



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ANA PAULA CIRINO DA SILVA

**UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA O CONCEITO DE CALOR NA
PERSPECTIVA DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS**

Caruaru

2021

ANA PAULA CIRINO DA SILVA

**UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA O CONCEITO DE CALOR NA
PERSPECTIVA DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

Coorientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Caruaru

2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S586a Silva, Ana Paula Cirino da.
Uma abordagem experimental para o conceito de calor na perspectiva da Teoria dos Perfis Conceituais. / Ana Paula Cirino da Silva. – 2021.
130 f.; il.: 30 cm.

Orientador: José Euzebio Simões Neto.
Coorientador: João Roberto Ratis Tenório da Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, 2021.
Inclui Referências.

1. Conceitos. 2. Aprendizagem experimental. 3. Calor. 4. Ciência - Estudo e ensino. I. Simões Neto, José Euzebio (Orientador). II. Silva, João Roberto Ratis Tenório da (Coorientador). III. Título.

CDD 271.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2021-281)

ANA PAULA CIRINO DA SILVA

**UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA O CONCEITO DE CALOR NA
PERSPECTIVA DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Aprovada em: 09/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto (Orientador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. João Roberto Ratís Tenório da Silva (Coorientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Augusto César Lima Moreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Flávia Cristiane Vieira da Silva (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Orlando Gomes de Aguiar Júnior (Examinador Externo)
Universidade Federal de Minas Gerais

Eu só peço a Deus
Que a dor não me seja indiferente
Que a morte não me encontre um dia
Solitário sem ter feito o que eu queria

Eu só peço a Deus
Que a injustiça não me seja indiferente
Pois não posso dar a outra face
Se já fui machucado brutalmente

Eu só peço a Deus
Que a guerra não me seja indiferente
É um monstro grande e pisa forte
Toda pobre inocência desta gente
É um monstro grande e pisa forte
Toda pobre inocência desta gente

Eu só peço a Deus
Que a mentira não me seja indiferente
Se um só traidor tem mais poder que um povo
Que este povo não esqueça facilmente

Eu só peço a Deus
Que o futuro não me seja indiferente
Sem ter que fugir desenganado
Pra viver uma cultura diferente.

(GIECO, 1986, p. [1]).

AGRADECIMENTOS

Então, finalizo minha pesquisa que se iniciou lá em 2017, durante o desenvolvimento de um TCC, quando eu procurava no YouTube vídeos e experimentos para trabalhar o perfil conceitual de calor e a experimentação em sala de aula. Com algumas latinhas, garrafas de cerveja, velas, isqueiro, copos e um termômetro pude desenvolver, junto com meus orientadores, uma monografia e uma dissertação de mestrado e apresentá-la para grandes pesquisadores na área de ensino de Ciências.

É um grande privilégio poder concluir este curso de mestrado, sair de Quixaba, sertão do Pajeú, para Caruaru e poder conhecer novos pesquisadores, viver experiências e adquirir novos conhecimentos. Todo esse percurso me fez conhecer um mundo novo, mundo esse onde não buscamos apenas conhecimento, como também igualdade, respeito e humildade. Mundo esse que preza pelos direitos humanos e por justiça social.

Gostaria de iniciar os meus agradecimentos expressando a minha fé, em um Deus vivo, um Deus de amor, que como criador de todo o universo é capaz de compreender a funcionalidade de cada partícula que compõe este plano. Que em muitos momentos difíceis se fez presente em minha caminhada, me ajudando a não desistir.

Não foi uma tarefa fácil chegar até aqui, algumas circunstâncias tornaram essa missão ainda mais difícil, mas, para minha felicidade, tive ao meu lado pessoas que acreditaram em mim e que foram de grande importância para que eu pudesse concluir este curso. As quais serão citadas a seguir.

Agradeço ao meu orientador Euzébio Simões, que lá no ano de 2017 aceitou o convite de ser meu orientador da graduação e atualmente do mestrado. Obrigada professor, pelo apoio, por acreditar em mim e por todas as palavras de motivação. Tenho em você uma grande admiração, não apenas como pesquisador, mas como ser humano.

Agradeço ao meu outro orientador o professor João Tenório, o qual têm acompanhado a minha formação desde o ano de 2012, quando iniciei minha graduação na UAST, em Serra Talhada. Obrigada professor, por fazer parte da minha formação acadêmica, por todo apoio e disponibilidade, e por não me abandonar em 2017 quando se mudou para UFPE, em Caruaru.

Agradeço a minha família, meus pais Josefa Salvador e Baltazar Cirino e aos meus irmãos Edson Silva, Cristina, Erasmo, João Paulo, Walter, Emanuel, Cristiane e Baltazar Júnior, e a minha cunhada Ana Paula Gomes, pela presença, apoio e que sempre me fizeram acreditar no poder transformador da educação.

Agradeço a meus irmãos Edson e Júnior por me ajudarem a pagar as passagens em muitas viagens que tive que fazer, de Serra Talhada para Caruaru, para assistir as aulas. A falta de bolsa quase me impediu de iniciar esse curso e sem vocês eu não teria conseguido.

Agradeço à Tete e sua família, pelo apoio e confiança, que por muitas vezes me ofereçam apoio lá em Caruaru.

Agradeço as minhas amigas Bruna Brito e Naira, pela amizade e por tantos momentos de aprendizado e apoio. A presença de vocês foi de grande importância para que eu pudesse concluir esse curso.

Agradeço também aos meus amigos Cecília, Raquel, Ghaby, Victor, Danny e Graça pela amizade e por todos os momentos de descontração e aprendizado.

A todos os meus colegas da casa do estudante de Quixaba em Serra Talhada, pelo convívio e irmandade. Hoje, em 2021, todos já encontraram novos caminhos, mas a distância nunca irá tirar as boas lembranças de todos os momentos compartilhados.

Aos meus colegas de turma, Renan, Taynara, Renan Lima e Bruno por todos os momentos de descontração e aprendizado.

Agradeço ao GIDEQ e ao NUPPAC por todas as experiências e momentos de aprendizados.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e matemática, pela formação e oportunidade de conhecer novas experiências.

Todos vocês foram de grande importância para que eu pudesse finalizar esta pesquisa. E se hoje eu acredito em um futuro melhor é porque um dia vocês me fizeram acreditar em mim e em meus sonhos, o que antes parecia ser algo tão distante hoje é real.

Obrigada a todos!

Dedico a
meus pais, Josefa Salvador e Baltazar Cirino
E a meus irmãos,
Edson, Cristina, Erasmo, João Paulo, Walter, Emanuel,
Cristiane e Baltazar Júnior.

RESUMO

Segundo a teoria dos Perfis Conceituais um único conceito pode ser compreendido a partir de diferentes modos de pensar e expresso em diversas formas de falar, a depender do contexto e situação. Esses diferentes modos de pensar são organizados em zonas, a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. Ainda segundo essa teoria, a aprendizagem acontece a partir de duas dimensões, uma cognitiva, que diz respeito à constituição de novas zonas, e outra metacognitiva, que se relaciona com a tomada de consciência dos estudantes acerca da polissemia do conceito. Considerando a natureza polissêmica do conceito de calor e as ideias que constituem a teoria dos perfis conceituais, tivemos como objetivo geral do nosso trabalho analisar a aprendizagem do conceito de calor, a partir da dimensão da aprendizagem da teoria dos perfis conceituais, mediante a utilização de atividades experimentais em sala de aula. Acreditamos que o uso de atividades experimentais pode ser um bom caminho de possibilidades para interações discursivas entre professor e estudantes, contribuindo para o processo de tomada de consciência dos diferentes modos de pensar o conceito de calor e construção de novos significados. Partindo de uma série de cinco experimentos que foram propostos para o ensino de química, com base no perfil conceitual de calor, todos adaptados e testados anteriormente, em um trabalho de monografia. Aplicamos os experimentos em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, identificamos e analisamos os processos de tomada de consciência, enriquecimento do perfil conceitual de calor, discurso híbrido das diferentes, além de observar a construção de significados em sala de aula. Assim, justificamos a coleta de dados a partir da intervenção pela possibilidade de observação, em uma escala de tempo micro. Para a análise dos dados, selecionamos recortes nas transcrições em busca de indícios de novos significados construídos (enriquecimento do perfil), emergência das zonas do perfil conceitual, discurso híbrido e tomada de consciência em um nível microgenético. Concluímos que o uso de atividades experimentais pode levar ao debate e reflexão sobre os diversos modos de pensar o conceito de calor, e assim atuar de forma positiva no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando aos estudantes uma compreensão mais ampla acerca dos conceitos científicos.

Palavras-chave: Perfil Conceitual (PC); experimentação; calor.

ABSTRACT

According to the theory of conceptual profiles, a single concept can be understood from different ways of thinking and expressed in different ways of speaking, depending on the context and situation. These different ways of thinking are organized into zones, based on epistemological, ontological and axiological commitments. Also, according to this theory, learning takes place from two dimensions, one cognitive, which concerns the constitution of new zones, and the other metacognitive, which is related to the awareness of students about the polysemy of the concept. Considering the polysemic nature of the concept of heat and the ideas that constitute the theory of conceptual profiles, the general objective of our work was to analyze the learning of the concept of heat, from the dimension of learning the theory of conceptual profiles, through the use of experimental activities in the classroom. We believe that the use of experimental activities can be a good way of possibilities for discursive interactions between professor and students, contributing to the process of awareness of the different ways of thinking about the concept of heat and construction of new meanings. Starting from a series of five experiments that were proposed for the teaching of chemistry, based on the conceptual heat profile, all previously adapted and tested, in a monograph work, we applied the experiments in a 3rd year high school class, we identified and we analyze the processes of awareness, enrichment of the conceptual profile of heat, hybrid discourse of the different ones, in addition to observing the construction of meanings in the classroom. Thus, we justify data collection from the intervention by the possibility of observation, on a micro-time scale. For data analysis, we selected excerpts in the transcripts in search of evidence of new constructed meanings (profile enrichment), emergence of conceptual profile zones, hybrid discourse and awareness at a microgenetic level. We conclude that the use of experimental activities can lead to debate and reflection on the different ways of thinking about the concept of heat, and thus act positively in the teaching and learning process, enabling students to have a broader understanding of scientific concepts.

Keywords: Conceptual Profile (PC); experimentation; heat.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zonas do Perfil Conceitual para o conceito de energia nos contextos de ensino da física e da química	39
Figura 2 - Experimento de Rumford	43
Figura 3 - Esquema explicativo do conceito de calor	47
Figura 4 - processos de transferência por convecção: a) Conversão forçada b) Convecção natural c) Ebulição c) Condensação	48
Figura 5 - Forma de radiação térmica emitida pelos corpos	49
Figura 6 - Experimento 1	66
Figura 7 - Experimento 2	67
Figura 8 - Experimento 3.....	67
Figura 9 - Experimento 4	68
Figura 10 - Experimento 5	69
Figura 11 - Resultados da pesquisa da palavra calor no Google	81
Figura 12 - Reações exotérmicas e endotérmicas	85
Figura 13 - Montagem do experimento 1	113
Figura 14- Montagem do experimento 2	114
Figura 15 - Montagem do experimento 3	114
Figura 16 - Montagem do experimento 4	115
Figura 17 - Montagem do experimento 5	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - O Perfil Conceitual de calor (AMARAL; MORTIMER, 2001)	53
Quadro 2 - Experimentos aplicados na pesquisa	66
Quadro 3 - Episódio referente ao primeiro experimento (zona realista)	73
Quadro 4 - Episódio referente ao segundo experimento (zona empírica)	79
Quadro 5 - Episódio referente ao terceiro experimento (zona substancialista)	82
Quadro 6 - Episódio referente ao quarto experimento (zona animista)	87
Quadro 7 - Episódio referente ao quinto experimento (zona racionalista) ...	91
Quadro 8 - Discurso híbrido da zona racionalista durante a aplicação dos experimentos	98
Quadro 9 - Momento de retorno da discussão com o grupo	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS	21
2.1	Bases epistemológicas e filosóficas da teoria dos Perfis Conceituais	21
2.1.1	Domínios genéticos de Vigotsky.....	26
2.1.1.1	<i>Domínio filogenético</i>	<i>27</i>
2.1.1.2	<i>Domínio sociocultural</i>	<i>28</i>
2.1.1.3	<i>Domínio ontogenético</i>	<i>29</i>
2.1.1.4	<i>Domínio microgenético</i>	<i>30</i>
2.2	Dimensões da aprendizagem	31
2.3	Perfis Conceituais	33
2.3.1	Alguns Perfis Conceituais na química	36
2.3.1.1	<i>Perfil Conceitual de átomo e estados físicos dos materiais</i>	<i>37</i>
2.3.1.2	<i>Um Perfil Conceitual para molécula</i>	<i>37</i>
2.3.1.3	<i>Um Perfil Conceitual para substância</i>	<i>38</i>
2.3.1.4	<i>Um Perfil Conceitual para o conceito de energia</i>	<i>39</i>
3	CONCEITO DE CALOR E O PERFIL CONCEITUAL DE CALOR	40
3.1	Conceito de calor	40
3.2	Perfil Conceitual de calor	50
4	EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS	54
4.1	Experimentação demonstrativa-investigativa	58
4.2	Experimentação e o Perfil Conceitual	60
5	PERCURSO METODOLÓGICO	63

5.1	Classificação da pesquisa	64
5.2	Etapas da pesquisa	65
5.3	Sujeitos da pesquisa	65
5.4	Elaboração dos experimentos	65
5.5	Aplicação dos experimentos e coleta de dados	69
5.6	Critérios de análise	70
5.7	Riscos e benefícios da pesquisa	71
5.7.1	Riscos	71
5.7.2	Benefícios	71
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
6.1	Emergência das zonas do Perfil Conceitual de calor	73
6.1.1	Resultados referentes ao experimento da zona realista (calor como sensação térmica)	73
6.1.2	Resultados referentes ao experimento da zona empírica (calor como temperatura alta)	78
6.1.3	Resultados referentes ao experimento da zona substancialista (calor como substância)	82
6.1.4	Resultados referentes ao experimento da zona animista (calor como movimento)	87
6.1.5	Resultados referentes ao experimento da zona racionalista (calor como energia)	91
6.2	Enriquecimento do Perfil Conceitual	94
6.3	Discurso híbrido das diferentes zonas	96
6.4	Tomada de consciência dos diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de calor nas discussões	99
6.5	Tomada de consciência na entrevista coletiva	101

7	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	105
	REFERÊNCIAS	108
	APÊNDICE A - EXPERIMENTOS PROPOSTOS PARA ABORDAGEM DAS ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL PARA O CONCEITO DE CALOR	113
	APÊNDICE B - ROTEIRO DE DISCUSSÃO PARA OS EXPERIMENTOS	117
	APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	123
	APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	126
	ANEXO A - MOLDE DO BARQUINHO POP POP	129
	ANEXO B - MOLDE DAS DOBRAS DA PARTE DE ALUMÍNIO E DO GUIA PARA A DOBRA DOS CANUDOS	130

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo conhecimento é uma característica inerente do homem, que desde os primórdios anseia em compreender a natureza que o cerca como forma de sobrevivência e domínio de fenômenos naturais. De certo modo, a ciência surgiu em paralelo com a humanidade, contudo, passou por diversas modificações ao longo dos anos, para chegar ao entendimento que temos atualmente e continua em constante evolução. O mundo tem passado por diversas modificações desde os tempos passados, quando os filósofos gregos desenvolviam as primeiras teorias na tentativa de explicar a natureza das coisas, momentos marcados pelo empirismo, para que pudessem chegar ao desenvolvimento do método científico que tem sido de suma importância para o avanço tecnológico e científico. Todo esse percurso, marcado por transformações tiveram como fruto a ciência moderna que teve forte impulso no século XVII a partir do uso da experimentação na tentativa de delimitar as leis da natureza. (PORTO, 2008).

Compreendemos a ciência como sendo o fruto de questionamentos, de modo que, é a partir de questionamentos que o processo científico tem início. Para Silva; Ferreira; Viera (2017) o ato de questionar é uma característica inerente da humanidade, mas, ideias científicas apenas sobrevivem quando são ensinadas. E a partir daí compreendemos o Ensino das Ciências como uma engrenagem fundamental para a construção do método científico, que assim como a história das ciências vem se desenvolvendo ao longo dos anos e ocupando um papel cada vez mais fundamental na sociedade quanto a sua aplicação e importância para a compreensão dos conceitos científicos. Com isso, foram surgindo diversas teorias na área de Ensino das Ciências na tentativa de melhor articular os fenômenos científicos e o seu ensino, um exemplo é a teoria dos perfis conceituais a qual trabalharemos no desenvolvimento da nossa pesquisa.

Nossa pesquisa busca analisar a aprendizagem do conceito de calor, a partir do uso de atividades experimentais, com base na teoria dos perfis conceituais. Considerando as ideias estruturantes dessa teoria e a natureza polissêmica do conceito de calor, pretendemos, observar a construção de significados em sala de aula e o processo de tomada de consciência dos diferentes modos de pensar e formas de falar acerca desse conceito em situações de ensino e aprendizagem. A ideia central é disponibilizar na literatura um material didático que ajude a professores de Ciências

a trabalharem o conceito de calor, de forma dinâmica e contextualizada, em sala de aula, com base na teoria dos perfis conceituais, com foco na dimensão da aprendizagem, apontada pela teoria como dois processos complementares, enriquecimento do perfil conceitual de calor e tomada de consciência.

Em sala de aula, é muito comum alunos compreenderem um mesmo conceito de formas diferentes, principalmente se existirem diversos contextos em que o conceito é usualmente utilizado. Isso acontece devido a heterogeneidade de modos de pensar, que reverberam em diferentes formas de falar sobre um mesmo conceito. Perfis conceituais são compreendidos como modelos utilizados por indivíduos para significar suas experiências a partir de diferentes perspectivas (MORTIMER et al., 2014). É possível encontrar na literatura vários trabalhos acerca da proposição de perfis conceituais. Contudo, embora em número crescente, ainda são poucos os estudos que abordam o uso da teoria para elaboração de planejamentos de ensino, com foco em estratégias didáticas, como exemplo, a experimentação.

Estudos a luz da teoria dos perfis conceituais discutem bastante a linguagem e o pensamento dos indivíduos, o modo como eles veem e conceituam o mundo. Para Mortimer (1988) a linguagem é um dos mais importantes instrumentos de trabalho utilizado por professores em práticas cotidianas em aulas de Ciências. Utilizamos linguagens científicas em salas de aula, de forma automática e sem reflexão e acabamos deixando de lado o fato de que a linguagem cotidiana está presente no próprio discurso científico do professor em aulas de Ciências, qualquer fato científico por mais objetivo que seja, apenas se torna significativo quando reconstruído com base no discurso escolar.

Mortimer (1988, pág. 99) trata a linguagem escolar científica como uma linguagem discursiva, em que os docentes se encontram irremediavelmente ligados. Diante disso, o autor apresenta algumas questões importantes acerca da linguagem científica utilizada em sala de aula:

1. Como essa linguagem ressignifica o mundo ao qual tivemos acesso
2. primeiramente por nossas experiências e linguagens cotidianas?
3. Estará essa linguagem, aparentemente neutra, que constrói um mundo asséptico, atemporal e sem sujeitos, contribuindo para construir novos universos para todos os cidadãos ou, ao contrário, para perpetuar as relações de poder em nossa sociedade?
4. Será essa linguagem incompatível com a linguagem cotidiana?
5. Será essa linguagem neutra e atemporal acima do bem e do mal, com direito a ser livre de qualquer preocupação ética? Diante do exposto, é necessário examinar esse tipo de linguagem e como ela se relacionam

com a linguagem cotidiana, de modo a ajudar na resolução de dificuldades vivenciadas por alunos na aprendizagem de conceitos científicos.

A teoria dos perfis conceituais foi proposta por Mortimer (1995, 1996) em meados dos anos 1990, ainda como uma noção. De acordo com essa teoria, uma pessoa pode compreender um conceito de diversos modos, cada um associado a um contexto de aplicação em que possui valor pragmático. Esses diversos modos de pensar são organizados em zonas, as quais se distinguem entre si a partir de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

O primeiro estudo abordando a teoria dos perfis conceituais foi um estudo sobre o conceito de átomo e estados físicos da matéria (MORTIMER, 1995), em seu estudo Mortimer percebeu que os alunos não conseguiam abandonar suas concepções prévias, que persistam no modo de pensar cotidiano mesmo após a compreensão a partir de uma visão científica. Em seguida, foram sendo desenvolvidos outros estudos, principalmente nas áreas da química e da física, como o perfil conceitual de molécula (MORTIMER, 1997), perfil conceitual de átomo (MORTIMER, 2000) e o perfil conceitual de calor (AMARAL; MORTIMER, 2001). Essa teoria tem crescido cada vez mais na área de Ensino das Ciências e tantos outros conceitos já foram perfilados, como Substancia (SILVA, 2011), energia (SIMÕES NETO, 2016), entropia e espontaneidade (AMARAL, 2004), complexo de tempo (Sodré, 2017), vida (COUTINHO, 2005) entre outros além de diversos trabalhos envolvendo a teoria dos perfis conceituais para a elaboração de estratégias didáticas para o ensino dos conceitos.

A proposição de estratégias de ensino baseadas na teoria dos perfis conceituais pode ser um caminho viável para possibilitar a aprendizagem dos alunos em uma visão holística acerca dos diferentes significados atribuídos a um mesmo conceito, aplicados em diferentes contextos (DINIZ JUNIOR; SILVA; AMARAL, 2015). Um indivíduo pode pensar um determinado conceito de modo não científico no cotidiano e ter consciência de que essa mesma forma de pensar não seria aceita no âmbito científico, desse modo, compreendemos que determinados fenômenos podem ser compreendidos de modos diferentes, dependendo do contexto em aplicação (SILVA; AMARAL, 2013).

Para Silva (2011) os perfis conceituais contribuem para que alunos percebam e organizem a heterogeneidade presente em suas ideias, possibilitando assim uma aprendizagem mais ampla e significativa. Concordamos com Silva e Amaral (2001) quando consideram o perfil conceitual como sendo uma ótima ferramenta para o planejamento de aulas de Ciências. Contudo, é necessário que os professores conheçam os perfis e suas respectivas zonas. Possibilitando uma melhor interação em sala de aula, reconhecendo conhecimentos prévios e associando-os aos novos (DINIZ JUNIOR; SILVA; AMARAL, 2015). Considerando essa teoria, Amaral e Mortimer (2001) propuseram um perfil conceitual para o conceito de calor, organizado a partir de cinco zonas, que representam diferentes modos de pensar, a saber: realista (ou calor como sensação térmica), empírica (ou calor como temperatura), substancialista (ou calor como substância), animista (ou calor como movimento) e racionalista (ou calor como energia).

Temáticas que envolvem conceitos como o de calor e energia são comuns desde a antiguidade, quando os primórdios começaram a utilizar técnicas que envolviam estes conceitos, como por exemplo, na confecção de casacos para o aquecimento em tempos de frio, na cocção de alimentos, em técnicas metalúrgicas e na fabricação de máquinas térmicas. A partir da articulação dessa diversidade de conhecimentos, ao analisar a história da ciência, percebemos que houve um longo e incessante trabalho por parte dos cientistas, na tentativa de explicar os diversos fenômenos térmicos, sendo eles, físicos ou químicos.

Segundo Souza (2007) as concepções acerca do conceito de calor foram se desenvolvendo ao longo da história das Ciências, em diferentes contextos, a partir de experiências vivenciadas pelos cientistas. Antes de se ter uma definição científica do conceito de calor, outras concepções foram surgindo ao longo da história. Na mitologia grega, por exemplo, acreditava-se que o fogo teria sido um presente dado aos humanos por Prometeu que o teria roubado dos deuses. Em outros momentos na História da Ciência seria o calor considerado algo material (visão substancialista) ou como forma de movimento (visão mecanicista). Tais ideias persistem até os dias de hoje em concepções apresentadas em diferentes contextos, inclusive em pesquisas científicas.

A partir da análise das diferentes visões que surgem ao decorrer dos anos, percebemos o quanto é laborioso e importante o trabalho de filósofos e cientistas. Percebemos que a história das Ciências nos fornece elementos para que possamos

compreender melhor a complexidade dos fenômenos em estudo, colocando em evidência uma série de fatores imprescindíveis na elaboração do conhecimento científico.

Estudos acerca do conceito de calor, bem como os diversos fenômenos térmicos constituem um conjunto de elaborações complexas, que em alguns casos vão em contrapartida a explicações científicas, que envolvem conceitos que transitam nas diferentes áreas do conhecimento, e inclusive, dialogam com algumas ideias presentes no cotidiano e que conseqüentemente não são compatíveis com explicações científicas (SOUZA,2007).

Em sala de aula a abordagem do conceito de calor é importante, pois se trata de um conceito central para a compreensão da termodinâmica, que é polissêmico, ou seja, existem diversos significados que pode emergir em sala de aula e em situações cotidianas. Por isso, acreditamos que a utilização de atividades experimentais pode ser um caminho viável para permitir a discussão acerca dessa polissemia, buscando fazer com que os estudantes tomem consciência dos diversos modos de pensar o conceito, de acordo com a concepção de aprendizagem adotada pela teoria (MORTIMER; EL-HANI, 2014), associada aos processos de enriquecimento dos perfis conceituais e tomada de consciência das zonas, cognitivo e metacognitivo, respectivamente.

Para justificar a escolha da abordagem experimental dos modos de pensar, acreditamos que as atividades experimentais vêm ocupando um papel muito importante para o Ensino das Ciências, em especial à química, devido ao seu potencial motivador, por estimular a aprendizagem e pela existência de alguns conceitos que podem ser melhor esclarecidos e compreendidos a partir de aulas práticas ou demonstrativas (GONÇALVES; MARQUES, 2012). Assim, compreendemos que as práticas experimentais em sala de aula, em associação com a teoria dos perfis conceituais pode ser uma alternativa para a abordagem do conceito em tela, considerando os diversos modos de significar o calor, em diferentes contextos. Com isso trazemos a seguinte questão norteadora, **como ocorre a construção de significados sobre o conceito de calor a partir da realização de experimentos em sala de aula na perspectiva da teoria dos perfis conceituais?**

Desse modo, trazemos uma proposta a ser aplicada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, em Serra Talhada, Sertão do Pajeú Pernambucano. O objetivo geral do nosso trabalho é analisar a aprendizagem do conceito de calor, a partir da

dimensão da aprendizagem da teoria dos perfis conceituais, mediante a utilização de atividades experimentais em sala de aula. Além disso, temos os seguintes objetivos específicos:

- 1) identificar a emergência de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de calor em sala de aula;
- 2) caracterizar o processo de enriquecimento do perfil conceitual de calor, mediante aparecimento de novas zonas (processo cognitivo), a partir das atividades experimentais;
- 3) caracterizar o processo de tomada de consciência das zonas do perfil conceitual de calor (processo metacognitivo), mediante compreensão dos contextos em que cada modo de pensar tem valor pragmático, a partir das atividades experimentais.
- 4) Identificar o discurso híbrido das diferentes zonas em um mesmo experimento.

Dessa forma, nossa pesquisa foi construída com seis capítulos, a saber: três capítulos associados a fundamentação teórica, o primeiro sobre a teoria dos perfis conceituais, a segunda contendo uma discussão sobre o conceito de calor e o perfil conceitual de calor, e a última sobre o papel da experimentação no Ensino das Ciências, abrangendo a experimentação demonstrativa-investigativa e a experimentação e o perfil conceitual.

O quarto capítulo apresenta o percurso metodológico proposto para desenvolvimento da pesquisa. No quinto capítulo apresentados os resultados e as discussões alcançadas na pesquisa e no sexto e último capítulo apresentamos algumas considerações acerca de todo o trabalho. Ainda, apresentamos referências, apêndices e anexos.

2 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

“Os perfis conceituais constituem, precisamente, modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar suas experiências.”

(MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009 p .117).

Nesse capítulo iremos discutir as bases que sustentam a teoria dos perfis conceituais, além de discutir aspectos do ensino e aprendizagem, algumas questões metodológicas e filosóficas. A teoria dos perfis conceituais e alguns conceitos já perfilados no Ensino de Ciências.

2.1 Bases epistemológicas e filosóficas da teoria dos Perfis Conceituais

A teoria empírica do pensamento foi desenvolvida pelo filósofo John Locke, o auge de suas pesquisas foi nos séculos XVIII e XIX, e seus trabalhos foram de suma importância para o avanço da psicologia e da didática. Nessa mesma época, pesquisadores começam a compreender a forte influência de ideias empiristas para o Ensino das Ciências, sobretudo, para disciplinas marcadas pela experimentação, como física, química e biologia. Uma das contribuições dessa corrente filosófica foi o processo de formação de conceitos, que atualmente é considerado como algo muito importante na área de Ensino de Ciências e especificamente para a teorias dos perfis conceituais (COSTA; PASSERINO; ZARO, 2012).

Estudos envolvendo processos de formação de conceitos estão sendo cada vez mais utilizados no Ensino de Ciências. Considerando a forte influência do empirismo no processo de ensino e aprendizagem, pesquisadores da área de ensino de química veem adotando cada vez mais, práticas educacionais que viabilizem a capacidade de representação de ideias, por parte de estudantes (COSTA; PASSERINO; ZARO, 2012).

A teoria dos perfis conceituais é constituída em seu percurso teórico pelo processo de formação de conceitos. Inspirada inicialmente a noção do perfil epistemológico, proposto por Bachelard (1978) em sua obra “A Filosofia do Não”. Em seu trabalho, Bachelard demonstra que uma única escola filosófica não é capaz de explicar as diferentes maneiras de pensar quando expomos um simples conceito (MORTIMER, 1991). O perfil epistemológico proposto Bachelard estabelece que cada

conceito científico pode ser descrito por mais de uma escola filosófica, cada escola representa um modo pensar, um conjunto de compromissos epistemológicos que englobam as diferentes formas de compreender um mesmo conceito. Nesse mesmo trabalho ele propõe o seu próprio perfil epistemológico para o conceito de massa (FREIRE, 2017).

A distinção entre o perfil epistemológico proposto por Bachelard e a teoria dos perfis conceituais, proposta por Mortimer (1990), é que, diferente do perfil epistemológico os níveis pré-científicos de um perfil conceitual não são determinados por escolas filosóficas. Seus níveis pré-científicos não apresentam a mesma sequência estabelecida por Bachelard: realismo ingênuo, empirismo, racionalismo tradicional e surrealismo.

A proposta de Mortimer (2001) apresenta a ideia de que esses níveis “pré-científicos” são determinados por compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos dos indivíduos, sob forte influência de suas interações sociais. Desse modo, o perfil conceitual pode ser definido como um sistema supra individual de formas de pensar, atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura (FREIRE, 2017).

De acordo com Freire (2017), diferente do perfil epistemológico proposto por Bachelard, Mortimer em sua proposta não utiliza o termo pré-ciência, em função de considerar a vasta multiculturalidade encontrada nos diferentes modos de pensar e falar. Sua teoria considera os diferentes tipos de conhecimento, aplicados em diferentes contextos. O termo “pré-ciência”, usado por Bachelard, faz parecer que a “ciência” possui status de maior valor pragmático, comparando-se a outros tipos de conhecimento. Atualmente, mesmo com a necessidade de compromissos epistemológicos, nenhuma zona obrigatoriamente deve ser nomeada com escolas filosóficas de praxe.

De início, as ideias de Bachelard foram de suma importância na preposição da teoria dos perfis conceituais, concedendo um sistema filosófico adequado para identificação de compromissos ontológicos e epistemológicos, que estão na base dos diferentes modos de pensar e falar os conceitos. Ao passar do tempo, foram sendo construídos outros perfis, e assim foram sendo identificadas algumas limitações nas categorias propostas por Bachelard. Desse modo, o perfil conceitual começou um novo percurso metodológico e algumas ideias do perfil epistemológico já não eram mais aceitas por esse programa de pesquisa (FREIRE, 2017). As bases teóricas do

perfil conceitual se distanciaram ainda mais do perfil epistemológico de Bachelard, a teoria começou a dar espaço a um referencial sociocultural, que compreendia a linguagem social da ciência, voltada para as interações discursivas em sala de aula. Acabou fornecendo a Vigotski e Bakhtin uma papel importante na fundamentação da teoria (MORTIMER, 2014).

Em seu novo percurso metodológico, destaca-se a importância de analisar o papel representado por um sistema mediador, estabelecido por interações discursivas entre professores e alunos, e pelo uso de ferramentas socioculturais, que sejam capazes de possibilitar a construção de novos significados em sala de aula. Esse novo percurso, fez com que a teoria dos perfis conceituais se aprofundasse em um referencial baseado no papel da linguagem e da construção de conhecimentos, baseado em Vigotski (2001) (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2011).

A percepção da diversidade de modos de pensar e falar, apresentados na teoria dos perfis conceituais é defendida também no construtivismo de Cobern (1996), a polissemia é compreendida como produto da aprendizagem em Ciências (FREIRE, 2017). Desse modo, estabelecer critérios para identificar modos de falar e pensar, é visto como um grande avanço na área de Ensino de Ciências, é reconhecer que cada indivíduo tem sua maneira particular de representar conceitos, que são utilizados a partir do seu valor pragmático.

A palavra pragmatismo tem origem grega e significa ação (JAMES, 1974 *apud* SILVA, 2011). Dela surge a nossa palavra, prática. É uma doutrina filosófica que defende a ideia de que os objetos, para terem sentido, devem ter uma consequência prática no mundo real (SILVA, 2011). De acordo com Silva (2011) essa doutrina teve início com John Dewey e inspirou William James. O pragmatismo teve início no século XX, sob forte tensão entre a filosofia e a ciência moderna, seus princípios foram criados em contraposição ao racionalismo alemão e ao empirismo inglês. Surgiu em um momento de consolidação da sociedade americana após a guerra civil (TIBALI, 2003).

Se enfocarmos a preocupação epistêmica com o significado e a verdade, o pragmatismo filosófico se caracteriza pela ideia de que a eficácia na aplicação prática propicia um padrão para a determinação da verdade dos enunciados (RESCHER, 1995 *apud* EL-HANI; MORTIMER; SILVA FILHO, 2013). Os pragmatistas não rejeitam a verdade das coisas, pelo contrário, sua intenção é esclarecer o que pretendemos dizer, o que é muito importante na teoria dos perfis conceituais, já que muitas vezes

precisamos traduzir ideias para compreender o outro. Segundo El-Hani, Mortimer e Silva Filho (2013) o conhecimento ilumina e limita nossa relação com o mundo de modo simultâneo. Os pragmatistas consideram que o conhecimento possui dupla natureza e que não deve ser julgado, mas compreendido.

Na teoria dos perfis conceituais, quando citamos a palavra pragmatismo, estamos associando aos diferentes modos de pensar e a tomada de consciência. O pragmatismo surge no momento em que o indivíduo compreende que podemos conceituar as coisas a partir de diferentes perspectivas. Assim, o uso de determinado modo de pensar e falar depende do contexto inserido. Desse modo, compreendemos que nem sempre é necessário ter conhecimentos científicos para a resolução de problemas, em alguns casos o conhecimento empírico torna-se mais viável.

Sempre que falamos dos diferentes modos de pensar e falar, é importante discutir sobre o valor pragmático da linguagem, e sua relação com a tomada de consciência. Mortimer e colaboradores (2014) citam como exemplo um estudante que ao comprar um casaco, pede um tecido quente, mas, em sala de aula, esse mesmo estudante é capaz de explicar o fenômeno de modo científico, sabendo que o casaco não é quente. Contudo, entende-se que o indivíduo tende a utilizar significados com maior valor pragmático em determinado contexto. Desse modo, entendemos que o aluno no processo de ensino e aprendizagem tende a incorporar novos modos de pensar (zonas), científicos ou não, que são mais poderosos em determinados contextos, ou seja, em que possui maior valor pragmático (SIMÕES NETO, 2016). Retomando ao exemplo anterior, podemos argumentar que é mais conveniente, ou possui maior valor pragmático, para o aluno pedir a vendedora um tecido quente do que um casaco feito de um bom isolante térmico. Tomar consciência da existência de um perfil para o conceito e da demarcação entre suas zonas:

Implica ser capaz de aplicar uma ideia científica nos contextos em que ela é apropriada, inclusive na vida cotidiana, e, ao mesmo tempo, preservar modos de pensar e falar distintos do científico nas situações em que se mostrem pragmaticamente apropriados (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009, p. 8).

Considerando a ideia de que um mesmo conceito pode adquirir diferentes significados ao falarmos de pragmatismo, estamos associando a ideia do qual modo de pensar e falar escolhemos ao resolver determinado problema. De acordo com Dewey (2003 *apud* SILVA, 2011) em diversas situações de nossa vida somos

submetidos a fazer escolhas. Contudo, esse processo de escolha não ocorre de modo involuntário, mas baseado em certos critérios, ou seja, nossas escolhas estão relacionadas com práticas e concepções adquiridas em nossa vida. Desse modo, o conhecimento é dito como um instrumento para a ação.

Para Silva (2011) o pensamento de John Dewey não só inspirou pesquisadores como teve forte influência na área pedagógica. Dewey defendia um ensino baseado em experiências e práticas cotidianas, em que os alunos não apenas compreendessem a natureza científica das coisas, como também soubessem aplicá-las em sociedade. Desse modo, a aplicabilidade do conhecimento no mundo real depende do grau de utilidade. Formas de falar e modos de pensar no dia a dia se tornam úteis, ou seja, são pragmáticos, no âmbito empírico e o mesmo ocorre em sala de aula (SILVA, 2011).

Desse modo, compreendemos que o pragmatismo permite a resolução de problemas, onde uma mesma ideia pode coexistir. Elas terão sentido para o indivíduo de acordo com as consequências no mundo real que elas causam. De tal modo, várias “verdades” podem existir para um ou mais indivíduos dependendo do grau de utilidade (SILVA, 2011). Contudo, é interessante que as ideias façam sentido para o indivíduo. De acordo com James (1974), se não há praticidade no mundo real, tais ideias não fazem sentido para o indivíduo e conseqüentemente desnecessárias.

Pensando nisso, é importante saber diferenciar o pragmatismo da teoria relativista em que “vale tudo”, principalmente ao trabalhar a doutrina filosófica junto ao perfil conceitual e o conhecimento geral (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI 2009). Para Silva (2011) não podemos olhar para o pragmatismo de modo relativista, podemos considerar que se trata de um relativismo objetivo em que a busca da “verdade” é feita fazendo a análise perante alguns critérios que dependem da subjetividade e individualidade de cada sujeito. Ao determinar critérios para considerar uma “verdade”, estamos distanciando do relativismo que muitas vezes é confundido com o pragmatismo. A ideia não é relativizar as coisas considerando tudo como certo, mas saber fazer a escolha de concepções. O que na teoria dos perfis conceituais é feito a partir da determinação de zonas.

Desse modo, a utilidade é considerada como um dos critérios de juízo sobre o conhecimento. Dessa forma, não podemos dizer que qualquer conhecimento serve ao tentar resolver problemas, mesmo que seja do cotidiano (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009). A teoria dos perfis conceituais, por exemplo, determina

zonas , ou seja, modos de pensar e falar determinado conceito, essa classificação tem como um dos principais criterios a sua utilidade em um ou mais contextos.

2.1.1 Domínios genéticos de Vigotski

Os domínios genéticos fazem parte de uma perspectiva sociocultural, na qual é apontada a importância da linguagem e das relações sociais no processo de construção de significados. De acordo com Vigotski as atividades cognitivas são desenvolvidas no âmbito histórico-social, os modos de pensar e formas de falar são construídos socialmente, por meio de interações do indivíduo com o meio.

De acordo com Wertsch (1988) os processos mentais humanos só podem ser compreendidos quando analisamos de onde, quando e como foram construídos. Desse modo não devemos nos concentrar apenas no resultado, mas em todo o processo de desenvolvimento mental. O método genético traz todo um estudo acerca da origem e evolução dos conceitos, que são entendidos como produtos da ação humana e por isso envolvem dimensões sócio-históricas. As atividades cognitivas de um indivíduo são entendidas por meio do estudo histórico social.

Trazendo essa afirmação para o contexto da área de Ensino de Ciências, podemos notar a importância de ideias não científicas no ambiente escolar, já que ideias informais são normalmente resultados de experiências escolares e extraescolares de elevado potencial pragmático, e por isso devem ser analisadas no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, compreendemos que conhecer a linguagem social é tão importante quanto conhecer a linguagem científica. O método genético, diz respeito a importância de saber onde e quando ocorre a construção de significados para então se conhecer o processo de formação dos conceitos (SILVA, 2011).

Contudo, de modo geral, as pesquisas sobre perfis conceituais envolvem domínios genéticos, já que se trata de uma teoria marcada pela importância da diversidade da fala e do pensamento na construção de significados em sala de aula, e essa diversidade é caracterizada por diversos contextos sociais. De acordo com Amaral e Mortimer (2006) a teoria do perfil conceitual é construído a partir de um método dinâmico de lidar com o processo de ensino e aprendizagem. Uma teoria que estuda a aprendizagem humana envolvendo processos históricos e sociais, tanto dos indivíduos como dos conceitos.

O método genético tem como foco a gênese dos conceitos, que são advindos da ação humana, construídos em uma determinada época e associados a um contexto social, e devem ser considerados alguns domínios genéticos que serão apresentados a seguir.

2.1.1.1 Domínio filogenético

Para Wertsch (1988) os escritos de Vigotski sobre a filogênese estão centrados na comparação entre os símios superiores e os humanos, por meio de estudos realizados por Wolfgang Köhler (1887–1967), que levou o título “pesquisas sobre a inteligência dos macacos antropomorfos”, em que se avaliava o papel da atividade prática mediada para o uso de instrumentos em macacos superiores. Para Vigotski, o uso dessas ferramentas é algo relevante, mas não suficiente, para o aparecimento das funções psicológicas superiores, de modo específica, as humanas (SIMÕES NETO, 2016). Segundo Wertsch (1988) os estudos conseguiam mostrar a aproximada filogenética existente entre macacos e homens, mas em controvérsia apresentava reflexões sobre o abismo existente entre ambos, já que existe uma grande diferença entre o cérebro humano e o de gorilas, sendo duas espécies de comportamentos distintos.

O domínio filogenético está associado diretamente com a evolução da espécie e especificamente a mudanças que ocorrem dentro do cérebro. A filogênese diz respeito às mudanças na estrutura orgânica, em especial do cérebro e “provém limites e possibilidades para o desenvolvimento humano” (SEPÚLVEDA, MORTIMER e EL-HANI, 2013, p. 442).

De acordo com Wertsch (1988) a filogênese e o desenvolvimento histórico do comportamento humano são processos distintos, um não é a continuação do outro. Para o autor cada um desses processos é movido por suas próprias leis. O domínio filogenético trata de processos evolutivos mentais de seres dentro de uma mesma espécie, como é o caso dos seres humanos, que ao passar dos anos vêm desenvolvendo cada vez mais habilidades, como a linguagem e a escrita. Contudo, para propor um perfil conceitual, esse domínio não é usual. No entanto, pesquisas recentes de Sodré (2017) têm buscado considerar esse aspecto.

2.1.1.2 Domínio sociocultural

O domínio sociocultural também é credenciado pelo viés biológico. As alterações das espécies não ocorrem de modo morfológico, mas a partir de vivência social. Vigotski compreendia a humanidade como algo coletivo e não individual (DINIZ JUNIOR, 2016).

O domínio sociocultural está associado a construção de significados em determinada época e contexto social. Não se trata de um processo evolutivo/adaptativo como ocorre no domínio filogenético (SILVA, 2011). Neste domínio, se estuda o papel do contexto social e das relações humanas na construção de conceitos. Como o meio pode influenciar, no modo como os indivíduos compreendem a natureza das coisas. De acordo com Wertsch (1985), no domínio genético sociocultural, Vigotski considera que a construção do conhecimento é produto das relações sociais (produção coletiva), influenciadas pela cultura e época. Diante de sua discussão, ele apresenta a mediação como um dos pontos principais dentro deste domínio (SILVA, 2011).

Um conceito importante dentro do domínio sociocultural é o de descontextualização: “o foco na descontextualização de meios de mediação surgem repetidamente nas considerações de Vigotski acerca das funções mentais superiores formadas no domínio sociocultural” (WERTSCH, 1988, p.33 apud SILVA, 2011). O que para Vigotski está relacionado ao aperfeiçoamento de materiais de trabalho e da linguagem, por exemplo. A descontextualização possibilita o fortalecimento e o desenvolvimento do pensamento lógico-racional. Desse modo, o homem começa a substituir materiais, começa a fazer uso do sistema numérico para contar ao invés de utilizar pedras ou ovelhas, por exemplo. O que acaba possibilitando o surgimento e melhoramento de formas avançadas de funções psicológicas superiores (SIMÕES NETO, 2016).

Para Vigotski este domínio está relacionado às relações sociais, o que de acordo com ele, é uma produção coletiva influenciada pela cultura e história e por isso depende do contexto e do período em que o indivíduo está situado. Contudo, entendemos que existem diferentes domínios socioculturais em indivíduos pertencentes a culturas diferentes, como o Japão e o Brasil, por exemplo. São países construídos por histórias e culturas distintas e consequentemente abrigam indivíduos com características diferentes. Indivíduos de uma mesma cultura apresentam

domínios diferentes, e até mesmo, quando pertencentes a uma mesma cultura, mais em épocas distintas. Destacamos, nessa perspectiva, que o Japão de hoje já não é o mesmo do tempo feudal, por exemplo (SIMÕES NETO, 2016).

2.1.1.3 Domínio ontogenético

Vigotski (1988) afirma que a ontogênese se diferencia dos outros domínios pois considera concepções que estão presentes em outros. A construção de significados é um produto natural e sociocultural, simultaneamente. Afinal, durante toda sua vida, o homem aprende e constrói seus conceitos a partir de interações sociais, influenciadas pela sua cultura e fatores sociais. Desse modo, os significados contruídos por um sujeito se tornam parte de sua natureza (SILVA, 2011). Ou seja, um indivíduo pode utilizar experiências socioculturais para construir significados individuais.

De acordo com Silva (2011) a ontogênese pode ser entendida como contraposição a filogênese, mesmo que muitos não consigam distingui-las. A filogênese busca compreender a evolução humana/biológica associada ao tempo, a ontogênese é um pouco mais complexa, observa a evolução do indivíduo, desde a gestação, passando pelo nascimento, crescimento e morte. Os significados construídos ao longo de sua vida, fazem parte do domínio ontogenético, pode ser compreendido como características individuais do ser, que de acordo com a teoria dos perfis conceituais podem estar inseridas em concepções informais dos indivíduos (SIMÕES NETO, 2016).

Para Vigotski, a ontogênese começa a perder destaque quando forças sociais ou culturais entraram no cenário educacional e os pesquisadores começaram a abandonar a ideia de que o desenvolvimento de um indivíduo estaria associado diretamente ao fator biológico e começam a estudar o domínio sociocultural. Por algum tempo os fenômenos socioculturais começaram a ter uma maior influência em contraposição aos naturais.

Contudo, mesmo tendo controvérsias, precisamos de uma teoria capaz de abranger essas duas linhas de pensamento, uma linha de formação social e biológica. De acordo com Wertsch (1985) o desenvolvimento biológico permite o desenvolvimento de funções psicológicas elementares, enquanto a linha sociocultural está associada ao desenvolvimento de funções psicológicas superiores. Desse modo,

não podemos explicar todos os fenômenos biologicamente e nem desconsiderar fatores socioculturais na formação de indivíduos.

2.1.1.4 Domínio microgenético

Para finalizar nossa discussão acerca dos domínios genéticos, falaremos um pouco sobre a microgênese. De acordo com Wertsch (1988), Vigotski em seus estudos no laboratório observou que alguns processos microgenéticos envolvidos na formação e expressão de um processo acontecem de modo particular. A partir dessa observação, ele aponta para dois tipos de microgênese: formação a curto prazo de um processo psicológico, identificado nas tentativas do sujeito em resolver uma tarefa proposta; o descobrimento de um ato individual perceptivo ou conceitual de duração de milissegundos (SIMÕES NETO, 2016 p. 41).

Para Simões Neto (2016) o domínio microgenético estuda a construção de significados a partir de experiências vivenciadas pelo indivíduo que, acontece a partir de interações do indivíduo com o meio, em uma dimensão micro. Diante disso, consideramos que cada indivíduo tem diferentes formas de construir significados a partir de suas próprias experiências. Cada indivíduo constrói seus significados de modo particular (DINIZ JUNIOR, 2016). De acordo com Silva, (2011), cada fenômeno é construído a partir de uma história, é considerado micro por não se referir ao desenvolvimento de forma global, mas da forma particular de um fenômeno.

Segundo Wertsch (1988), ao se considerar as ideias de Vigotski, pode ser percebida a necessidade da inserção do domínio microgenético na psicologia, partindo do pressuposto de que devemos tratar cada indivíduo como um sujeito único, com particularidades distintas. De acordo com Diniz Junior (2016) o domínio microgenético diz respeito as diferentes formas que um indivíduo pode constituir a gênese de um conceito, nos permite compreender que cada ser é único e constrói modos de pensar e falar a partir do próprio processo psicológico formativo, adquirido por meio de experiências sociais e individuais.

Pensando nisso, ao trazermos a microgênese para o ensino percebemos que cada aluno tem sua maneira própria de aprender e dar sentido as coisas, e por isso é necessário que este fato seja considerado e trabalhado em sala de aula. E é justamente isso que a teoria dos perfis conceituais vem trabalhando (DINIZ JUNIOR, 2016).

2.2 Dimensões da aprendizagem

Durante muito tempo, os estudos voltados no âmbito da aprendizagem, estavam centrados em capacidades cognitivas e na motivação. Estes seriam dois fatores determinantes para o sucesso escolar. Na década de 1970 surge uma nova categoria, cujo objetivo seria coordenar as aptidões cognitivas envolvidas no desenvolvimento da memória, leitura e compreensão de textos (BROWN, 1978; FLAVELL; WELLMAN, 1977; WEINERT; KLUWE, 1987). Pressley (1986), em seu modelo de bom utilizador de estratégias, *good strategy user* no inglês, afirma que o “sucesso escolar” vai além do uso de estratégias. Requer compreender a utilidade, eficácia e oportunidade do conhecimento ensinado. Flavell designou essa compreensão e avaliação do conhecimento de metacognição (RIBEIRO, 2003).

Segundo Ribeiro (2003) Flavell e colaboradores desenvolveram várias pesquisas relacionadas a metacognição. A partir dessas pesquisas, Flavell e Wellman (1977) sugerem que o conhecimento metacognitivo se desenvolve por meio da consciencialização, por parte do sujeito, sobre o modo como determinadas variáveis interagem no sentido de influenciar os resultados das atividades cognitivas (RIBEIRO, 2003 p. 111).

O conhecimento metacognitivo é compreendido como o conhecimento ou crença que o aprendiz tem de si e de suas próprias experiências e estratégias que afetam os resultados dos seus procedimentos cognitivos. Contribui com a tomada de decisões, permite que o aprendiz saiba reconhecer e representar situações, saiba lidar com os diferentes tipos de estratégias e dominar sua aplicabilidade (RIBEIRO, 2013).

Levando essas informações para o campo da teoria dos perfis conceituais, compreendemos que a tomada de consciência se trata de um processo metacognitivo. O que acontece não apenas em sala de aula, mas em diferentes contextos. A todo momento somos submetidos a elaboração de estratégias para facilitar nosso convívio em sociedade. Escolher um método mais eficaz para resolução de problemas, reconhecer qual modo de pensar ou falar possui maior valor pragmático, ter consciência da polissemia que envolve os conceitos.

De acordo com Cosme (2001), a metacognição trata, dentre tantas outras coisas, sobre o conhecimento do próprio conhecimento. A tomada de consciência dos processos e competências necessários para a realização de uma tarefa, capacidade de se auto avaliar perante a execução de uma tarefa, está associado ao ato de

aprender a aprender (RIBEIRO, 2003). Segundo Weinert (1987), a metacognição pode ser compreendida como cognições de segunda ordem: pensamentos sobre pensamentos, conhecimentos sobre conhecimentos, reflexões sobre ações. (RIBEIRO, 2003 p. 110).

Considerando as ideias inseridas na teoria dos perfis conceituais e as ideias que compõem a metacognição, esse processo pode acontecer na tomada de consciência, quando o indivíduo começar a construir significados e reconhecer outros modos de pensar, utilizando ideias pré-estabelecidas, refletindo de maneira subjetiva, sobre qual modo de pensar utilizar para determinado contexto. O indivíduo começa a refletir sobre sua própria prática, reconhecendo o mundo perante diferentes perspectivas. Socialização de ideias em sala de aula pode ser um caminho pelo qual os estudantes tomam consciência de suas ideias, associando modos de pensar com contextos de aplicação.

De acordo com Bezerra (2018) os dados que emergem nas interações discursivas são elementos importantes para investigadores da teoria dos perfis conceituais. O discurso é entendido como um fenômeno social, que requer comunicação, pois pessoas interagem ideias, crenças e emoções. De acordo com Mortimer et al. (2014), três dimensões do discurso são tomadas como objeto de investigação: (1) o uso da linguagem, como um fenômeno linguístico; (2) a comunicação de ideias e crenças, como um fenômeno cognitivo; e (3) a interação em contextos sociais, como um fenômeno social. A investigação dessas dimensões, diz respeito a análise dos significados atribuídos a um mesmo conceito, a partir dos diferentes modos de pensar e formas de falar. Estes diferentes modos de pensar e os significados construídos a partir deles, ocorrem a partir de interações entre diferentes indivíduos (BEZERRA, 2018).

O uso dos perfis conceituais na análise dos discursos, pode contribuir tanto na dimensão cognitiva, que envolve os modos de pensar e os significados construídos nas interações em sala de aula, como também contribui para dimensão social, que considera os significados construídos a partir de interações sociais em diferentes contextos, e não apenas no âmbito escolar.

Para Amaral e Mortimer (2004) perfis conceituais se caracterizam por alguns aspectos, sendo eles: a pluralidade filosófica, a complementariedade entre os diferentes modos de pensar e a heterogeneidade de significados atribuídos a um conceito, por um mesmo indivíduo. Com base no aporte teórico que fundamenta a

teoria dos perfis conceituais, é possível estabelecer relações entre os aspectos discursivos e metodológicos, utilizados no processo de aprendizagem que emergem nos discursos em salas de aula (BEZERRA, 2018).

Três compromissos são bastante citados por pesquisadores da teoria dos perfis conceituais, são eles: ontológico, epistemológico e a axiológico. De acordo com pesquisadores, essas três dimensões podem influenciar o modo em que um determinado indivíduo conceitua o mundo (BEZERRA, 2018; SIMÕES NETO, 2016; DINIZ JUNIOR, 2016; SILVA, 2011; AMARAL, 2004; MORTIMER; EL-HANI, 2014).

2.3 Perfis Conceituais

Salas de aula são lugares complexos, nas quais um professor tenta interagir com vários alunos, tendo como um dos principais objetivos apoiá-los no desenvolvimento da aprendizagem científica. E isso, muitas vezes, torna-se algo complicado, devido a multiculturalidade em sala de aula, já que nem sempre o professor consegue apresentar concepções que possam ser entendidas por todos os alunos. De acordo com Mortimer e El-Hani (2014) para construir uma teoria que proporcione uma melhor interação e discussão dos alunos em sala de aula, é necessário modelar a heterogeneidade da fala e do pensamento em sala de aula.

Inspirado no perfil epistemológico de Bachelard (1940), a noção de perfil conceitual foi introduzida por Mortimer em meados da década de 1990, como forma de modelar a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar em aulas de Ciências (MORTIMER; EL-HANI, 2014). A teoria do perfil conceitual teve origem em um cenário de pesquisa de educação em Ciências, em que se discutia muito sobre a aprendizagem por mudança conceitual e concepções alternativas/informais.

Como proposta, no modelo por mudança conceitual, os alunos deveriam abandonar suas concepções prévias e substituí-las por conceitos científicos, já que ambos não apresentavam compatibilidade. Em sentido controverso o modelo de concepções alternativas/informais procurava valorizar as experiências e concepções prévias dos alunos, que deveriam ser consideradas no processo de ensino e aprendizagem (SILVA, 2011). Mortimer (1996, 2000) fala que o modelo de ensino por mudança conceitual apresenta argumentos que explicam como o processo por mudança conceitual acontece, o que leva um indivíduo a abandonar determinado modo de pensar e se apropriar de outro, incompatível com o primeiro. Desse modo, a

mudança conceitual acontece mediante algumas condições apresentadas por Mortimer, sendo elas:

1. Deve existir uma insatisfação com os conceitos existentes, da mesma forma que a anomalia causa uma revolução científica, na teoria de Kuhn;
2. A nova concepção deve ser inteligível, ou seja, deve fazer sentido ao aprendiz;
3. A nova concepção deve ser plausível, ou seja, resolver o problema gerado pela "anomalia", como também ser coerente com os conhecimentos do aprendiz.;
4. A nova concepção deve se mostrar fértil, dando a possibilidade de responder a outras áreas do conhecimento (SIMÕES NETO, 2016 p. 25).

O modelo de ensino por mudança conceitual foi muito bem aceito por pesquisadores da educação em Ciências devido a algumas características como simplicidade, razoabilidade e aplicabilidade. Por isso "mudança conceitual tornou-se sinônimo de aprender Ciências" (NIEDDERER; GOLDBERG; DUIT, 1991 *apud* MORTIMER, 2000, p. 37). Assim, pesquisadores do Ensino de Ciências voltaram os olhos para o modelo de ensino por mudança conceitual, resultando no aparecimento de muitas estratégias didáticas, destinadas à sua aplicação em sala de aula.

Já na década de 1990, vários pesquisadores começaram a apresentar críticas ao modelo por mudança conceitual, muitos problemas começaram a ser apontados, e em decorrência disso, novos modelos começaram a surgir (POZO; GOMÉZ CRESPO, 2009). Algumas dessas propostas apresentavam argumentos de que as pessoas podem dispor de diferentes ideias. O indivíduo não precisa necessariamente abandonar concepções prévias para adquirir um novo modo de pensar, mas existe a necessidade de saber em qual contexto aplicar. Esses novos modelos não só compreendiam a necessidade de trabalhar diferentes modos de pensar, como acreditavam que conceitos prévios poderiam ajudar aos alunos a compreenderem a natureza científica das coisas.

Para Mortimer (1996), já na década de 1970, os pesquisadores de Ciências começavam a enxergar com mais empatia para um ensino que valorizasse as ideias prévias dos alunos. Esse novo olhar no Ensino de Ciências resulta no movimento das concepções alternativas. Programa de pesquisa que foi preponderante para a organização do Ensino de Ciências em torno de uma visão construtivista, baseado em duas características principais, descritas por Mortimer (1996, 2000), descritas por Simões Neto (2016, p. 24):

1. A aprendizagem se dá por meio do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; 2. As ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece. (SIMÕES NETO, 2016, p. 24).

De início a proposta surge como uma ferramenta teórico-metodológica utilizada para estruturar a diversidade de significados atribuídos a um determinado conceito e sua evolução conceitual em sala de aula (SILVA, 2011). De acordo com essa teoria um mesmo conceito pode apresentar diferentes significados, dependentes de uma série de compromissos que podem estar presentes em um mesmo indivíduo e aplicados em diferentes contextos.

Segundo alguns autores, as pessoas são capazes de ver e conceituar o mundo a partir de diferentes concepções (SCHUTZ, 1967; TULVISTE, 1991; COBERN, 1996). Para Durkheim (1972 *apud* SILVA, 2011) as pessoas lidam com representações coletivas, quando constroem pensamentos conceituais. Estes pensamentos coletivos possuem natureza supra individual (social) e acabam construindo as ideias individuais. Desse modo, indivíduos de um mesmo grupo social tendem a construir significados de forma semelhante e não igual. A imposição de tais construções coletivas à cognição individual decorre do fato de que está se desenvolve mediante a internalização de ferramentas culturais que são tornadas disponíveis a partir de interações sociais (MORTIMER; SCOTT; EL- HANI, 2009).

Para Amaral e Mortimer (2006), os perfis conceituais tem como objetivo apresentar as diferentes formas de compreender um determinado conceito, que é estudado utilizando-se ferramentas histórico-sociais.

Cada perfil conceitual modela a heterogeneidade de modos de falar e pensar um determinado conceito como: calor, energia, substância, vida, adaptação, molécula e tantos outros. As concepções existentes, para proposição de um perfil conceitual, são estruturadas em zonas, que representam os diferentes modos de pensar e falar um determinado conceito. Esses diferentes modos de falar e pensar dependem de alguns fatores e também de compromissos ontológicos, epistemológicos, axiológicos e sociopolíticos. Podendo haver predominância de uma ou mais zonas para um mesmo indivíduo (SOARES et al., 2007).

Tais zonas estão relacionadas com determinados contextos, ou seja, os indivíduos tendem a expressar ideias sobre determinado conceito de acordo com o contexto em que está inserido, e este contexto acaba sendo representado por uma ou

mais zonas, isso significa dizer que pessoas que estão inseridas no campo científico mesmo estando apropriado de diversos modos de pensar e formas de falar, podem estar induzidas a ver o mundo a partir de uma visão racionalista, “enxergar ciência em tudo”. Desse modo, consideramos que os contextos são indispensáveis na teoria dos perfis conceituais, é a partir deles que conseguimos ter consciência da diversidade de modos de pensar e formas de falar sobre um mesmo conceito, o que permite o aparecimento, modificação ou ampliação de novas zonas, e a criação de novos perfis conceituais (VIGGIANO; MATTOS, 2008).

Para estruturar um perfil conceitual, é necessário conhecer o conceito de modo científico e histórico, associado ao processo de evolução humana. Uma estruturação de diferentes modos de pensar os conceitos em contextos diversos, que tem as suas variações com o tempo e com o avanço do conhecimento na história (SIMÕES NETO, 2016 p.26). Os perfis conceituais permitem que alunos e professores enxerguem que conceitos não possuem definição única, ou seja, ajudam ao indivíduo a tomar consciência da diversidade de modos de pensar e falar ideias, como a de que o mundo pode ser visto a partir de diferentes perspectivas.

Atualmente, um dos objetivos do programa de pesquisa dos perfis conceituais é levar conceitos já perfilados para sala de aula utilizando diversas estratégias didáticas, como: jogos, experimentos, modelos didáticos e etc., o que é considerado uma etapa de amadurecimento da teoria. De início, os pesquisadores dos perfis conceituais buscavam apenas estudar e compreender os diferentes modos de pensar e as diferentes formas de falar sobre um determinado conceito em sala de aula (AMARAL, 2004). Hoje sabemos que envolve tantos outros processos, como a identificação de contextos, a tomada de consciência dos diversos modos de pensar e a preocupação na elaboração de estratégias didáticas que ajudem ao professor a trabalhar a teoria em sala de aula (SILVA; AMARAL, 2006; SEPÚLVEDA, 2009; SIMÕES NETO et al., 2013; SABINO, 2015; SABINO; AMARAL, 2015, SIMÕES NETO, 2016).

2.3.1 Alguns Perfis Conceituais na química

Diante do exposto podemos observar como os conceitos podem apresentar diferentes significados, inclusive no meio científico. Apresentaremos a seguir alguns dos conceitos já perfilados no ensino de química, tais como, perfil conceitual de átomo

(MORTIMER; 1995), perfil conceitual de molécula (MORTIMER, 1997), perfil conceitual de substancia (SILVA, 2011) e o perfil conceitual de energia (SIMÕES NETO, 2016). Percebemos também, que existe uma estreita relação entre o perfil conceitual de calor, e dois perfis propostos na literatura, o perfil conceitual de substancia e o perfil conceitual de energia.

2.3.1.1 Perfil Conceitual de átomo e estados físicos dos materiais

Ao iniciar seus estudos baseado na proposição da teoria dos perfis conceituais, Mortimer (1995,2000) propõe o primeiro perfil conceitual, que foi o de átomo. Para a proposição do perfil conceitual de átomo foram estruturadas quatro zonas. Na primeira zona o autor apresenta uma concepção sensorialista da matéria, de modo que o indivíduo apresenta ideias ingênuas, baseadas em fatores sensoriais, uma das particularidades dessa zona é a percepção de que a matéria é contínua. A segunda zona é a substancialista, de modo que o átomo é materializado e apresenta um caráter substancialista capaz de dilatar-se ou mudar de estado físico. Na terceira zona, o conceito de átomo é compreendido a partir de concepções clássicas da matéria, são ideias de cunho racionalista, baseadas em visões macroscópicas da matéria. Na última zona existe um nível maior de racionalidade, de modo que, o conceito de átomo é explicado como base nas leis da mecânica básica, ou seja, uma visão mais moderna acerca do conceito (SILVA; AMARAL, 2013).

2.3.1.2 Um Perfil Conceitual para molécula

Mortimer (1997) propôs um perfil conceitual para o conceito de molécula, em seus estudos percebeu que trata de um conceito polissêmico, quem têm adquirido diferentes significativos ao percorrer a história das Ciências. Desse modo, o perfil conceitual de molécula é constituído por quatro zonas. Na primeira zona, chamada de “primeiros princípios”, tem como base os princípios de Aristóteles e da alquimia. Apresenta concepções da filosofia clássica, de modo que, a base de toda natureza eram os princípios, ou seja, todas as coisas seriam constituídas por determinados materiais que ao se combinarem dariam forma ao mundo. A próxima zona, denominada “substancialismo”, apresenta uma ideia materialista para este conceito, como por exemplo, na literatura, quando existe a indicação de que moléculas

possuem propriedades como temperatura de fusão e de ebulição. Na terceira zona, a ideia de molécula é apresentada de forma mais racionalista, em termos apresentados pela Química Clássica, de modo que a molécula é a menor parte da substância e são constituídas por características fixas que não mudam. Na quarta zona, são apresentadas ideias científicas mais modernas, de modo que as moléculas não apresentam geometrias fixas e estão sempre em constante mudança (SILVA; AMARAL 2013).

2.3.1.3 Um Perfil Conceitual para substância

Silva (2011) propôs um perfil conceitual para o conceito de substância. Segundo o autor trata-se de um conceito polissêmico, que vem adquirindo diferentes significados ao longo da história da Ciência que permeiam até os dias de hoje. Ao propor o perfil conceitual de substância, o autor tomou como base as características ontológicas e epistemológicas que formam a teoria dos perfis conceituais. Para elaboração do perfil conceitual de substância, foi realizado um levantamento dos diferentes modos de entendimento ligados a este conceito, bem como observada a predominância da zona substancialista em alguns perfis conceituais encontrados na literatura.

Deste modo, foram estruturadas cinco zonas para o perfil conceitual de substância: essencialista, generalista, substancialista, racionalista e relacional. Na primeira zona a substância é apresentada como algo essencial para a manutenção da vida. Na próxima zona, se generaliza o conceito de substância, neste caso, todas as coisas são formadas por substâncias, não havendo distinção entre elementos e substâncias. Na visão substancialista, átomos, moléculas e elementos contêm as propriedades das substâncias as quais constituem. Na zona racionalista o conceito de substância é apresentado de forma científica, a qual é formada pela ligação de elementos químicos. Na última zona, uma substância não é considerada como algo estático, mas apresenta constante mudança. Um exemplo é a água que apresenta caráter anfótero e pode reagir como ácido ou base, dependendo do meio em que se encontre (SILVA; AMARAL, 2013).

2.3.1.4 Um Perfil Conceitual para o conceito de energia

Alguns autores como Solbes e Tarín (1998), Segura Sevilla (1986) e Morin (2005) apresentam o conceito de energia como sendo um elo entre os diferentes saberes. Seu entendimento se faz necessário tanto em contextos científicos como tecnológicos (SOUZA, 2007). Em sala de aula, alunos e professores apresentam dificuldade, ao relacionar ideias que envolvem o conceito de energia. Simões Neto (2016) apresenta alguns dessas razões:

1. Trata-se de uma palavra com muitos significados, que variam de acordo com o contexto da utilização, ou seja, é polissêmica;
2. A evolução histórica do conceito é complexa, longa e diversificada;
3. O conceito de energia é abstrato e é tratado na escola em abordagens pouco informativas, que causam transtornos para professores e alunos;
4. A popularização do termo energia, de uso não restrito da comunidade científica, podendo estar atrelado a interpretações que causam confusão com outros conceitos (força, potência, movimento), muitas vezes por influência da mídia (SIMÕES NETO, 2016, p. 88).

Então, Simões Neto (2016) propôs um perfil conceitual de energia nos contextos do ensino da Física e da Química, seguindo os domínios genéticos de Vigotski e a estruturação do perfil conceitual já proposto por Mortimer e colaboradores (2014). O autor estruturou seis zonas conceituais, apontando diferentes concepções interligadas ao conceito de energia, direcionadas a compromissos epistemológicos e ontológicos, presentes nos modos de pensar e falar o conceito de energia, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Zonas do Perfil Conceitual para o conceito de energia nos contextos de ensino da física e da química



Fonte: Simões Neto (2016).

3 O CONCEITO DE CALOR E O PERFIL CONCEITUAL DE CALOR

“O fogo, ao surgir no mundo, dissipou as trevas e trouxe aos Homens a luz da civilização e da esperança. Prometeu é o que o traz a luz à Humanidade sofredora. O fogo, essa força divina, torna-se o símbolo sensível da cultura. Para os Gregos, assim como para muitos outros povos da Antiguidade, um bem tão precioso “O maior, o mais nobre e o mais escondido tesouro do Universo”, no dizer do Pe. António Vieira não podia ser senão um privilégio dos deuses ”.

(SOTTOMAYOR, 2001, p. 134)

Apresentaremos nesse capítulo, uma breve descrição histórica e conceitual sobre o conceito de calor e o perfil conceitual para esse conceito, proposto por Amaral e Mortimer (2001).

3.1 Conceito de calor

Nesta seção discutiremos o conceito de calor, todo o seu desenvolvimento histórico-metodológico ao longo dos anos até os dias atuais, a discussão se dará a partir da análise e identificação de estudos disponíveis na literatura, havendo a possibilidade de serem utilizadas versões modificadas. Perceberemos ao longo da discussão que o conceito de calor adquiriu diferentes significados em diferentes momentos históricos que permeiam até os dias de hoje.

O conceito de calor vem sendo discutido há muitos anos, e está inserido em vários estudos científicos acerca da origem da vida, a própria teoria do big bag traz consigo vestígios de que o calor tenha tido grande influência quanto ao surgimento do universo, já que de acordo com algumas teorias científicas, o universo surgiu a partir de reações de fusões nucleares, onde elementos mais leves formaram elementos mais pesados, que então, começaram a construir toda a matéria que conhecemos hoje. A formação da matéria e de todas as substâncias que a compõe, ocorreu a partir da diminuição da temperatura do universo, permitindo então, a coesão entre as partículas, formando átomos e moléculas, ou seja, tudo que somos e temos hoje (SILVA,2017). Contudo, reconhecemos a grande importância do conceito de calor, bem como, a relevância em compreendê-lo, em suas diferentes definições.

Segundo, Silva e Amaral (2001) as ideias mais antigas sobre o conceito de calor são aquelas oriundas das sensações de quente e frio. Alguns autores como Silva (1995), argumentam que as primeiras ideias sobre o calor foram construídas a partir

do uso do fogo. Porém, devemos considerar que antes mesmo da descoberta do fogo os povos primitivos já utilizavam o calor do sol em algumas atividades, como para secar carnes, por exemplo. De qualquer modo, a descoberta do fogo provocou grande revolução na vida humana e hoje é considerado como algo essencial para sobrevivência humana, sendo bastante utilizado em várias atividades cotidianas.

Entre os filósofos naturais que tentavam explicar a natureza “mágica do fogo” Heráclito (535- 470 a. C.) acreditava que o fogo era a base para as diversas manifestações e transformações da matéria, capaz de tomar todas as formas (Silva, 1995). Leucipo (500-430 a.C.) e Demócrito (460-370 a.C.) argumentavam que a matéria era composta por pequenos átomos. Eles compreendiam o conceito de calor como sendo, átomos moveis escampando de corpos muito quentes. De acordo com Platão (427-347 a.C.) o fogo era um elemento capaz de penetrar e abandonar a matéria com facilidade. Ao penetrar os corpos colocaria seus átomos em movimento, fazendo com que se separassem, o que consequentemente provocaria o aquecimento de corpos. Ao abandonar os corpos, faria com que os átomos perdessem movimento, provocando assim o esfriamento da matéria (SILVA, 1995).

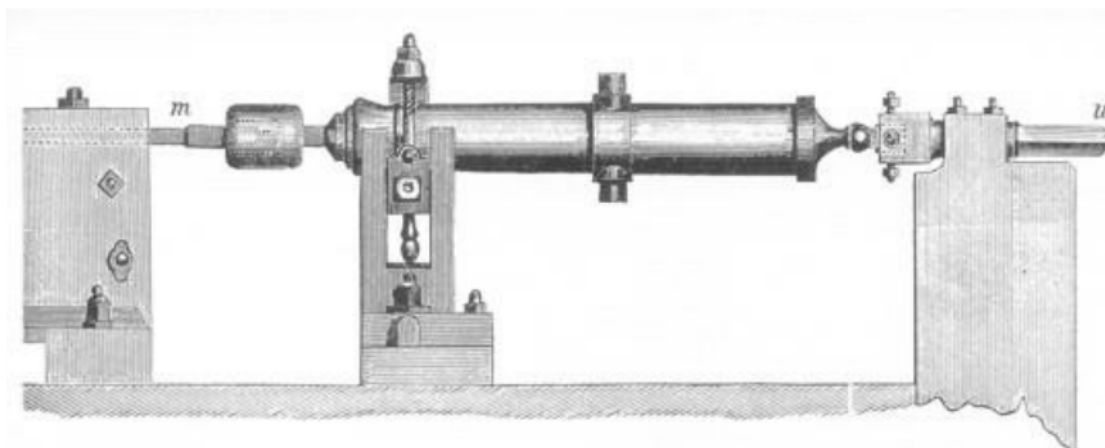
No século XVII, vários estudiosos apresentavam ideias de que calor, frio, luz, eletricidade de magnetismo seriam fluidos distintos, capazes de penetrar a matéria. Nessa mesma época, uma nova teoria começou a ganhar força e acabou sendo bastante utilizada para explicar diversos fenômenos químicos (AMARAL; MORTIMER, 2001). Teoria esta denominada de “teoria do flogisto”. A palavra flogisto, vem do grego e quer dizer ‘*inflamado*’. George Ernst Stahl (1660-1734) desenvolveu a teoria do flogisto, que se tornou bastante conhecida e acabou sendo utilizada por muitos anos, explicava vários fenômenos químicos, como a calcinação dos metais e a combustão de materiais como madeira, carvão, óleo e enxofre, além de ter sido de grande influência para o desenvolvimento e conhecimento de muitas praticas químicas. Um dos principais objetivos dessa teoria, era explicar fenômenos relacionados ao fogo. De acordo com a teoria, objetos como o carvão, madeira, óleos e enxofre continham em seu interior o flogisto, que era liberado durante a queima do material, apresentando-se na forma de luz ou calor.

A teoria do flogisto começou a perder forças após os estudos de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) que indicavam a presença de oxigênio na combustão, a concepção de que o oxigênio reagia com outras substancias em reações químicas, fez com que algumas ideias defendidas pela teoria do flogisto, deixassem de fazer

sentido (SOUZA,2007). De acordo com Silva (1995) Lucrécio (95-55 a.C.) propôs duas substancias, seriam elas: O calor que está no sol e o frio que está nos rios. O fogo seria composto por uma substancia sutil capaz de transpassar a matéria. Ideias de calor é frio tratados como substancias persistiram até o século XVIII e são predominantes até hoje.

De acordo com Araújo (2014), no século XVII duas grandes teorias são estabelecidas na tentativa de explicar o conceito de calor: calor como fluido e calor como movimento. Desse modo, não é correto afirmar que durante o século XVIII toda a comunidade científica voltava os olhos apenas para a teoria do flogisto (calor como substância). Também não é correto dar a Rumford o mérito de primeiro apresentar a ideia de calor como movimento. Já que se trata de um fenômeno conhecido desde a antiguidade quando os homens primitivos utilizavam gravetos, pedras e outros materiais para produzir o fogo (CASTRO,1993). O fato de o calor poder ser produzido por atrito sempre foi conhecido desde os tempos mais remotos. A grande contribuição de Rumford foi perceber que uma grande quantidade de calor era produzida mesmo quando a broca estava cega e não conseguia perfurar o cano e, portanto, não produzia limalha. Mesmo assim, o sistema continuava aquecendo e produzindo uma quantidade enorme de calor (ROLLER, 1950; PEREIRA; CARDOZO, 2005; GOMES, 2012). Em seu experimento Rumford observou a fabricação de uma peça principal da arma, percebeu que o atrito produzido pela broca em contato com o metal seria capaz de aquecer uma determinada quantidade de água que seria utilizada durante o resfriamento do sistema. (PARTINGTON, 1957/1989; HUDSON, 1992; GOMES, 2012). A Figura 2 a seguir ilustra a montagem do experimento.

Figura 2 - Experimento de Rumford



Fonte: Wilson (1968, *apud* SIMÕES NETO, 2016).

Na tentativa de explicar a natureza dinâmica do calor, Rumford em seus estudos propôs experimentos que foram de suma importância para o desenvolvimento da termodinâmica. Conde Rumford trabalhava como engenheiro militar, e em uma de suas atividades na produção e conservação de armas, observou que canos de canhão eram aquecidos durante a perfuração, o que para ele estaria associado a liberação do calórico. Diante desse pressuposto, ele começou a observar a relação do peso, durante o aquecimento e o resfriamento dos corpos. O que para ele foi bastante confuso, pois em alguns experimentos havia modificação no peso, já em outros não. Após uma série de tentativas e cuidados durante os experimentos, afirmou que “podemos concluir com segurança que todas as tentativas para descobrir qualquer efeito do calor sobre o peso aparente dos corpos serão infrutíferas”. (THOMPSON *apud* GOMES, 2012, p. 1057). Apesar de seus experimentos serem relevantes para a comunidade científica, não foram decisivos para a queda da teoria do calórico. Contudo, seus estudos ajudaram a derrubá-la (GOMES, 2012).

Mesmo os experimentos de Rumford terem sido importantes para o desenvolvimento do conceito de calor, seus estudos foram ignorados durante muito tempo. Em meados do século XIX, Julius Mayer (1814-1878) propõe que calor e trabalho são equivalentes, podendo se converter entre si. Mayer em 1942 inicia seus estudos sobre a possibilidade de elevar a temperatura em 1°C da água contida em uma garrafa, apenas sacudindo o frasco. A partir desse fenômeno, surgiu a seguinte pergunta “De onde veio esse calor que pode ser obtido quantas vezes se queira?” Então se conclui: “É a hipótese vibratória do calor”. (SCHURMANN, 1946, p. 188-189).

James Joule (1818-1889) ao realizar medidas, mostra a equivalência entre calor e trabalho o que influenciou bastante para a queda do calórico e para o surgimento da ideia de que o trabalho mecânico seria o verdadeiro responsável pelo aquecimento dos canhões quando perfurados (SILVA; 1995).

Segundo Astolfi (2008) as teorias mecanicistas e substancialista caminharam juntas, e tiveram forte influência para o desenvolvimento do conceito de calor. O mecanicismo considerava a matéria como algo específico, constituído por partículas que se movimentam e produzem calor. Aristóteles (384-322 a.C.) compreendia o calor como “um elemento oculto formado por partes em movimento perpétuo”. Tanto Aristóteles como Platão já argumentavam sobre o fato de o movimento produzir calor. Após um longo período Roger Bacon (1214-1294) estabelece a ideia de que o calor é produzido a partir do movimento interno dos corpos (ARAÚJO, 2014).

No século XVII, Isaac Newton (1642-1727) defendia a ideia de calor como movimento, admitindo que o calor seria o produto da vibração do éter. Em seus estudos ele já argumentava sobre a produção de calor a partir do choque entre corpos. Afirmando que o calor seria o movimento vibracional de partículas. Já os defensores da teoria do calórico, argumentavam que o calórico poderia ser espremido dos corpos, e por esse motivo sentíamos a sensação de quente, seria semelhante ao fenômeno que acontece quando esprememos uma laranja (PEREIRA; CARDOZO, 2005).

Lavoisier e Laplace (1748-1827), buscavam conciliar as teorias, calórico e movimento das partículas, para eles as duas teorias poderiam explicar a natureza do calor. Todavia, Lavoisier observou que durante a combustão a massa continuava constante, e isso contestava a ideia de materialista do calor (SHURMANN, 1946). A ideia materialista do conceito de calor foi abandonada e substituída pela concepção de calor como energia, o substancialismo conseguia explicar o aquecimento de objetos apenas quando submetidos a uma fonte de calor. Não explicava fenômenos como a produção de calor por atrito (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Um acontecimento histórico muito importante para a evolução do conceito de calor, foi a invenção do termômetro, esse fato histórico forneceu meios não apenas para medições termométricas, mas para o desenvolvimento de uma ciência totalmente nova, denominada de termodinâmica (ROLLER, 1960). Para Galeno (129-200 d.C.) existia uma mistura de calor e frio no corpo humano que poderia determinar o estado de saúde de um paciente. Esse modo de pensar, tornou-se muito popular entre os médicos do ocidente. A primeira ideia de temperatura foi atribuída a Galeno, ele

propôs uma representação do calor e do frio utilizando uma escala de graus numéricos. Quando seus tratados foram transpostos para o latim (século XI e XII) a ideia de mistura de graus de calor foi traduzida pelo termo correspondente a *mescla*, *tempera* – temperatura (AMARAL; MORTIMER, 2001 p. 8).

Estudos quantitativos envolvendo fenômenos relacionados ao calor tiveram início após o desenvolvimento do termômetro. Os primeiros termômetros foram desenvolvidos no século XVI. Entretanto, há relatos de que as primeiras formas de termômetro foram originadas em Alexandria, no período helênico (ROLLER, 1950). Segundo Araújo (2014) apesar da existência de alguns equipamentos com o mesmo princípio de funcionamento dos termômetros, a ideia de adapta-los para medir “graus de aquecimento” não é advinda do período helênico. Não se sabe ao certo quem foi o primeiro a propor estratégias para medir “graus de calor”, contudo de acordo com alguns relatos, é atribuído a Galileu Galilei (1564-1642) o mérito de propor equipamentos para este propósito (CASTRO, 1993).

No século XVI, vários cientistas como Galileu (1592), Sanctorius (1612), Bacon (1620), Torricelli e Otto de Guericke (1672) já realizavam estudos com o intuito de medir a temperatura de corpos (ARAÚJO, 2014). Os aparelhos desenvolvidos apresentavam princípios de funcionamento bem semelhantes aos de atualmente, porém tratava-se de equipamentos não exatos e sensíveis a pressão atmosférica (TATON, 1960). Já em 1717, Daniel Fahrenheit (1686-1736), desenvolve um termômetro capaz de realizar medidas precisas por repetidas vezes. Já em 1741, Celsius (1701-1744) consegue aperfeiçoar o aparelho, construindo um instrumento com uma escala com cem divisões entre os pontos de fusão do gelo e ebulição da água (AMARAL; MORTIMER, 2001).

De acordo com Araújo (2014) após o desenvolvimento do termômetro, os pesquisadores no ramo da termoquímica tentavam descobrir a diferença entre quantidade de calor e temperatura, o mérito dessa descoberta foi dado a Joseph Black (1728-1799), em 1760. Antes da descoberta de Black, acreditava-se que se dois corpos estivessem em contato, ao atingir uma mesma temperatura, consequentemente teriam uma mesma quantidade de calor.

O uso do termômetro e a ideia de calor específico nos ajudam a diferenciar os conceitos de calor e temperatura. Desse modo, após a descoberta do termômetro é possível argumentar que apesar da madeira e o metal apresentarem sensações térmicas diferentes, ambos apresentam uma mesma temperatura, por apresentar um

valor menor para o calor específico a temperatura do alumínio se modifica mais rapidamente do que a da madeira, o que provoca a sensação de que o metal está mais frio do que a madeira (MORTIMER, 2000 p. 44). Destarte, as sensações de quente e frio nem sempre estão diretamente relacionadas a altas temperaturas (SILVA, 1995). Contudo, ainda é muito comum as pessoas compreenderem a temperatura como sendo a medida de calor de um corpo, apresentando argumentos como o de “quanto mais calor, maior a temperatura”.

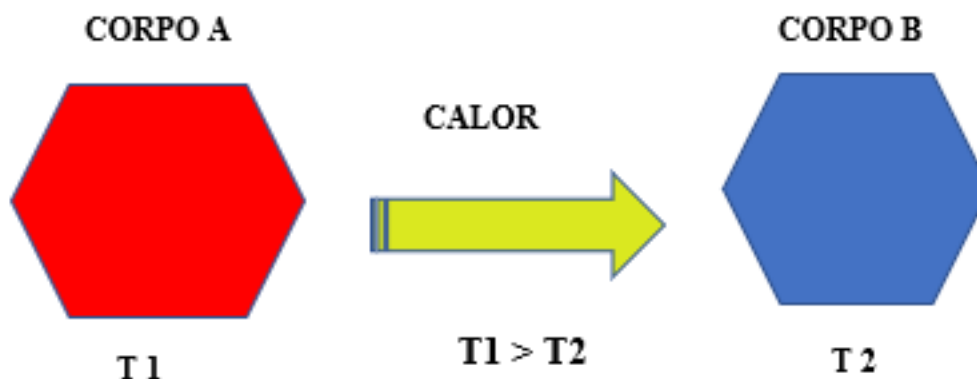
Todo o contexto histórico sobre o conceito de calor serviu para o desenvolvimento da termodinâmica e sobretudo para a atual definição de calor apresentada pelos livros didáticos, como um efeito causado pelos movimentos vibracionais de moléculas. As moléculas podem apresentar diversos tipos de movimento, dependendo do estado físico ou químico do corpo. Em todos os estados da matéria, quando se tem mais de um átomo, existem também movimentos vibracionais. Os átomos vibram um em relação ao outro, podendo ser comparado as cordas de um violão. Todo esse movimento, tem ou produz sua própria energia, o calor é definido como sendo a transferência dessa energia de um corpo para outro. Contudo, nem sempre essa energia é transferida na forma de calor, pode ser na forma de luz ou de outras radiações. Já a temperatura é definida como sendo a quantificação dessa energia transferida. (CHAGAS, 2006). De acordo com Gomes (1992) o conceito de energia foi consolidado no fim da década de 1840 e serviu como um elo de ligação entre a mecânica e a termodinâmica.

Compreender o calor como uma espécie de energia ainda é algo difícil para a maioria das pessoas, que acabam criando outros significados mais pragmáticos. Um dos maiores problemas do conceito de energia e por se tratar de um conceito teórico, complexo e polissêmico. A energia é algo que não pode ser quantificada e nem definida operacionalmente. Não é possível medir a energia associada ao movimento de um carro ou a energia liberada em transformações físicas ou químicas, por exemplo. Só é possível realizar cálculos a partir de quantidades observáveis como, velocidades, massas, distâncias, cargas elétricas, temperaturas (SOUZA, 2007).

A concepção de calor como energia em trânsito faz parte na cultura científica. Para Atkins e Jones (2012) o termo calor é bastante comum e utilizado em diferentes âmbitos, contudo, apresenta um significado importante, que norteia vários estudos. Para a termodinâmica o calor é a energia transferida resultante da diferença de temperatura. A energia flui na forma de calor, do corpo mais quente para o mais frio.

Quando dois corpos A e B, estão em contato, o corpo de maior temperatura transfere energia para o de menor temperatura, e essa transferência de energia é denominada de calor, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Esquema explicativo do conceito de calor.



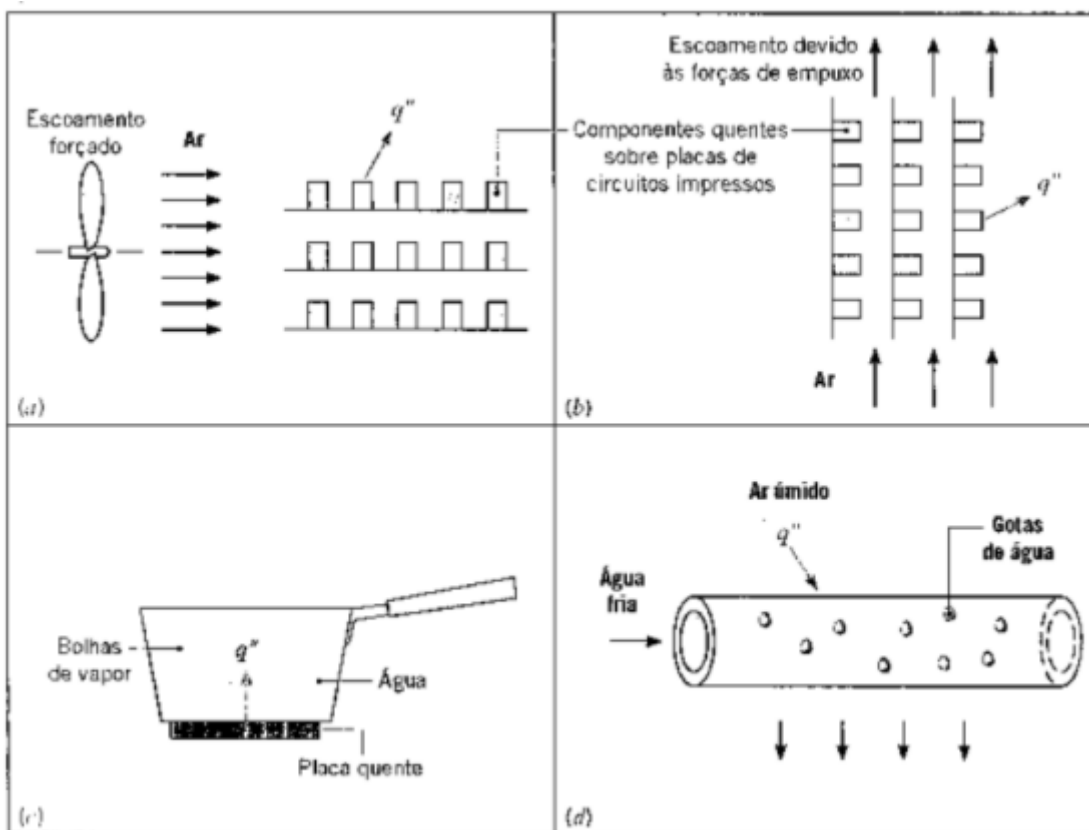
Fonte: A Autora (2021).

Essa transferência de energia pode ocorrer de três maneiras: condução, convecção e radiação. A condução térmica ocorre a partir da transferência de energia térmica entre dois corpos em contato que estejam em diferentes temperaturas. Segundo o modelo cinético molecular, os átomos de corpos mais quentes encontram-se mais agitados em relação aos átomos de corpos mais frios apresentando maior amplitude de vibração, velocidade de translação e rotação (MATTOS; DRUMOND 2004 p.17).

No ponto de vista cinético molecular, a convecção ocorre quando um fluido em uma determinada temperatura entra em contato com um sistema que está em temperatura diferente da sua. Suponhamos que um fluido entra em contato com um sistema que está em temperatura superior à sua, ao entrar em contato com o sistema o fluido tem sua temperatura rapidamente elevada por condução, então sua temperatura é elevada mais rapidamente, em relação as camadas mais distantes. Assim, a velocidade média das moléculas aumenta, aumentando as vibrações moleculares. Esse tipo de transferência de calor ocorre em substâncias que estejam no estado líquido ou gasoso. Criam-se correntes circulares chamadas de "correntes

de convecção", as quais são determinadas pela diferença de densidade entre o fluido mais quente e o mais frio. A Figura 4 a seguir apresenta os processos de transferência por convecção.

Figura 4 - Processos de transferência por convecção: a) Conversão forçada b) Convecção natural c) Ebulição c) Condensação

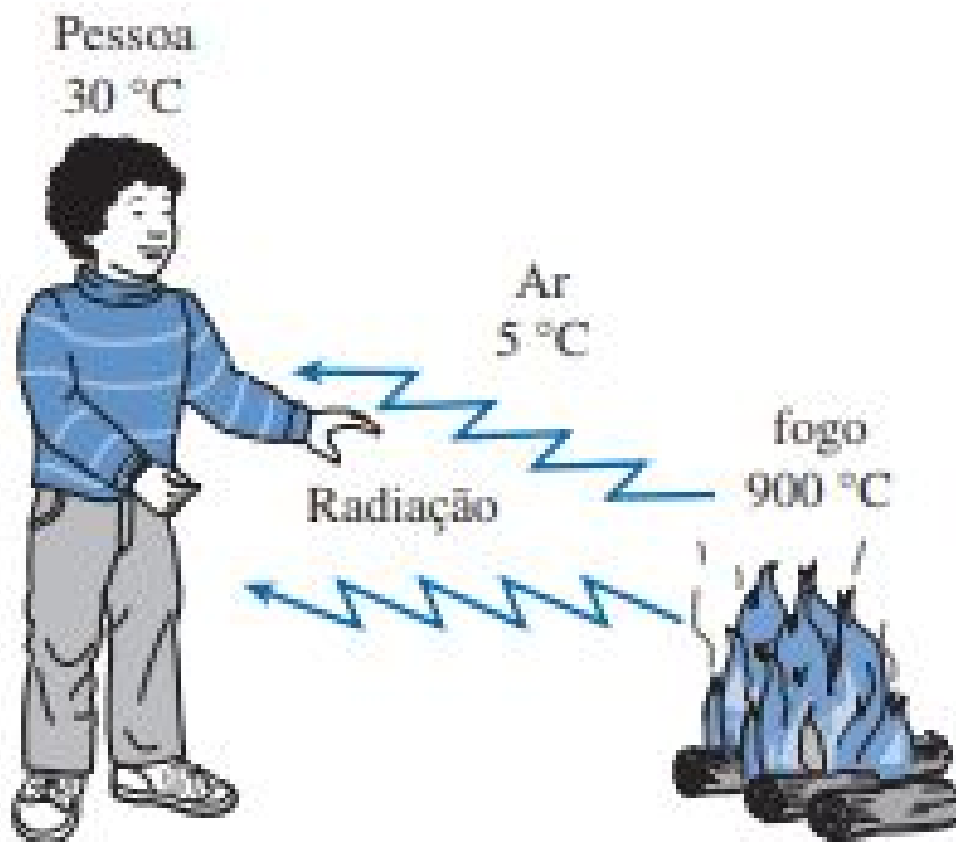


Fonte: Incropera, Dewitt e Bergman (2000 p.5)

Assim, ocorre uma troca de posições entre partes do fluido, formando um fluxo de matéria denominado circulação convectiva. Exemplo típico, normalmente usados em livros didáticos, é o da circulação convectiva em uma geladeira. O ar que se encontra na parte superior da geladeira entra em contato com o refrigerador, cuja temperatura é mais baixa do que a sua. Essa porção de ar resfria-se, ou seja, as vibrações moleculares da camada de contato com o refrigerador diminuem, assim como o volume de cada camada, tornando-se mais densa e, em seguida, trocando de lugar com as camadas inferiores que estão com maior temperatura. Cria-se, assim, uma circulação convectiva do ar, no interior do aparelho, em que a porção do gás menos densa tende a subir para as camadas superiores. Esse fenômeno é complexo e essa forma de expressá-lo é apenas um recorte na sua complexidade (MATTOS; DRUMOND, 2004, p.17).

O outro tipo de transferência de calor é por radiação, que pode ser compreendido como um processo de transferência em que ocorre a propagação de energia por meio de ondas eletromagnéticas. Segundo Mattos e Drumond (2004) esse modelo de transmissão não pertence à termodinâmica, mas à teoria eletromagnética. Os corpos emitem e recebem radiações eletromagnéticas de forma contínua, ou seja, uma transferência de energia com corpos que estão ao redor, é um tipo de transferência de energia que não depende da diferença de temperatura. A Figura 5 a seguir apresenta um processo de radiação.

Figura 5 - Forma de radiação térmica emitida pelos corpos



Fonte: Çengel e Ghajar (2012, p.684).

3.2 Perfil Conceitual de calor

A Teoria dos Perfis Conceituais (MORTIMER et al., 2014) defende a ideia de que um mesmo conceito pode adquirir diferentes significados dispersos em vários tipos de pensamentos, e cada indivíduo é capaz de compreender um mesmo conceito de diferentes modos e utilizá-lo em diferentes contextos. A elaboração de um perfil conceitual prevê a proposição de zonas, que representam as diferentes formas de pensar e falar a realidade que um mesmo conceito abrange (AMARAL; MORTIMER, 2001).

De acordo com Silva e Amaral (2001) o uso do perfil conceitual contribui bastante para o Ensino de Ciências, é a partir dele que alguns obstáculos na aprendizagem são identificados. Desse modo, o aluno não precisa abandonar suas concepções prévias, a ideia é que ele saiba compreender os conceitos de modo científico, mas tendo consciência da existência de outros modos de pensar e outras formas de falar.

O conceito de calor pode ser abordado de diferentes formas em sala de aula, por exemplo, alguns professores o define como a transferência de energia de um corpo para outro, enquanto que outros o define como energia em trânsito. As diferentes maneiras de abordagem conduzem discussões distintas sobre o conceito de calor, que dificulta ainda mais o seu entendimento. Discutir o conceito de calor é algo muito importante, considerando que sua aplicação vai além do contexto escolar. Trata-se de um conceito muito amplo que é utilizado com bastante frequência nos diferentes âmbitos científicos, profissionais e cotidianos.

Considerando a natureza polissêmica do conceito de calor, Amaral e Mortimer (2001) propuseram um perfil conceitual para o conceito de calor, a ideia é apresentar as diferentes formas de ver e compreender este conceito. O perfil proposto é constituído por cinco zonas, sendo elas, realista, empírica, animista, substancialista e racionalista. Em nosso experimento na zona animista, utilizaremos as ideias propostas por Araújo (2014), em que a autora associa a concepção de animismo ao uso das máquinas térmicas, em sua análise o calor está diretamente correlacionado ao movimento

Desde os primórdios, ideias sobre o calor são relacionadas as sensações de quente e frio, a primeira ideia sobre o calor é congruente a sensação de quentura (AMARAL; MORTIMER, 2001). A palavra calor começa a fazer parte do nosso

vocabulário por volta dos 2 ou 3 anos de idade, quando começamos a distinguir o quente e o frio, por meio das sensações táteis (CINDRA; TEIXEIRA, 2004). Esse fato é perceptível quando, por exemplo, a criança vai comer, se a mãe disser “está quente” ela entende que não pode comer e que deve aguardar. Acreditamos que este seja uma das primeiras noções sobre o conceito de calor, geralmente as crianças consideram o calor como sendo o contrário do frio, já que de modo contrário, se a comida estivesse fria, ela poderia comer.

Amaral e Mortimer (2001) argumentam que com a chegada da experiência de sentir calor e frio a partir do toque em materiais, iniciou-se a noção de “carga” de calor, concepções como o “metal é quente” e a “madeira é fria”, contribui com a ideia de que a temperatura é uma característica inerente da matéria. Esse modo de pensar desconsidera a existência de dois conceitos importantes, o de equilíbrio térmico e temperatura ambiente. Pensando nisso, no contexto de sala de aula, podemos perceber que alguns alunos apontam para a existência de dois tipos de “calor”, o calor quente e o calor frio. Alguns materiais como a madeira, por exemplo, quando expostos a uma determinada fonte de calor, não é tão quente, quando comparados com outros materiais, como o alumínio, por exemplo. E isso fortalece ainda mais a ideia de calor associado a sensações térmicas, ideia essa que faz parte da zona relacional do perfil conceitual de calor.

Outra zona do perfil conceitual de calor é a zona empírica, que associa o calor as altas temperaturas. A temperatura mesmo sendo diferente das sensações térmicas, é ainda muito utilizada para medir o calor de um corpo, ou até mesmo, ser interpretado como sendo o próprio calor. Nessa perspectiva, o calor é associado a temperatura, ou seja, altas temperaturas indicam “muito calor”. E esse modo de pensar está diretamente relacionado com a forma que lidamos com o calor no cotidiano, já que é muito comum as pessoas falarem “está muito calor” quando a temperatura esta alta, por exemplo, e esse modo de pensar dá a ideia de que elevados graus célsius indicam muito calor (ARAÚJO, 2014). E nesta zona também, o calor é compreendido como algo que pode ser medido em um termômetro.

Na próxima zona do perfil conceitual o conceito de calor é apresentado como substância, uma espécie de fluido capaz de penetrar e sair da matéria com facilidade. O frio apresentaria características semelhantes, mas de modo contrário. Quando falamos no calor como transferência de energia, por exemplo, de modo subentendido assemelhamos a fenômenos como fumaça, raio ou ondas, e isso dá ao calor um viés

substancialista. Então, mesmo a química moderna não mais atribuindo ao calor um viés substancialista, esse modo de pensar ainda predomina nos contextos científico e cotidiano (ARAÚJO, 2014). É muito comum encontrarmos na fala de professores ou em livros didáticos, expressões como “transferência de energia” ou “quantidade de calor”. Essa expressão provoca no aluno um olhar materialista para o conceito de calor, já que o calor é tratado como “algo” que pode ser medido ou transferido. Como dito anteriormente, os modos de pensar é falar o calor como substância também é predominante no contexto cotidiano, um exemplo é quando estamos em um dia muito “quente”, tomamos um banho para “passar o calor”, esse modo de pensar apresenta o calor como uma substância que pode ser lavada, que vai embora na água. De acordo com Mortimer (1997) o substancialismo é muito importante na perspectiva epistemológica e no próprio campo científico. Sua importância reside no fato de que, embora se possa pensar que ele não faz mais parte da doutrina da química moderna, ele se mantém vivo na textura sutil da linguagem e em práticas cotidianas da química (ARAÚJO, 2014 p. 34).

No modo de pensar animista, é atribuído ao calor o conceito de “vida”, nessa perspectiva o calor é apresentado como algo capaz de mover-se com suas próprias forças. De outro modo, a perspectiva animista aponta para o calor com um olhar materialista, estando relacionado a algo que deseja receber ou perder calor. O que muitas vezes é assemelhado a concepção de calor como substância. A diferença é que no animismo o calor é apresentado como uma substância viva, fazendo do animismo uma categorização subordinada ao substancialismo (AMARAL; MORTIMER, 2001). Esse modo de pensar está diretamente associado as máquinas térmicas, de modo que, uma substância quando aquecida é capaz de fornecer “calor” e fazer um objeto se mover. De modo que, sem a combustão os automóveis não funcionam, por exemplo.

De acordo com Amaral e Mortimer (2001) a última zona é denominada como racionalista, por apresentar o conceito de calor de modo científico, ou seja, calor como energia em trânsito. Nesta zona, o calor é proporcional a diferença de temperatura entre dois corpos, mais especificamente, está relacionado a energia produzida pelo movimento vibracional das moléculas constituintes de um corpo. Para Araújo (2014) trata-se do tratamento matemático do calor como uma dissipação da energia associada a movimentos moleculares.

O Quadro 1 a seguir apresenta um resumo das principais concepções que constituem o perfil conceitual de calor proposto por Amaral e Mortimer (2001) que já foram discutidas anteriormente.

Quadro 1 - O Perfil Conceitual de calor (AMARAL; MORTIMER, 2001)

Zona	Descrição
Calor como Sensação Térmica (Zona Realista)	Para essa zona, Amaral e Mortimer (2001) apresentam algumas ideias sobre o conceito de calor a partir de sensações térmicas: as pessoas em diversas situações no cotidiano relacionam primeiramente o calor à sensação térmica de quente e frio. Assim, formas de falar como “o calor está enorme” são comuns, para indicar que a sensação térmica é quente.
Calor como Movimento (Zona Animista)	Nesta zona, o calor é apresentado como uma substância viva e/ou capaz de fornecer vida. É ainda a zona em que se relaciona calor e movimento, como ao pensar em reações endotérmicas e exotérmicas. Segundo Amaral e Mortimer (2001), em um determinado período da História da Química, o calor foi considerado como agente responsável por conceder a vida. Nos dias de hoje, formas de falar que atribuem ao calor do sol a maior fonte de energia e vida, podem ser associadas a esse modo de pensar.
Calor como Substância (Zona substancialista)	O calor é tratado como uma substância que está contida nos corpos, fluindo entre eles ou deles para o ambiente. Assim, os autores ilustraram algumas considerações filosóficas, desde aquelas aludidas por Aristóteles, que mencionava o fogo como uma substância, até a classificação das espécies químicas de Lavoisier, que considerava o calor (nominado de calórico) como substância. Atualmente, formas de falar como “estou com calor” se enquadra nesta zona, por pensar o calor como algo material ou quase material. Além disso, na própria Química o substancialismo se faz presente, quando falamos em sala de aula “o calor é transferido”. Este é um exemplo como o valor pragmático de uma zona pode ser determinante para utilização de formas de falar, mesmo aquelas que não estão de acordo com a visão científica.
Calor como Temperatura (Zona Empírica)	Em relação à zona empírica, Amaral e Mortimer (2001) atribuem concepções que relacionam o calor com medidas de temperatura. Essa ideia foi apoiada nos períodos de desenvolvimento dos instrumentos de medida associados a calor e temperatura, a saber: termômetro e calorímetro. Assim, o calor é compreendido como uma medida de temperatura.
Calor como Energia (Zona Racionalista)	O conceito de calor, nessa zona, é apresentado como proporcional à diferença de temperatura, a partir de uma relação matemática. Assim, nesta se encontram concepções ao conceito que são próximas daquelas utilizadas em contextos científicos e em sala de aula.

Fonte: Silva, Simões Neto e Silva (2019).

Nota: Proposto por Amaral e Mortimer (2001)

Quando olhamos para a sala de aula durante a discussão dos experimentos, percebemos que várias dessas concepções que estudamos neste capítulo ainda estão presentes nas falas de alunos, professores e nos próprios livros didáticos. As concepções prévias/alternativas que muitos alunos apresentam têm similaridades com as ideias levantadas em diversas épocas (SILVA, 2011).

4 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

“A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”

(MACHADO; SILVA; TUNES, 2010 p.235)

Atividades experimentais ocupam um papel importante na história das ciências. Todo o processo de evolução e desenvolvimento da ciência necessitou de uma dose de experimentação na sua descoberta. O que já era utilizado desde *Nicolau Copérnico* (1473 – 1543) que com seus experimentos e observações e análises práticas mostrará que a terra gira em torno do sol, posso afirmar então que a história das ciências foi desenvolvida a base de experimentação, tanto pela observação como pela prática, o que também era percebido na alquimia, a experimentação era tão evidente que para muitos era considerado como bruxaria. O propósito em usar atividades experimentais em sala de aula não é muito diferente daquilo que vem acontecendo ao longo da história das Ciências, é na experimentação que muitos alunos começam a ver o mundo de forma diferente, começam a enxergar coisas novas, que ao longo de sua trajetória pode se tornar algo significativo para a humanidade, como no exemplo do próprio Copérnico.

Desde o século XVIII a experimentação é reconhecida por filósofos e historiadores, como algo fundamental para o desenvolvimento do Ensino das Ciências. Contudo, apenas no século XIX as atividades experimentais foram inseridas nos currículos da Inglaterra e dos Estados Unidos e somente em meados do século XX a experimentação é consolidada como estratégia de ensino, caracterizada como algo significativo nas escolas (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Segundo Hodson (1988) quando nos referimos a experimentação é necessário fazer uma distinção entre os experimentos para a ciência e os experimentos para o Ensino de ciências. Os experimentos para a ciência são feitos com o intuito de desenvolver teorias ou coletar dados para alguma pesquisa, geralmente nesse caso o pesquisador utiliza um método de experimentação repetitivo, cujo intuito é chegar a uma conclusão final, como por exemplo a eficácia de um remédio. Já a experimentação para o Ensino das ciências apresenta função pedagógico, como forma de promover a aprendizagem de conceitos científicos.

Para promover a aprendizagem de conceitos, para promover um entendimento mais profundo da natureza do próprio experimento (aprender sobre os experimentos fazendo experimentos!) e para dar às crianças uma prática no uso deles como parte de suas próprias investigações científicas. Ao lado dessas considerações, existem questões sobre modos alternativos, e possivelmente mais apropriados, de aprender ciência, aprender sobre a ciência, e fazer ciência (HODSON, 1988 pág. 2).

A experimentação tornou-se necessária em áreas como a química, área essa que vem se tornando cada vez mais essencial na sociedade atual, quando falamos por exemplo, do avanço científico-tecnológico. A química é empregada em diferentes campos, como na agricultura e indústrias. Contudo, (SANTOS; SCHNETZLER, 2003) considera a química como uma ferramenta cultural necessária para o uso consciente da cidadania, o que de certo modo, evidencia a sua importância em aulas de Ciências, o que não é uma tarefa fácil, mas que pode ser melhorada a partir do uso significativo da experimentação (MARCONDES; PEIXOTO, 2007).

O uso de atividades experimentais se tornou algo indispensável para o Ensino de Ciências, seja ela realizada em laboratório ou na própria sala de aula. Contudo, o significado atribuído ao termo experimentação se remete às concepções do professor, sobre o que é ensinar, o que é aprender, e o que é ciência. Dependendo das concepções do professor, o papel da experimentação pode adquirir diferentes significados. Desse modo, é importante apontar de maneira explícita a noção de experiência que se deseja trabalhar. Em alguns casos, o conceito de experiência é utilizado quando falamos sobre ‘experiência de vida’, termo bastante utilizado por alguns filósofos e psicólogos. De acordo com esse pensamento, quando falamos de experiência, estamos nos referindo a um conjunto de conhecimentos obtidos por meio de vivências individuais e sociais. Já ao termo experimento é atribuído a ideia de ensaio científico utilizado para verificar algum fenômeno. Desse modo, experimentar significa pôr à prova, ensaiar ou testar algo (ROSITO, 2003).

A experimentação tem se destacado no Ensino das Ciências, principalmente por apresentar alguns aspectos importantes como o desenvolvimento de habilidades, a proposição de hipóteses, a observação de fenômenos científicos, ajudando o aluno a refletir acerca do próprio conhecimento. Portanto, é de suma importância que o professor considere a realização de experimentos que coincidam com objetivos de ensino e aprendizagem. Desse modo, a experimentação pode ser compreendida como um recurso capaz de ajudar no desenvolvimento de conceitos fundamentais para a ciência (OLIVEIRA, 2009).

Para muitos professores, a experimentação pode despertar o interesse dos alunos pela ciência em vários níveis de escolarização. É atribuído também a experimentação um caráter motivador, capaz de fortalecer o processo de ensino e aprendizagem (GIORDAN, 1999). Aproxima conceitos científicos ao seu contexto de aplicação. Dentre outras palavras, a experimentação apresenta aos alunos o papel da ciência em suas vidas. No entanto, para Barbosa (1999) o ensino experimental vai muito além da motivação, trata-se de um instrumento que deve ser utilizado para construção da aprendizagem de conceitos científicos.

A experimentação teve forte influência no desenvolvimento das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis eram formuladas, passavam por um processo de experimentação, para que fosse verificada a sua aplicabilidade e consistência. Ocorreu ainda naquele século uma ruptura com as práticas de investigações que consideravam a existência de uma estreita relação da natureza e do homem com o divino, que até então estavam fortemente impregnadas no senso comum. Contudo, a experimentação passou a ocupar um papel importante na preposição de uma metodologia científica, orientada pela racionalização de procedimentos, assimilando formas de pensamentos característicos, como a indução e a dedução (GIORDAN, 1999).

A área de Ensino de Ciências vem se destacando cada vez mais, e com isso, surgem algumas dúvidas acerca da utilização de suas teorias em sala de aula. Não basta apenas criar leis, é importante que elas sejam testadas e trabalhadas em sala de aula, para isso, torna-se importante fazer o uso de ferramentas didáticas, como a experimentação em consonância com as ideias estabelecidas em teorias, como a dos perfis conceituais.

Segundo Silva, Machado, Tunes (2010) a experimentação no ensino pode ser compreendida, como uma articulação existente, entre fenômenos e teoria. Desse modo, a concepção de aprender ciência, consiste em uma relação mútua entre o pensar e o fazer. Dessa forma, a experimentação adquire um caráter investigativo, ao observar fenômenos o indivíduo é capaz de associar ideias e apresentar suas próprias conclusões acerca de um determinado fenômeno, sem a necessidade de exatidão.

Quando os alunos realizam algum tipo de experimento, geralmente o professor solicita que eles deem alguma explicação para aquele fenômeno. Ao explicar o fenômeno, utiliza-se alguma teoria, o que para a área de ensino, é denominada como relação teoria-experimento, se trata da relação existente entre o pensar e o fazer. Um

exemplo é, quando um professor, ao trabalhar o conceito de elétrons, acende uma lâmpada utilizando a rede elétrica. A ideia não é apresentar uma determinada teoria, como certa ou errada, mas sim testar sua aplicabilidade e generalidade, considerando que o conceito de elétron foi postulado inicialmente pela ciência para explicar a condução de corrente elétrica, por gases, em tubos de raios catódicos (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Diante disso, consideramos que em sala de aula, dois indivíduos observando um mesmo experimento, podem apresentar teorias distintas ao explicá-lo. Uma mesma turma de alunos, poderiam fornecer ao professor, diferentes respostas acerca de um mesmo problema, suas concepções se remetem a ideias pré-estabelecidas por meio de experiências individuais ou coletivas. Nesse contexto, diversas teorias podem ser trabalhadas e explicadas em sala de aula, diante de um único problema.

Silva, Machado e Tunes (2010) argumentam que para uma melhor discussão e interação em sala de aula, utilizando a experimentação, é importante conhecer a história por trás de cada conceito, isso contribui para a identificação da época e do contexto em que cada conceito foi proposto, o que eles buscavam explicar, e o que eles explicam atualmente. Para o autor, a abordagem de aspectos históricos, não se resume apenas em dados bibliográficos, curiosidades exóticas ou a vida dos pesquisadores. O foco deve ser o conceito e sua evolução histórica.

Mesmo tendo consciência acerca da importância do uso da experimentação, alguns professores alegam não terem local apropriado para a aplicação dos experimentos ou então apresentam dificuldades na aplicação dos experimentos, sendo em muitos casos por falta de formação e adequação com o uso de instrumentos. Silva, Machado, Tunes (2010) p. 241, cita algumas das principais afirmações dos professores quando questionados sobre a falta de atividades experimentais no sistema educacional:

- A falta de laboratórios nas escolas.
- A deficiência dos laboratórios, traduzida na ausência de materiais, tais como reagentes e vidrarias.
- Inadequação dos espaços disponibilizados para aulas experimentais, que muitas vezes, são salas comuns que não contam com instalações mínimas de água, gás, eletricidade, etc.

- A não conformidade dos laboratórios para a realização de aulas práticas no ensino médio, tendo em vista que esses foram projetados usando como modelo os laboratórios de universidades.
- A grade curricular de ciências, em função do escasso tempo disponível, dificulta a inclusão de atividades de laboratório.
- O trânsito dos alunos para o laboratório, especialmente quando há necessidade de divisão da turma, perturba a rotina da escola e não é bem aceito pela administração.
- A organização das atividades na escola não prevê tempo para preparação das experiências, organizações do laboratório antes e após as aulas experimentais.
- O desenvolvimento de atividades de laboratório em turno diferente daquele das aulas teóricas tem conduzido, em alguns casos, a uma maior desarticulação da relação teoria-experimento.
- A escassez de roteiros que contemplem explicitamente a relação teoria-experimento.

Contudo, apesar de todos os obstáculos apresentados por profissionais da educação, o uso de atividades experimentais poderia ser mais simples e dinâmicas, já que atualmente é possível encontrar uma série de ideias e experimentos, que podem ser realizados, utilizando materiais alternativos e de fácil aplicabilidade em sala de aula. Desse modo, os professores precisam refletir um pouco mais acerca do uso e do papel dessas práticas experimentais para o desenvolvimento no processo de ensino e aprendizagem.

4.1 Experimentação demonstrativa-investigativa

O Ensino de Ciências ainda é desenvolvido de maneira mecânica e descontextualizada em salas de aula, o ensino de disciplinas como a química acaba se transformando em algo monótono e sem interação discursiva, o que acaba dificultando ainda mais a aprendizagem dos conceitos científicos. Desse modo, é importante levar para aulas de Ciências metodologias que promovam a ligação entre conceitos científicos e temas emergentes de experiências cotidianas, tal metodologia pode propiciar em uma aprendizagem mais significativa (SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2020).

Os temas contextualização e cotidiano são bastante utilizados e discutidos por professores de química, autores de livros didáticos e elaboradores de currículos em pesquisas na área de ensino, são temas relevantes que são discutidos e compreendidos como uma forma de favorecer a aprendizagem. Em muitos casos esses dois termos são tratados como sinônimos, são conceitos distintos, e cada um apresenta suas próprias características. No caso do ensino baseado no cotidiano, o professor faz uma relação entre as situações cotidianas e as temáticas científicas, no caso do ensino contextualizado, existe o envolvimento entre o sujeito e objeto de modo que os alunos não são meros expectadores, mas participam de forma ativa do processo de ensino e aprendizagem (WARTHA et al., 2013). Desse modo, trabalhos relacionados as temáticas de cotidiano e contextualização no Ensino de Ciências devem aprofundar-se para que aja um melhor entendimento acerca do tema e que eles não sejam utilizados de forma equivocada em salas de aula.

Desse modo, a contextualização passou a ocupar um importante papel no Ensino das Ciências, sendo um ótimo recurso didático para ensino de disciplinas como a química. Nessa perspectiva, uso de atividades experimentais podem contribuir de forma significativa para o estabelecimento de relações entre os conceitos científicos e os variados contextos (SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2020).

Uma interessante metodologia envolvendo a experimentação é a do tipo demonstrativo-investigativo, a qual utilizamos em nossa pesquisa. Segundo Silva, Machado, Tunes (2010) as atividades demonstrativas-investigativas são aquelas em que o professor apresenta fenômenos simples e consegue introduzir a teoria a partir daquilo que foi observado. Inclusive, um ponto positivo em utilizar esse tipo de atividade em sala de aula é que elas podem ser utilizadas em aulas teóricas, mediante uma explicação e outra dos conceitos científicos, a partir do uso de objetos simples, de modo que os estudantes possam participar de maneira ativa.

As atividades experimentais demonstrativas-investigativas podem possibilitar: maior participação e interação dos alunos entre si e com os professores em sala de aula; melhor compreensão por parte dos alunos da relação teoria-experimento; o levantamento de concepções prévias dos alunos; a formulação de questões que gerem conflitos cognitivos em sala de aula a partir de concepções prévias; o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio da formulação e teste de hipóteses; a valorização de um ensino por investigação; a aprendizagem de valores e atitudes além dos conteúdos, entre outros (SILVA, MACHADO, TUNES, 2010 pág.246).

No ensino por investigação, é papel do professor levar para a sala de aula situações, problemas ou discussões que provoque no aluno a construção do seu próprio conhecimento, que de acordo com Piaget (1978) é construído baseado em suas próprias experiências. Nesse sentido, os alunos passam por um processo metacognitivo, no qual são induzidos a aprender a aprender, a refletir sobre seus próprios conhecimentos.

Duschl (1998) traz em suas pesquisas um modelo de ensino e aprendizagem por indagação. De acordo com o autor, os alunos devem participar de maneira efetiva do processo de ensino e aprendizagem, elaborando hipóteses, fazendo questionamento e defendendo seus pontos de vista, desse modo, o professor estará estimulando a abordagem de diferentes ideias em sala de aula, de modo que o professor terá papel de provocador, medidor da aprendizagem (OLIVEIRA, 2009).

Uma característica interessante que está presente em trabalhos de caráter investigativo, é sua aproximação com trabalhos desenvolvidos por cientistas. As atividades investigativas possibilitam uma aproximação entre o trabalho realizado por cientistas e o contexto escolar, a aprendizagem de conceitos científicos em aulas de ciências. Os estudantes passam por processos semelhantes daqueles vivenciados por cientistas (MUNFORD; LIMA, 2007).

Desse modo, tratamos da importância em levar para salas de aulas atividades experimentais de caráter investigativo, em que os alunos possam ser percursores do seu processo de aprendizagem e aproximando cada vez mais da ciência e de tudo aquilo que o conhecimento científico pode fomentar no processo de desenvolvimento humano.

4.2 Experimentação e Perfil Conceitual

Na prática científica moderna, são estabelecidas leis universais, que são utilizadas para explicar os fenômenos. Contudo, no mundo real esses fenômenos são bem mais complexos do que imaginamos, e por muitas vezes, incompreendidos e divergentes a suas próprias leis. Assim, a ciência necessita de dados práticos e significativos, a experimentação é o caminho utilizado para obtenção dessas informações necessárias (CHALMERS, 1989).

De acordo com Popper, a experimentação não deve ser utilizada apenas para confirmar hipóteses, mas em um sentido mais amplo, a experimentação deve ser utilizada para retificar hipóteses. Desse modo, ao trabalhar experimentação, é

necessário que o professor compreenda o seu significado, e tenha preparo técnico e teórico, dando ênfase a problematização. Nessa perspectiva, a experimentação não deve ser utilizada apenas para comprovar hipóteses ou provar teorias (CACHAPUZ et.al, 2005).

Pesquisadores em Ensino de Ciências (CACHAPUZ, 2005; GIORDAN, 1999; SILVA; MACHADO; TUNES, 2010) argumentam que o uso da experimentação pode ser uma estratégia capaz de envolver problemas reais, que levam os alunos a investigação e contextualização em aulas de ciência. Nessa perspectiva, a discussão entre alunos e professor pode ser o caminho para responder aos questionamentos dos alunos. A contextualização e socialização de ideias, pode acontecer por meio da observação de fenômenos, trata-se de uma excelente ferramenta, que possibilita o enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem (DELORS, 2001).

Contudo, a metodologia utilizada em sala de aula não deve ser aquela do tipo “receita de bolo”, em que o professor entrega um roteiro, e pede para o aluno seguir fielmente, até chegar ao resultado esperado pelo professor, que mesmo sendo eficiente em diversos campos científicos, deve ser rigorosamente pensada no contexto em sala de aula.

É necessário que o professor tenha em mente que a ciência é mutável, e que a repetitividade de uma mesma prática experimental pode produzir resultados diferentes. Destarte, é importante salientar que “fazer ciência” não é algo ateuórico. Por isso, ao ensinar ciência no âmbito escolar, é importante considerar que as observações não são realizadas num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta essas observações (GUIMARÃES, 2009).

De acordo com Guimarães (2009) o professor deve considerar em aulas expositivas as descobertas dos estudantes, e trabalhar de modo significativo os conteúdos pretendidos. Considerando as concepções prévias apresentadas pelos alunos e aliá-las a novos conhecimentos. Para o autor, não se trata apenas de trabalhar a ciência contida em livros didáticos ou currículos escolares.

Na maioria dos casos, a experimentação é utilizada apenas para demonstrar conteúdos trabalhados, mas se ela for usada com o intuito de resolver problemas e discutir resultados com os alunos, torna-o mais ativo, além de deixar o conteúdo mais compreensível (GUIMARÃES, 2009).

São poucos os trabalhos que trazem o uso do perfil conceitual aliado a experimentação. Em um trabalho anterior (SILVA SIMÕES NETO; SILVA, 2019),

apresentaram uma proposta para trabalhar o conceito de calor por meio do uso de atividades experimentais com ênfase nas ideias que constituem o perfil conceitual de calor. Consideramos que a utilização de experimentos seja uma estratégia bastante viável para o desenvolvimento do Ensino das ciências.

Em nossa pesquisa, a ideia é que os experimentos sejam utilizados para ajudar os alunos em um processo metacognitivo de tomada de consciência dos diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de calor. Que deve ocorrer a partir de discussões obtidas a partir da observação e execução dos experimentos. Acreditamos que o uso de atividades experimentais associado a uma discussão sobre as concepções prévias dos alunos pode ser uma forma de construção de novos significados e de tomada de consciência da polissemia do conceito.

Os experimentos ajudam na emergência de modos de pensar, que surgem a partir das formas de falar dos alunos e auxilia na identificação dos contextos em que tais modos possuem valor pragmático, apresentados durante a problematização, e levam ao entendimento de uma ou mais zonas do perfil conceitual. Para isso, é importante que os experimentos estejam associados a contextos distintos de emergência de zonas do perfil conceitual.

5 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo apresentamos todo o percurso metodológico que norteou a nossa pesquisa destacando a classificação da pesquisa, os sujeitos, a elaboração dos experimentos, a aplicação dos experimentos, a coleta dos dados e os critérios de análise. Toda a metodologia foi baseada em nosso objetivo geral de pesquisa, que foi analisar a aprendizagem do conceito de calor, a partir da dimensão da aprendizagem da teoria dos perfis conceituais, mediante a utilização de atividades experimentais em sala de aula.

Antes de ser aplicada, a pesquisa foi enviada e aprovada pelo comitê de ética e pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco, sob o protocolo 36473720.4.0000.8807 e parecer de número 4.275.092. Para a realização da pesquisa, tanto a pesquisadora quanto os participantes tiveram que assinar Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual foram apresentadas as informações gerais acerca da pesquisa, inclusive riscos e benefícios, todas as páginas do TCLE foram rubricadas pelo sujeito da pesquisa e pelo pesquisador responsável.

Desse modo, buscamos seguir rigorosamente todas as normas regulamentadoras das pesquisas que envolvem seres humanos, pela garantia do sigilo quanto aos dados confidenciais, das instituições e comunidades escolares envolvidas na pesquisa, bem como o direito à liberdade de se recusar a participar ou de retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização e sem prejuízo ao seu vínculo institucional.

Considerando o período de pandemia em que estamos vivenciando desde o final de 2019 para que esses experimentos fossem aplicados em sala de aula na modalidade presencial foi necessário seguir algumas restrições recomendadas pela OMS (organização mundial da saúde) como também as recomendações previstas pela escola e pelo estado de Pernambuco. No momento da aplicação dos experimentos os alunos foram induzidos a seguir todas normas de distanciamento e de uso de máscaras. Os experimentos foram aplicados com quantidade reduzida de alunos, visto que, a escola estava funcionando de forma híbrida e alguns alunos poderiam optar por aulas não presenciais. No momento da aplicação não foi recomendado o uso do laboratório, pois trata-se de um local fechado e sem ventilação, diante disso, os experimentos foram aplicados na própria sala de aula.

5.1 Classificação da pesquisa

Nossa pesquisa foi orientada por uma análise qualitativa, o intuito foi explorar cenários e características de indivíduos, que não podem ser descritos a partir de números. Trata-se em grande maioria, de dados verbais que foram obtidos pela observação, descrição e gravação de áudio e/ou vídeo. Ludke e André (1986) apresentam argumentos de Bogdan e Biklen (1982) definindo cinco características que configuram uma pesquisa qualitativa:

1. A pesquisa qualitativa utiliza o ambiente natural como fonte de coleta de dados, sendo o pesquisador o seu principal instrumento. Em uma pesquisa qualitativa ocorre o contato direto do pesquisador com o ambiente, e a situação investigada.
2. Os dados coletados são na maioria dos casos, descritivos. Descrevem pessoas, cenários, acontecimentos, situações e dentre outras coisas. No processo de coleta de dados é necessário o uso de alguns elementos, que devem ser usadas em etapas como, a transcrição de entrevistas, discussões, fotografias e desenhos, por exemplo. O pesquisador deve ter consciência da necessidade de usar ferramentas, para assim, coletar dados e resolver o problema em questão.
3. A preocupação com o produto é muito maior, em comparação ao processo. O interesse do pesquisador ao trabalhar um determinado problema é observar como ele se manifesta em atividades, procedimentos e interações sociais.
4. Há um interesse na construção de significados, a forma como participantes apresentam suas concepções é algo muito valioso para o pesquisador. Ao considerar diferentes concepções, o pesquisador consegue observar fenômenos e situações, não perceptíveis por examinadores externos. Isso requer bastante cuidado do pesquisador, já que ele vai examinar modos de pensar de outros indivíduos.
5. A análise dos dados, segue geralmente um processo indutivo. Os pesquisadores não almejam a comprovação de hipóteses, definidas no início de seu estudo. As ideias se firmam e se consolidam durante todo o processo da pesquisa, construídos com o auxílio de todo um aporte teórico. Segundo Bogdan e Biklen (1982) *apud* Ludke e André (1986) p. 13, a pesquisa qualitativa ou naturalística, envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato

direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa e retratar a perspectiva dos participantes.

5.2 Etapas da pesquisa

A metodologia deste trabalho foi dividida em três etapas que dizem respeito à pesquisa bibliográfica, coleta dos dados e análise dos mesmos. A pesquisa empírica foi realizada em uma única etapa que foi a de aplicação dos experimentos, o intuito da pesquisa foi justamente analisar a potencialidade dos experimentos para discussão do conceito de calor sob a ótica da teoria dos perfis conceituais, buscando levantar concepções e compreender como os estudantes do nível médio discutiam o conceito em ênfase e emergiam as zonas do perfil conceitual de calor a partir do uso dos experimentos. Portanto no percurso metodológico, tivemos como principal foco a aplicação dos experimentos, para que em seguida os dados fossem analisados.

5.3 Sujeitos da pesquisa

Os experimentos foram organizados em uma intervenção didática (APÊNDICE A) e aplicados em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de Pernambuco, localizada na cidade de Serra Talhada, Sertão do Pajeú. Utilizamos um grupo de 15 alunos para obtenção dos dados. Na escolha da turma, buscamos considerar o perfil conceitual dos alunos, em relação ao conceito que foi trabalhado. Acreditamos que esse perfil de aluno já tenha tido contato com o conceito de calor e também apresentem algumas ideias que fundamentam a termodinâmica.

5.4 Elaboração dos experimentos

Nesse trabalho adaptamos experimentos propostos em um trabalho de monografia, e disponíveis em Silva, Simões Neto e Silva (2019), que teve como principal objetivo inserir no trabalho de experimentação uma discussão sobre diversos modos de pensar representados no perfil conceitual de calor. Desse modo, a ideia foi utilizar esses experimentos e analisar a construção de significados em sala de aula. É importante apontar que cada experimento proposto pode levantar discussões de

diferentes modos de pensar, contudo, cada experimento é focado em uma zona específica do perfil conceitual de calor, então cada experimento conduz a uma discussão que pode ajudar aos estudantes na emergência de determinado modo de pensar, considerando que estes mesmos experimentos eram utilizados na literatura para explicar conceitos científicos. No Quadro 2, a seguir, serão apresentados os experimentos (adaptados) que foram aplicados em nossa pesquisa.

Quadro 2 - Experimentos aplicados na pesquisa

EXPERIMENTO 1- Zona Realista (calor como sensação térmica)	
O objetivo deste experimento é levantar uma discussão entre os estudantes sobre as concepções de calor e sensações térmicas. Essa discussão pode fazer emergir diferentes modos de pensar, o conceito de calor, focado na zona realista do perfil de calor.	
Materiais: 1 copo de plástico firme. 1 copo de metal. Água fria. 1 termômetro. É importante que ambos os copos apresentem características semelhantes, tamanhos e cores iguais.	Figura 6 - Experimento 1  Fonte: A Autora (2021).
Procedimento Experimental: O professor deve colocar uma determinada quantidade de água fria em ambos os copos (figura 1) e solicitar que o aluno coloque uma mão em cada um. Em seguida, deve perguntar qual copo aparenta conter a água mais fria. Após tocar os copos, o aluno tem a sensação de que o copo de metal está mais frio criando a ideia de que a água deste copo está em menor temperatura. Com o auxílio de um termômetro, o professor pode mostrar que a água se encontra na mesma temperatura em ambos os copos.	
EXPERIMENTO 2- Zona Empírica (calor como temperatura alta)	
O objetivo deste experimento é levantar uma discussão entre os estudantes sobre a diferença entre calor e temperatura. Essa discussão pode fazer emergir diferentes modos de pensar, contudo, o experimento é focado na zona empírica do perfil de calor.	

Figura 7 - Experimento 2



Fonte: A Autora (2021).

Materiais:

2 recipientes iguais de metal (pode ser construído com latas, de acordo com a figura. 2 fontes de calor (velas).

Água.

Termômetro.

Procedimento Experimental: Colocar quantidades diferentes de água em dois recipientes e aquecer ambos ao mesmo tempo. Após alguns minutos utilizar um termômetro para verificar qual recipiente apresenta a água em maior temperatura. O recipiente de menor quantidade aquece mais rapidamente.

EXPERIMENTO 3- Zona Substancialista

O objetivo desse experimento é levantar uma discussão entre alunos sobre os diferentes modos de pensar e falar o conceito de calor, a partir da ideia materialista desse conceito, com ênfase na zona substancialista do conceito de calor.

Figura 8 - Experimento 3



Fonte: A Autora (2021).

Materiais:

1 vela.

1 colher de metal.

1 estilete.

1 isqueiro.

Procedimento Experimental: Com o auxílio de um estilete retirei pedacinhos de parafina da vela e colocar na colher de metal. Em seguida, peguei o isqueiro aceso e coloquei abaixo da colher de metal que está com a parafina. Depois de alguns segundos observar que a parafina vai mudar de estado físico. Por fim, se a parafina for afastada da vela volta ao seu estado sólido.

EXPERIMENTO 4¹: Zona Animista (calor como movimento)

O objetivo desse experimento levantar discussão acerca da ideia animista do conceito de calor, nesta zona utilizaremos a concepção de calor como movimento, proposto por Araújo, 2014.

Materiais:

1 latinha de alumínio.
1 pedaço de isopor
1 tesoura.
2 canudos dobráveis.
1 isqueiro
1 vela
Cola

Figura 9 - Experimento 4



Fonte: A Autora (2021).

Procedimento Experimental: 1° passo: Primeiramente, você deve fazer um furo no topo da lata com o estilete e retirar a "tampa" da lata com a tesoura. Depois que a tampa for retirada, faça um corte perpendicular ao corte da tampa para baixo e recorte o fundo da lata também até que você obtenha uma folha de alumínio.

2° passo: Agora, dobre a folha de alumínio obtida no passo anterior deixando um pequeno espaço entre as pontas e prenda com fita crepe ou fita adesiva na ponta.

Após colada a fita, pegue uma tábua de carne grossa ou um pedaço de madeira em forma de paralelepípedo e bata na ponta da folha de alumínio dobrada sem a fita e bata em cima da tábua até que a ponta da folha fique achatada.

3° passo: Em seguida, pegue o molde² (ANEXO 1) e recorte-o.

Feito isso, faça 3 bolinhas de fita crepe ou adesiva e cole embaixo desse molde já recortado, e prenda o molde na folha de alumínio horizontalmente. Agora recorte esse molde tendo como limite sua linha externa não pontilhada e nas laterais seguindo o limite da folha de alumínio.

4° passo: Após ter feito isso, pegue uma tábua de carne grossa ou um pedaço de madeira com o canto reto e prenda a peça obtida no passo anterior no lateral da tábua. Dobre em cima da linha pontilhada dos dois lados da peça. Em seguida, remova o molde de papel e reforce as dobras com o auxílio do cartão ou carteirinha. Finalmente, ponha a peça obtida embaixo da tábua e bata uma vez para q as dobras fiquem achatadas.

5° passo: Agora, na parte aberta da peça obtida, deve-se colocar 3 canudos dobráveis com a dobra para fora. Em seguida, misture a cola epóxi e espalhe por toda a parte de alumínio fechando os menores espaços até que não haja nenhum buraco, com exceção de onde os canudos entraram. Depois que a cola secar remova os canudos, pegue dois deles e marque 4 centímetros do início da dobra até a parte menor do canudo e recorte o que estiver além desses 4 cm.

6° passo: Depois que a cola epóxi na peça de alumínio secar, prepare mais um pouco e passe na metade dos canudos, entre a dobra e a ponta mais próxima. Faça isso em apenas dois canudos insira os canudos dentro da peça de alumínio até onde você passou cola. Agora, usando cola epóxi feche a saída de ar onde o canudo está na parte superior da peça de alumínio. Espere secar.

¹ Como fazer um barco a vapor/ barquinho Pop. Manual do mundo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QHcXqpYGJ8M>. Acesso em 10 de maio de 2021.

² Molde do barco. Disponível em: <http://www.sciencetoymaker.org/wp-content/uploads/2018/02/Putt-Putt-Foam-Pattern-1.pdf>. Acesso em 25 de agosto de 2021.

Depois que a cola secar, coloque a peça de alumínio já selada dentro de um copo de água e sobre forte os canudos para garantir que não há nenhum vazamento de ar. Caso haja, feche o vazamento com mais cola.

7º passo: Recorte o molde (ANEXO 2)³ e monte-o seguindo as linhas dobrando sempre para dentro. Depois que o molde estiver pronto, pegue a peça de alumínio e dobre-a no molde, de modo que a parte lisa da peça de alumínio fique para dentro da dobra. Feito isso, passe cola quente na dobra do canudo até que esta endureça.

8º passo: Enquanto a cola quente endurece, recorte o molde do barquinho, cole-o sobre o isopor de frios e recorte fazendo o buraco, como indicado no desenho. Assim que a cola do canudinho endurecer, tire a fita crepe, e meça 10 cm do canudo a partir do fim da cobra e corte o que vai além desses 10cm.

9º passo: Insira o canudinho e a peça de alumínio como indicada na figura abaixo, de forma que os canudinhos fiquem presos ao isopor, utilizando uma fita adesiva. Quando os canudinhos estiverem bem presos, encha-os de água, entrando por um só até que o outro transborde.

10º passo: Em seguida, corte a vela até um tamanho que deixe o pavio bem perto da peça de alumínio e prenda-a no isopor com cola quente. Quando a cola secar é só acender a vela com o barquinho já na água⁴.

EXPERIMENTO 5: Zona Racionalista (calor como energia)

O objetivo desse experimento é levantar uma discussão dos diferentes modos de pensar o conceito de calor, com ênfase na zona relacional do perfil conceitual de calor.

Materiais: 1 recipiente de metal ou porcelana (pode ser o mesmo recipiente construído com latas do experimento 2). 1 colher de metal. Água. Fonte de calor (1 vela).	Figura 10 - Experimento 5  Fonte: Silva, Simões Neto e Silva (2019). Procedimento Experimental: Aquecer certa quantidade de água no recipiente e em seguida colocar a colher em contato com o líquido. Após algum tempo observar se a colher está quente.
--	---

Fonte: A autora.

5.5 Aplicação dos experimentos e coleta de dados

Os experimentos foram aplicados em sequência, com base nas zonas do perfil conceitual de calor, realizados em um mesmo dia. Utilizaremos a discussão durante a

³ Molde das dobras da parte de alumínio e do guia para a dobra dos canudos. Disponível em: <https://sciencetoymaker.org/wp-content/uploads/2018/02/Putt-Putt-Boiler-Pattern-1.pdf>. Acesso em 25 de agosto de 2021

⁴ Retirado de: Como Construir Um Barquinho Pop-pop. Instructables workshop. Disponível em: <https://www.instructables.com/Como-construir-um-barquinho-pop-pop/>. Acesso em 10 de maio de 2021.

aplicação dos experimentos e uma entrevista (APÊNDICE B) para a obtenção dos dados necessários. O papel da pesquisadora foi de mediar a discussão, para assim obter os elementos necessários na coleta de dados.

Todos os equipamentos e a aplicação dos experimentos foram manuseados pela pesquisadora. A proposta foi que os alunos pudessem observar os fenômenos e discuti-los, juntamente com a pesquisadora. Todas as discussões, além da entrevista, foram registradas em áudio e vídeo para posterior transcrição e análise.

Vale ressaltar que em nossa proposta, os experimentos não foram aplicados com o intuito de confirmar teorias científicas, mas como um instrumento gerador de discussões, sobre os diferentes modos de pensar e falar o conceito de calor. A ideia é que as atividades provoquem no aluno o processo de tomada de consciência acerca de suas próprias concepções, associando-as a algum contexto e aplicabilidade. Importante destacar que a intervenção, buscando observar o processo de aprendizagem de acordo com a teoria dos perfis conceituais, contempla o domínio microgenético, apresentado anteriormente. Assim, justificamos a coleta de dados a partir da intervenção pela possibilidade de observação, em uma escala de tempo micro, a emergência de novos significados sobre o conceito de calor, contemplando o domínio supracitado, como será pontuado a seguir.

5.6 Critérios de análise

Para a análise, selecionamos recortes nas transcrições em busca de indícios de novos significados construídos (enriquecimento do perfil), emergência das zonas do perfil conceitual, discurso híbrido e tomada de consciência em um nível microgenético (WERSTSH, 1985). Para isso, utilizaremos os seguintes critérios:

- Enriquecimento do perfil conceitual de calor: emergência de modos de pensar referentes às zonas científicas do perfil conceitual de calor durante a discussão dos experimentos. Para isso, mapeamos a emergência de todas as zonas, de acordo com os compromissos epistemológicos e ontológicos de cada uma, apresentadas na fundamentação teórica deste projeto;
- Tomada de consciência: buscamos identificar certos momentos que eles perceberam a existência de diferentes modos de compreender o conceito de

calor entre um experimento em outro. A análise da entrevista terá foco nessa identificação, buscando resgatar tais momentos, resgatando dos participantes argumentos e justificativas que indiquem uma utilização consciente e pragmática de certos modos de pensar em seus respectivos contextos.

- Discurso híbrido das diferentes zonas: Identificar momentos em que mais de uma zona do perfil conceitual de calor emerge nas falas dos alunos, a partir da aplicação de um mesmo experimento.

5.7 Riscos e benefícios da pesquisa

Em nossa pesquisa é importante destacar os riscos e benefícios, já que se trata de uma pesquisa que discute em si conceitos relacionados ao calor, conceitos da termodinâmica, em que utilizamos experimentos, que devem ser manuseados com cuidados, quando reproduzidos em salas de aula, contudo, traz em si uma discussão contextualizada, que consegue abordar o conceito de calor, a partir de deferentes percepções, que devem ser consideradas em aulas de Ciências.

5.7.1 Riscos

Os alunos observaram experimentos simples, relacionados ao conceito de calor, e utilizaram materiais como isqueiro, vela, fogão e etc., o que não isenta a ocorrência de algum acidente, contudo todo o material foi manuseado pela pesquisadora, e os alunos apenas observaram os fenômenos e discutiram. Todo o procedimento foi realizado com bastante cautela, a fim de evitar qualquer tipo de acidente. Assim como qualquer atividade realizada em sala de aula, os alunos podem passar por algum tipo de constrangimento, tendo consciência disso, foram tomadas as devidas precauções, afim de evitá-los.

5.7.2 Benefícios

A pesquisa ajudou os alunos na aprendizagem do conceito de calor e outros conceitos relacionados a termodinâmica, além de fornecer na literatura um bom material didático capaz de auxiliar professores, alunos e pesquisadores em seus estudos. Promovendo assim melhorias em pesquisas na área da educação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos os resultados alcançados em nossa pesquisa, apontando a discussão de falas durante a aplicação dos experimentos. Destarte, por meio destes almejamos analisar a emergência dos diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de calor, observar indícios de tomada de consciência dos diferentes modos de pensar, como também identificar a emergência de novas zonas, visando observar o enriquecimento do perfil conceitual de calor que ocorre em cada experimento.

Os experimentos aplicados encontram-se disponíveis na literatura (SILVA; SIMÕES NETO; SILVA, 2019) para que os professores os utilizem em aulas de Ciências para explicar os conceitos a partir do ponto de vista científico. Em nossa proposta, demonstramos que esses mesmos experimentos podem ser utilizados para explicar os conceitos, não se restringindo apenas ao ponto de vista científico, mas permitindo a emergência de modos de pensar, a partir de formas de falar, não científicos, possibilitando a discussão ampla de ideias, de forma que a aprendizagem se caracterize por um enriquecimento do perfil conceitual dos alunos e pela tomada de consciência acerca da multiplicidade de modos de pensar e formas de falar.

Consideramos que o modo como os alunos respondem perguntas em aulas de Ciências é um reflexo de experiências vivenciadas fora do âmbito escolar, sendo concepções ricas e que podem ajudá-los a compreenderem o mundo sob a ótica científica, de forma que os estudantes situem suas concepções informais em seus devidos contextos de aplicação em situações do cotidiano e tomem consciência de que no contexto científico outros modos de pensar e formas de falar também são utilizados.

Durante a análise, observamos que na maioria dos episódios os alunos buscam apresentar o conceito de modo científico, ou seja, associando-o a energia, mas ao mesmo tempo eles também trazem outros modos de pensar não científicos que estão associados a diferentes contextos. Os experimentos propiciam nos estudantes uma reflexão do modo como os conceitos podem apresentar diferentes significados, dependendo do contexto e de como são utilizados.

Utilizando experimentos como esses em aulas de Ciências, além de promover essas discussões dos diferentes modos de pensar um determinado conceito e dar espaço aos estudantes para que falem um pouco de suas experiências, o professor

pode trabalhar outros conceitos os quais norteiam o conceito em foco.

Os experimentos possibilitam que os estudantes enxerguem esse valor pragmático a partir da discussão de situações vivenciadas no cotidiano. Então, mesmo que de alguma forma esses modos de pensar sejam ignorados no ensino de conceitos científicos, eles continuam sobrevivendo em meio a pesquisas científicas. São modos de pensar semelhantes àqueles identificados na história da Ciência. Ao ignorar esses modos de pensar em sala de aula, os professores acabam ignorando também as experiências desses alunos.

Nos tópicos a seguir analisaremos a emergência dos diferentes modos de pensar o conceito de calor a partir da utilização dos experimentos, bem como identificaremos o enriquecimento do perfil conceitual e a forma como os modos de pensar vão sendo utilizados pelos estudantes ao longo da aplicação e discussão dos experimentos. Identificaremos também o discurso híbrido das diferentes zonas, e o processo de tomada de consciência.

6.1 Emergência das zonas do Perfil Conceitual de calor

A seguir, apresentaremos o recorte das falas associados a discussão de cada experimento, apresentando os turnos e os sujeitos relacionado as falas.

6.1.1 Resultados referentes ao experimento da zona realista (calor como sensação térmica)

No Quadro 3 apresentaremos as falas associadas à discussão do primeiro experimento. Nele, utilizamos dois copos aparentemente iguais, porém, com materiais diferentes, um de alumínio e o outro de plástico. O objetivo deste experimento foi levantar discussões entre os estudantes sobre as concepções de calor e sensações térmicas. Essa discussão fez emergir diferentes modos de pensar o conceito de calor, com foco na zona realista.

Quadro 3 - Episódio referente ao primeiro experimento (zona realista).

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Qual a relação entre calor e sensação térmica? Um objeto quente, significa que ele tem mais calor?
2	Estudante A	Sim. É a questão da temperatura.
3	Estudante B	Temperatura é uma coisa, e sensação térmica é outra. As vezes quando dizem a temperatura da cidade, diz 38° C e a sensação.

		Nesse caso, a sensação é o que você sente, a intensidade no caso.
4	Estudante E	Sim tem mais calor, pois está mais quente. Tem mais moléculas.
5	Estudante C	Não é porque está quente que necessariamente tem mais calor, se o objeto tá quente, ele tá emitindo mais calor.
6	Pesquisadora	E o que é o calor?
7	Estudante D	É o movimento das moléculas, por determinado tipo de energia em determinado corpo. A movimentação dos átomos.
8	Estudante B	Energia.
9	Estudante C	A perda de energia, eu acho.
10	Estudante A	A transferência de energia de um corpo para outro, do mais quente para o mais frio.
11	Pesquisadora	Toquem nesses copos e me digam, qual a diferença entre eles.
12	Estudante A	Tem um que está mais gelado, talvez um deles esteja com menos água.
13	Pesquisadora	Por qual motivo um dos copos está mais gelado?
14	Estudante D	Pela ausência de calor. {risos}
15	Estudante E	A temperatura.
16	Pesquisadora	Vamos verificar a temperatura [mesma temperatura].
17	Estudante B	Pode ser por causa do recipiente.
18	Pesquisadora	Quando vocês tocam nesse copo [de alumínio], a sensação é de que nele tem menos calor?
19	Estudante D	Sim, a sensação é essa.
20	Estudante C	Não, menos calor não! Mais frio.
21	Pesquisadora	E se o objeto está “mais frio” ele tem menos calor?
22	Estudante B	Claro!
23	Estudante D	Não, calor é a transferência de energia. Não é por que tá quente, que tem mais calor.
24	Pesquisadora	Vocês acham que existe a transferência de frio, por quando vocês pegaram em um dos copos teve a sensação de que estava mais gelado?
25	Estudante C	Eu acho que sim, por causa da temperatura.
26	Estudante B	Pra falar a verdade eu acho que não existe esse negócio de transferência de frio, a pessoa perde um pouco do calor que já tem.
27	Estudante E	De frio não, mas de energia eu posso dizer, por que o calor é uma fonte de energia, já o frio pode ser considerado a perda de uma determinada energia. Um exemplo pode ser o corpo humano, quando ele está vivo os órgãos ficam funcionando e ele tem uma temperatura maior do que determinado ambiente ou se regularizar, já quando a pessoa morre os órgãos esfriam e a temperatura fica mais baixa, é a perda de energia.
28	Estudante A	Não, calor é a transferência de energia. Não é por que tá quente, que tem mais calor.
29	Pesquisadora	Vocês já vivenciaram alguma situação do cotidiano, onde vocês utilizam a sensação térmica, para indicar “calor”?

30	Estudante A	Depende. Febre vale? Para saber se está com febre ou não, para indicar o calor do corpo.
31	Pesquisadora	Sim!
32	Pesquisadora	E em casa, vocês tocariam em uma panela de alumínio ao fogo, sem o auxílio de um pano?
33	Estudante B	Não, se queimaria.
34	Pesquisadora	E se a panela tivesse o cabo de alumínio?
35	Estudante C	Depende.
36	Pesquisadora	Mas, seria mais fácil do que em relação a panela de alumínio?
37	Estudante C	Com certeza!
38	Pesquisadora	Por que? E onde aprenderam isso?
39	Estudante C	Porque o ferro é um melhor condutor de calor.
40	Estudante D	Em casa.
41	Pesquisadora	Outro exemplo, vocês já viram alguém utilizar um copo de alumínio para tomar alguma bebida gelada?
42	Estudante D	Sim, para tomar água gelada em casa.
43	Pesquisadora	Por que as pessoas fazem isso?
44	Estudante B	Fica mais gelado
45	Estudante C	A água fica tão mais gelada que dá aquela dorzinha na boca.
46	Pesquisadora	Então o copo de alumínio deixa água mais gelada?
47	Estudante E	Sim, aparentemente você sente mais gelado.
48	Estudante A	É o mesmo que tomar café em copo de alumínio e sentir o copo mais quente.
49	Estudante B	O alumínio preserva a temperatura.
50	Estudante C	Não, ele esquentar mais rápido.
51	Estudante D	Já viram uma garrafa térmica? Ela tem alumínio.
52	Estudante E	Mas não é só alumínio, tem outros materiais também.
53	Pesquisadora	A sensação é de que realmente está mais gelado, mas na verdade o recipiente de alumínio perde energia mais rápido para o meio, e consequentemente a bebida vai aquecer de forma mais rápida, em relação a outros materiais, como o plástico, por exemplo. O que está relacionado ao conceito de calor específico, que materiais como o alumínio possuem menor calor específico, que é a quantidade de calor necessária para que cada grama de uma substância sofra uma variação de temperatura correspondente a 1°C.
54	Estudante A	Então é por isso que o cooler é feito de isopor.
55	Pesquisadora	Por que vocês acham que utilizamos determinados termos, como por exemplo, “tá calor” “tá quente”, ao invés de temperatura ou sensação térmica?
56	Estudante B	A gente escuta em casa, os pais e avós falando, e aí pega o costume.
57	Pesquisadora	Vocês concordam que mesmo conhecendo o conceito de calor de modo científico, vocês continuam utilizando termos não científicos, e

		que eles são importantes no nosso dia-a-dia?
58	Estudante C	Sim, por conta do costume e para as pessoas entenderem melhor.

Fonte: A Autora (2021).

As falas dos estudantes mostram a predominância da emergência da zona realista do perfil conceitual de calor na discussão, já esperada visto a natureza do experimento, de modo que induzimos ao modo de pensar realista como é possível ver, por exemplo, nos turnos 4, 5, 14, 19, 22 30. No início da discussão, quando perguntamos qual a relação entre calor e sensação térmica e se o fato de um objeto estar quente implica dizer que ali tem mais calor, alguns dos estudantes respondem que sim. O estudante E, no turno 4, diz o seguinte: *“Sim tem mais calor, pois está mais quente. Tem mais moléculas”*. O estudante A, no turno 2, também diz que sim, e justifica sua resposta utilizando o conceito de temperatura. Adiante, quando questionamos o que é calor, eles já começam a utilizar formas de falar associadas ao contexto científico. Os estudantes D, C e A, nos turnos 7, 9 e 10, associam o calor a energia, com nas seguintes frases: *“É o movimento das moléculas, por determinado tipo de energia em determinado corpo. A movimentação dos átomos”. A perda de energia, eu acho*. *“A transferência de energia de um corpo para outro, do mais quente para o mais frio”*. O estudante D, no turno 7, diz que o calor também é associando ao movimento, fazendo emergir a zona animista em sua fala, o que será discutido mais adiante durante a identificação do discurso híbrido das diferentes zonas.

Observamos na pergunta sobre sensações térmicas que os estudantes apresentaram falas que são mais comuns em contextos não científicos e associam esse conceito à concepção de que a sensação de quente equivale a muito calor e a sensação de frio equivale a pouco calor. Sob a ótica científica, esse modo de pensar ignora a existência de dois conceitos importantes da Ciência, que é o de calor específico e o de temperatura ambiente. Essa ideia de que o plástico é quente e o alumínio é frio demonstra uma compreensão de que a temperatura é uma característica inerente aos materiais. Nessa perspectiva, o calor pode ser categorizado como quente ou frio (AMARAL; MORTIMER, 2001).

Estas concepções apresentadas pelos estudantes são comuns em interações discursivas no cotidiano e também em meios de comunicação. Ao pesquisar a palavra calor no *Google*, encontramos duas definições. Utilizamos o resultado da primeira

pesquisa, que geralmente são as que pessoas mais utilizam quando se questionam a cerca de um determinado conceito. Obtivemos as seguintes respostas: (1) qualidade, estado ou condição do que é quente ou está aquecido; temperatura (relativamente) alta; e (2) sensação produzida exteriormente por contato do corpo (pele) com fogo ou com ambiente ou matéria aquecidos⁵. Então, podemos perceber que as respostas encontradas no *Google* coincidem com algumas respostas dos estudantes quando associam o calor ao “quente” e a “temperatura alta” e são respostas relativamente significativas devido a forma como o conceito é utilizado no cotidiano. Contudo, é importante que os estudantes tenham consciência do que deve ou não ser utilizado em suas atividades escolares.

Assim, notamos formas de falar relacionadas com a zona realista são pragmaticamente valiosos, pois fazem parte de falas presentes no senso comum e que acabam emergindo de forma espontânea em questões científicas. Ao longo da discussão dos experimentos, foram sendo apresentados alguns exemplos que mostram como esse modo de pensar se torna pragmaticamente valioso principalmente no cotidiano, como por exemplo, no caso do estudante A, no turno 30, que cita o uso da sensação térmica para verificar se alguém está com febre, quando diz: *“Febre vale? Para saber se está com febre ou não, para indicar o calor do corpo.*

O experimento foi claro quanto a exposição desse modo de pensar e de seu uso em contextos não científicos. Compreender que um conceito pode ser utilizado de diferentes formas em diferentes contextos faz com que eles percebam a importância dos modos de pensar e formas de falar não científicas, de como é algo bastante utilizado em nosso cotidiano, sendo na maioria das vezes ignorados em aulas de Ciências.

Durante o experimento, após tocar ambos os copos, os estudantes discutiram sobre a razão de um parecer estar mais frio ao toque, mesmo estando ambos, naquele momento, a uma mesma temperatura. O estudante D, no turno 14, explica que o fenômeno ocorre devido à ausência de calor no sistema que está mais gelado. No turno 18, o estudante B sugere que os copos sejam de materiais diferentes, o que pode indicar reconhecimento, pelo estudante, da relação existente entre o tipo de material e as trocas energéticas. É importante destacar que a temperatura de ambos

⁵ Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=calor&oq=calor+&aqs=chrome.69i57j0i433l4j0j69i60l2.4573j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em 16 de junho de 2021.

os copos é a mesma no momento em que a água é colocada no recipiente, após algum tempo ela pode variar já que se tratam de recipientes de materiais diferentes, ambos apresentam naturezas distintas quanto a troca de energia com meio.

Quando questionamos se o copo de alumínio apresentava menos calor em relação ao de plástico (turno 15), o estudante D, no turno 16, afirma que sim, que essa foi a sensação que teve. Já o estudante C, no turno 17, explica a situação utilizando o conceito de frio. Percebemos que ele considerou uma inexistência de calor no copo de alumínio, que aparentemente estava mais gelado. Essa fala ressalta a forma como lidamos com o calor no cotidiano, geralmente associado exclusivamente a sensação térmica quente, sendo o frio e o gelado manifestações contrárias. O calor relacionado às sensações de quente e frio é algo identificado desde os primórdios das experiências da humanidade com a natureza (SILVA; SIMÕES NETO; SILVA, 2019).

Os alunos também associaram o experimento a algumas situações vivenciadas no cotidiano. O estudante A, no turno 22, cita a sensação de calor do corpo para indicar se o indivíduo está com febre ou não. Já o estudante D, no turno 36, fala que toma água em um copo de alumínio porque a sensação é de que aquele material “preserva a temperatura” e, em seguida, associa a situação descrita ao uso de garrafas térmicas. Nessa perspectiva, é importante que o estudante compreenda que ele está usando a ideia de sensação térmica, balizado pelo valor pragmático que tal modo de pensar o calor adquire nessas situações específicas. Assim, a discussão deve ser em um sentido em que permita que os estudantes tomem consciência de que, no contexto científico, a ideia do calor relacionado à sensação térmica quente não é adequada, mesmo sendo útil para se comunicar em outros contextos. Também, os estudantes afirmam, ao longo do debate, que jamais tocariam em uma panela de alumínio, estando ao fogo, pois a ação levaria a dor e ferimentos. As falas nos mostram que os estudantes trazem conhecimentos construídos fora da escola e que devem ser considerados nos processos de ensino e aprendizagem, pelo valor pragmático em contextos não científicos.

6.1.2 Resultados referentes ao experimento da zona empírica (calor como temperatura alta)

No Quadro 4 a seguir apresentamos as falas dos estudantes relacionadas ao modo de pensar referente a zona empírica, em que o calor é associado a temperatura alta, algo que pode ser medido em um termômetro. Neste experimento, utilizamos

dois recipientes, nos quais foi colocado água, sendo que em um deles havia uma menor quantidade de água. Então, os estudantes foram induzidos a pensar em qual recipiente a água iria entrar primeiro em ebulição. De forma intuitiva os alunos falaram que o recipiente com menos água iria ferver primeiro. O objetivo deste experimento foi levantar uma discussão entre os estudantes sobre a diferença entre calor e temperatura, que pôde fazer emergir diferentes modos de pensar, com foco na zona empírica do perfil conceitual de calor.

A experiência mostra divergências entre o calor e as sensações, permitindo a elaboração do conceito de calor específico e que seja feita a diferenciação entre calor e temperatura (AMARAL; MORTIMER, 2001 p.11).

Quadro 4 - Episódio referente ao segundo experimento (zona empírica).

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Vejam o seguinte experimento. Qual dos recipientes vocês acham que a água vai ferver primeiro?
2	Estudante B	O que tem menos água.
3	Estudante C	Tem algo dentro da água, sal?
	Pesquisadora	Então vamos utilizar o termômetro para verificar a temperatura em ambos os recipientes.
4	Pesquisadora	Os recipientes estão submetidos a uma mesma fonte de calor, digamos que a transferência de energia seja a mesma, porque apresentam temperaturas diferentes?
5	Estudante B	A temperatura em menos massa é maior.
6	Estudante C	Por exemplo, não dá para derreter ferro em um fogão, mas em uma fôrma dá, onde o calor ou a temperatura é maior.
7	Estudante E	Outro exemplo é se eu pegar uma folha fina de papel alumínio, facilmente consigo atingir a temperatura dela, mas se eu fizer uma bolinha grossa com o papel alumínio, vou precisar de mais calor ou uma chama mais forte para derreter.
8	Estudante A	Por conta da quantidade de água.
9	Estudante B	Quantidade de moléculas.
10	Pesquisadora	Vocês percebem que mais calor não indica necessariamente maior temperatura.
11	Estudante A	O recipiente com mais água precisaria de mais calor para ebulir ao mesmo tempo, se colocasse duas velas, poderia ser. O calor ia ser maior e ia evaporar mais rápido.
12	Pesquisadora	Qual a diferença entre calor e temperatura?
13	Estudante D	Calor é a massa de energia que passa em um objeto.
14	Estudante A	A temperatura é o grau de agitação das moléculas e o calor é a transferência de energia.
15	Pesquisadora	Quando a temperatura está alta tem mais calor?

16	Estudante C	Sim, geralmente é.
17	Pesquisadora	Quando entro em uma sala e falo que está calor, o que significa?
18	Estudante D	Que a temperatura está alta.

Fonte: A Autora (2021).

No experimento anteriormente descrito observamos a emergência do modo de pensar referente a zona empírica, quando o calor é associado a uma temperatura alta. Nessa perspectiva, o calor é apresentado como algo que pode ser medido em um termômetro. Na concepção do aluno, se um objeto está quente, provavelmente tem muito calor, e pode ser medido com um termômetro, que irá indicar que a temperatura está alta.

A emergência desse modo de pensar pode ser identificada na fala dos estudantes B, E, A, C e D, nos turnos 5, 7, 11, 16 e 18. Em uma das falas o estudante C, no turno 6, cita um exemplo fazendo uma associação ao fenômeno que ocorreu no experimento, e diz *“não dá para derreter ferro em um fogão, mas em uma fornalha dá, onde o calor ou a temperatura é maior”*. Nessa mesma fala, o estudante trata calor e temperatura como sinônimos.

Posteriormente, o estudante A, no turno 11, diz que o recipiente com mais água precisa de mais calor para que comece o processo de ebulição em relação ao recipiente que tem menos água. Além disso, sugere colocar duas velas no recipiente que contém mais água. No turno 16, o estudante C afirma que calor, geralmente, é sinônimo de temperatura alta. Nesse contexto, para os alunos, a temperatura da água não depende apenas da energia que é transferida, mas também da quantidade de água que ocupa o recipiente, já que mais massa de água precisaria de mais calor para ser aquecida de forma mais rápida.

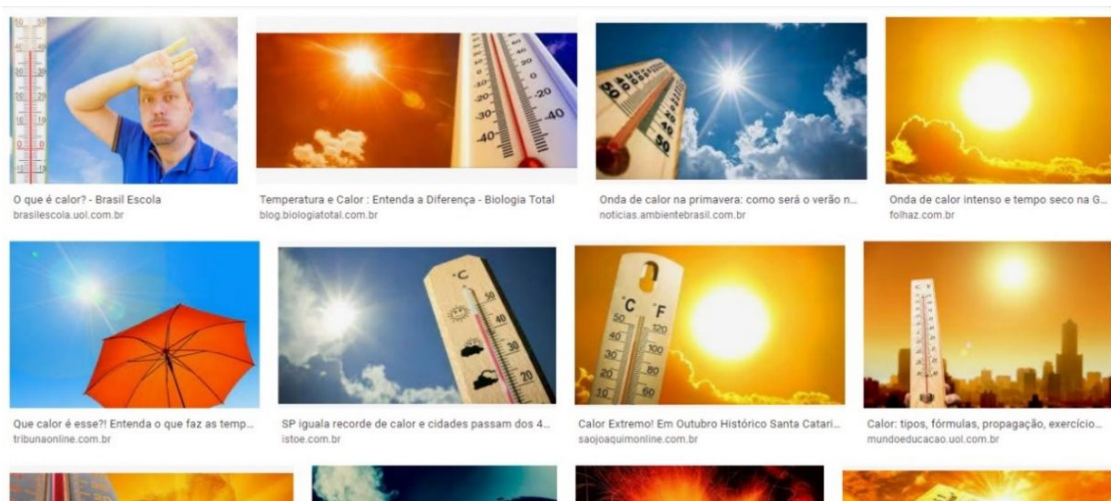
De acordo com as ideias dos estudantes, os recipientes ou ambientes que se encontram em menor temperatura apresentam uma menor quantidade de calor. Essas associações feitas entre calor e temperatura mostram a forma como lidamos com o conceito de calor em situações cotidianas, a partir da noção de que o calor é algo que poderia ser medido em um termômetro. É muito comum e aceitável associarmos o calor a sensação de quente e a altas temperaturas, de modo que o frio é associado a ausência de calor e temperatura baixa. Geralmente a percepção é de que existem dois conceitos distintos e contrários. Essa concepção é utilizada independentemente do nível de escolarização do indivíduo. Utilizarmos o termo “está calor” em ambientes

em que a temperatura está alta, ou após realizarmos atividades físicas (ARAÚJO, 2014).

Nesse experimento emergiu na sala, a partir da fala dos alunos, a concepção de calor associado a altas temperaturas. Nessa linha de raciocínio, em um ambiente em que a temperatura está baixa, o calor é pouco ou inexistente. Contudo, se analisarmos esse modo de pensar a partir da ótica científica, percebemos que a transferência de energia também ocorre em ambientes de baixa temperatura, já que ela a energia está sendo transferida entre corpos de diferentes temperaturas. E isso é interessante, pois mesmo os estudantes definindo, em algumas falas, o conceito de calor a partir de uma visão científica, no cotidiano ele não associa o calor a temperaturas baixa, pois, a ideia de calor relacionado a altas temperaturas tem um importante valor pragmático e é utilizado de modo espontâneo em alguns contextos.

Se pensarmos nessa zona e nessa concepção do conceito de calor, podemos imaginar o quão difícil seria utilizar um modelo por mudança conceitual e tentar retirar tais ideias de situações cotidianas. É um modo de pensar tão enraizado na sociedade que ferramentas como o Google utilizam imagens do Sol e termômetros para ilustrar o conceito de calor. A Figura 11, a seguir, apresenta resultados de imagens em uma pesquisa da palavra calor no *Google*.

Figura 11 - Resultados da pesquisa da palavra calor no *Google*



Fonte: <https://www.google.com> (2021).

Nota: Acesso em 03 de junho de 2021.

Discussões como essa nos fazem enxergar o quanto esses modos de pensar se tornam significativos em situações do cotidiano. Associar o calor a temperatura é

algo histórico-cultural e a maioria das pessoas não tem consciência de que esses conceitos abrangem em si uma compreensão não científica quando são discutidas no senso comum em situações cotidianas. Importante destacar que a sala de aula pode ser o ambiente no qual o estudante pode tomar consciência dessas relações entre formas de falar, modos de pensar e contextos de aplicação.

Atualmente, a Ciência tem explicado os conceitos de calor e temperatura de uma forma diferente, fazendo uma distinção entre tais conceitos. A temperatura é uma propriedade intensiva, ou seja, não depende da massa da amostra. Então, se formos medir a temperatura da água, o valor obtido será o mesmo se colocarmos o termômetro dentro de uma panela com água ou apenas em uma pequena amostra em um copo. Já o calor é uma propriedade extensiva e depende da quantidade de massa do sistema. Quanto maior a massa, maior será a quantidade de energia transferida.

6.1.3 Resultados referentes ao experimento da zona substancialista (calor como substância)

Neste experimento trabalhamos com os estudantes o conceito de calor a partir de uma visão substancialista. Eles foram conduzidos a pensar o conceito de calor como algo material, como um fluido ou quase fluido que transita como facilidade entre os corpos. Para a abordagem materialista do calor utilizamos um isqueiro, uma colher e uma vela. Os recortes das falas estão descritos no Quadro 5, a seguir. O objetivo desse experimento foi levantar uma discussão entre estudantes sobre os diferentes modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de calor, a partir da ideia materialista desse conceito, com ênfase na zona substancialista do conceito de calor.

Quadro 5 - Episódio referente ao terceiro experimento (zona substancialista).

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	O que vai acontecer aqui quando eu acender o isqueiro?
2	Estudante B	Vai derreter, as moléculas vão se mover, se separarem.
3	Estudante F	A vela vai derreter por causa do calor.
4	Estudante A	Vai ocorrer uma transferência de calor. A chama do isqueiro vai aquecer a colher e a colher vai aquecer a vela.
5	Estudante E	Vai aumentar a temperatura.
6	Estudante B	Vai esquentar a colher, e o calor do metal vai passar para a vela e ela vai derreter.

7	Estudante C	Vai esquentar.
8	Pesquisadora	O que o calor faz com as moléculas?
9	Estudante D	Agita, faz elas se separarem.
10	Estudante A	E interessante pensar também como esse fluxo do isqueiro está sendo formado, a faísca da pedra se junta com o gás e faz fogo.
11	Pesquisadora	Quando eu retirar o isqueiro debaixo o que irá acontecer?
12	Estudante A	Vai se solidificar de novo.
12	Estudante C	Vai diminuir a temperatura.
14	Estudante D	Perde calor para o meio.
15	Pesquisadora	Vocês já pensaram o calor como uma substância, algo material, uma espécie de fluido capaz de entrar e sair dos corpos com facilidade. No exemplo do experimento mesmo, quando eu acendo o isqueiro embaixo da colher a energia é transferida para o metal, fazendo a parafina derreter. Mas se eu apagar o isqueiro a parafina vai voltar a se solidificar. Como se o calor tivesse entrando e saindo desse material com facilidade, como se fosse um fluido.
16	Estudante B	Não, nunca tinha pensado.
17	Estudante E	Eu penso o calor como uma fonte de energia, se essa fonte acabar a temperatura vai diminuir.
18	Estudante B	Não, nunca tinha pensado. Mas agora sim.
19	Pesquisadora	E agora vocês conseguem pensar dessa forma?
20	Estudante C	Sim, porque a senhora falou aí agora.
21	Pesquisadora	Quando, por exemplo, alguém fala que vai tomar um banho para “tirar o calor do corpo”
22	Estudante B	A sensação é de que o calor vai diminuir.
23	Estudante E	Sim, é o seguinte, quando você toma banho, sai do banheiro e fecha porta. Quando entra outra pessoa o banheiro vai tá abafado. Como se a pessoa deixasse o calor.
24	Estudante B	E em aulas de química, quando pedem por exemplo, para calcular a quantidade de calor?
25	Estudante D	Sim, por conta da palavra quantidade.
26	Pesquisadora	Como vocês pensam o calor como transferência de energia?
27	Estudante D	Pode ser por radiação ou ondas eletromagnéticas.
28	Pesquisadora	Vocês já ouviram falar em calor humano. O que é?
29	Estudante A	Já sim, é o calor transmitido de um humano para outro, por contato físico ou não, pode ser de perto também quando tem uma aglomeração de gente, você sente mais abafado, mais calor.
30	Pesquisadora	E o fogo, vocês acham que ele é algum tipo de calor?
31	Estudante C	É uma fonte de calor.

Fonte: A Autora (2021).

Nesse experimento buscamos apresentar o modo de pensar substancialista, de forma a verificar a sua emergência na fala dos alunos. O estudante A, no turno 4, diz que *“vai ocorrer uma transferência de calor. A chama do isqueiro vai aquecer a colher e a colher vai aquecer a vela”*. O estudante se refere ao calor como algo que pode ser transferido e que está contido nos corpos. Essa concepção é bastante semelhante às de Leucipo (530-430 a.C.) e Demócrito (460-370 a.C.), em que o calor era compreendido como átomos móveis escapando de corpos muito quentes (GUAYDIER, 1984 *apud* SOUZA, 2007). Essa semelhança está na ação do calor em escapar dos corpos o que atribui ao conceito uma natureza material.

No turno 17 o (a) estudante E se refere ao calor como uma fonte de energia, e que se essa fonte acabar a temperatura vai diminuir. Para esse aluno o calor está contido na chama da vela, ou seja, no fogo. Este mesmo pensamento é compartilhado pelo estudante C, no turno 31, ao afirmar que o fogo é uma fonte calor. Já no turno 23 o estudante A diz que realmente o calor é pensado como substância e então cita o seguinte exemplo *“Sim, é o seguinte, quando você toma banho, sai do banheiro e fecha porta. Quando entra outra pessoa o banheiro vai tá abafado. Como se a pessoa deixasse o calor”*. Na fala dos estudantes percebemos que o substancialismo está disperso em várias falas no cotidiano de modo que nem sempre percebemos.

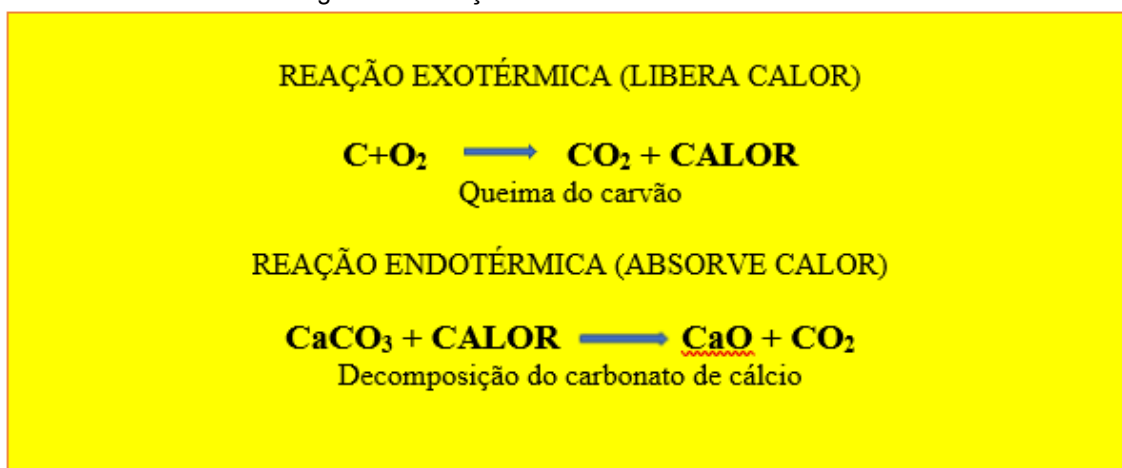
O estudante D, no turno 25, confirma que o termo “quantidade de calor” traz consigo uma ideia materialista desse conceito, mesmo sendo um termo utilizado em aulas de Física e Química. De fato, a ideia substancialista também está presente em materiais didáticos disponíveis na literatura, como no livro *Princípios de Química*, de Atkins e Jones (2012), no qual encontramos a seguinte definição para o conceito de calor:

Calor é um termo comum que em termodinâmica tem um significado especial. Em termodinâmica, o calor é a energia transferida em consequência da diferença de temperatura. A energia flui na forma de calor, de uma região de temperatura alta para uma região de temperatura baixa. Portanto, em um sistema cujas paredes não são isolantes, se o sistema está mais frio do que na vizinhança, a energia flui da vizinhança para o sistema (ATKINS; JONES, 2012, p. 243).

Percebemos que no trecho os autores definem o calor como a energia que flui de uma região de maior temperatura para uma de menor temperatura. Ainda, em referência ao contexto científico, o substancialismo está disperso em falas como

absorção e liberação de calor ou quando falamos em um calorímetro, aparelho utilizado para medir a quantidade de calor envolvida em uma mudança de estado físico. É muito comum também ver em materiais didáticos questões em que o professor pede a “quantidade de calor” de uma reação. Em alguns casos a palavra calor é colocada em uma reação, o que fortalecem ainda mais a concepção de que o calor é uma substância. Um exemplo são as reações exotérmicas e endotérmicas, apresentadas em livros didáticos, artigos e vídeos disponíveis na literatura. Na Figura 12 podemos observar que a palavra calor é utilizada na reação de forma proporcional as outras substâncias, então, se em aulas de Química o aluno aprende que uma reação é composta por reagentes e produtos (substâncias), ao ver ilustrações como essa, podem associar o calor a uma substância.

Figura 12 - Reações exotérmicas e endotérmicas



Fonte: A Autora (2021).

Retomando a análise das falas, percebemos que mesmo o estudante definindo o conceito de modo científico o substancialismo continua sendo utilizado, como na fala do estudante D, no turno 27, que define calor como transferência de energia associando-o a liberação de radiação e a ondas eletromagnéticas.

Identificamos ainda o modo de pensar substancialista no turno 14, quando o estudante D diz que a parafina vai se solidificar de novo porque ela “*perde calor*” para o meio. Percebemos, então, que mesmo a Ciência afirmando que o calor não está contido nos corpos essa ideia coexiste em algumas falas, usadas em contextos científicos e não científicos. Então, se algo está sendo transferido de um lugar para outro significa que esse algo já existia no seu lugar de origem (CORREIA; LIMA;

MAGALHÃES, 2008). Essa ideia também foi identificada no turno 29, na fala do estudante A quando ele diz: *“o calor humano é o calor transmitido de um humano para outro, por contato físico ou não, pode ser de perto também quando tem uma aglomeração de gente, você sente mais abafado, mais calor”*. Ele cita o calor como algo que está presente em nosso corpo e que pode ser transmitido por contato físico ou não, e isso se remete a ideia de calor como algum tipo de fluido que fica disperso no ar quando muitas pessoas estão juntas.

O valor pragmático do pensamento substancialista está em que, apesar de ser um modo de pensar negado pela cultura científica moderna, sobrevive em falas e práticas da Ciência e da Tecnologia, em termos como: “calor latente de fusão” e “capacidade calorífica” o que pode confundir os alunos no processo de aprendizagem (AMARAL; MORTIMER, 2001). Por isso é tão importante a inserção da teoria dos perfis conceituais em aulas de Ciências, pois conhecendo os diferentes modos de pensar um determinado conceito, o aluno poderá conhecer também as limitações existentes no próprio campo científico, de modo que elas deixem de ser obstáculos de aprendizagem. Isso é modelar a heterogeneidade dos diferentes modos de pensar e formar de falar conceitos científicos, como proposto por Mortimer (1990).

Então, mesmo quando os professores apresentam aos alunos a ideia de calor como transferência de energia eles podem pensar nesse conceito como um tipo de fluido ou massa que pode ser transferido de um corpo para outro. Segundo Erickson (1985 *apud* AMARAL; MORTIMER, 2001), quando estudantes pensam o calor como transferência de energia acabam associando esse conceito a uma substância e utilizam termos como “fumaça”, “raios”, “ondas”, “massa de ar quente”, “fluido”, isso é muito comum quando, por exemplo falamos do ‘calor do sol’ quando nos referimos aos raios UVA e UVB.

Nesse sentido, é importante compreender o conceito de substância, que também é polissêmico e pode visto a partir de diferentes perspectivas. A partir de uma perspectiva racionalista, as substâncias podem ser identificadas por meio de suas propriedades consideradas bem definidas (SILVA, 2011). O calor não tem ponto de fusão e ponto de ebulição como a água, por exemplo. Então, mesmo utilizando concepções prévias, é importante ter em mente esse tipo de compreensão.

6.1.4 Resultados referentes ao experimento da zona animista (calor como movimento)

Para a discussão dessa zona, construímos um barquinho movido à vela com o intuito de apresentar o modo de pensar o calor como movimento. Nas falas, como mostra o Quadro 6, observamos que para os alunos o calor está diretamente associado ao movimento e à vida. O objetivo desse experimento foi levantar uma discussão acerca da ideia animista do conceito de calor, nesta zona utilizamos a concepção de calor como movimento, proposto por Araújo (2014).

Quadro 6 - Episódio referente ao quarto experimento (zona animista).

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Vocês conseguem pensar no calor como algo capaz de conceder vida?
2	Estudante B	Sim, as plantas mesmo precisam de calor para poder crescer.
3	Estudante C	Na pré-história mesmo, o calor mantinha a vida.
4	Estudante D	Temos o exemplo da galinha, quando tá chocando ela precisa de calor para ajudar na formação do embrião.
5	Pesquisadora	E o calor como algo que gera movimento?
6	Pesquisadora	Observem esse barquinho.
7	Estudante A	Sim, como as locomotivas, máquinas a vapor, maria fumaça...
8	Estudante B	Aqueles balões.
9	Estudante B	Parece um motorzinho.
10	Estudante D	Parece aquelas caravanas de barco a vapor.
11	Pesquisadora	O que acontece se eu apagar a vela?
12	Estudante A	O barco vai parar.
13	Pesquisadora	Qual a função do calor nesse experimento? Vocês veem o calor como movimento?
14	Estudante B	No barco a vapor, substâncias são queimadas para gerar calor.
15	Estudante A	Movimentação da massa de ar e aquecimento do material que pode estar tendo um choque térmico da massa de ar da água, com o fogo que tá vindo da vela.
16	Estudante D	Sim.
17	Estudante C	Movimentação.
18	Estudante B	O calor como gerador de movimento.
19	Estudante C	Quando a senhora falou em calor como algo capaz de conceder vida,

		isso me fez pensar em uma pessoa com hipotermia que precisa de calor para não morrer. E se alguém der um abraço nela pode ajudar.
--	--	---

Fonte: A Autora (2021).

Na discussão entre os estudantes identificamos tanto o animismo, proposto por Amaral e Mortimer (2001), como também a concepção proposta por Araújo (2014), em que o calor é associado ao movimento. Nessa perspectiva, observamos que tanto as concepções de Amaral e Mortimer (2001) como também as de Araújo (2014) acabam se unificando e quando se fala em movimento. Pudemos identificar também a ideia de vida. Ou seja, no meio científico as moléculas contidas em um corpo muito quente se movem como se estivessem vivas. Quando compreendemos o calor como movimento percebemos também as ideias animistas associadas.

No início da fala, quando perguntamos aos alunos se eles veem o calor como algo capaz de conceder vida, eles afirmam que sim, e trazem respostas justificadas por fenômenos que ocorrem em diferentes contextos. O estudante B, no turno 2, traz a ideia do calor como algo fundamental para a manutenção da vida das plantas. Já no turno 3 o estudante C cita que na pré-história o calor mantinha a vida, ou seja, naquele período o calor seria um dos poucos recursos que o homem tinha para proteção do frio e de predadores, e isso acontecia antes mesmo da descoberta do fogo, quando em dias de baixa temperatura eles ficavam agrupados para se sentirem mais aquecidos. Podemos identificar isso como uma característica ontológica dos seres vivos, já que os humanos utilizam esse fenômeno de forma instintiva, algo próprio do indivíduo, de forma semelhante com o que ocorre com outros animais.

O estudante D cita o exemplo da galinha, fazendo emergir uma concepção da zona animista, quando diz o seguinte: *“Temos o exemplo da galinha, quando tá chocando ela precisa de calor para ajudar na formação do embrião”*. Nessa fala podemos identificar que o aluno apresenta pensamento voltado para o contexto da pecuária, de quem trabalha em ambientes como granjas. Para essas pessoas manter os ovos em temperatura ideal é essencial para o nascimento dos pintinhos ou mesmo para a manutenção da vida. Durante a noite, os donos de granjas costumam aquecer esses animais para que não morram com a baixa temperatura. Podemos perceber como o animismo apresenta um alto valor pragmático em determinados contextos, talvez esse agricultor ou dono de granja não saiba definir o conceito de calor de modo científico, mas sabe a importância do calor no processo de fecundação do embrião e

também para sobrevivência dos filhotes e, por isso, sabe que é preciso planejar um sistema de aquecimento.

Ainda relacionada a concepção animista proposta por Amaral e Mortimer (2001), o estudante C, no turno 19, diz o seguinte: *“Quando a senhora falou em calor como algo capaz de conceder vida, isso me fez pensar em uma pessoa com hipotermia que precisa de calor para não morrer. E se alguém der um abraço nela, pode ajudar”*. Na concepção dessa estudante, naquele momento de emergência médica o calor seria fundamental para que aquela pessoa sobrevivesse. É um modo de pensar que também pode emergir no contexto profissional, podendo ser utilizado por trabalhadores da saúde em casos de hipotermia, no qual esses profissionais tendem a buscar formas de fornecer o calor que o paciente necessita.

No contexto animista apresentado por Amaral e Mortimer (2001), a atribuição de vida pode ser feita ao calor como uma entidade que se movimenta por suas próprias forças. Na natureza é isso que acontece, sem o calor a vida na terra não seria possível. Nessa zona o contexto animista é bastante semelhante ao substancialista, de modo que no animismo o calor é apresentado como uma substância viva. O caráter anímico do conceito de calor foi impregnado baseado nas ideias do fogo como uma substância viva. A fantasia animista persiste até os dias de hoje como a de moléculas de vida para se entender as relações entre o vivente e o inerte (AMARAL; MORTIMER, 2001, p. 5). De acordo com essa perspectiva o calor é visto como uma substância viva que entra na matéria dando-lhe vida e movimento.

Em seguida começamos a discutir o conceito de calor a partir da visão animista utilizando o experimento. Após apresentar o barco funcionando, no turno 5, perguntamos se eles conseguem imaginar o calor como algo capaz de fazer algumas coisas se movimentarem. Eles responderam que sim e associaram esse modo de pensar a motores de modo em geral, citando exemplos de barcos a vapor e balões de ar quente, se referindo a vários tipos de máquinas térmicas. Ao perguntar o que aconteceria se apagássemos a vela, eles me respondem que o barco pararia já que nesse experimento o calor tem a função de gerar movimento, como cita o estudante B, no turno 18. O estudante B, no turno 14, diz que no barco a vapor substâncias são queimadas para gerar o calor e conseqüentemente fazê-lo se movimentar.

A ideia de calor associado ao movimento possui um alto valor pragmático, tanto no contexto profissional quando no cotidiano. Essa ideia de calor associado ao movimento é bastante utilizada em áreas como mecânica, principalmente quando se

trabalha com motores. O mesmo fenômeno ocorre em nosso corpo, e é muito comum sentirmos muito calor após praticarmos algum exercício físico. Essas e tantas outras experiências vivenciadas no cotidiano auxiliam aos indivíduos a construírem ideias acerca dos conceitos, são ideias não científicas utilizadas para explicar e resolver problemas cotidianos.

O calor associado ao movimento também é bastante utilizado no campo científico, quando trabalhamos em sala de aula as mudanças de estados físicos da matéria, de modo que, quanto mais calor maior será o grau de agitação molecular. Pádua, Pádua e Martins (2009) citam uma definição para o conceito de calor, em que é perceptível a estreita relação entre calor e movimento.

Atualmente uma definição mais precisa de calor em Termodinâmica seria: o calor é uma forma de energia que escoa através das fronteiras de um sistema durante uma mudança de estado ou em virtude de uma diferença de temperatura entre o sistema e suas vizinhanças, fluindo de um ponto à temperatura mais alta para outro à temperatura mais baixa. Em termos moleculares, calor é a transferência de energia associada ao movimento caótico das moléculas (PÁDUA; PÁDUA; MARTINS, 2009, p. 4).

Para Souza (2007) algumas concepções sobre a natureza do calor atribuem um caráter anímico a matéria. De modo que, o calor é interpretado como um atributo dos materiais que pode manifestar “vontade” quanto a sua transferência. O experimento apresentado para a explicação desse modo de pensar foi bem explícito quanto ao que almejávamos: expor o uso de máquinas térmicas. Isso deixa perceptível a ideia do calor associado ao movimento, já que sem o “calor da vela” o barquinho não se moveria. Pensar o calor como movimento ou uma entidade capaz de conceder vida não é algo distante de nossa realidade, ao discutir essa ideia com os estudantes percebemos que se trata de uma concepção bastante comum e usual no cotidiano.

Nessa percepção animista (calor como movimento) o calor também é entendido como energia. Em alguns materiais didáticos a energia é definida como a “capacidade de realizar trabalho”, como mostra Arias (2002; 2005). E na perspectiva animista, o calor é visto como algo capaz de gerar movimento, de modo que o movimento é o trabalho. Essa percepção faz relação com umas das zonas propostas por Simões Neto (2016), “Energia como Movimento”. Para Simões Neto (2016) p. 208 é bastante recorrente a associação feita entre o movimento e a energia, em um pensamento que

pode ser resumido na seguinte expressão: “Todo corpo que está em movimento, possui energia. Todos os corpos que não estão em movimento não possuem energia”. E como percebemos na discussão do experimento do barquinho, essa mesma associação é feita com relação ao calor, o que em muitos momentos dá a ideia de que calor e energia são sinônimos.

Nesse mesmo sentido, o calor é visto como uma substância viva, fazendo referência a zona Utilitarista/pragmatista do perfil conceitual de substância proposto por Silva (2011). Nessa zona, as substâncias são compreendidas como algo útil para a manutenção da vida ou até mesmo da natureza como um todo (SILVA; NÓBREGA, 2017).

Destacamos também, que nesta zona houve um maior direcionamento com os estudantes, em relação a concepção de calor relacionado a vida. Visto que, iniciamos a discussão perguntando se os estudantes pensavam o calor como algo capaz de conceder vida, diferente dos outros experimentos, onde o direcionamento não foi tão direto.

6.1.5 Resultados referentes ao experimento da zona racionalista (calor como energia)

Neste experimento discutimos com os alunos o modo de pensar o calor como energia em trânsito. Para isso, utilizamos uma fonte de calor, uma colher e água. Após colocar a colher dentro do recipiente com a água, em aquecimento, perguntamos aos estudantes o que iria acontecer com ela. Então, eles apresentaram algumas ideias acerca desse fenômeno, apresentadas no Quadro 7. O objetivo desse experimento foi levantar uma discussão dos diferentes modos de pensar o conceito de calor, com ênfase na zona racionalista do perfil conceitual de calor.

Quadro 7 - Episódio referente ao quinto experimento (zona racionalista).

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Eu vou colocar uma colher dentro da água quente, o que vai acontecer com a colher?
2	Estudante B	Vai esquentar.
3	Estudante A	Vai haver uma transferência de calor.
4	Estudante C	A energia vai ser transferida da vela para água e da água para a colher.

5	Estudante D	Ela vai ficar quente por conta da temperatura alta. Ela vai absorver o calor.
6	Estudante B	Vai esquentar por conta da transferência de energia.
7	Estudante C	O Calor vai ser transmitido da água para a colher.
8	Pesquisadora	Nesse caso está ocorrendo uma transferência de energia por condução.
9	Pesquisadora	O que seria a transferência de energia e como essa transferência ocorre?
10	Estudante B	Pode ser por radiação ou ondas eletromagnéticas. Vou citar o exemplo da vela, a transferência pode ser pela massa de ar que tá sendo aquecida que passa para a água e depois vem para a colher. Pode ser pela massa de ar ou pelas ondas eletromagnéticas da radiação.
11	Estudante D	Um exemplo é a energia solar que pega a radiação do sol.

Fonte: A Autora (2021).

Neste último experimento buscamos discutir as ideias apresentadas na zona racionalista do perfil conceitual de calor, que é calor como energia em trânsito. Identificamos esse modo de pensar nos turnos 4, 6 e 8, quando os estudantes explicam o fenômeno utilizando as seguintes frases: “*A energia vai ser transferida da vela para água e da água para a colher*”. “*Vai esquentar por conta da transferência de energia*”. Nesse caso está ocorrendo uma transferência de energia por condução. Nestas falas os alunos se referem ao conceito de calor como a energia que transita entre os corpos. Um ponto importante desse experimento é o fato de que, se a colher estiver no fundo no recipiente, a transferência de energia vai ocorrer da vela diretamente para colher, já que a água possui maior calor específico, quando comparado ao alumínio.

Quase sempre, durante a discussão do último experimento, os alunos se referiam ao calor em associação ao conceito de energia. Na análise das falas identificamos que alguns estudantes não conseguem distinguir calor e energia. Esses dados apontam também para o fato de que mesmo que os estudantes tenham uma certa compreensão da ideia científica do conceito de calor eles continuam utilizando suas concepções prévias, que quando não associadas as ideias científicas, podem

confundi-los.

Se pensarmos em falas em contexto científico, realmente existe uma confusão entre os conceitos de calor e energia. Se um professor diz ao aluno que o calor é a transferência de energia, na percepção desse aluno o calor é a energia propriamente dita, pois é aquilo que está sendo transferido. É, em nossa visão, realmente é muito difícil entender que o calor seja associado ao processo de transferência de energia em corpos com diferença de temperaturas. As pessoas o utilizam como sensação térmica, vida, movimento, substância e não se prendem apenas em sua definição científica, mesmo tratando-se de um pesquisador experiente e com conhecimento em termodinâmica.

Quando em suas falas os estudantes dizem “calor é energia” ou “perda de energia” se referem a esse conceito como sinônimo de energia se remetendo a concepção substancialista de energia que faz parte da zona substancialista do perfil conceitual de energia proposto por Simões Neto (2016), quando o autor apresenta energia como algo material ou quase material. Durante a aplicação e discussão do experimento essa ideia pôde ser identificada em frases como: *“Calor é a massa de energia que passa em um objeto”*. Desse modo, ao analisar as concepções racionalistas presente nas falas dos estudantes, percebemos também a presença do substancialismo, isso porque pode existir um obstáculo em compreender o calor como “transferência de energia” e identificar que o calor é o processo e não a energia. Isso acarreta em uma confusão entre os conceitos de calor e energia.

Na identificação das falas observamos a complexidade do conceito de calor e como os significados são construídos a partir de percepções e diferentes experiências. Existe uma forte ligação entre o conceito e três das zonas propostas por Silva e Amaral (2001) sendo as zonas: realista, empírica e substancialista, isso porque são as concepções mais utilizadas em discussões no cotidiano, já as outras zonas: Animista (Calor como movimento) são mais utilizadas no campo profissional e científico.

Durante as falas dos estudantes em meio a aplicação dos experimentos, pudemos identificar também a presença de outros modos de pensar, que compõem outras zonas do perfil conceitual de calor, com isso percebemos, que não utilizamos esses modos de pensar e formas de falar de maneira isolada, em uma mesma fala, podemos abranger diferentes zonas, esse processo híbrido identificado durante a discussão dos experimentos será apresentado a seguir.

6.2 Enriquecimento do Perfil Conceitual

O enriquecimento do perfil conceitual de calor vai ocorrendo ao decorrer da discussão dos experimentos, a partir do momento de formas de falar associadas a modos de pensar científicos vão emergindo. Isso porque quando os estudantes expressam um determinado modo de pensar acabam ampliando sua visão acerca do conceito, começando a construir novos significados, referentes às demais zonas do perfil conceitual.

É importante salientar que nem todos os modos de pensar identificados ao longo da discussão foram construídos naquele momento da aplicação, contudo, os experimentos foram de grande importância para que os estudantes comesçassem a utilizá-los e a pensar o conceito de calor com maior reflexão, abrangendo esses diferentes significados, atribuídos ao longo da história das Ciências e da humanidade.

Observamos no primeiro experimento que em alguns momentos, durante a discussão, indícios de uma tomada de consciência e a emergência de diferentes modos de pensar, tendo sido possível identificar, também, o enriquecimento do perfil conceitual do estudante. É possível identificar indícios de enriquecimento, com o surgimento da zona realista, no turno 29, quando perguntamos e eles já teriam vivenciaram alguma situação do cotidiano, em que utilizam a sensação térmica, para indicar calor. O estudante A, no turno 30, faz a seguinte pergunta: *“Febre vale? Para saber se está com febre ou não, para indicar o calor do corpo”*. Nesse momento, o estudante passa a utilizar o modo de pensar calor como sensação térmica e pergunta se o seu raciocínio está coerente com a concepção apresentada. Aqui ocorre o enriquecimento pois o estudante identifica uma nova concepção, a sua dúvida com relação ao seu exemplo pode indicar que ela estava construindo aquele modo de pensar naquele momento.

Essa é uma zona bastante usual no cotidiano e apresenta alto valor pragmático, ou seja, possivelmente os estudantes já tenham várias concepções prévias formadas, em relação ao calor e sensação térmica, em experiências como, por exemplo, tocar em uma barra de ferro que esteja ao ar livre e exposta ao sol. Essa e tantas outras experiências podem influenciar no processo de enriquecimento. Contudo, geralmente no cotidiano, as pessoas não relacionam o calor diretamente as sensações térmicas, elas simplesmente afirmam “calor é quente”, sem necessariamente compreender o conceito de sensação térmica. Desse modo, no experimento da zona realista

trabalhamos o conceito de calor diretamente relacionado a sensação térmica, de modo que os dois modos de pensar são identificados e o estudante começa a ter acesso a esse novo modo de pensar (calor como sensação térmica).

No segundo experimento, há também possíveis indícios do enriquecimento da zona empírica, quando, por exemplo, no turno 11 o estudante A, fala “*O recipiente com mais água precisaria de mais calor para ebulir ao mesmo tempo, se colocasse duas velas, poderia ser. O calor ia ser maior e ia evaporar mais rápido*”. Identificamos também o enriquecimento no turno 16, quando o estudante C afirma “*temperatura alta é sinônimo de mais calor*”, o enriquecimento ocorre, pois, ele passa a utilizar um modo de pensar anteriormente não utilizado.

Já no terceiro experimento, o enriquecimento ocorre quando o estudante B no turno 18, afirma que nunca havia pensado o calor como substância, mas após a discussão conseguiu identificar esse modo de pensar. É uma visão que apesar de emergir de forma recorrente durante as falas dos estudantes, inclusive em outros experimentos, pode ser compreendido de forma subjetiva, ou seja, nem sempre quando o indivíduo fala em calor como uma substância ele consegue identificar essa concepção.

No quarto experimento, podemos identificar o enriquecimento da zona animista (calor como movimento). Sabemos que apesar dos estudantes já utilizarem esse modo de pensar no cotidiano, o experimento lhes ajudou a ter uma melhor compreensão acerca desse modo de pensar, além de poder observar sua utilização no cotidiano. É possível observar também o enriquecimento da ideia animista quando o calor relacionado a vida, o episódio acontece no turno 19 quando o estudante C afirma, “*quando a senhora falou em calor como algo capaz de conceder vida, isso me fez pensar em uma pessoa com hipotermia que precisa de calor para não morrer. E se alguém der um abraço nela pode ajudar*”. Aqui, podemos observar a afirmação da aluna que o modo de pensar surgiu após a discussão. Veja que o estudante afirma que sua ideia surgiu após um turno de fala da pesquisadora.

Em todos os episódios podemos identificar o surgimento das zonas do perfil conceitual, esse processo ocorre de forma interligada a emergência das zonas e o processo de tomada de consciência, que juntos formam a dimensão da aprendizagem. Inclusive, um mesmo experimento pode possibilitar o enriquecimento de mais de zona, formando então o discurso híbrido das diferentes zonas.

6.3 Discurso híbrido das diferentes zonas

O termo híbrido vem do termo grego *hybris*, que significa mestiçagem remete a mistura de coisas de ordens distintas⁶. É possível estabelecer ligações entre os termos híbrido e mestiço e híbrido e heterogêneo. No primeiro caso, existem algumas controvérsias nas ciências sociais entre qual melhor termo deve ser utilizado ao se referir ao ato de misturar: hibridismo ou mestiçagem (MADEIRA, 2010).

Como podemos perceber, na metodologia de nossa pesquisa e ao decorrer da discussão, o foco de cada experimento era fazer emergir uma determinada zona, contudo, durante as falas podemos identificar também a emergência de outros modos de pensar, em experimentos que não foram pensados para emergir determinada zona, ou seja, várias zonas podem e vão emergir na discussão de um mesmo experimento. Isso acontece, pois, mesmo tratando-se de zonas distintas elas não estão separadas, não são categorias isoladas, mas representações de concepções distintas acerca de um mesmo conceito, e isso as unem. Durante a aplicação dos experimentos, discussão e análise dos dados, percebemos a ligação existente entre cada zona, de modo que uma mesma fala pode emergir mais de um modo de pensar. Identificamos a emergência de mais de uma zona em cada um dos experimentos.

No primeiro experimento, além da zona realista, identificamos também a emergência de outras zonas, como por exemplo a zona racionalista (turnos 7, 8 e 9), quando os estudantes D, B e C associam o calor ao conceito de energia nas seguintes falas. *“É o movimento das moléculas, por determinado tipo de energia em determinado corpo. A movimentação dos átomos.” “Energia”. “A perda de energia, eu acho”*. Ainda no turno 8 o estudante B emerge também a zona animista, quando associa o calor ao movimento.

Já no turno 15, o estudante E associa o calor a temperatura, havendo assim a emergência da zona empírica, devido a utilização do termômetro no experimento. Essa mesma zona pode ser observada no turno 36, quando o estudante D diz que o alumínio preserva a temperatura. Esse experimento promoveu aos estudantes uma rica discussão do conceito de calor, principalmente acerca da ideia de sensação térmica, que ocorreu devido seu alto valor pragmático, pois associar o calor ao quente é algo que faz parte de nossa cultura, as pessoas geralmente não pensam no calor

⁶ Retirado de Origem da palavra. Disponível em: <https://origemdapalavra.com.br/?s=h%C3%ADbrido>. Acesso em 09 de novembro de 2021.

quando tocam em um objeto gelado, não sendo usual exprimir que está calor quando estamos em um ambiente com baixa temperatura. São ideias como essas que acabam ligando o realismo ao empirismo, se no modo de pensar realista o calor pode ser sentido, na zona empírica ele pode ser medido. Em uma zona temos o calor associado a sensação de quente e na outra ele é associado a temperatura alta, e esse fato faz com que em alguns turnos elas emergjam em uma mesma fala.

Ainda no primeiro experimento, no turno 27, o estudante E traz a seguinte fala quando questionamos sobre a existência ou não da transferência de frio. *“De frio não, mas de energia eu posso dizer, por que o calor é uma fonte de energia, já o frio pode ser considerado a perda de uma determinada energia. Um exemplo pode ser o corpo humano, quando ele está vivo os órgãos ficam funcionando e ele tem uma temperatura maior do que determinado ambiente ou se regularizar, já quando a pessoa morre os órgãos esfriam e a temperatura fica mais baixa, é a perda de energia”*. Identificamos que, em sua fala, o estudante E traz a ideia de que o calor está presente em corpos vivos e inexistente nos cadáveres, pois esses apresentam baixa temperatura. Esse modo de pensar condiz com as ideias expostas na zona animista. Há também nessa fala a emergência da zona substancialista, quando o estudante E se refere ao calor como uma fonte de energia. Já no turno 31, o estudante C fala do calor como algo que pode ser conduzido, ideia que pode ser associada a uma visão substancialista do calor. Nessa mesma fala, identificamos também a emergência da zona racionalista, no momento em que o estudante associa o calor a energia.

No segundo experimento, passando para discussão da zona empírica, observamos também a emergência dos modos de pensar racionalista e substancialista. Quando no turno 12 perguntamos a diferença entre calor e temperatura e, no turno seguinte o estudante D diz que é a massa de energia que passa em corpo, ele se refere ao calor como algo material ao falar em *“massa de energia”*. E no turno 14 o estudante A traz em sua fala o calor como transferência de energia. Contudo, mesmo relacionando o calor a transferência de energia, podemos identificar a presença do substancialismo, quando se fala em “massa de energia” e o próprio conceito científico apresenta o calor como algo que pode ser transferido e isso contribui bastante para o enriquecimento da concepção substancialista.

Houve também a emergência de mais de uma zona no terceiro experimento, com foco na zona substancialista. Identificamos o modo de pensar animista, quanto o estudante B, turno 2, fala no movimento das moléculas causado pelo calor da vela e

também no turno 9, quando o estudante D fala que “*o calor agita as moléculas, faz elas se moverem*”. Nesse mesmo experimento, também identificamos a emergência da zona empírica quando os estudantes E e C nos turnos (5 e 13) falam em aumento e diminuição de temperatura.

No quinto experimento, zona racionalista, identificamos também a emergência de outras zonas, quando por exemplo no turno 3 o estudante A fala em “*transferência de calor*”, dando ao calor um caráter substancialista. Na fala do estudante C, turno 5, houve a emergência de duas zonas, empírica quando o estudante diz “*Ela vai ficar quente por conta da temperatura alta*”, e substancialista, quando ele fala em “*absorção de calor*”.

Observamos durante a aplicação dos experimentos que houve a ocorrência de um discurso híbrido da zona racionalista (calor como energia) em três dos experimentos aplicados, como mostra o Quadro 8.

Quadro 8 - Discurso híbrido da zona racionalista durante a aplicação dos experimentos

Experimentos	Falas dos estudantes associando o calor a energia
Experimento 1 Zona realista	“calor é energia” “É o movimento das moléculas, por determinado tipo de energia em determinado corpo. A movimentação dos átomos”. “A perda de energia, eu acho”. “A transferência de energia de um corpo para outro, do mais quente para o mais frio”. “calor é a transferência de energia.
Experimento 2 Zona empírica	“Calor é a massa de energia que passa em um objeto”. “A temperatura é o grau de agitação das moléculas e o calor é a transferência de energia.”
Experimento 3 Zona substancialista	Eu penso o calor como uma fonte de energia, se essa fonte acabar a temperatura vai diminuir.

Fonte: A Autora (2021).

Acreditamos que esse fato correu devido ao perfil conceitual dos estudantes, que já teriam adquirido alguns conhecimentos acerca da ideia de calor ao longo de sua trajetória escolar. Identificamos que, assim como eles associam o calor a temperatura alta, eles também apontam para o calor como energia. Se pensarmos essa ideia a partir da visão animista, quando eles associam o calor ao movimento, o trabalho é realizado pelo calor e não pela energia, existindo assim um discurso híbrido entre calor e energia, as ideias se juntam e formam um único conceito.

Quando se fala, por exemplo, em transferência de calor, essa frase faz emergir duas zonas do perfil conceitual de calor, a saber: (1) calor como uma entidade capaz de mover-se (calor como movimento); e (2) calor como algo que pode ser transferido “manuseado” (calor como substância). Isso torna ainda mais perceptível a multiplicidade de modos de pensar que envolve o conceito de calor. Em uma mesma definição apresentada pelo professor, o aluno pode associar a suas concepções prévias e enriquecer o seu perfil conceitual, e nesse ponto, torna-se importante a tomada de consciência, para que o aluno compreenda o que é científico, e o que é não científico, e em qual contexto deve utilizar.

6.4 Tomada de consciência dos diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de calor nas discussões

Nessa seção, identificaremos indícios de tomada de consciência da multiplicidade de modos de pensar e formas de falar, como apresentamos em nossa fundamentação, trata-se de um processo metacognitivo em que o aluno aprende a aprender, quando ele começa a refletir acerca de seus próprios conhecimentos. Desse modo, utilizamos os experimentos para que os estudantes pudessem refletir acerca de seus próprios conhecimentos, principalmente prévios, e como emergem nos diferentes contextos.

Ao tratarmos de um conceito polissêmico, como o de calor, várias concepções vão surgindo ao longo da discussão em diferentes contextos e aplicações, como pudemos observar nas falas dos estudantes durante a aplicação dos experimentos. O calor pode ser entendido como sensação térmica, temperatura alta, substância, movimento e energia, como apresentado no perfil conceitual proposto por Amaral e Mortimer (2001). Dentro de um mesmo indivíduo podem coexistir diferentes zonas de um perfil conceitual, cada indivíduo pode apresentar valores pragmáticos distintos, e esse valor pragmático passa despercebido durante falas e discussões que envolvem o conceito, o indivíduo não tem consciência da coexistência de modos de pensar associando a um determinado conceito, mesmo utilizando em seu cotidiano.

Um aspecto importante durante a aplicação de metodologias no ensino que envolvam a teoria dos perfis conceituais e que desempenham um papel importante nos processos de ensino e de aprendizagem é a tomada de consciência pelo estudante. Quando se toma consciência, o estudante aumenta suas chances de melhorar determinados mediadores de linguagem social, como aqueles mais comuns

em determinados contextos. Em alguns casos, o uso e concepções prévias em questionamentos científicos pode indicar uma falta de consciência do seu próprio perfil conceitual (MORTIMER, 1996).

Ao longo da discussão pudemos identificar esse processo de tomada de consciência. Em cada experimento os estudantes emergiram um novo modo de pensar, e isso já é um ponto importante a ser discutido e conduzi-los a compreensão da existência das diferentes concepções que estão associadas ao conceito em tela. Contudo, tomar consciência desses diferentes modos de pensar, significa que o aluno, mesmo sabendo definir o conceito de modo científico, tem consciência de que, fora do contexto científico, existem outros modos de pensar que são pragmaticamente valiosos.

O processo de tomada de consciência pode ser identificado em falas como a dos estudantes B e C nos turnos 56 e 58 (experimento 1), quando afirmam *“A gente escuta em casa, os pais e avós falando, e aí pega o costume”*. *“Sim, por conta do costuma e para as pessoas entenderem melhor”*. Em suas falas os estudantes dizem que utilizamos termos não científicos no cotidiano por conta do “costume”, pelo fato de ouvir os pais e os avós falando. O que os estudantes chamam de “costume” são experiências vivenciadas no cotidiano, que acabam passando de geração em geração e, mesmo os indivíduos passando por um processo de alfabetização científica, continuam utilizando. Então, podemos identificar nessas falas o fato de que, para os estudantes, os termos utilizados no dia-a-dia nem sempre são associados a uma definição científica, geralmente são construídos no cotidiano, são costumes, ou seja, outras formas de conhecimento, quando ele responde que se trata de costumes está justificando o motivo pelo qual esses termos são utilizados no cotidiano.

Um ponto importante no processo de tomada consciência é que o estudante compreenda qual modo de pensar deve ser utilizado em determinado contexto, como, por exemplo, em uma prova de Física ou Química, em que não se deve utilizar o termo “quentura” para definir o conceito de calor, o que no cotidiano é bastante usual.

A tomada de consciência também pode ser identificada na fala da estudante C no turno 19 do experimento 4, quando a estudante faz a seguinte afirmação: *“Quando a senhora falou em calor como algo capaz de conceder vida, isso me fez pensar em uma pessoa com hipotermia que precisa de calor para não morrer. E se alguém der um abraço nela pode ajudar”*. O estudante aparenta tomar consciência do modo de

pensar e o exemplifica. Nesse trecho o estudante apresenta uma situação em que o conceito de calor pode ser interpretado como algo de importância vital.

Assim, consideramos que discutir esses modos de pensar ajuda aos estudantes identificarem concepções que antes eles nem imaginavam. Algumas questões são até fáceis de identificar, mas, precisam ser discutidas para que eles possam então tomar consciência daquele determinado modo de pensar. O experimento e a discussão conduziram esse estudante para a tomada de consciência, de modo que ele foi capaz de identificar esse modo de pensar em um determinado contexto.

Algumas falas dos estudantes indicam possíveis indícios de tomada de consciência, já que se trata de um fenômeno microgenético, assim como o processo de aprendizagem.

6.5 Tomada de consciência na entrevista coletiva

Após a aplicação dos experimentos foram feitas algumas perguntas aos estudantes com o intuito de identificar indícios da tomada de consciência. A transcrição das falas está no Quadro 9.

Quadro 9 - Momento de retorno da discussão com o grupo

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Vocês percebem que o calor pode ser pensado de diferentes maneiras, e que mesmo entendendo o conceito de modo científico vamos continuar usando falas não científicas?
2	Estudante B	“Sim, por conta do costume. Senso comum é algo que passa de geração em geração”.
3	Estudante A	“Sim, no caso quando a gente fala “tá calor” se a gente começar a falar em transferência de energia é até estranho”.
4	Pesquisadora	“Vocês acham que o calor tem o mesmo significado para vocês e para os pais de vocês. Se vocês perguntassem a eles o que é calor, qual seria a resposta?”.
5	Estudante C	“Iam falar: Calor é o que tô sentindo agora. Quentura, mormaço”.
6	Estudante E	“Em algumas coisas concordamos”
7	Estudante B	“Pensamos diferente. É que a gente tem conhecimento (entre aspas) do que é científico ou não”.

8	Estudante E	“Isso é passado de geração por geração”.
9	Estudante D	‘É tem umas coisas que a gente aprende quando criança, umas histórias de criança’.
10	Pesquisadora	Vocês conseguiram observar que um mesmo conceito pode apresentar diferentes significados, como mostrei em cada experimento?
11	Estudante B	Sim.
12	Pesquisadora	Vocês perceberam que dependendo do lugar que estamos podemos usar uma definição diferente para o conceito de calor, por exemplo em atividade da escola, vocês utilizam o calor como transferência de energia, mas dentro de um ônibus lotado utilizam calor como temperatura ou sensação térmica?
13	Estudante A	Sim, eu percebi.
14	Estudante D	Como vocês sabem qual termo usar no cotidiano?
15	Estudante C	A pessoa sabe, simplesmente usa.
16	Estudante E	“facilita a comunicação”.
17	Estudante A	“tem os traumas de criança, né. {risos} Pegar em uma panela de pressão quente”
18	Estudante B	Por conta do costume e das gírias.
19	Pesquisadora	Vocês concordam que muitas vezes esses modos de pensar são ditos de forma espontânea?
20	Estudante E	“É tipo uma pessoa que é nordestino, ele chega na sala quente e diz eita calor da mulesta”

Fonte: A Autora (2021).

Na discussão durante a entrevista foi possível observar que os alunos têm consciência da existência de diferentes modos de pensar, quando, por exemplo, perguntamos se eles percebem que o calor pode ser pensado de diferentes maneiras, e que mesmo entendendo o conceito de modo científico continuamos usando falas não científicas. Eles responderam que sim, e justificam com a fala de que se trata de costumes repassados de geração em geração. O estudante A, no turno 3, justifica *“Sim, no caso quando a gente fala “tá calor” se a gente começar a falar em transferência de energia é até estranho”*. Essa fala indica também que o estudante, compreendendo que se trata de um termo que possui utilização em contexto não científico, identifica a importância do termo em situações cotidianas.

A consciência da existência de diferentes modos de pensar também emerge quando perguntamos se eles acham que o calor é entendido do mesmo modo, entre eles e os seus pais, e eles respondem que não, indicando que o conceito é utilizado de modos distintos entre ele e seus familiares. No turno 5 o estudante C fala que para seu pai o calor seria algo que pode ser sentido, como “quentura” e “mormaço”, ou seja, o calor como sensação térmica. O estudante B, no turno 7, diz: *“Pensamos diferente. É que a gente tem conhecimento (entre aspas) do que é científico ou não”*.

Quando perguntamos se eles percebem que dependendo do lugar que estamos podemos usar uma definição diferente para o conceito de calor, por exemplo, em atividade da escola ou dentro de um ônibus lotado, eles afirmaram que sim. O estudante E, no turno 16, diz que *“é para facilitar a comunicação”*. Afirmam, ainda, que esses modos de pensar vão sendo construídos ao longo da vida. O estudante A, no turno 17, afirma que *“tem os traumas de criança, né. {risos} Pegar em uma panela de pressão quente”*. Nessas falas podemos identificar que os estudantes percebem que existe uma diferença entre a linguagem cotidiana e aquela que é apresentada em sala de aula, para falar sobre fenômenos científicos, se tratando de algo que é construindo ao longo da vida, principalmente a partir de experiências. Os experimentos foram essenciais no processo de tomada de consciência, pois possibilitaram que os estudantes enxergassem a multiplicidade de modos de pensar que estão associados ao conceito de calor.

Os estudantes também afirmam que esses conceitos são utilizados de modo espontâneo e por isso passam despercebidos. Como por exemplo o estudante E, no turno 17, que diz o seguinte: *“É tipo uma pessoa que é nordestino, ele chega na sala quente e diz “eita calor da mulesta”*. Esse exemplo é interessante, pois, o aluno expõe uma forma de falar bastante comum em um determinado contexto, o do sertanejo, representando a cultura de um povo.

Durante os experimentos, os alunos também demonstraram esse modo de pensar, quando o calor está associado a temperatura alta ou quentura. Contudo, em muitas de suas falas ocorre também a emergência do modo de pensar racionalista. Provavelmente o caso dos seus pais seja diferente, talvez eles não tenham consciência do modo de pensar científico e tendem a utilizar apenas os modos de pensar realista, empírico, substancialista ou animista, que são as concepções mais comuns em conversas e situações no cotidiano. Podemos perceber a existência de compromissos epistemológicos distintos entre os alunos e seus pais, que são

indivíduos com diferentes formações, em diferentes níveis e tipos de conhecimento, que necessariamente precisam se comunicar entre si, e para isso utilizam diversos modos de pensar, considerando o valor pragmático associado ao contexto.

Nessa última discussão com os estudantes, pudemos notar o processo de tomada de consciência de forma mais espontânea, de modo que, em suas falas eles começaram a afirmar o que seria científico ou não, ou até mesmo quando algumas expressões são usadas no cotidiano, como apresentado na fala anterior do estudante E no turno 17.

O processo de tomada de consciência é uma etapa fundamental quando falamos em aplicação de metodologias de ensino baseada na Teoria dos Perfis Conceituais, pois, é justamente nesse processo que o estudante vai refletir a cerca de seus próprios conhecimentos e identificar a existência de outros modos de pensar e formas de falar que envolvem um mesmo conceito. O pragmatismo relacionado a utilização dos conceitos nos diversos contextos ocorre de forma espontânea, exceto, quando falamos em ideias científicas, pois essas exigem reflexão e cautela em suas respostas, que de certo modo, requerem respostas mais exatas e, portanto, um conjunto de informações que compõem o conhecimento científico.

7 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Nessa dissertação apresentamos dados acerca do uso da teoria dos perfis conceituais em sala de aula com o uso de atividades experimentais, e pudemos perceber como a multiplicidade de modos de pensar e formas de falar coexiste em aulas de Ciências. Portanto, enxergamos na teoria dos perfis conceituais uma forma de inclusão, em que os estudantes podem apresentar suas concepções e experiências, e a partir delas construir os seus próprios conhecimentos com o uso de suas concepções prévias. Com os experimentos observamos a emergência de diferentes modos de pensar, o processo de tomada de consciência, o enriquecimento do perfil conceitual dos estudantes e a hibridização das diferentes zonas durante a aplicação de experimentos.

Durante a discussão do conceito de calor identificamos nas falas dos estudantes diversos outros conceitos da termodinâmica e da química em geral, em que muitos deles já são bastante discutidos nas zonas do perfil conceitual de calor, como: temperatura, calor específico, sensação térmica, equilíbrio térmico, estados físicos da matéria, energia, substância. Esses e outros conceitos foram discutidos durante a aplicação dos experimentos, são conceitos que geralmente estão interligados e nem sempre são compreendidos de maneira individual no contexto científico.

Percebemos também, como é de fundamental importância da perfilação dos conceitos. Perfis conceituais como o de energia e o de substância nos ajudaram em alguns momentos a discutirmos melhor algumas percepções que constituem as zonas do perfil conceitual de calor. Esses dois conceitos estão a todo momento fazendo parte da compreensão do conceito de calor, nas dimensões: ontológicas, epistemológicas e axiológicas.

Em nossa pesquisa pudemos observar a complexidade que os conceitos podem apresentar em sua natureza ontológica. Em específico, o conceito de calor que traz consigo uma grande trajetória histórica, devido ao seu alto valor pragmático nos diferentes contextos. Sua utilização vai muito além de uma mera definição em livros de química ou física. As concepções existentes em cada zona do perfil conceitual são utilizadas de forma espontânea no cotidiano seja em uma sorveteria ou até mesmo em uma conversa corriqueira, e isso demonstra a importância que existe em considerar os diferentes modos de pensar e formar de falar.

A aprendizagem científica é muito importante para o desenvolvimento integral do indivíduo, e por isso é importante que todos tenham acesso a linguagem científica, e tenham consciência do que é científico ou não, mesmo estando apropriado de outros modos de pensar e formas de falar. E por isso, toda a nossa pesquisa é norteadada também por concepções científicas. A teoria dos perfis conceituais parte do pressuposto de que existe uma heterogeneidade de modos de pensar e formar de falar em aulas de Ciências e que é necessário modelar os diferentes significados atribuídos a um mesmo conceito. Em nossa pesquisa buscamos modelar as diferentes concepções atribuídas ao conceito de calor com o uso de atividades experimentais e pudemos perceber que se trata de uma prática que pode ser realizada em salas de aulas, com o uso de materiais alternativos.

Com relação ao perfil conceitual dos alunos, observamos que o conceito de calor possui modos de pensar e formas de falar com um alto valor pragmáticos, a partir das zonas que emergiram nas falas dos estudantes. Identificamos que esses modos de pensar e formas de falar podem ser identificados também nos contextos científico e profissional. Tais concepções são formadas a partir da interação do indivíduo com o meio em que vive e por isso ao iniciar um processo de educação formal é importante que concepções prévias sejam exploradas pelos professores, para que os estudantes tenham a oportunidade de conhecer não apenas as ideias que fazem parte do campo científico, mas que possam explorar também suas próprias ideias e crenças acerca dos fenômenos científicos.

Consideramos que o uso da teoria dos perfis conceituais, alinhado a metodologias como a experimentação, pode ajudar alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem, de modo que, a aprendizagem flui de forma mais espontânea a partir da discussão de experiências e significados, ajudando ao professor no planejamento de ensino de conceitos como o de calor. Desse modo, o professor terá consciência de que conceitos científicos são polissêmicos e podemos utilizá-los em diferentes contextos, sendo necessário conhecer qual contexto é mais adequado.

Com isso respondendo à questão norteadora da nossa pesquisa, como ocorre a construção de significados sobre o conceito de calor a partir da realização de experimentos em sala de aula na perspectiva da teoria dos perfis conceituais? A construção ocorre de forma dinâmica e contextualiza, de modo que os estudantes apresentam suas concepções prévias espontaneamente e podem participar da

discussão a partir da observação ou aplicação de experimentos, que acabam ajudando na identificação dos diferentes significados atribuídos a um mesmo conceito, como apresentado nos resultados da nossa pesquisa.

Os resultados apresentados apontam para a importância em levar práticas metodológicas de caráter construtivista que possam influenciar de maneira positiva no processo de ensino e aprendizagem. Pretendemos com esse trabalho aprofundar as pesquisas norteadas pela teoria dos perfis conceituais e o uso de metodologias didáticas no ensino de química e abrir espaço para novas discussões. Sabemos que existem muitos desafios quando falamos em educação, mas, também acreditamos no poder transformador da educação e devemos continuar lutando e pesquisando para inserirmos nas salas de aulas, práticas científicas que sejam inclusivas e para todos. Por fim, acreditamos que este trabalho pode contribuir para o ensino do conceito de calor, ajudando a alunos e professores a tomar consciência da variedade de modos de pensar e formas de falar que os conceitos podem apresentar.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 1-16, 2001.
- ARAÚJO, A. O. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas**. 2014. 223 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- ARIAS, A. G. El Concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, número especial, 2005.
- ARIAS, A. G. Falsas energías, pseudociencia y medios de comunicación masiva. *Revista Cubana de Física*, v. 19, n. 1, p. 68-73, 2002.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5 ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2012. 968p.
- BARBOSA, J.O.; PAULO, S.R.; RINALDI, C. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.1, p.105-122, 1999.
- BEZERRA, B. H.S. **Abordagem de questões sociocientíficas: buscando relações entre diferentes modos de pensar e contextos em estudos sobre fármacos e automedicação no ensino de química**. 289 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.
- BROWN, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. Em R. Glaser (Org.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 1, pp. 77-165). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- CACHAPUZ, A. F.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.) **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CASTRO, L. P. S; MORTALE, T. A. B. **Energia: Levantamento de Concepções Alternativas**. 2012. 114 f. Monografia (Licenciatura em Biologia) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.
- CASTRO, R. S. **História e epistemologia da ciência: investigando suas contribuições num curso de física de segundo grau**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação. 1993.
- ÇENGEL, Y.A; Ghajar. A. J. **Transferência de Calor e Massa. Uma abordagem prática**. Amgh editora. 4º edição. 2012.
- COBERN, W. W. Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, n.80, p.579-610, 1996.
- CORREIA, J. J.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES, L. D. R. (2008). Obstáculos Epistemológicos e o conceito de calor. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, 4, 1-10.
- COSTA, R.G; PASSERINO, L.M; ZARO, M.A. Fundamentos teóricos do processo de formação de conceitos e suas implicações para o ensino e aprendizagem de química. **Revista ensaio**. Belo Horizonte, v. 14, n. 01, p.271-281. 2012.
- COUTINHO, F.A. **A construção de um perfil conceitual de vida**. Belo Horizonte: Faculdade de Educação/UFMG (Tese de Doutorado), 2005.

DELORS, J. Educação: **Um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC; UNESCO, 2001.

DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R.T.; AMARAL, E. M. R. Zonas do perfil conceitual de calor que emergem na fala de professores de Química. **Revista Química Nova na Escola**, 2015.

DINIZ JÚNIOR, A.I. **Análise de zonas do perfil conceitual de substância que emergem na fala de uma professora de química da rede privada do recife**. 201 f. (Dissertação de mestrado) -Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências- Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2016.

DUSCHL, R. La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n.1, p. 3-20, 1998.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F.; SILVA-FILHO, W. J. As bases epistemológicas da teoria dos perfis conceituais. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, 2013.

FLAVELL, J. H.; WELLMAN, H. M. (1977). Metamemory. Em R. V. Kail & J. W. Hagen (Orgs.), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp. 3- 33). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

FREIRE, M.S. **Perfil conceitual de química: contribuições para uma análise da natureza da química e do seu ensino**. 256 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.2017.

GIECO, R.A.A. Só peço a Deus, (1986). Disponível em: <https://www.letras.mus.br/leon-gieco/194409/traducao.html>. Acesso em 18 de fevereiro de 2022.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, São Paulo, 1999.

GOMES, L. C. A ascensão e queda da teoria do calórico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 1030-1073, 2012.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. (2012). A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 12(1), 181-204.

GONÇALVES, F.P; MARQUES. C.A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n.2, p. 219-238, 2006.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química nova na escola**. vol. 31, n 3. 2009.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no ensino de Ciências. *Educational Philosophy and Theory*. Tradução de Paulo A.Porto, 20, p.53-66, 1988.

INCROPERA, Frank P.; DEWITT, David P.; BERGMAN, Theodore L. **Fundamentos de Transferência de Calor E de Massa**. Grupo Gen-LTC, 2000.

LAVOISIER, A. L. **Tratado Elementar de Química**. 1 ed. São Paulo: Madras, 2007.

Ludke, M; André, M. (1986). Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, 5(31).

MADEIRA, C. M. G. Híbrido: do mito ao paradigma invasor? **Lisboa: Mundos Sociais**, 2010.

MANUAL DO MUNDO. Como fazer um barco a vapor (barquinho Pop). 2012. **Disponível em:** <https://manualdomundo.uol.com.br/experiencias-e-experimentos/como-fazer-um-barco-a-vapor-barquinho-pop-pop/>. Acesso em 16 de novembro de 2021.

MANUAL DO MUNDO. Como fazer um barco a vapor | barquinho Pop [experiência]. **Youtube**. 3 de janeiro de 2012. Vídeo (15: 41 minutos). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QHcXqpYGJ8M&t=7s>. Acesso em 16 de novembro de 2021.

MARCONDES, Maria E. R.; PEIXOTO, Hebe R. da C. INTERAÇÕES e TRANSFORMAÇÕES – Química para o Ensino Médio: uma Contribuição para a Melhoria do Ensino. In: ZANON, Lenir; MALDANER, Otávio A. (org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a educação Básica no Brasil**. Ijuí/RS: Ed. Unijuí, p.43-65, 2007.

MATTOS, C. R., DRUMMOND, A. V. N. (2004). Sensação térmica: uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 21(1), 7-34. 2004.

MORTIMER, E. F. 1998. Sobre Chamas e Cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: LOPES, A. R. C., MOREIRA, A. F. B. and CHASSOT, A. (Orgs.). **Ciência, Ética e Cultura na Educação**. São Leopoldo: Ed. Unisinos.

MORTIMER, E. F. 2000. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG.

MORTIMER, E. F. **Conceptual Chance or Conceptual Profile Chance? Science Education**. v.4, n.3, p. 265- 287. 1995.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre, v. 1, p.20-39, 1996.

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química nova**, v. 20, n. 2, p. 200-207, 1997.

MORTIMER, E. F. **Perfil Conceptual: modos de pensar y formas de hablar en las aulas de ciencia. Infancia y Aprendizaje**, v. 24, n. 4, p. 475-490, 2001.

MORTIMER, E. F., EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. *Tecné, Episteme y Didaxis*, n. 30 (2), p. 111-125, 2011.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. **Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais**. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, 2009.

MUNFORD, D; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista ensaio**, v.9, n.1, 2007.

OLIVEIRA, R.C. **Química e cidadania: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas**. 2009. 138f. Dissertação (Mestrado em

educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

ORIGEM DA PALAVRA. **Disponível em:** <https://origemdapalavra.com.br/>. 2020 Acesso em 16 de novembro de 2021.

PÁDUA, A. B., PÁDUA, C. G., MARTINS, R. S. A natureza do calor: Passados dois séculos, será que a teoria do calórico ainda é de alguma forma uma ideia atraente ou, até mesmo, útil? **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**. 2009.

PEREIRA, M. V; CARDOZO, T. F. L. (2005). O conceito de calor nos livros didáticos de física. Trabalho apresentado no V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Bauru - SP.

PIAGET, J. Para onde vai a educação? 6. ed. Trad. Ivette Braga. Rio de Janeiro: José Olympio, 1978.

PORTO, C. M. P. M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2008, p. 4601–4609, 2008.

POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. n.66, v.2 p.211-227. 1982.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. Aprender y enseñar ciencia. – Madrid: Ediciones Morata, 1998.

POZO, J. I.; GOMEZ CRESPO, M. A. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, p. 109-116. 2003.

ROSITO, B. A. **O ensino de ciências e a experimentação**. In: **MORAES, R. e or. Construtivismo e ensino de ciências reflexões epistemológicas e metodológicas**. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2003, p. 195-208.

SEPÚLVEDA, C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n. 2, p 327-346, 2013.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J.H; VIERA, C.A. O ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**. Vol. 7, N° 2, p. 283-304. 2017.

SILVA, A. L. S., SANTOS, M. E., OLIVEIRA, D. T. Fundamentos teórico-metodológicos das experimentações demonstrativa e investigativa vs. Realidades cotidiana e contextual: uma associação contributiva ao ensino de química. **Di@ Logus**, 9(1), 31-41, 2020.

SILVA, D. **Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura**. Tese de doutorado. Universidade São Paulo - Faculdade de Educação. 1995.

SILVA, J. R. R. T. **Um Perfil Conceitual para o Conceito de Substância**. Recife, 2011. 186 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Proposta de um Perfil Conceitual para Substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n.3, p.53-72, 2013.

SILVA, J. R.R.T. Substância química a história de um devir. **Editora Appris**. 2017.

SILVA, R. D., MACHADO, P. F. L., TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. Ensino de química em foco. **Ijuí: Ed. Unijuí**, 231-261. 2010.

SILVA, R.R.T, NÓBREGA, J.J.S. Relação entre modos de pensar e formas de falar no perfil conceitual de substância. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química - ReLAPEQ**. v.1, n.1 (2017).

SILVA; A. P. C, SIMÕES NETO; J. E, SILVA; J.R.R.T. Abordagem do conceito de calor por meio de atividades experimentais a partir da teoria dos perfis conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.14, n. 3, p. 438-454, 2019.

SIMÕES NETO, J. E. **Uma proposta para o Perfil Conceitual de Energia nos Contextos do Ensino da Física e da Química**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2016.

SOARES, A. et al. Estudos preliminares sobre o perfil conceitual de espécie em alunos do ensino médio. In: **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 6., 2007, Florianópolis**. Anais. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. v. 1, p. 1-12.

SODRÉ, F.C.R. **Uma proposta de levantamento de perfil conceitual complexo de tempo**. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação Interunidade, Universidade de São Paulo. 2017.

SOTTOMAYOR, A. P. Q. F. (2001). O fogo de Prometeu. **Humanitas**, n. ° 53, 2001, p. 133-140.

SOUZA, V. C. A. **Os desafios da energia no Contexto da termoquímica: Modelando uma nova ideia para aquecer o ensino de química**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Educação. 2007.

TIBALLI, E. F. A. O conceito pragmatista de experiência em John Dewey. In: **XXVI Reunião anual da ANPED**, 2003, Poços de Caldas. Anais da XXVI Reunião anual da ANPED - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. Poços de Caldas: ANPED. v. 26. p. 1-15, 2003.

VIGGIANO, E; MATTOS, C.R. Avaliando a utilização das zonas de perfil conceitual de aprender e ensinar em diferentes contextos. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física** – Curitiba – 2008.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no Ensino de Química. **QNEsc**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

Weinert, F. E.; Kluwe, R. H. (1987). Metacognition, motivation, and understanding. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Barcelona: Paidós, 1988.

APÊNDICE A- EXPERIMENTOS PROPOSTOS PARA ABORDAGEM DAS ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL PARA O CONCEITO DE CALOR.

Atividade experimental para discussão da zona realista

Título: Copos iguais, sensações diferentes.
Materiais: 1 copo de plástico descartável de 300 mL; 1 copo de metal; 1 termômetro; água fria.
Procedimento: É importante que os dois copos apresentem características semelhantes, como tamanho e cor, conforme figura. Figura 13 - Montagem do Experimento 1  O professor deve colocar uma determinada quantidade de água fria em ambos os copos e solicitar que o estudante toque cada um deles. Em seguida, deve perguntar qual copo aparenta conter a água mais fria. Após tocar os copos, o aluno tem a sensação de que o copo de metal está mais frio criando a ideia de que a água deste copo está em menor temperatura. Com o auxílio de um termômetro, o professor pode mostrar que a água se encontra na mesma temperatura em ambos os copos.

Atividade experimental para discussão da zona empírica

Título: Qual o mais quente?
Materiais 4 latas de 350 mL, utilizadas para comercializar refrigerantes e cervejas; 2 velas (ou outra fonte de calor); 1 termômetro; água fria
Procedimento O professor deve cortar duas latas para formar recipientes pequenos, desprezando a parte superior. As outras duas latas devem estar limpas e deve ser removida uma das partes da lateral, fazendo um buraco para a introdução da vela, que funciona como fonte de calor. A figura mostra a montagem experimental.

Figura 14 - Montagem do Experimento 2



O professor deve colocar quantidades deveras diferente de água em cada um dos recipientes, com a fonte de calor em funcionamento. Após alguns minutos, deverá utilizar um termômetro para verificar a temperatura da água em ambos.

Atividade experimental para discussão da zona substancialista

Título: Derretendo a parafina

Materiais

1 colher de sopa de metal, de preferência funda; 1 pires de porcelana; 1 estilete; 2 velas; 1 isqueiro ou caixa de fósforos.

Procedimento

Com o auxílio de um estilete, o professor deve retirar pedacinhos de parafina do corpo de uma das velas e colocar sobre a colher. Em seguida, deve acender a outra vela e a fixar no pires, conforme montagem na figura.

:

Figura15 - Montagem do Experimento 3



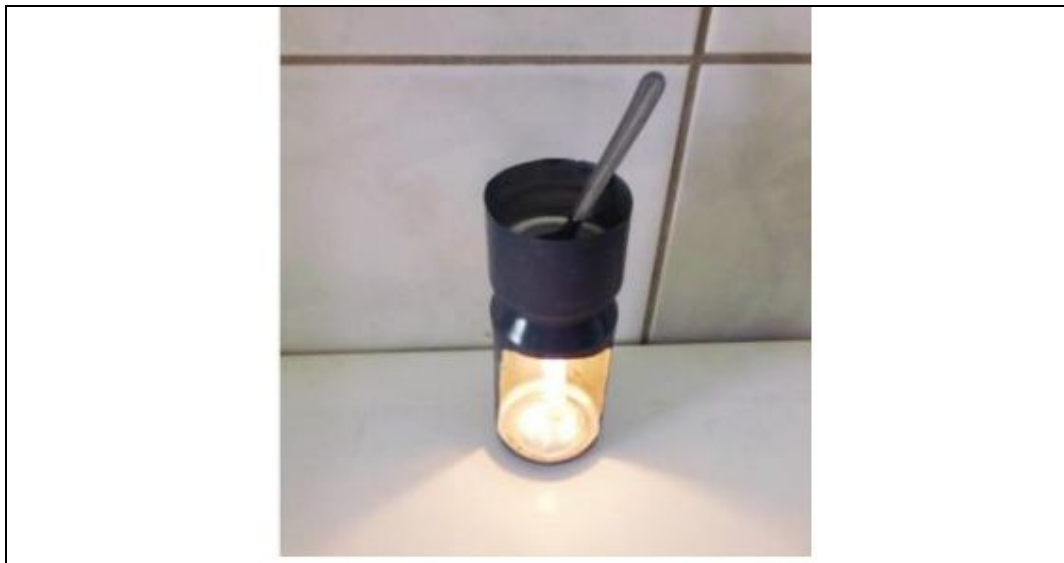
Ao colocar a colher com a parafina sobre a vela, depois de alguns segundos, será possível observar a mudança de estado do material, de sólido para líquido. No entanto, basta afastar a colher por menos de um minuto da fonte de calor que a parafina voltará ao estado sólido.

Atividade experimental para discussão da zona animista

Título: Máquina Térmica
Materiais 1 lâmpada incandescente; 1 rolha; 2 canudos de metal recurvados e leves; 4 velas; 1 serra ou serrote; água; base para a lâmpada; materiais de proteção individual (óculos e luvas).
Procedimento Utilizando equipamentos de segurança adequados, as luvas e os óculos, o professor deve serrar uma lâmpada, com cuidado. Em seguida furar uma da rolha em baixo e nas laterais. Encaixar os canudos na rolha de modo que fiquem de lados opostos e, por fim, encaixar na lâmpada, que deve ser semipreenchida com água e pendurada a base de apoio sobre uma vela, conforme mostra a figura.
Figura 16 - Montagem do Experimento 4  Após a água entrar em ebulição o vapor produzido começa a sair pelos canudos fazendo a máquina girar. Se o professor retirar a vela debaixo da máquina, ela irá parar de se movimentar, mostrando para os alunos a capacidade que o “calor” tem de mover as coisas.

Atividade experimental para discussão da zona animista

Título: A colher na água quente
Materiais 2 latas de 350 mL, utilizadas para comercializar refrigerantes e cervejas; 1 vela (ou outra fonte de calor); 1 colher; água fria.
Procedimento O professor deverá montar um sistema semelhante ao da figura 2, utilizando as latas. Em seguida, deverá aquecer uma quantidade de água no recipiente e inserir uma colher, como mostra a Figura. Por fim, após cerca de um minuto, observar se a colher está quente.
Figura 17 - Montagem do Experimento 5



APÊNDICE B - ROTEIRO DE DISCUSSÃO PARA OS EXPERIMENTOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Zona realista (calor como sensação térmica)

Experimento 1.

1. Qual a diferença entre os copos?
2. Por qual motivo um dos copos aparenta estar mais gelado?
3. Algum de vocês já vivenciaram alguma situação semelhante? Qual?
4. Existe transferência de frio? O que é o frio?
5. O calor é o contrário do frio?
6. O que você entende sobre o calor?

7. Existe mais de um tipo de calor? Pode dar exemplos.
8. Cite algumas experiencias suas que aconteceram no cotidiano envolvendo o conceito de calor.
9. Você já usou um copo de alumínio para tomar alguma bebida gelada? Porque?
10. Você já tocou em material de metal exposto ao sol? Você acha que a sensação seria a mesma se o material fosse de madeira? Desde quando você percebe isso e como? A sensação é a mesma?
11. Você percebe como o conceito de calor é utilizado de diferentes maneiras no cotidiano? Cite alguns exemplos.
12. Você já fez alguma prova que continha questões sobre calor? Quais falas utilizadas fora da escola você não utilizaria para colocar em uma prova, porquê? E porque você as usa fora da escola?
13. Quais as falas mais comuns sobre calor que você escuta em casa ou em outros ambientes fora da escola?

Zona empírica (Calor como temperatura alta)

Experimento 2

1. Qual dos recipientes vai ferver mais rápido e porquê?

2. Se a quantidade de calor transferida é a mesma, porque as temperaturas são diferentes?
3. De que modo a quantidade de água contida no recipiente interfere no tempo em que a água entra em ebulição?
4. Qual a relação entre calor e temperatura?
5. Você acha que um termômetro é utilizado para medir o calor? Já imaginou isso?
6. O que você entende por temperatura?
7. Você viu diferença entre as explicações acerca do conceito de calor entre os experimentos?
8. Você confunde os conceitos de calor em temperatura? Em algum momento você achou que fosse a mesma coisa?
9. Você acha que as pessoas utilizam mais a palavra calor ao invés de temperatura, porque?

Zona substancialista (calor como substância)

Experimento 3

1. O que acontece com a parafina?
2. Porque ela derrete?
3. Qual a função do calor nesse processo?

4. O que vai acontecer se eu retirar a vela do fogo? O que acontece com o calor?
5. Ao ver esse experimento, você consegue imaginar o calor como algo material, que entra e sai da matéria com facilidade, podendo ser imaginado como algo material, algum tipo de substância perceptível em um asfalto quente, em fumaça ou naquela sensação de suor ao andar na rua em um dia muito quente? Você já imaginou o calor como um fluido ou algo do tipo?
6. Você já ouviu a frase “quantidade de calor”, qual o sentido da frase, isso te faz pensar no calor como algo material?
7. Você percebe que o calor pode apresentar mais de um significado, principalmente fora do ambiente escolar?
8. Você acha que existe diferença entre o calor estudado na sala de aula e o calor que as pessoas falam no cotidiano?
9. O que significa a expressão “calor humano”?
10. Você acha que o fogo é uma espécie de calor?

Zona animista (Calor como movimento)

Experimento 3:

1. Qual a função do calor nesse experimento?
2. O calor gera movimento?
3. Já imaginou o calor como algo capaz de dar vida aos objetos?
4. Uma situação semelhante acontece em quando com a panela de pressão, quando a válvula começa a gira. O que fazer se eu quiser que ela pare? Como você sabe disso?

Animismo

1. O calor é capaz de dar vida?
2. Porque alimentos na geladeira ficam conservados por mais tempo, a falta de “calor” impede a proliferação (reprodução) dos micro-organismos? Nesse sentido, teria o calor a função de gerar vida?
3. Porque um corpo congelado passa mais tempo conservado, qual a função do calor nesse processo?
4. Qual a função do “calor” do sol na vida humana?

Zona Racionalista (Calor como energia em trânsito)

Experimento 4.

1. O que acontece com a colher?
2. Por que ela esquentou?
3. Você já imaginou o calor como energia?
4. Se eu pego um copo de leite quente e misturar com leite frio, o que acontece?
O calor do leite quente é transferido para o leite frio?

Outras questões

1. Dá pra perceber que o calor é usado de diferentes maneiras, e que muitas vezes acaba apresentando mais de um significado e inclusive nos alunos, mesmo estudando conceitos científicos?
2. Percebem que mesmo eu entendo o conceito de modo científico, mesmo assim eu continuo utilizando-o diferente no cotidiano? Você acha que em um dia muito quente um físico diz “ta calor” ou “as moléculas estão agitadas”?
3. Percebem que mesmo agora após entenderem o conceito de calor, compreender a diferença entre ambos, e mesmo assim quando voltarem para sala de aula vocês vão continuar dizendo que “ta calor” e que isso não significa dizer que vocês não sabem o que calor?
4. Por exemplo, vocês acham que todas as pessoas a sua volta sabem o que é calor de modo científico? Mas isso as impedem de entender que é preciso ligar um ventilador ou um ar-condicionado?
5. Percebem também que entender os conceitos de modos científicos também é importante, que não só te fazem enxergar o mundo de forma diferente como também de ajuda em algumas situações? como por exemplo no caso de tomar água em um copo de alumínio, a maioria das pessoas se apegam a sensação de gelado com a falsa ideia de que sua bebida está mais gelada, quando na verdade ela está consumindo energia de modo mais rápido.

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: uma abordagem experimental para o conceito de calor na perspectiva da teoria dos perfis conceituais. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Ana Paula Cirino da Silva, residente na cidade de Quixaba- PE no Sítio Riacho Fundo, CEP 56828000/Telefone:87988422798/e-mail:paulacirino13@hotmail.com para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar e está sob a orientação do: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto Telefone: (81 994727740), e-mail (euzebiosimoes@gmail.com).

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:** Esta pesquisa consiste em um projeto de mestrado do programa de pós-graduação em educação em ciências matemática, onde a pesquisadora pretende trabalhar o conceito de calor de forma dinâmica e contextualiza. A ideia é fazer com que os alunos compreendam o conceito de calor de modo científico, mas com a consciência de que existem outros modos de pensar e formas de falar, que são bastante utilizados em outros contextos, inclusive no âmbito familiar. Todo o estudo realizado busca considerar a importância do uso das concepções prévias na sala de aula, pretende também mostrar a importância do uso atividades experimentais articulada a teoria utilizada e as discussões dos alunos. O objetivo da pesquisa é analisar a aprendizagem do conceito de calor, utilizando a teoria dos perfis conceituais, a partir da utilização de atividades experimentais em sala de aula. As atividades irão acontecer no laboratório de ciências da escola em um único dia, durante em média 150 min, lá os experimentos serão realizados, e os alunos a partir da observação serão induzidos a discuti-los em grupo sob a mediação da pesquisadora.
- **RISCOS:** Os alunos irão observar experimentos simples, relacionados ao conceito de calor, e serão utilizados materiais como isqueiro, vela e etc., o que não isenta a ocorrência de algum acidente, contudo todo o material será manuseado pela pesquisadora, e os alunos irão apenas observar os fenômenos e discuti-los. Todo o procedimento será realizado com bastante cautela, a fim de evitar qualquer tipo de acidente. Assim como qualquer atividade realizada em sala de aula, os alunos podem passar por algum tipo de constrangimento, tendo consciência disso, serão tomadas as devidas precauções para evitá-los.
- **BENEFÍCIOS:** A pesquisa ajudará os alunos na aprendizagem do conceito de calor, além de fornecer na literatura um bom material didático capaz de auxiliar professores, alunos e pesquisadores em seus estudos. Promovendo assim melhorias em pesquisas na área da educação.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa em gravações, entrevistas, fotos, filmagens e etc., ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nem você e nem seus pais ou responsáveis legais pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo uma abordagem experimental para o conceito de calor na perspectiva da teoria dos perfis conceituais como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data _____

Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) ou menor que está sob sua responsabilidade para participar, como voluntário (a), da pesquisa uma abordagem experimental para o conceito de calor na perspectiva da teoria dos perfis conceituais.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora **Ana Paula Cirino da Silva, residente na cidade de Quixaba no Sítio Riacho Fundo, CEP 56828000/Telefone:87988422798/e-mail:paulacirino13@hotmail.com** para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a **cobrar** e está sob a orientação do: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto Telefone: (81 994727740), e-mail (euzebiosimoes@gmail.com).

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Esta pesquisa consiste em um projeto de mestrado do programa de pós-graduação em educação em ciências matemática, onde a pesquisadora pretende trabalhar o conceito de calor de forma dinâmica e contextualiza. A ideia é fazer com que os alunos compreendam o conceito de calor de modo científico, mas com a consciência de que existem outros modos de pensar e formas de falar, que são bastante utilizados em outros contextos, inclusive no âmbito familiar. Todo o estudo realizado busca considerar a importância do uso das concepções prévias na sala de aula, pretende também mostrar a importância do uso atividades experimentais articulada a teoria utilizada e as discussões dos alunos. O objetivo da pesquisa é analisar a aprendizagem do conceito de calor, utilizando a teoria dos perfis conceituais, a partir da utilização de atividades experimentais em sala de aula. As atividades irão acontecer no laboratório de ciências da escola em um único dia, durante em média 150 min, lá os experimentos serão realizados, e os alunos a partir da observação serão induzidos a discuti-los em grupo sob a mediação da pesquisadora.

- **RISCOS:** Os alunos irão observar experimentos simples, relacionados ao conceito de calor, e serão utilizados materiais como isqueiro, vela e etc., o que não isenta a ocorrência de algum acidente, contudo todo o material será manuseado pela pesquisadora, e os alunos irão apenas observar os fenômenos e discuti-los. Todo o procedimento será realizado com bastante cautela, a fim de evitar qualquer tipo de acidente. Assim como qualquer atividade realizada em sala de aula, os alunos podem passar por algum tipo de constrangimento, tendo consciência disso, serão tomadas as devidas precauções para evitá-los.

- **BENEFÍCIOS:** A pesquisa ajudará os alunos na aprendizagem do conceito de calor, além de fornecer na literatura um bom material didático capaz de auxiliar professores, alunos e pesquisadores em seus estudos. Promovendo assim melhorias em pesquisas na área da educação.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa gravações, entrevistas, fotos, filmagens etc., ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo uma abordagem experimental para o conceito de calor na perspectiva da teoria dos perfis conceituais, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de seu acompanhamento/assistência/tratamento para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

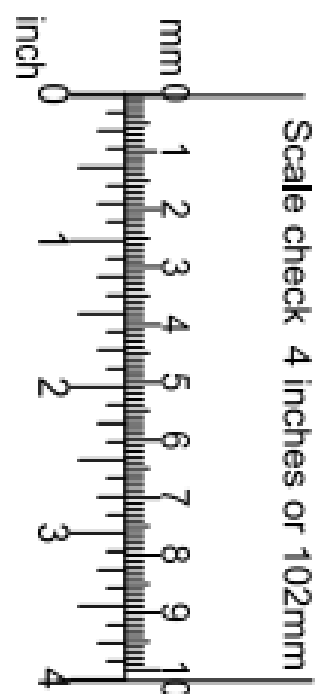
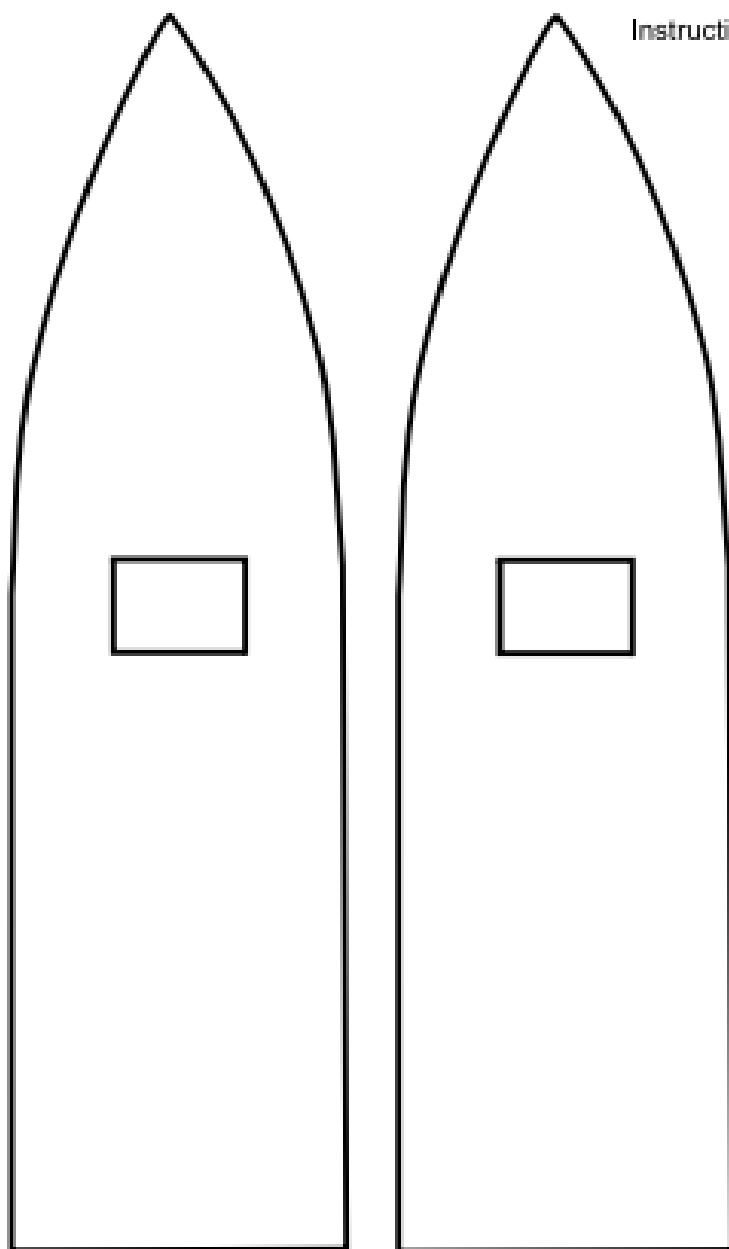
Impressão

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO A - MOLDE DO BARQUINHO POP POP

Foam Pattern for Simple Flat Putt Putt Boat

Instructions at sciencetoymaker.orgLots more hands-on
projects at
sciencetoymaker.org

ANEXO B - MOLDE DAS DOBRAS DA PARTE DE ALUMÍNIO E DO GUIA PARA A DOBRA DOS CANUDOS

