fator que causa o vazamento ou rompimento de garrafas e litros que são colocados em uma geladeira e acabam solidificando. Os líquidos contidos nesses recipientes, quando entram no estado sólido, aumentam de volume, enquanto o material do recipiente diminui. Dessa forma, o líquido não cabe na parte interna e acaba rompendo o recipiente ou estourando a tampa que mantém a vedação.

As questões levantadas pelos educandos podem ser mediadas pelo professor e ser relacionadas com os mesmos exemplos e atividades trabalhados, ou com situações diferentes. O importante nessa etapa é trabalhar o conteúdo promovendo a diferenciação progressiva.

### **5.3.3 Terceira etapa: conceituação abstrata**

Esta etapa do ciclo corresponde à conceituação abstrata, a qual deve possibilitar que os educandos apliquem o conteúdo na solução de problemas apresentados anteriormente. A proposta é desenvolvê-la ao longo de dois períodos, destinados a uma atividade de mediação

seguida da resolução de algumas questões. Pode-se considerar esta etapa como uma fase de sedimentação do conhecimento teórico, promovendo ainda a diferenciação progressiva, embora o foco esteja na reconciliação integrativa.

A atividade está baseada em lâminas bimetálicas, entretanto o material utilizado será feito com caixas de leite. Lâminas bimetálicas são constituídas da união de duas lâminas de metais diferentes, cada qual dotado de um coeficiente de dilatação. Esse dispositivo é empregado para realizar chaveamentos elétricos, isto é, serve como dispositivo de segurança, pois, quando aquecido, uma lâmina dilata mais que a outra. Dessa forma, pelo fato de as lâminas estarem juntas e uma finalizar o processo com comprimento maior que a outra, ocorre uma curvatura que depende exclusivamente do coeficiente de cada material.

Figura 14 – Lâmina bimetálica



Fonte: Almeida (2016).



## NOTAS PARA O PROFESSOR

### Experimento de dilatação nos fios:

#### Materiais necessários:

- uma base de madeira;
- duas barras de madeira;
- uma pedra;
- um arame;
- um prego;
- duas velas.

#### Construção:

- Fixar as barras de madeira nas extremidades da base de madeira.
- Amarrar um pedaço de arame nas extremidades das barras, para que fiquem ligadas pelo fio de forma esticada (formando uma ponte).
- Amarrar a pedra em um pedaço de arame.
- Prender o arame com a pedra bem no meio do arame entre as barras de madeira.
- Posicionar as velas entre a pedra e as barras.
- Aquecer o fio por um determinado tempo até que possa perceber a ocorrência da dilatação.

Cada lâmina, com cerca de 3 cm x 15 cm, deverá ser submetida a uma variação de temperatura diferente. Uma deve ser resfriada em contato com gelo, enquanto a outra deve ser aquecida com um isqueiro ou uma vela. Os educandos devem observar o que acontece e responder às seguintes perguntas:

Quadro 16 – Questões para serem discutidas em grupo durante a etapa da conceituação abstrata

Por que as lâminas se curvam para lados contrários?

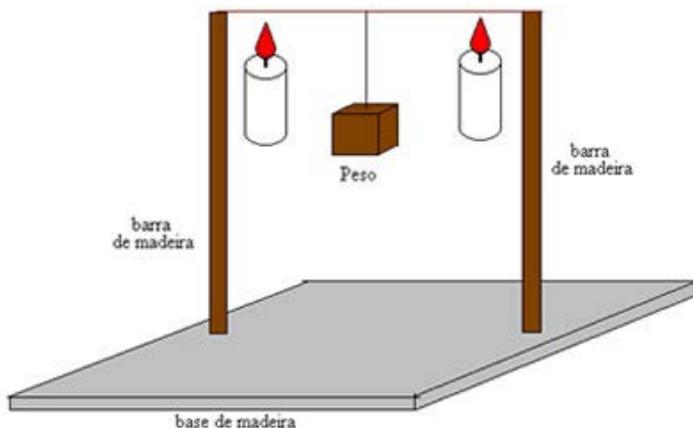
Como funcionam as lâminas? Quais conceitos físicos estão presentes no fenômeno descrito?

Fonte: os autores (2020).

Em seguida, para discutir os fenômenos observados e promover a diferenciação progressiva, passa-se a realizar outra atividade, dessa vez simulando a ocorrência da dilatação térmica nos fios de cobre que fornecem eletricidade às casas nas cidades. Para isso, é necessá-

rio que o professor elabore previamente o experimento e utilize-o de forma demonstrativa para o grande grupo, medindo a distância entre o fio e a superfície. A montagem do experimento está demonstrada na Figura 15.

Figura 15 – Dilatação nos fios



Fonte: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/dilatacao-linear.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Novamente, alguns questionamentos (Quadro 17) são indicados para promoverem a reconciliação integradora.

## Quadro 17 – Questões sobre dilatação

O que acontece com o fio quando aquecido?

Se o fio fosse substituído por outro material, o que aconteceria?

Suponha que, quando aquecido, o fio fosse esticado. O que aconteceria quando a temperatura diminuísse?

Em alguns casos, é difícil remover uma tampa metálica de um recipiente de vidro (como, por exemplo, vidros de conservas). Qual seria uma solução fácil a partir dos conceitos aprendidos?

Ao colocar água muito quente em um copo de vidro, ele pode quebrar. Por que motivo isso acontece?

Por que alguns recipientes de vidro podem ir ao forno e outros não?

Fonte: os autores (2020).

A ideia é que essas questões sejam contextualizadas pelo professor, quando necessário, e respondidas pelos educandos, porém sem a intenção de avaliá-los. Nesse momento, como a reconciliação integrativa é o fator mais importante, os questionamentos servem apenas para auxiliar no processo.

### 5.3.4 Quarta etapa: experimentação ativa

Na atual etapa, o educando deve transpor o que aprendeu para novas situações, isto é, ampliar a aplicabilidade dos assuntos estudados em contextos diferentes dos vivenciados em sala de aula. Para isso, devem empregar os procedimentos discutidos na fase anterior em novas situações, nas quais há uma variação de parâmetros e a inclusão de novos componentes. Nesse momento, o professor não explica conceitos e princípios para os estu-

dantes, mas lhes fornece exemplos e problemas a partir dos quais eles poderão induzir esses conceitos e princípios.

Para ampliar o conhecimento dos educandos e avaliar o processo de aprendizagem, verificando se há indícios de aprendizagem significativa, é necessário proceder a uma atividade que permite comparar os conhecimentos atuais com os conhecimentos prévios identificados na primeira etapa. Para essa atividade, são reservados dois períodos.

Inicialmente, propõe-se que os educandos retomem as questões do Quadro 13 (da primeira etapa) para, a partir delas, discutir novamente em grupo suas respostas, podendo complementar ou corrigir termos quando necessário. Se for realizada após o professor já ter coletado as informações desse material, essa análise possibilita traçar um comparativo entre as respostas, evidenciando se houve uma compreensão dos conceitos e se os educandos conseguem aplicá-los nas situações.



## NOTAS PARA O PROFESSOR

### O que é uma tirinha?

De acordo com o site [desenhodg.com](http://desenhodg.com), as tirinhas são como as histórias em quadrinho, ou seja, para narrar um fato utilizam-se de quadros contendo desenhos e, na maioria das vezes, os conhecidos balões. Contudo, normalmente, seu tamanho é menor, servindo para uma leitura rápida. Elas apresentam, muitas vezes,

três ou quatro quadros, porém isso não é uma regra, admitindo-se uma quantidade diferente. Pode estar publicada em um jornal, revista, internet, entre outros.

Embora o tipo de tira mais popular seja o de humor, ela pode pertencer a qualquer gênero.

Com essa “revisão” concluída, os educandos, organizados nos mesmos grupos da etapa inicial, podem ser desafiados a elaborar uma tirinha. Para que compreendam a atividade, é necessário que eles tenham conhecimento do que é uma tirinha, ou seja, que eles saibam como é sua estrutura e quais são suas características. Assim, recomenda-se ao professor fazer uma breve introdução desses conceitos antes de solicitar a tarefa.

Nessa tirinha, os educandos irão abordar os conceitos de dilatação térmica em contextos livres. Como nesse momento eles já devem apresentar um bom domínio da terminologia, outros elementos também poderão ser incluídos na tirinha, entretanto sem perder o foco original. A tirinha pode ser feita diretamente em uma folha A4 distribuída pelo professor, mas outra opção é realizar um esboço e, posteriormente, finalizá-la em formato digital.

O objetivo da atividade é colocar os educandos em situações que os levem a estabelecer ligações por conta própria, diferentemente de quando o professor é quem faz essas conexões e o educando apenas as visualiza. Esse exercício possibilita o desenvolvimento da criatividade, a construção de simulações, o levantamento de hipóteses e a aplicabilidade dos conhecimentos. Seu resultado pode ser reunido pelo professor no formato de um livreto, a fim de que todo o aprendizado dê origem a um produto colaborativo.

De posse dessas construções, o professor pode lançar um olhar comparativo entre elas e os conhecimentos prévios obtidos anteriormente, analisando se os indícios se tornaram evidentes a partir das mudanças ocorridas na estrutura cognitiva de cada educando.

# 6 REFLEXÕES ACERCA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NOS CICLOS APRESENTADOS

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma sugestão de avaliação da aprendizagem a partir da implementação da proposta elaborada. Essa sugestão se origina de uma reflexão fundamentada na TAS e desenvolvida por meio das atividades presentes nas etapas de cada ciclo. Dessa forma, os procedimentos apresentados visam identificar indícios de uma aprendizagem significativa, considerando quatro aspectos: *subsunçores*, *pre-disposição para aprender*, *diferenciação progressiva* e *reconciliação integrativa e aplicação em novos contextos*.

Entretanto, para que o processo de avaliação ocorra de maneira satisfatória, isto é, para que seja possível identificar os aspectos citados, o professor precisa ter uma postura de mediador do conhecimento. Sendo assim, cabe-lhe estimular, instigar e ajudar os educandos a reconhecerem a importância de aprender. Isso significa que ele deve estar inserido na busca da aprendizagem significativa e, principalmente, ser um pesquisador da sua própria prática. É necessário, ainda, que se dedique a refletir sobre sua prática de ensino, a fim de identificar pontos a melhorar, permitindo o redimensionamento das ações pedagógicas.

Para perceber os indícios da aprendizagem significativa, é preciso avaliar a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas, não rotineiras. Essa é a indicação de Ausubel (1973), ao afirmar que a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem consiste em propor ao aprendiz, progressivamente, ao longo do processo instrucional, situações novas, não familiares, que requeiram máxima transformação do conhecimento adquirido.

Ainda, seguindo a mesma linha de recomendações, Moreira (2012, p. 24) considera que

a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas.

Nessa perspectiva, o primeiro aspecto, denominado “subsunçores”, destina-se a identificar os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, para que sirvam como base para a construção do novo conhecimento a ser ensinado. De acordo com Ausubel (1973), para que uma aprendizagem significativa ocorra, é necessário haver uma interação cognitiva entre esses conhecimentos, prévios e novos. No mesmo sentido, Moreira (2015, p. 15) destaca que, “nesse processo, conheci-

mentos prévios servem de ‘ancoradouro’ cognitivo para novos conhecimentos, porém não é qualquer conhecimento prévio que pode viabilizar essa ‘ancoragem’”. Isso significa, em outras palavras, que os conhecimentos prévios identificados devem ser relevantes para o aprendiz e possuir relação com o novo conhecimento.

Esses conhecimentos são denominados subsunçores porque servem de ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens, que, posteriormente, se tornam novos subsunçores. Logo, o objetivo aqui é identificar esses conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos educandos a partir das discussões relatadas durante as aulas e nas respostas referentes às atividades experimentais realizadas no início de cada ciclo.

A predisposição para aprender parte da premissa de que uma aprendizagem significativa somente irá ocorrer se o aprendiz estiver disposto a aprender os novos conceitos. Na expressão de Moreira (2016, p. 11-12), é necessário que

o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. Esta condição implica em que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos).

Essa predisposição nada mais é do que uma intencionalidade manifestada pelo aprendiz, a qual depende,

portanto, da relevância que ele atribui ao novo conhecimento a ser ensinado. Em razão disso, é preciso encontrar elementos que evidenciem a disposição dos educandos para aprender, considerando que, quando presentes, esses fatores reforçam a possibilidade de a aprendizagem ter ocorrido de forma realmente significativa. Assim, esse momento deve ter como objetivo encontrar evidências de motivação e participação nas atividades propostas, com base no comprometimento ao realizá-las e na percepção dos sentimentos dos educandos expressados por meio de gestos, relatos e engajamento.

Para identificar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, é necessário examinar a aprendizagem progressiva que ocorre pela diferenciação de conceitos e sua posterior integração através de similaridades. Conforme Ausubel (2003), a diferenciação progressiva considera que, em geral, a aprendizagem, assim como a retenção e organização de conceitos, é naturalmente hierárquica, partindo do mais alto para o mais baixo grau em termos de abstração, generalidade e inclusão. Já a reconciliação integrativa refere-se ao ponto em que se tornam explícitas as semelhanças e diferenças entre novas ideias e ideias relevantes existentes e previamente estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003).

Sendo assim, os mapas conceituais elaborados revelam-se boas ferramentas para captar esses elementos, visto que sua estrutura permite não apenas compreender

a diferenciação de conceitos gerais para mais específicos de forma hierárquica, como também elaborar relações entre conceitos diferenciados. Contribuem, igualmente, para essa identificação, as falas manifestadas durante os encontros, assim como as respostas às atividades desenvolvidas e aos questionários aplicados durante a segunda e a terceira etapa dos ciclos. Esses materiais possibilitam identificar se conceitos foram diferenciados e reconciliados ao longo do processo de aprendizagem, mesmo que não tenham sido demonstrados nos mapas conceituais.

Por fim, tem-se o objetivo de identificar a aplicação dos novos conceitos em contextos diferentes daqueles em que eles foram aprendidos. Segundo Ausubel (1978, p. 146-147), “a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica na posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”. Além disso, o autor considera que a experiência de realizar exames escolares leva o educando a criar hábitos de memorização, que pode abranger desde proposições e fórmulas até exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos (AUSUBEL, 1978).

Por isso, nesse momento, pode-se utilizar os mapas conceituais, que, nas palavras de Novak (1984, p. 56), “foram desenvolvidos especificamente para estabelecer comunicação com a estrutura cognitiva do aluno e para exteriorizar o que este já sabe de forma a que tanto ele como o professor se apercebam disso”. Nos mapas, a bus-

ca deve ser por eventuais relações entre conceitos que não foram especificamente discutidas em sala de aula e exemplos de situações em que possam ter estabelecido relações. Além dos mapas conceituais, cabe observar discussões e relatos dos educandos que podem apresentar situações de aplicação dos conceitos estudados em aula em novos contextos. Do mesmo modo, os textos e questionários realizados no encerramento de cada ciclo podem servir de instrumentos para verificar a transferência para novos contextos, uma vez que foram planejados para instigar essa adaptação, visto que as situações propostas dificilmente poderiam ser solucionadas sem a externalização do conceito. Por fim, essa aplicação permite aos educandos estabelecer uma possível identificação de conceitos com situações consideradas comuns na vivência do dia a dia.

# 7 REFERÊNCIAS

ANJOS, Talita A. Temperatura e calor. Disponível em: <<https://mundo-educacao.bol.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

AUSUBEL, D. P. *Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

DESENHODG. *O que é uma tira?* 1 jul. 2011. Disponível em: <<https://www.desenhodg.com/2011/07/o-que-e-uma-tira.html>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Projeto Teláris: ciências: ensino fundamental 2/ Fernando Gewandsznajder*. 2. ed. São Paulo: Ática, 2015.

GOOGLE. Imagens. *Juntas de dilatação em pisos*. Disponível em: <[https://www.google.com/search?q=juntas+de+dilata%C3%A7%C3%A3o+em+pisos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKE-wi06rvgo\\_DhAhX9IbkGHWB2APYQ\\_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=4RGhi\\_xdy2t2rM:&spf=1560901060333](https://www.google.com/search?q=juntas+de+dilata%C3%A7%C3%A3o+em+pisos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKE-wi06rvgo_DhAhX9IbkGHWB2APYQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=4RGhi_xdy2t2rM:&spf=1560901060333)>. Acesso em: 18 jun. 2019.

HELERBROCK, Rafael. *Dilatação térmica dos sólidos*. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/dilatacao-termica-solidos.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

LIMA, Marilene de. *Onda de calor fará temperatura ficar acima de 30°C esta semana*. 28 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.pagina3.com.br/geral/2019/jan/28/2/onda-de-calor-fara-temperatura-ficar-acima-dos-30-c-esta-semana>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

MARQUES, Domiciano. *Dilatação linear*. Disponível em: <<https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/dilatacao-linear.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

MOREIRA, M. A. e Masini, E. A. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2006. São Paulo: Centauro. 2. ed. 83p.

MOREIRA, Marco Antonio. *O que é afinal aprendizagem significativa?* Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2010

PIMENTEL, Alessandra. A teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional. *Estudos de Psicologia*, v. 12, n. 2, p. 159-168, 2007.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. *Imagens da Educação*, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SOUSA, Mauricio de. *Cascão e Nimbus em ártico ou antártico*. Disponível em: <<http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-nimbus-em-artico-ou-antartico-2/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

SOUSA, Mauricio de. *Cascão e Cebolinha em os heróis do planeta gelado*. Disponível em: <<http://turmadamonica.uol.com.br/historia/cascao-e-cebolinha-em-os-herois-do-planeta-gelado-2/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

STEIN, Kelly. *Tipos de Café #2: Café com Leite | Do Mocha ao Cappuccino*. Disponível em: <[http://www.mexidodeideias.com.br/00\\_destaque/tipos-de-cafe-2-do-pingado-ao-macchiato/](http://www.mexidodeideias.com.br/00_destaque/tipos-de-cafe-2-do-pingado-ao-macchiato/)>. Acesso em: 18 jun. 2019.

TREVELIN, A. T. C. Estilos de aprendizagem de Kolb: estratégias para a melhoria do ensino-aprendizagem. *Revista Estilos de Aprendizaje*, v. 4, n. 7, abr. 2011.

# **SOBRE OS AUTORES**

**Pedro Henrique Giaretta** – Licenciado em Física pela Universidade de Passo Fundo e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo.

**Luiz Marcelo Darroz** - Licenciado em Matemática pela Universidade de Passo Fundo; Licenciado em Física pela Universidade Federal de Santa Maria; Especialista em Física pela Universidade de Passo Fundo; Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.