

## TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E CICLO DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL: UM ESTUDO SOBRE TERMOLOGIA DO ENSINO FUNDAMENTAL

Luiz Marcelo Darroz<sup>1</sup>  
Pedro Henrique Giaretta<sup>2</sup>  
Cleci Teresinha Werner da Rosa<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente estudo partiu da constatação de que, no ensino de Física, assuntos como a terminologia são apresentados, em geral, sob aspectos muito distantes do cotidiano dos estudantes, e o ensino é focado na transmissão de conteúdos de forma expositiva. Diante disso, buscou-se subsídio na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e na metodologia intitulada Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE), a fim de responder à seguinte questão norteadora: como o CAE pode servir de suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de terminologia para alunos do 9º ano do ensino fundamental? O objetivo do estudo consistiu, 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 e vinculadas ao CAE. A sequência didática foi estruturada em nove encontros e desenvolvida em uma escola da rede privada. De natureza qualitativa e participante, a pesquisa teve como foco a identificação de indícios da aprendizagem. A proposta foi avaliada por meio do diário de bordo preenchido pelo professor pesquisador e pelos materiais produzidos pelos participantes. A análise dos dados coletados apontou para a viabilidade da proposta e a importância de metodologias pautadas na aproximação dos conteúdos aos conhecimentos que os educandos já possuem.

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

---

1 Curso de Física (UPF). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (UPF). Programa de Pós-Graduação em Educação (UPF).

2 Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

3 Doutorado em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2011). Professora Titular III da Universidade de Passo Fundo, Brasil

# MEANINGFUL LEARNING THEORY AND EXPERIENTIAL LEARNING CYCLE: A STUDY ON THERMOLOGY IN ELEMENTARY SCHOOL

**Abstract:** The present study originated from the finding that, in Physics teaching, subjects as thermology are presented in general under aspects that are too distant from the daily life of the students and the teaching is focused in the transmission of content in an expository manner. Facing that, it was searched for subsidy in the Theory of Meaningful Learning (TML) and in the methodology entitled Cycle of Experiential Learning (CEL) in order to answer the following heading question: how can the CEL be a methodological support to promote meaningful learning for 9<sup>o</sup> grade students? Therefore, the goal of this study consisted of identifying signs of meaningful learning of thermology in the 9<sup>o</sup> grade using the CEL. On the purpose of reaching it, it was elaborated a didactic sequence to approach the basic concepts of thermology, based on the fundamentals of TML and constituted of two cycles that complement the four steps proposed by Kolb and related to CEL. The didactic sequence was structured in nine meetings and developed in a private school. Of qualitative and participant nature, this research had as its focus the identification of signs of learning, the proposal was evaluated by means of a logbook that was filled by the Research Professor and by the material produced by the participants. The analysis of the collected data pointed to a viability of the proposal and the importance of methodologies implemented in the approach of contents to the knowledge that the students already have.

**Keywords:** Meaningful Learning Theory. Meaningful learning. Experiential Learning Cycle. Physics teaching. Didactic sequence.

## INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que se destina ao estudo da natureza e de seus fenômenos. Busca a compreensão científica dos comportamentos naturais e gerais do mundo, e o seu avanço contribuiu de uma forma inestimável para o desenvolvimento de toda a tecnologia moderna, desde o automóvel até os computadores quânticos (OLIVEIRA JUNIOR; SINTRA, 2014).

O ensino dessa ciência tem, por sua vez, o objetivo de preparar para a vida e para a cidadania, o que a torna imprescindível no contexto social, cultural, ambiental, político e crítico. No entanto, o que predomina no cotidiano escolar atualmente é um ensino da Física focado na transmissão de conteúdos, utilizando-se de metodologia expositiva e centrada na fala do professor, onde o estudante assume uma posição de mero receptor do conhecimento, um ser passivo, sem participação nem voz, um indivíduo ao qual cabe aprender pela repetição e memorização (DARROZ; NICOLodi; ROSA, 2021).

Para Marques (2009), a termologia é uma das áreas da Física que pode favorecer a descentralização do processo de ensino da figura do professor e a inserção dos estudantes de modo mais ativo neste processo. Segundo o autor, essa área “compreende vários fenômenos do dia a dia, vivenciados por todos os alunos, o que proporciona motivação e possibilita uma maior participação dos estudantes durante as aulas” (MARQUES, 2009, p. 10). Todavia, na maioria das vezes, esses

assuntos também são apresentados de forma desconexa em relação ao contexto real, e o ensino realizado geralmente produz aprendizagens mecânicas.

Na tentativa de romper com o paradigma tradicional de ensino e desenvolver posturas que despertem nos estudantes a curiosidade e o interesse para aprender, Honorato, Dias e Dias (2018) propõem que as ações didático-metodológicas sejam estruturadas a partir dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) preconizada por David Paul Ausubel. Conforme os autores, a TAS considera que a bagagem que o educando leva para a sala de aula serve como base para a construção de aprendizagens significativas. Segundo Ausubel (1973), a aprendizagem significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do educando.

Na mesma direção de estratégias que proporcionem aprendizagens a partir do cotidiano dos estudantes, David Kolb (1984) apresenta o Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE), que, de acordo com Pimentel (2007), “está fundamentado na Teoria da Aprendizagem Experiencial e constitui um percurso permanente de aprendizagem, desde que o indivíduo possa se apropriar de suas experiências e atribui grande valor aos conhecimentos de caráter experiencial” (p. 159).

Na proposição de Kolb (1984), tal ciclo divide-se em quatro etapas – experiência concreta, observação e reflexão, formação de conceitos abstratos e teste de hipóteses e conceitos em situações novas – que, para Pimentel (2007), configuram “os pilares do vínculo cíclico e dialético entre experiência vivida, construção de conhecimento e projeção de aprendizagem em experiências futuras” (p. 164).

O fato de que as situações didático-metodológicas estruturadas a partir dos pressupostos da TAS e do CAE possam ser potenciais favorecedoras de aprendizagens que auxiliem os estudantes na compreensão do mundo em que estão inseridos, tornando-os personagens ativos no processo de ensinar e aprender, somado à indicação da termologia como uma área de grande potencial para relacionar os assuntos estudados no contexto escolar com o dia a dia dos estudantes, conduz à seguinte indagação que constituiu a questão de pesquisa desta investigação: Como o ciclo de aprendizagem experiencial pode servir de suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de termologia para estudantes do 9º ano do ensino fundamental?

Buscando respondê-la, a pesquisa relatada visou investigar indícios de aprendizagem significativa de termologia em estudantes do 9º ano do ensino fundamental a partir da implementação de uma sequência didática estruturada na TAS e no CAE.

Para tal, este texto está estruturado da seguinte forma: inicialmente são discutidos os pressupostos teóricos que fundamentam a investigação; a seguir, apresenta-se a implementação da sequência didática proposta; na continuidade, são descritos os procedimentos metodológicos adotados na investigação; após apresentam-se e discutem-se os resultados; e, por fim, tecem-se algumas considerações acerca do estudo desenvolvido.

## PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DA PESQUISA

### A Teoria da Aprendizagem Significativa

Proposta por David Paul Ausubel (1918-2008) e desenvolvida a partir da década de 60, a TAS considera que a aprendizagem ocorre quando o conhecimento interage com conhecimentos específicos contidos na estrutura cognitiva do aprendiz. Tais conhecimentos específicos, nomeados pelo teórico (AUSUBEL, 1973) como subsunçores, 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, visto que armazena experiências prévias do sujeito adquiridas ao longo da vida. Por esse motivo, Ausubel (1973) considera que a vivência e a experiência de cada indivíduo não podem ser ignoradas no processo de aprendizagem, pois o elemento que mais influencia na aprendizagem do estudante é aquilo que ele conhece.

Para que a aprendizagem se torne significativa, Ausubel sustenta que os subsunçores devem ser identificados previamente, e esses, após interagirem com o conhecimento novo, podem resultar em novos subsunçores, ou seja, o novo conhecimento – uma vez assimilado/incorporado a estrutura cognitiva – pode servir como ancoradouro para uma próxima aprendizagem. O autor salienta que todo conhecimento novo, ao interagir com o subsunçor, pode alterá-lo ou reorganizar os conhecimentos na estrutura do aprendiz, assim, esse conhecimento passa a ser ressignificado e expandido. Então, esse subsunçor, ao se fazer mais amplo, torna-se um elemento a mais na estrutura cognitiva. Para Ausubel, a concepção de que “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 aqueles que aprendem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34).

No entanto, 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 não apenas a palavras ou termos, ainda que esses apresentem possibilidade de expansão. Em outras palavras, o autor reforça que “não pode haver exclusividade no uso do conhecimento, de modo que ele seja atrelado ao contexto em que foi aprendido” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Tais características diferenciam a aprendizagem almejada pela TAS da chamada aprendizagem mecânica. Ausubel (1973) define 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 subsunçor e as novas informações. Essa forma de aprendizagem ocorre de maneira automática, ou mesmo pela memorização. Ainda assim, Ausubel (1973) considera que esse processo também é uma forma de aprender. Porém, para o autor, 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 (AUSUBEL, 1973). Por isso, não consegue ser expresso de forma diferente da qual foi estudado, tornando-se refém da exclusividade em que foi aprendido.

Na falta de subsunçores, pode-se lançar mão de meios e/ou materiais para desenvolvê-los. Nessa perspectiva, é possível recorrer a organizadores prévios, cuja função é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o novo conhecimento. 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. Para Ausubel (1973), 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.

De acordo com a TAS, alguns fatores precisam ser levados em conta para que o processo seja bem-sucedido. Isto é, existem condições essenciais que estruturam a aprendizagem significativa, sendo elas a disposição do aprendiz e o material a ser utilizado. A primeira indica que o aprendiz precisa estar disposto a aprender significativamente, ou seja, é fundamental que ele queira relacionar o novo conhecimento com os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva e que isso ocorra de maneira não-arbitrária e não literal. A segunda condição necessária para a ocorrência de uma aprendizagem significativa é que o material instrucional seja capaz de promover situações para a identificação na estrutura cognitiva do aprendiz os subsunçores que, por sua vez, servirão de ancora para os novos conhecimentos (MOREIRA; MASINI, 2006).

Ausubel (1973) afirma que, sem uma ou outra condição, a aprendizagem significativa estará comprometida, limitando-se a uma aprendizagem mecânica, embora essa possa se tornar significativa posteriormente. Na falta de ambas as condições, ou de uma delas, a aprendizagem até poderá ocorrer, porém se dará de forma mecânica, pela memorização. Para Moreira (1999), de nada adianta “um material potencialmente significativo sem a predisposição do aprendiz, assim como não basta estar disposto se o material não é relacionável/preparado, ou mesmo não considera os subsunçores” (MOREIRA, 1999, p. 156).

Obedecendo às condições, ainda é necessário identificar se de fato ocorreu a aprendizagem significativa, e, para certificar-se de tal ocorrência, é preciso que haja a transformação do conhecimento estabelecido. Isso quer dizer que o conhecimento precisa ser relacionado em uma situação nova e não familiar. Nesse sentido, Moreira (1999) explica que, para Ausubel, “a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis” (p. 156).

Ligado às etapas do processo da aprendizagem significativa, surge o princípio da diferenciação progressiva. Segundo Moreira e Masini (2006), ele se constitui 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 (1973), que reitera ser mais fácil compreender elementos a partir de um todo do que estabelecer um todo a partir de fragmentos. Seguindo essa

lógica, 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 (MOREIRA; MASINI, 2006).

Diante de seus fundamentos e conceitos, a TAS 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, é preciso considerar a relevância do papel do educador, pois é ele que vai prover ou não as condições para ocorrência da aprendizagem significativa. No que se refere ao processo de preparação do material, Moreira (1999) explica que Ausubel reconhece duas maneiras para que este interaja com a estrutura cognitiva do aprendiz. A primeira maneira ocorre substantivamente, por meio da apresentação de elementos mais inclusos/específicos e passíveis de relações, os elementos presentes na estrutura; o segundo acontece programaticamente, por intermédio de métodos programados sequencialmente, estabelecidos por relações diretas entre elementos.

Então, Ausubel (1973) reporta que diante de tais elementos, resta ao educador agir de acordo para que facilite o processo do aprendiz. Para isso, ao organizar o material, é necessário que ele o estruture a partir de conceitos gerais em direção a conceitos mais específicos e que reconheça os subsunçores demandados para abordar o tema planejado. O autor reitera que, concluída essa etapa, é necessário finalmente ensinar com clareza, possibilitando a transferência de termos e conceitos a situações referentes a outros contextos, de modo que se possa identificar elementos de uma aprendizagem significativa.

## **O Ciclo de Aprendizagem Experiencial**

O Ciclo de Aprendizagem Experiencial (CAE) é fundamentado na Teoria da Aprendizagem Experiencial (TAE) desenvolvida por David Allen Kolb. Essa 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. A aprendizagem, então, consistiria em um ciclo, a ser estimulado por meio de motivações para fazer sentido ao aprendiz.

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

De acordo com Kolb (*apud* TREVELIN, 2011), são quatro os estágios que ocorrem na aprendizagem experiencial: a Experiência Concreta, a Observação

Reflexiva, a Conceituação Abstrata e a Experimentação Ativa. Desses estágios, surgem 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 ser incompleto. Para evitar essa situação, o ensino pode ser realizado por meio de um ciclo que contemple todos os estilos, isto é, que permita que o aprendiz transite pelos quatro estágios da aprendizagem experiencial.

Com base em uma estrutura padrão, todo professor pode desenvolver seu conteúdo 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 Experiência Concreta, 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 aquilo 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, podendo, para tanto, recorrer ao uso de diferentes materiais ou métodos para oportunizar essas experiências ou retomar as já vivenciadas pelos estudantes (PIMENTEL, 2007).

Na Observação Reflexiva, 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 (PIMENTEL, 2007). Nesse momento, as teorias e os conceitos são desenvolvidos e trabalhados por meio das relações estabelecidas com as vivências da Experiência Concreta, buscando, a partir desta etapa, obter significados que permitirão aos estudantes resolver os problemas propostos com base nesse conhecimento.

Na etapa Conceituação Abstrata, 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 os solucionem conforme as ferramentas e/ou os conceitos que lhes foram oferecidos. De acordo com Pimentel (2007) dessa forma acontece a generalização do conteúdo aprendido para possibilitar a solução de um problema real.

Por fim, é na Experimentação Ativa que o estudante precisa 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.

Ainda que, de acordo com essa teoria, cada indivíduo tenha seu próprio estilo de aprendizagem, sempre poderá desenvolver outro estilo, desde que estimulado para tal. Pressupõe-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, e a interdependência de suas partes. Nessa direção, a diferenciação é responsável pelo detalhamento dos conhecimentos e modos de atuar e a integração, nessa perspectiva, consiste em uma escala hierarquizada que organiza elementos e conceitos em categorias (PIMENTEL, 2007).

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 etapas, centrado na perspectiva da aprendizagem experiencial, que o estudante extrai de suas próprias experiências aprendizagens significativas para seu desenvolvimento, em níveis crescentes de diferenciação e integração de conhecimentos, habilidades e competências (PIMENTEL, 2007).

## **A SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A elaboração da sequência didática proposta para este estudo foi fundamentada nos pressupostos da TAS e teve como referencial metodológico o CAE para o desenvolvimento dos conceitos básicos da terminologia no 9º ano do ensino fundamental. Assim, os dois ciclos desenvolvidos para a investigação foram organizados na perspectiva de que cada uma de suas etapas pudesse convergir com os pressupostos da TAS.

A etapa Experiência Concreta tem como objetivo partir das vivências dos educandos originadas na experimentação para a promoção de aprendizagens. Esta etapa foi o momento selecionado para identificar os “conceitos subsunçores” e organizá-los previamente. Na segunda etapa dos ciclos, denominada Observação Reflexiva, que procura estabelecer relações com os conceitos subsunçores identificados, buscou-se favorecer a promoção da diferenciação progressiva, em que os conceitos mais amplos e gerais se desdobram em conceitos específicos e nas suas aplicações. Para a terceira etapa – Conceituação Abstrata –, que visa que o



conhecimento ocorra por meio do pensamento, tentou-se demonstrar similaridades e diferenças entre conceitos estudados. A conclusão de cada ciclo foi organizada de forma que as atividades da Experiência Ativa permitissem criar condições para que os conceitos estudados pudessem ser transpostos para novos contextos, o que é uma das características do indício de aprendizagem significativa.

A partir dessa organização, a sequência didática foi implementada em nove encontros (QUADRO 1), no decorrer do segundo semestre de 2019, junto a um grupo de alunos do 9º ano do ensino fundamental, e abordou os conceitos de temperatura, calor sensível e calor latente.

Quadro 1 – Cronograma de aplicação da sequência didática.

<b>Ciclo</b>	<b>Encontro</b>	<b>Etapa do CAE</b>	<b>Atividade</b>
1º Temperatura x calor	1	Experiência Concreta	Atividade experimental “Sensações térmicas” Nuvem de palavras Questões para discussão em grupo
	2	Experiência Concreta	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	Conceituação Abstrata	História em quadrinhos “Cascão e Nimbus em: Ártico ou Antártico?” Questões “Calor x temperatura” Discussão das respostas em grupo
	4	Experimentação Ativa	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

Ciclo	Encontro	Etapa do CAE	Atividade
2º Calor sensível e calor latente	5	Experiência Concreta	Atividade experimental “Aquecendo substâncias” Questões para discussão em grupo Elaboração de um gráfico e responder as questões
	6	Experiência Concreta	Texto para debate acerca de calor específico Atividade experimental “Calor específico” Definição do conceito Atividade experimental “Calor latente” Definição do conceito Elaboração de um gráfico
	7	Conceituação Abstrata	Atividade e questões referentes ao calor específico Atividade “Calor específico e calor latente” Tabela Calor específico dos materiais Questões “Calor específico das substâncias”
	8	Experimentação Ativa	Elaboração de um mapa conceitual
	9	Experimentação Ativa	Finalização do mapa conceitual Apresentação do mapa conceitual

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O primeiro ciclo – Temperatura e Calor – teve como objetivo proporcionar aos estudantes a diferenciação entre os conceitos de calor e temperatura. Assim, a primeira etapa (Experiência Concreta) deste ciclo iniciou com a utilização de uma atividade experimental como organizador prévio<sup>4</sup>. Tal atividade consistiu na submersão individual, pelos estudantes, das mãos em bacias com água em diferentes temperaturas. Após a conclusão da atividade experimental, orientou-se que todos acessassem, através de seu aparelho celular, o site *mentimeter.com* e inserissem termos relacionados à atividade experimental realizada. O site construiu uma nuvem de palavras que instigou uma discussão entre os participantes, além de servir para identificação dos conceitos subsunçores contidos na estrutura cognitiva dos participantes.

Após a identificação dos subsunçores, iniciou-se a segunda etapa (Observação Reflexiva) do primeiro ciclo. Para tal, foi apresentado o simulador “Estados da matéria: básico”<sup>5</sup>, que apresenta a estrutura da matéria e estabelece relações entre temperatura e agitação molecular. Por meio da interação com o experimento virtual, auxiliou-se os participantes na compreensão e definição do termo “temperatura”.

4 Visto que não é possível supor que todos os estudantes possuam subsunçores presentes na estrutura cognitiva, os organizadores prévios utilizados ao longo da sequência didática são de caráter expositivo.

5 Recuperado de: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics).

Em seguida, outro simulador, denominado “Formas de energia e transformações”<sup>6</sup>, foi utilizado para estimular os educandos a compartilharem oralmente suas interpretações dos fenômenos estudados. Na sequência, a partir das interpretações relatadas e das simulações efetuadas, conceituou-se calor e energia térmica através de um texto intitulado “Calor e temperatura”.

A terceira etapa (Conceituação Abstrata) teve como objetivo generalizar o que foi abordado e estabelecer a reconciliação integrativa dos conceitos estudados até o momento. Para isso, a diferenciação progressiva se deu por meio da leitura da história em quadrinhos intitulada “Cascao e Nimbus em: Ártico ou Antártico?”<sup>7</sup>. A história aborda conceitos de calor, temperatura e a utilização de termômetros. Após a leitura, foi entregue aos estudantes um questionário sobre a história lida, visando promover uma reconciliação integradora. Finalizada a resolução das questões, as respostas foram discutidas em grupo. Durante a discussão foi dado ênfase em aspectos fundamentais associados as atividades desenvolvidas, como por exemplo, a relação entre sensação térmica e temperatura e como a sensação térmica é algo fisiológico que não necessariamente indica qual é a substância de maior temperatura, para determinar isso com maior segurança precisamos de um termômetro. Outro aspecto importante destacado nas discussões esteve associado a relação entre as trocas de calor e a variação de temperatura, assim como às mudanças de estado físico.

A quarta e última etapa (Experimentação Ativa) do primeiro ciclo teve por finalidade evidenciar se os estudantes conseguiriam aplicar os conceitos estudados durante o ciclo em situações diferentes do contexto em que foram apresentados. Para tanto, foi indicada a leitura da história em quadrinhos “Cascao e Cebolinha em: os heróis do planeta gelado”<sup>8</sup>. Durante a leitura, em grupos de três componentes, os educandos foram orientados a destacar/grifar as palavras que encontravam referentes aos conceitos estudados. Para finalizar a etapa e, conseqüentemente, o primeiro ciclo, os estudantes elaboraram um texto explicando os motivos que os levaram a grifar/destacar as palavras selecionadas.

O segundo ciclo – Calor sensível e calor latente – teve por objetivo expandir a compreensão dos conceitos de calor sensível e calor latente. Para isso, iniciou-se a etapa Experiência Concreta a partir da atividade experimental “Aquecendo substâncias”. Tal atividade consistiu em aquecer substâncias (água e óleo) e analisar as mudanças de temperatura ocorridas. A atividade visou criar elementos na estrutura cognitiva dos educandos, ou, ainda, reorganizar os elementos já presentes, para que pudessem ancorar os novos conhecimentos.

---

6 Recuperado de: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/energy-forms-and-changes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes).

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

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

Na segunda etapa (Observação Reflexiva), o conteúdo foi desenvolvido para iniciar a diferenciação progressiva. Para isso, foi distribuído o texto “Por que no deserto a temperatura de dia é maior do que à noite?”<sup>9</sup>, que serviu como introdução para uma atividade experimental demonstrativa de calor sensível. O experimento consistiu em aproximar balões contendo água, ar e areia de uma chama para observar cada situação, discutindo o fenômeno visualizado para construir o conceito de calor específico.

Em seguida, foi desenvolvida outra atividade experimental, destinada à compreensão do calor latente. Com o auxílio de termômetros, os educandos submeteram um cubo de gelo a uma fonte de energia térmica e analisaram a temperatura da substância durante sua mudança de fase. Por fim, a partir dos dados encontrados pelos participantes, o professor construiu na lousa uma curva de aquecimento. Tal curva serviu para promover a diferenciação entre os conceitos de calor sensível e calor latente.

A terceira etapa (Conceituação Abstrata) teve como objetivo proporcionar um espaço para que cada educando pudesse colocar em prática os conceitos aprendidos, além de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos de calor sensível e calor latente. Para isso, os educandos realizaram uma experimentação que consistiu em utilizar um pequeno pedaço de papel alumínio e aquecê-lo enquanto o seguravam na mão.

Na sequência, foi solicitado que realizassem uma nova atividade experimental para observar o derretimento do gelo em diferentes superfícies e, a partir das observações, responder algumas questões sobre o fenômeno. Posteriormente, essas repostas foram discutidas no grande grupo na tentativa de promover reconciliação integrativa dos conceitos estudados. Após a discussão, o professor disponibilizou para os educandos uma tabela contendo o calor específico de alguns materiais, para que pudessem consultá-la visando responder algumas questões referentes ao calor específico das substâncias.

A quarta e última etapa do ciclo (Experimentação Ativa) teve como objetivo encontrar indícios de uma aprendizagem significativa. Assim, os educandos foram orientados a construir, individualmente, um mapa conceitual sobre terminologia. Para finalizar o ciclo, os estudantes foram instigados a apresentar o mapa conceitual elaborado para toda a turma participante da pesquisa.

## **A PESQUISA**

Para Minayo (2002), quando uma investigação científica se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e na explicação da dinâmica das relações sociais, ela é classificada como pesquisa qualitativa. A partir desta concepção, somada às de Rossman e Rallis (1998), que entendem que uma pesquisa do tipo qualitativa ocorre em um cenário

---

9 Adaptado de: <https://www.brasilblogado.com>.

natural, onde o pesquisador vai ao local onde está o participante para conduzi-la (*apud* CRESWELL, 2007, p. 186), a investigação classificou-se como uma pesquisa qualitativa. Tal classificação justifica-se, também, na medida em que a proposta exigiu uma reflexão do processo ocorrido em sala de aula buscando compreender os acontecimentos levando em conta todos seus elementos.

Ainda, uma vez que a implementação da sequência didática originada para esta investigação ocorreu junto a um grupo de 34 estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola onde um dos pesquisadores é docente, ela também se classifica como pesquisa participante. Conforme Moreira (2011), esse tipo de pesquisa se caracteriza pelo envolvimento e pela identificação do pesquisador com as pessoas investigadas.

Para a obtenção dos dados, que permitiram evidenciar elementos para responder à pergunta central deste estudo, foram selecionados como instrumentos de coleta de dados o diário de bordo elaborado pelo professor pesquisador e os materiais produzidos pelos educandos no decorrer da implementação da proposta.

A escolha pelo diário de bordo se deu porque, para Zabalza (2004, p. 10), esse instrumento ajuda a refletir a prática docente por meio de registros no decorrer da atividade e possibilita um “distanciamento” reflexivo da atuação, o que permite avaliar o estudo em outra perspectiva. Em relação à opção de examinar os materiais produzidos pelos estudantes, esta se deveu ao fato de que esses materiais exigiam dos participantes a transformação dos conceitos estudados para novos contextos, que, segundo Moreira (2016), pode evidenciar indícios de aprendizagem significativa.

Os dados obtidos nos instrumentos de coleta de dados foram analisados fim de se alcançar o objetivo do estudo. Nesse sentido, durante a sistematização, eles foram agrupados em quatro categorias de análise, originadas a partir dos pressupostos da TAS, definidas *a priori*: conceitos subsunçores, predisposição para aprender, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, e aplicação em novos contextos.

A partir das escolhas metodológicas descritas, efetuou-se a análise do material, obtendo-se os resultados apresentados na sequência.

## **RESULTADOS**

Os resultados gerados a partir da implementação da sequência didática são apresentados de acordo com as categorias de análise estabelecidas.

### **Conceitos subsunçores**

A análise dos materiais arrolados para esta categoria buscou evidenciar se a proposta proporcionou situações capazes de evidenciar a existência de conceitos subsunçores na estrutura cognitiva dos participantes.

A primeira evidência da existência de conceitos subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes se deu na relação dos termos registrados na “nuvem de



organizados e detentores de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do sujeito. Essas características, segundo Ausubel (1973), os classificam como conceitos subsunçores.

Outros conceitos subsunçores também foram identificados na implementação do segundo ciclo, que abordou os conceitos de calor específico e calor latente. As evidências de sua presença foram percebidas nas respostas dadas pelos participantes ao questionário aplicado durante a atividade experimental proposta na primeira etapa.

Durante a atividade, os educandos responderam às seguintes questões: “De que forma o calor afeta os corpos?”; “É possível um corpo receber mais energia térmica que outro e, mesmo assim, permanecer com temperatura menor? Justifique”; e “Em que situação do seu cotidiano pode ser importante ter conhecimentos sobre a variação de temperatura em diferentes materiais?”.

De acordo com as respostas formuladas pelos educandos, foi possível evidenciar como conceitos subsunçores (QUADRO 2) a noção de que a transferência de energia térmica está diretamente relacionada com a agitação molecular. Ficou evidente, também, que os educandos associam que o ganho ou a perda de energia influencia, respectivamente, no aumento ou na diminuição da temperatura.

#### Quadro 2 – Respostas à primeira questão.

Questão: De que forma o calor afeta os corpos?
Aumentar ou diminuir a temperatura até atingir o equilíbrio térmico.
Aumentando a agitação das moléculas (temperatura).
Ele afeto mudando a temperatura ou agitação das moléculas.
Aumenta a agitação molecular (aumento da temperatura).

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No que diz respeito ao calor específico abordado na segunda questão, constatou-se que os participantes tiveram dificuldade para respondê-la. No entanto, as respostas (QUADRO 3) demonstram que os estudantes compreendem haver algumas variáveis que influenciam para determinar essa diferença de temperatura.

#### Quadro 3 – Respostas à segunda questão

Questão: Em que situação do seu cotidiano pode ser importante ter conhecimentos sobre a variação de temperatura em diferentes materiais?
... Ele pode estar com uma temperatura inicial muito menor.
Sim, um corpo transfere energia para outros dois corpos com temperatura diferentes, se um estiver com a temperatura muito abaixo, mesmo doando mais energia térmica, terá menos energia térmica.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na análise das respostas à terceira questão, percebeu-se que a maioria dos educandos conseguem identificar a variação de temperatura em diversas situações relacionadas ao seu cotidiano. Como mostra o Quadro 4, 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. Elementos que podem constituir-se em ancoradouros para novos conhecimentos.

#### Quadro 4 – Respostas à terceira questão

Questão: Em que situação do seu cotidiano pode ser importante ter conhecimentos sobre a variação de temperatura em diferentes materiais?
Usar roupa preta em um dia com sol. No momento em que você está saindo de casa. Tomar banho, fazer comida... Por exemplo, para cozinhar certos alimentos, é necessário saber a temperatura ideal, para chegar no melhor resultado. Quando estamos cozinhando. Na cozinha, no momento em que usamos uma panela.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As análises apresentadas indicam que a maioria dos educandos apresentavam conceitos subsunçores em sua estrutura cognitiva. Conceitos como calor e temperatura foram os mais recorrentes. No entanto, outros subsunçores, vinculados a calor sensível e calor latente, também estavam presentes em conceitos mais específicos, como mudança de fase e aquecimento de uma substância.

Ainda, os resultados da análise desta categoria apontam na direção de que atividades organizadas de acordo com o Ciclo de Atividade Experiencial podem ser capazes de evidenciar conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos aprendizes.

### **Predisposição para aprender**

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o aprendiz apresente uma predisposição para aprender. Nesse sentido, esta categoria visou buscar evidências de que as atividades propostas foram capazes de tornar os participantes predispostos a aprender significativamente os conceitos desenvolvidos nos ciclos.

As evidências percebidas sobre a predisposição dos participantes em aprender significativamente por meio das atividades propostas foram encontradas nos registros no diário de bordo do professor pesquisador. No trecho que relata a aula da etapa Experiência Concreta do segundo ciclo, consta que os participantes se mostravam curiosos em relação aos materiais que iriam ser utilizados no encontro.



A curiosidade potencializou a motivação dos estudantes 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 tal fenômeno [...] (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.

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 [...]. Isso demonstrou que estavam motivados a participar e, principalmente, a ter uma participação efetiva construção de seus 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 entender essa importância apenas após os relatos:

Foi possível perceber que eles compreenderam a necessidade de saber conceituar cada definição e estavam muito ansiosos pelas respostas dos questionamentos. [...], 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. Relações que fizeram com que os próprios estudantes ficassem mais interessados em continuar aprendendo os conceitos discutidos (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/09/2019).

Na etapa seguinte, constatou-se a predisposição logo no início do encontro. 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 percebeu-se que o interesse aumentou devido às diversas possibilidades permitidas pela ferramenta. Ainda, alguns estudantes perguntaram se o simulador poderia ser acessado pelo aparelho celular e, quando respondido que sim, pediram permissão para realizarem simulações individuais [...]. O que evidenciou 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).

Em outros trechos dos registros do mesmo encontro, percebe-se que os educandos estavam dispostos a compreender o conceito de calor e a sua unidade de medida.

Os estudantes se surpreenderam ao descobrir que a unidade de calor (caloria) era uma grandeza de energia. Mais que isso, se empolgaram ao ler rótulos de embalagens de alimentos que haviam levado para o lanche. Puderam relacionar o conceito estudado com o valor energético apresentado por estas embalagens (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, nota-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 (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

A predisposição é igualmente evidenciada nos registros do terceiro encontro do segundo ciclo, 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 estudados. 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 trecho dos registros do diário de bordo, transcrito a seguir, mostra que foi visível a motivação dos estudantes com as atividades experimentais, as quais contribuíram para estimular a busca pela resposta, motivando o aprendizado pela via da curiosidade.

Os estudantes se envolveram bastante com as atividades práticas realizadas durante a aula, tanto a de calor sensível quanto a de calor latente [...]. 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 as diferentes etapas de cada ciclo foram capazes de engajar os estudantes numa postura de buscar o aprender significativamente dos conceitos abordados. Evidência que indica que as atividades favoreceram o estabelecimento de situações em que os aprendizes se predisponham a relacionar os novos conhecimentos com o que já conhecem do assunto. Aspectos que vão ao encontro das concepções de Moreira (2021) que salienta que, para Ausubel, uma das condições para efetivação da aprendizagem significativa, é

uma postura, uma direção, uma tendência, para relacionar, não arbitrariamente e substantivamente, a tarefa de aprendizagem a sua estrutura cognitiva.

### **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: a “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integrativa ou integradora”. Na tentativa de evidenciar se os estudantes 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 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 os conceitos que eram compreendidos como sinônimos no início do ciclo.

[...] após algumas discussões acerca dos conceitos que estavam sendo construídos, os estudantes afirmaram que o termômetro é utilizado para medir a temperatura de um corpo, uma vez que calor trata de transferência de energia [...] (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.

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 [...]. 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 (QUADRO 3), a maioria conseguiu responder de acordo com o esperado, demonstrando, assim, que a diferenciação progressiva havia ocorrido. Percebe-se que os educandos identificaram que o termo “calorão” estava empregado de forma equivocada. A partir disso, também foram capazes de expressar a definição de calor.

### Quadro 3 – Respostas à primeira questão aplicada no terceiro encontro.

Questão: O personagem utiliza o termo “calorão” para expressar o que está sendo sentido no momento. A partir de calor, o emprego da palavra “calorão” está correto? Por quê?

- Não está certo. Usamos a palavra “calor” para expressar uma sensação que temos como algo quente, mas, como estudamos, calor significa, na verdade, a troca de energia térmica entre os corpos.
- Errado, pois o conceito de calor não é elevação de temperatura, mas sim transferência de energia térmica.
- 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 transferência de energia térmica de um corpo a outro devido à diferença de temperatura. O corpo do personagem está ganhando energia, por isso a “sensação de calor”.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Ainda na mesma atividade, a segunda pergunta indicou a presença da diferenciação progressiva. De acordo com os dados contidos no Quadro 4, identifica-se que a maioria dos participantes conseguiu compreender o conceito de temperatura, pois especificaram esse conceito como a agitação molecular. Além disso, as mesmas respostas demonstraram que houve a compreensão da relação existente entre temperatura e agitação molecular.

### Quadro 4 – Respostas à segunda questão aplicada no terceiro encontro.

Questão: Na última fala, o segundo personagem quer saber a temperatura do lugar. O que ele quer dizer com ‘temperatura’?

- É a grandeza que mede o grau de agitação molecular de um corpo, quanto maior a agitação maior será a temperatura de um corpo.
- É a agitação de partículas no ar normalmente em °C que leva em conta o ponto de fusão e ebulição da água.
- Com temperatura, ele quer dizer qual tem menos agitação de moléculas.
- Agitação molecular média.
- Na última fala, o personagem está se referindo ao grau de agitação das partículas presentes nos ambientes.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No mesmo sentido, os dados apresentados na Quadro 5 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.

#### Quadro 5 – Respostas à quarta questão aplicada no terceiro encontro.

Questão: 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 se apropriaram de elementos que permite estabelecer a diferença entre o conceito de calor e a interpretação do fenômeno pelo senso comum. Na atividade denominada “fazer frio”, de acordo com os dados expostos na Quadro 6, os participantes expressaram a compreensão de que frio é uma sensação.

#### Quadro 6 – Respostas à sexta questão aplicada no terceiro encontro.

Questão: 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, pois o correto é afirmar que a temperatura é baixa, e não que é frio.
- Não, pois o frio é uma sensação que varia conforme cada corpo.
- Não, é incorreto afirmar que no Polo Norte e no Polo Sul “faz” frio. Isso 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 está frio, frio é sensação que ele está sentindo, é a temperatura que está baixa.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De acordo com Moreira (2010, p. 6), reconciliação integrativa é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva que consiste em “eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações”. Segundo ele, é necessário progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos, a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder à reconciliação integradora.

Nesse sentido, conforme as respostas à terceira pergunta do questionário (QUADRO 7), 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 evidenciada, entretanto, nesse momento, eles conseguiram promover a reconciliação integrativa simultaneamente. Tal fato é constatado na relação entre os entendimentos 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 por meio de similaridades e diferenças.

#### Quadro 7 – Respostas à terceira questão aplicada no terceiro encontro.

Questão: Num trecho um personagem remete um termômetro a uma pessoa doente. Explique qual 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 o mais comum o termômetro de mercúrio, que é capaz de determinar a temperatura pela expansão do material ao alcançar o equilíbrio térmico com o corpo.

- Para podermos ter a certeza de medida correta, esperamos um pouco para o mercúrio se dilate. No momento de espera o termômetro tem que atingir um equilíbrio térmico. No equilíbrio térmico as temperaturas do bulbo e do corpo são iguais.

- O termômetro funciona a partir do equilíbrio térmico entre o líquido ou a ponta e o corpo da pessoa [...].

- O termômetro funciona de acordo 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.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

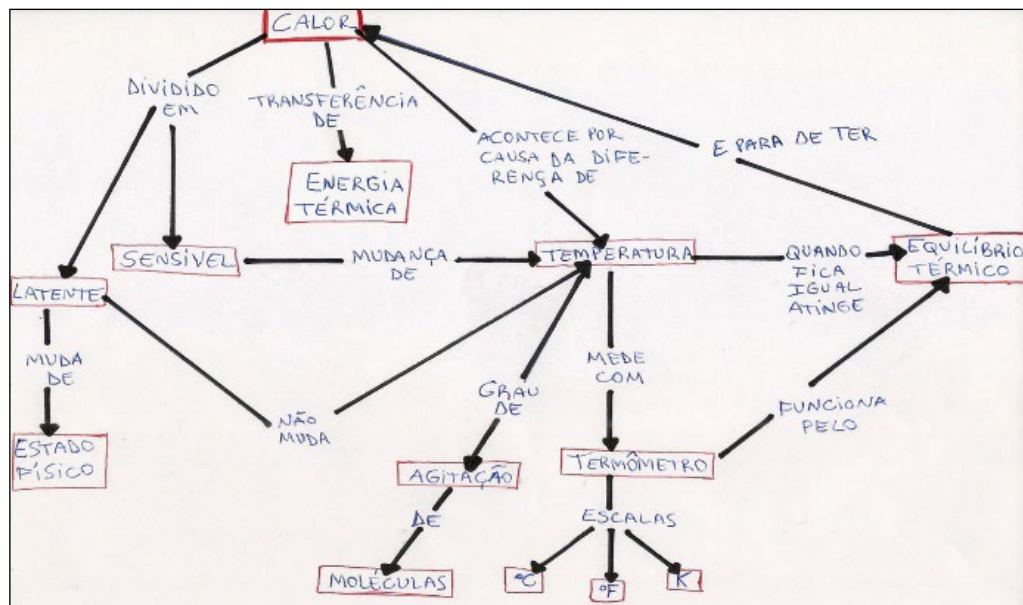
Ainda em relação à definição de termômetro, destaca-se um relato contido no diário de bordo do professor pesquisador, o qual aponta que, a partir das discussões sobre os conceitos, efetivou-se a reconciliação integrativa. Em outras palavras, os dados indicam que os participantes relacionaram as temperaturas 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 indagou: ‘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. Na mesma direção outro estudante salientou: ‘no termômetro o líquido se expandiu porque ficou mais agitado, isso ocorre pela ‘soltura’ das moléculas’ (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 encontro do segundo ciclo. Num desses mapas (FIGURA 5), evidencia-se, em razão da sua estrutura, que o estudante conseguiu diferenciar os conceitos partindo do mais geral para os mais específicos, por meio de 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.

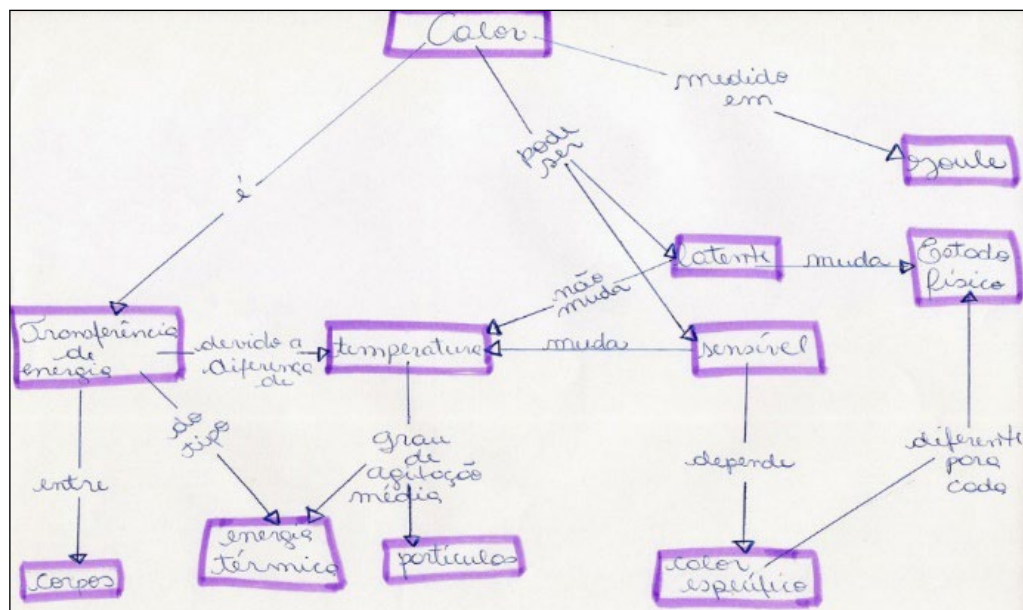
Figura 5 – Mapa conceitual produzido no oitavo encontro (I)



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Em outro mapa conceitual (FIGURA 6), 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 participante relacionou calor sensível com a variação de temperatura e calor latente com temperatura constante, fato que indica que a reconciliação entre tais conceitos ocorreu na sua estrutura cognitiva.

Figura 6 – Mapa conceitual produzido no oitavo encontro (II)



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

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 resultados indicam que os participantes conseguiram diferenciar conceitos como calor e temperatura. 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. A reconciliação integrativa dos conceitos, por sua vez, foi percebida tanto nos mapas conceituais quanto na fala dos educandos, em que puderam expressar que, mesmo sendo diferentes, os conceitos revelam aspectos em comum.

### Aplicação do conhecimento em novos contextos

Na concepção de Ausubel (1973), a avaliação da aprendizagem envolve a compreensão, a captação de significados e, principalmente, a capacidade de transferir o conhecimento adquirido a novos contextos. Portanto, a avaliação deve focar na busca por evidências de aprendizagem significativa. Nessa direção, a presente categoria visou identificar se os estudantes foram capazes aplicar os conceitos estudados ao longo da implementação da proposta em contextos diferentes daqueles utilizados nos ciclos.



Os indícios de aprendizagem significativa, por serem evidenciados por meio da aplicação de conceitos em novos contextos, surgiram 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, 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 (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 13/09/2019).

No mesmo sentido, foi expandida pelos participantes a relação entre os conceitos que estavam sendo construídos a partir de exemplos de objetos e corpos estáticos. Novamente eles 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 participantes 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.

[...] 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).

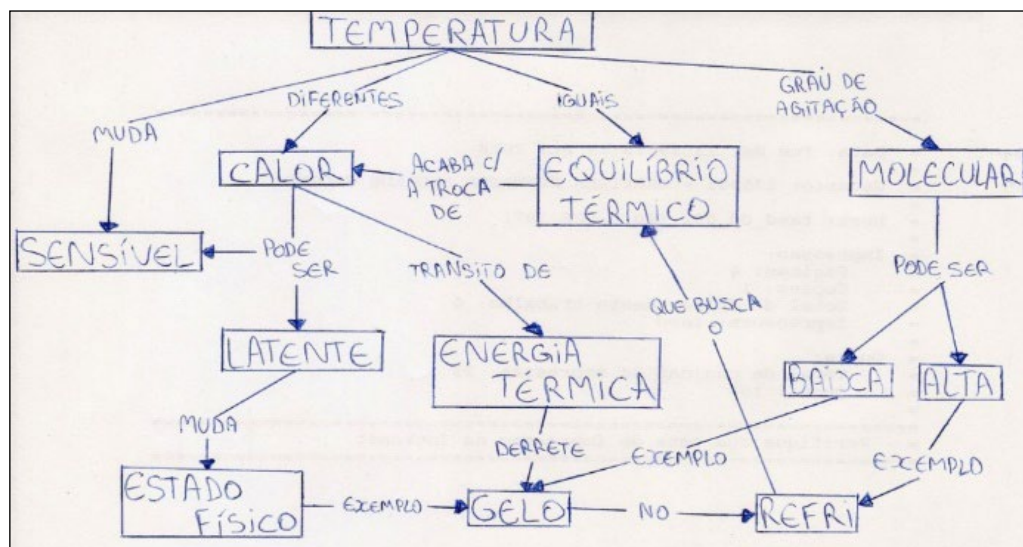
Em outro trecho do diário de bordo do professor pesquisador, que relata uma atividade experimental para conceituar calor específico, evidencia-se que, durante a interação com a atividade, os estudantes conseguiram aplicar o conceito a diferentes contextos por eles vivenciados fora da sala de aula. Como se percebe na transcrição abaixo, o participante menciona a relação existente entre o aquecimento da areia e da água em uma praia.

Durante a atividade experimental de calor específico um estudante relacionou a atividade com o que ele vive. Segundo ele: ‘esta atividade tem a ver com o que percebo no verão. Na casa na praia, a gente vê que ‘a areia esquenta bem mais rápido do que a água’ (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 18/10/2019).

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 7) mostra essa aplicação no momento em que relaciona calor latente e equilíbrio térmico com o gelo colocado em uma bebida.

Figura 7 – Mapa conceitual produzido no nono encontro



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Ainda, 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 Quadro 8, ao realizarem a atividade, os participantes foram capazes de identificar os conceitos e emprega-los em novos contextos.

## Quadro 8 – Respostas à atividade aplicada no quarto encontro (I)

Atividade: Identificar, na história em quadrinhos, os conceitos aprendidos
- Quadrinho nº 4: Frio – sensação produzida pela perda de calor no corpo.
- Quadrinho nº 8: aquecedero – aparelho que faz com que o ar em sua volta aumente a agitação molecular.
- Quadrinho nº 8: esquentam – aumentar a agitação molecular de outro corpo.
- Frio – sensação usada para descrever baixas agitações moleculares.
- Quentinho – sensação de temperatura um pouco mais elevada.
- Aquecedor – algo que transmita energia térmica para outro corpo.
- Quente – sensação de altas agitações moleculares.
- Congelante – algo que ao buscar equilíbrio térmico ‘puxa’ energia térmica do outro copo.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A análise apresentada nesta categoria aponta que os educandos conseguiram transferir, em todas as etapas dos ciclos, 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 do apontado por 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. Isto é, os resultados indicam que os educandos compreenderam os conceitos abordados, com significado, com capacidade de descrever, explicar e aplicar a novas situações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, temos o desenvolvimento de metodologias que 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, destacam-se aquelas fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa, em David Ausubel, e no Ciclo de Aprendizagem Experiencial, metodologia desenvolvida por David Kolb.

No que concerne à aproximação entre as teorias, 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 de proximidade entre seus principais conceitos. Nesse sentido, 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. O intuito esteve em mostrar as contribuições dessa associação 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 deste estudo que foi estruturada nos referenciais teóricos mencionados e aplicada em condições reais de ensino, demonstrou que metodologias baseadas na utilização de experiências vivenciadas e, principalmente, de interesse dos educandos, são essenciais para desenvolver seu envolvimento e participação no processo de aprendizagem. Por isso, é fundamental que sejam utilizadas em sala de aula metodologias que propõem uma aprendizagem a partir desses conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes como apregoado pelos autores referência desse estudo. Os encontros referentes a implementação da sequência didática em aulas de Física/Ciências evidenciaram que os educandos se mantiveram envolvidos com as atividades propostas, discutindo ideias e conceitos em relação à terminologia e relacionados com situações cotidianas. Durante os encontros, o interesse em aprender os conceitos apresentados e a motivação em buscar respostas para as perguntas apresentadas e que surgiram durante as atividades surgidas mostraram-se constantes ao longo do processo, indicando, assim, que uma das condições para a aprendizagem significativa foi atendida.

Além disso, ao elaborar a proposta da sequência didática, os ciclos foram estruturados a fim de estarem vinculados aos pressupostos da TAS. Nesse contexto cada um dos ciclos buscou proporcionar momentos e atividades capazes de possibilitar a identificação dos conhecimentos contidos na estrutura cognitiva dos educandos. As atividades presentes na primeira etapa de cada ciclo evidenciaram que os educandos apresentavam conceitos subsunçores relacionados à terminologia em sua estrutura cognitiva.

Em suas etapas, tais ciclos buscaram proporcionar momentos em que os educandos pudessem estabelecer relações entre conceitos presentes 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 e que foram se desdobrando em conceitos mais específicos e exclusivos. Além disso, nas atividades em que foi 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 um dos métodos para 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. 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, restabelecendo novas relações e se tornando um conceito base para outras novas aprendizagens.

Diante das ferramentas utilizadas para verificar 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 alunos 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.

Por tudo isso, pode-se inferir que os resultados indicam que o CAE se revelou estar em consonância com os pressupostos da TAS, quando suas etapas são respeitadas e partem dos conhecimentos já existentes. Ainda, é possível indicar que as principais contribuições do ciclo de aprendizagem experiencial como suporte metodológico para promover a aprendizagem significativa de terminologia para estudantes do 9º ano do ensino fundamental, está na vinculação das vivências dos estudantes com novos conceitos, tornando esses novos conhecimentos mais significativos para eles.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

CRESWELL, J. W. **Projetos de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

DARROZ, L. M.; NICOLODI, J. C.; ROSA, C.T.W. Aprender ensinando: o que dizem as pesquisas sobre o tema. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**. v. 30, n. 62, p. 223-242, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/issue/view/583/592>. Acesso em: 04 nov. 2021.

GIARETTA, P. H. **O Ciclo de Aprendizagem Experiencial como suporte para a aprendizagem significativa de terminologia no 9º ano do Ensino Fundamental**. 2020. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Geociências, UPF, Passo Fundo, 2020. Disponível em: [https://www.upf.br/\\_uploads/Conteudo/ppgecm/2020/Pedro\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2020/Pedro_Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf)Acesso em: 13 ago. 2021.

HONORATO, C. A.; DIAS, K. K. B.; DIAS, K. C. B. Aprendizagem significativa: uma introdução à teoria. **Mediação**, Pires do Rio, GO, v. 13, n. 1, p. 22-37, jan./jun. 2018. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mediacao/issue/view/422..> Acesso em: 04 nov. 2019.

- KOLB, D. A. **Experiential Learning**: experience as the source of learning and development. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
- MARQUES, N. L. R. **Formação dos alunos do curso normal para o ensino de ciências nas séries iniciais**: uma experiência em física térmica. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2009.
- MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- OLIVEIRA JUNIOR, O. N.; SINTRA, R. J. (Orgs.). **A Física a serviço da sociedade**. São Carlos: IFSC, 2014.
- PIMENTEL, A. A teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 12, n. 2, p. 159-168, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epsic/v12n2/a08v12n2.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- TREVELIN, A. T. C. Estilos de aprendizagem de kolb: estratégias para a melhoria do ensino-aprendizagem. **Revista Estilos de Aprendizaje**, Madrid, v. 4, n. 7. p. 1-14, abr. 2011. Disponível em: <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/931/1639>. Acesso em: 17 out. 2019.
- ZABALZA, M. A. **Diários de aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed, 2004.