

Diferentes modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de calor a partir do uso de atividades experimentais

Ana Paula Cirino da Silva^{1*}, João Roberto Ratis Tenório da Silva² e José Euzebio Simões Neto³

¹Discente do programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Caruaru, Pernambuco, Brasil, ²Professor do Núcleo de Formação Docente, Centro do Agreste, Caruaru, Pernambuco, Brasil, ³Professor do Departamento de Química, Recife, Pernambuco, Brasil.

*paulacirino13@hotmail.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 25/10/2021

RESUMO

O objetivo desse trabalho é identificar as zonas do perfil conceitual de calor que emergiram nas falas de estudantes do Ensino Médio mediante a realização de cinco atividades experimentais, existentes na literatura, cada um relacionado a uma zona específica. A Teoria dos Perfis Conceituais apresenta a ideia de que um único conceito pode ter diferentes significados, modos de pensar, que podem ser utilizados em contextos distintos, a depender do seu valor pragmático. Os experimentos foram realizados com seis alunos do Ensino Médio de uma escola estadual em Serra Talhada, Pernambuco, com os dados coletados a partir do registro sonoro em áudio, separados em recortes e depois da transcrição para identificação das zonas emergentes. Os resultados mostram a emergência de todas as zonas do perfil conceitual de calor, a saber: realista, empírica, substancialista, animista e racionalista, além de mobilizar a utilização de outros conceitos correlatos na explicação dos experimentos, como temperatura, energia e sensação térmica.

Palavras-chave: Perfil conceitual. Calor. Experimentação.

Different ways of thinking and ways of talking about the concept of heat from the use of experimental activities

ABSTRACT

The objective of this work is to identify the zones of the conceptual heat profile that emerged in the speeches of high school students through the realization of five experimental activities, existing in the literature, each one related to a specific zone. The Conceptual Profiles Theory presents the idea that a single concept can have different meanings, ways of thinking, which can be used in different contexts, depending on its pragmatic value. The experiments were carried out with six high school students from a state school in Serra Talhada, Pernambuco, with data collected from the audio sound recording, separated into clippings and then transcribed to identify emerging zones. The results show the emergence of all zones of the conceptual heat profile, namely: realistic, empirical, substantialist, animist and rationalist, in addition to mobilizing the use of other related concepts in the explanation of the experiments, such as temperature, energy and thermal sensation.

Keywords: Conceptual profile. Heat. Experimentation.

INTRODUÇÃO

Segundo Mortimer (2000) não é novidade o fato de que pessoas apresentam diferentes maneiras de ver, conceituar e representar o mundo. Bachelard, em 1940, já utilizava essa ideia ao propor a noção do perfil epistemológico, na qual apontou que uma única doutrina filosófica não seria suficiente para apresentar as diferentes formas de pensar um determinado conceito. Consideramos, então, a existência de diferentes formas de ver o mundo, que podem coexistir em um mesmo indivíduo. Schutz, por exemplo, fala de um mundo social que não é homogêneo, mas apresenta uma estrutura multiforme. Cada uma de suas esferas ou regiões é uma maneira de perceber e entender a experiência subjetiva dos outros (SCHUTZ, 1967, apud MORTIMER, 2000).

Mortimer inicialmente falou na noção de perfil conceitual, e não perfil epistemológico, com o propósito de acrescentar, ao modelo, algumas características não estão presentes na visão proposta por Bachelard, buscando construir um modelo para descrever a evolução de ideias, tanto no espaço social da sala de aula como nos indivíduos quanto nas consequências do processo de ensino (MORTIMER, 2000). Desse modo, ao trabalharmos com o ensino de Ciências, não podemos negar a existência de diferentes significados atribuídos a um determinado contexto, presente nas ideias dos alunos.

As salas de aula são lugares complexos, em que geralmente um único professor tenta interagir com vários estudantes, com a intenção de auxiliá-los no entendimento de conceitos científicos, algo que muitas vezes se torna muito difícil devido à multiculturalidade presente nesses espaços. Pensando nisso, em meados da década de 1990, Mortimer propôs a noção do perfil conceitual como forma de modelar a heterogeneidade de modos de pensar e das formas de falar em situações de ensino na sala de aula. As concepções existentes sobre determinados conceitos podem constituir zonas na proposição de um perfil conceitual, as quais correspondem a uma forma de ver a realidade e que convivem com outras zonas, outros modos de pensar, em um mesmo indivíduo, podendo haver predominância de certas zonas para um indivíduo específico (SILVA, 2011).

Desde a formulação inicial da noção de perfil conceitual diversos estudos baseados na proposição de perfis, sobre os aspectos teórico ou metodológico e sobre a sua utilização em sala de aula (MORTIMER, 2000; AMARAL; MORTIMER, 2001; AMARAL; MORTIMER, 2004; SEPULVEDA et al., 2007; ARAÚJO, 2004, SILVA;

AMARAL, 2013; SIMÕES NETO, 2016; SILVA, 2017) agregam reflexões e inovações ao programa de pesquisa, possibilitando que possamos falar em perfis conceituais com o status de teoria.

A Teoria dos Perfis Conceituais estabelece que um determinado conceito pode apresentar significados diferentes, associados a compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos, que são organizados em zonas, relacionadas, cada uma, a um modo particular de pensar, que convive com outros modos em um mesmo indivíduo, que vai utilizar um ou outro modo de acordo com o contexto em que está inserido, a depender do valor pragmático (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Na literatura específica em ensino de Ciências é possível encontrar diversos trabalhos sobre os perfis conceituais e alguns deles destacam a emergência dos vários modos de pensar sobre determinado conceito, identificados a partir das formas de falar. Em nosso trabalho tivemos como objetivo identificar zonas do perfil conceitual de calor que emergem nas falas de estudantes do Ensino Médio a partir do uso de atividades experimentais. Assim, ao identificarmos a emergência dos diferentes significados atribuídos ao calor na fala de estudantes, apresentando as diferentes concepções sobre o conceito em tela a partir do uso de atividades experimentais em sala de aula.

A diversidade existente nas salas de aula e a complexidade dos conceitos científicos nos permite pensar na existência de uma heterogeneidade de pensamento, que implica em uma diversidade de modos de pensar e, de forma associada, formas de falar sobre um conceito, em situações cotidianas e na abordagem do conhecimento científico. Destacamos o conceito de calor. Em situações como em uma caminhada sob forte sol, o termo calor potencialmente pode ser associado a sensação térmica, modo de pensar que possui valor pragmático no contexto, mas que não é útil quando pensamos no calor em uma prova de Química. Assim, percebemos a natureza polissêmica do conceito de calor.

A natureza do calor é um dos interesses mais antigos da Ciência. O fogo, por exemplo, é considerado uma das primeiras conquistas feitas pelo homem, e um exemplo clássico da manifestação do calor. Há relatos de seu uso a partir do homem de Neandertal, há pelo menos 300.000 anos (GOMES, 2012). Desde então, o conceito de calor vem adquirindo diferentes significados ao longo da história, ideias que vão do senso comum até o conhecimento científico e que fazem parte da evolução ontológica e da construção social desse conceito (AGUIAR JR., 2001).

Amaral e Mortimer (2001) propuseram um perfil conceitual para o conceito de calor, com cinco zonas, a partir da consideração dos compromissos ontológicos e epistemológicos, utilizando fontes secundárias de história da ciência e trabalhos sobre concepções informais. Foram propostas cinco zonas, que tratam o calor de uma maneira particular, descritas a seguir:

1. **Zona Realista:** O calor é relacionado as sensações térmicas de quente ou frio. Dessa forma, a sensação de quente indica a presença de calor, sendo o frio o contrário do calor, existindo a possibilidade de transferência de frio e de calor.
2. **Zona Empírica:** O Calor é diretamente proporcional a temperatura, ou seja, faz calor quando a temperatura está alta. A utilização de equipamentos de medição de calor ou temperatura, como calorímetro e termômetro está associada a essa zona.
3. **Zona Substancialista:** O calor é entendido como uma substância, uma entidade material que flui de um corpo para outro com facilidade.
4. **Zona Animista:** O calor é visto como como uma substância viva ou que possibilita a vida aos seres, além da ideia de movimento associado ao conceito.
5. **Zona Racionalista:** O calor é entendido como a energia em trânsito de um corpo de maior para um corpo de menor temperatura, ou seja, de acordo com a Ciência.

O perfil conceitual de calor é um dos mais utilizados em pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de conceitos científicos, seja com foco no discurso do professor (DINIZ JR. et al., 2015) ou na proposição de metodologias e estratégias, como na proposta de Simões Neto e colaboradores (2015), que apresenta uma proposta de sequência didática para analisar a emergência de zonas a partir da utilização de cenas de animes, séries de televisão e desenhos animados. A proposta desse trabalho vai nesta direção, considerando a o uso de atividades experimentais como estratégia didática.

Os processos de ensinar e aprender são constantemente questionados, principalmente nas salas de aula, contexto em que é notável o distanciamento entre os fenômenos trabalhados e as ideias dos estudantes (BINSFELD; AUTH, 2011). Existe ainda uma grande limitação que interferem na qualidade de ensino, relacionada a diversos fatores, sociais, individuais ou da estruturação da escola. Contudo, a

elaboração de estratégias didáticas pode diminuir alguns fatores que interferem no aprendizado dos alunos, como o uso de atividades experimentais, por exemplo, pode ajudar professores de disciplinas como Física, Biologia ou Química no desenvolvimento de aulas mais produtivas e dinâmicas. Marcondes e Peixoto (2007, p.43), ao falarem do ensino de Química, relatam uma “aprendizagem restrita a baixos níveis cognitivos, ensino centrado quase que exclusivamente no professor com aulas essencialmente expositivas, ausência de experimentação e a falta de relação do conteúdo com o cotidiano”.

A experimentação ocupa um papel fundamental no ensino de Ciências, devido a necessidade da existência de elos entre a teoria e prática, como também pelas discussões e observações que esse tipo de atividade pode provocar. É necessário fazer uma retomada dos conceitos e da observação que proporcione a interpretação, compreensão e ressignificação do que foi proposto, capaz de fazer da atividade experimental uma ferramenta de aprendizagem. É necessário compreender a função da experimentação no desenvolvimento científico, ou seja, um princípio norteador da aprendizagem, que ajude aos alunos e professores a compreenderem o verdadeiro significado da experimentação (BINSFELD; AUTH, 2011).

Encontramos, na literatura, estudos que se preocupam em discutir a importância, nas salas de aula de Ciências, das atividades experimentais (GIORDAN, 1999). Frequentemente a experimentação é apontada como um importante recurso didático para promover o desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais, que facilita a compreensão de conceitos científicos, articulando a teoria e a prática (GALIAZZI et al., 2001). De fato, a experimentação como estratégia didática permite uma estreita relação entre o pensar e o fazer, ou seja, permite ao estudante aprender praticando, em contato direto com a Ciência (SILVA et al., 2010).

De acordo com Guimarães (2009) a experimentação é considerada uma estratégia eficaz quando se trata da contextualização e criação de problemas reais em aulas de Ciências, estimulando a reflexão e a investigação científica. É com foco na maior possibilidade de interação com os conceitos científicos, visando sua compreensão a partir da observação de fenômenos e aplicabilidade em diferentes contextos, que defendemos a utilização da experimentação como estratégia de ensino.

Zanon e Freitas (2007) argumentam sobre a importância de uma postura investigativa para a experimentação, que auxilie os aprendizes em ter uma atuação mais

ativa em sala de aula, sendo capazes de experimentar, errar, interagir e expor opiniões mais facilmente, com o auxílio de professores e colegas. Para Oliveira (2010) os experimentos de caráter investigativo desenvolvem uma melhor participação dos alunos durante a execução, já que esse tipo de experimento exige uma maior discussão de ideias. Segundo as autoras, esse tipo de atividade estimula a interatividade física, intelectual e social, auxiliando no processo de construção de conceitos. Desse modo, a experimentação de caráter investigativo não apenas promove uma melhor articulação entre a teoria e a prática, como também proporciona uma melhor discussão dos conceitos, considerando diferentes pontos de vista.

Nessa perspectiva, podemos considerar que atividades experimentais possuem o potencial de facilitar a aprendizagem de conceitos científicos, uma vez que permitem uma participação mais ativa dos estudantes na execução das práticas experimentais investigativas ou na reflexão sobre os experimentos em perspectiva demonstrativa-investigativa. É importante, ao trabalhar com experimentação no ensino, ter cuidado em desenvolver metodologias que considerem essa postura ativa do estudante, em rompimento com as propostas tradicionais em que um experimento é realizado, um relatório é elaborado e questões são resolvidas de forma direta. Precisamos de propostas em que o estudante interage com os conceitos, materiais didáticos, cultura, professor e colegas, sendo o sujeito ativo de sua aprendizagem (CATELAN, 2016).

Nesse trabalho temos como objetivo analisar a emergência das zonas do perfil conceitual de calor, a partir da utilização da experimentação, considerando o elemento investigativo para que os estudantes aprendam o conceito de calor, considerando os diversos de modos de pensar, considerando a Teoria dos Perfis Conceituais.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho apresenta os resultados de um estudo piloto sobre o uso da experimentação visando a abordagem em sala de aula do conceito de calor, a partir da Teoria dos Perfis Conceituais. Participaram dessa pesquisa um grupo de seis estudantes, matriculados no 2º ano do Ensino Médio, em uma escola pública do estado de Pernambuco, situada na cidade de Serra Talhada.

Utilizamos os experimentos propostos por Silva et al., (2019), pensados para discutir aspectos associados ao perfil conceitual de calor, considerando as cinco zonas. Apresentamos os experimentos no Quadro 1.

Quadro 1 – Experimentos Utilizados

EXPERIMENTO 1: Zona Realista	
<ul style="list-style-type: none">- 1 copo de plástico (firme);- 1 copo metálico;- Água (refrigerada);- Termômetro. <p>Os copos devem ser semelhantes visualmente, em cor e tamanho.</p>	
<p>Metodologia do Experimento: o professor deve preencher os dois copos com água e pedir para que os estudantes toquem em cada um, simultaneamente. A questão que norteia a investigação é: qual copo possui a água em menor temperatura? A sensação térmica dos copos ao toque será diferente, com o copo de metal mais frio e, por consequência, ter a ideia de que a água está em temperatura menor. Então, com a ajuda do termômetro, o professor mostra que a água está na mesma temperatura nos dois copos.</p>	
EXPERIMENTO 2: Zona Empírica	
<ul style="list-style-type: none">- 2 Recipientes iguais de metal. Como sugestão, construir o equipamento da figura ao lado, usando quatro latas vazias de bebidas (cerveja, refrigerante, água tônica);- 2 fontes de calor (velas podem ser utilizadas);- Água;- Termômetro.	
<p>Metodologia Experimental: Nos dois recipientes iguais, adicionar quantidades diferentes de água e aquecer, com a vela, os dois pelo mesmo tempo. Após cerca de cinco minutos, verificar as temperaturas em cada recipiente, com o termômetro para verificar qual amostra de água está a uma maior temperatura. O recipiente com menos água é o que aquece mais rapidamente.</p>	
EXPERIMENTO 3: Zona Substancialista	
<ul style="list-style-type: none">- 1 vela;- 1 colher de metal;- 1 pires de porcelana ou vidro;- 1 estilete;- 1 isqueiro ou fósforo.	
<p>Metodologia Experimental: Utilizar o estilete para retirar alguns pedaços da parafina do corpo da vela e colocar sob a colher de metal. Depois, fixar a vela no pires e acender o pavio, utilizando o isqueiro ou fósforo. Posicionar a colher sobre a vela e observar que, após alguns segundos, a parafina vai mudar de estado físico, de sólido para líquido. Por fim, afastar a colher da fonte de calor e observar a solidificação do material</p>	

EXPERIMENTO 4: Zona Animista

- 1 lâmpada de filamento (separar apenas o bulbo);
- 1 rolha;
- 2 canudos de metal;
- 1 serra;
- 1 vela;
- 1 suporte (pode ser utilizado uma garrafa vazia e um aro, como na imagem ao lado);
- Água.
- Óculos e luvas como EPIs.



Metodologia Experimental: Com auxílio da serra e cuidado, separar a base da lâmpada para isolar o bulbo e, em seguida furar uma rolha em baixo e dos lados, com cuidado e utilizando os EPIs. Para montagem do equipamento, encaixar os canudos na rolha de modo que fiquem de lados opostos e encaixar o aparato montado na lâmpada, conforme a figura associada ao experimento. Colocar água no recipiente formado pelo bulbo da lâmpada e, em seguida, colocar a vela abaixo da base. Após a água entrar em ebulição o vapor produzido sairá pelos canudos laterais, fazendo a máquina girar. Se o professor retirar a vela, o movimento cessa.

EXPERIMENTO 5: Zona Racionalista

- 1 recipiente de metal ou porcelana (pode ser o mesmo recipiente construído com latas do experimento 2);
- 1 colher de metal;
- Água;
- 1 fonte de calor (que pode ser uma vela).



Metodologia Experimental: Com a vela acoplada ao sistema, aquecer uma quantidade de água e, em seguida, colocar a colher em contato com o líquido. Após 10 minutos, observar a temperatura da colher.

Fonte: Própria

Como citamos anteriormente, optamos por aplicar os experimentos em uma proposta de atividade experimental demonstrativa-investigativa, e por isso todas as ações práticas, desde a construção dos aparatos até a realização dos experimentos, exceto em momentos que exigem a manipulação pelos estudantes (no experimento 1, ao tocar os copos, e no experimento 5, ao tocar a colher), foram realizadas pela professora/pesquisadora.

Os experimentos foram selecionados para proporcionar discussão sobre o conceito de calor, considerando os diferentes modos de pensar, identificados a partir das formas de falar dos estudantes (MORTIMER, 2001). Cada um dos experimentos foi

pensado, adaptado e proposto, na formulação final, visando a discussão de uma zona específica do perfil conceitual de calor, no entanto, todos possuem potencial para fazer emergir outras zonas, ou seja, diferentes modos de pensar podem ser utilizados para falar sobre o que se observou na realização das atividades experimentais.

Os dados foram coletados a partir do registro sonoro, gravado em áudio, referente as discussões realizadas pelos participantes, ao falarem sobre o conceito de calor associado a cada um dos experimentos. Para a análise, selecionamos recortes nas transcrições em busca de indícios da emergência de modos de pensar referentes às zonas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos os resultados considerando recortes de aula separados, analisados após transcrição dos áudios, por experimento, discutindo as falas dos alunos que apresentaram relações com as zonas propostas por Amaral e Mortimer (2001) para o perfil de calor.

Experimento 1: zona realista

Após montarmos a atividade experimental, convidamos os estudantes para interação, por meio do toque com as mãos em cada copo. Em seguida, buscamos as reflexões dos estudantes na experiência sensorial. O Quadro 2 apresenta recorte, organizado por turnos, que mostra as falas dos alunos nesse momento.

Quadro 2 – Recorte da discussão do Experimento 1

Turnos	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Qual a diferença entre os copos?
2	Estudante A	Um tá com a água mais fria.
3	Estudante B	Tem um copo que a água tá mais gelada, um dos copos é de metal.
4	Estudante C	Um copo é de metal e está mais gelado porque absorve mais calor.
5	Pesquisadora	Calor e frio são termos bastante utilizados no cotidiano, sempre utilizamos, termos como, “tá frio” e “tá calor”. O que seria o frio?
6	Estudante A	Temperatura baixa
7	Pesquisadora	Vocês acham que o calor é o contrário do frio?
8	Estudante B	Sim, se tá calor tá quente se tá frio tá gelado.
9	Pesquisadora	Cientificamente?

10	Estudante B	Cientificamente eu não sei, mas entre nós, é.
11	Pesquisadora	O experimento lembra alguma situação do cotidiano?
12	Estudante A	Sim, eu sempre utilizo um copo de alumínio pra tomar água, é mais gelado.

Fonte: Própria

Podemos perceber a emergência da **zona realista** do perfil conceitual de calor, na associação entre as sensações térmicas e o conceito. Nessa perspectiva o calor pode ser sentido, por exemplo, quando tocamos os materiais. A emergência dessa zona era esperada, devido as concepções informais e o objetivo do experimento.

O estudante A, no turno 2, recorre a relação entre a temperatura baixa e a sensação de frio, ideia comum entre os estudantes, que comumente associam sensação térmica e temperatura. Tal ideia apresenta o compromisso epistemológico realista, estando associado a zona de mesmo nome, segundo Amaral e Mortimer (2001). Essa ideia é ratificada ao longo do diálogo, quando o mesmo estudante afirma que o calor é o contrário de frio, entendendo calor como sinônimo de quente (turno 6). O estudante B confirma essa ideia no turno 8, criando até uma relação: “calor é quando está quente, frio é quando está gelado”. A zona realista aparece, ainda, quando o estudante A afirma que toma água em copo de alumínio porque é mais gelado.

Em primeiro momento, essa experiência, a partir do toque, com as sensações de quente e frio em diferentes materiais, provoca nos alunos a construção da noção de “carga de calor”, ignorando que existe uma temperatura ambiente, que pode ser considerada inexistente (AMARAL; MORTIMER, 2001). Percebemos que, durante a fala, os estudantes vão construindo suas concepções a partir dessa ideia, e daí em diante começam a fazer associações entre concepções oriundas de suas experiências e as ideias científicas.

Experimento 2: zona empírica

Após a montagem do aparato experimental, determinamos o tempo de quatro minutos para aferição da temperatura. Questionamos sobre a influência da quantidade de água em dois recipientes que estão submetidos a uma mesma fonte de calor. O Quadro 3 apresenta a discussão realizada.

Quadro 3 – Recorte da discussão do Experimento 2

Turno	Sujeito	Fala
1	Pesquisadora	Qual recipiente vai aquecer primeiro? Por que?
2	Estudante A	Menos água precisa de mais calor para aquecer.
3	Estudante B	O recipiente com mais água precisa de mais calor para que suas moléculas se agitem.
4	Estudante C	O recipiente que tem menos água tem menos espaço para temperatura circular.
5	Pesquisadora	Quando você entra em uma sala e diz que está muito calor, o que você quis dizer?
6	Estudante D	Que a temperatura tá elevada.
7	Estudante B	Se tá muito calor a temperatura tá alta.
8	Pesquisadora	Então calor é temperatura elevada?
9	Estudante A	Popularmente falando, sim.
10	Estudante B	É, e não é.
11	Estudante A	Calor é energia.
12	Pesquisadora	É muito comum ouvirmos até mesmo em jornais a expressão, hoje está fazendo muito calor.
13	Estudante A	Sim, é pra o povo entender.
14	Estudante B	Imagina os velhinhos ouvindo sobre o agitação das moléculas, eles não entenderiam nada.
15	Pesquisadora	Sim, por isso utilizamos sempre essa linguagem cotidiana. Então, vocês reconhecem que mesmo utilizando essa linguagem cotidiana vocês entendem o que é calor?
16	Estudante D	Nunca parei para pensar nisso.

Fonte: própria

O estudante A, no turno 2, afirma que uma quantidade menor de água precisa de mais calor para aquecer, sendo corrigido pelo estudante B no turno seguinte. Destacamos aqui um importante conceito da termodinâmica, a capacidade calorífica, grandeza física que relaciona a temperatura com a quantidade de calor e depende diretamente da massa. Então, mesmo que os estudantes não tenham discutido esse fenômeno utilizando a linguagem científica, citando o conceito e a definição, as suas experiências ajudam na compreensão do fenômeno mostrado na atividade experimental. É provável que eles estejam associando o fenômeno a experiências extraescolares, pois não falam diretamente sobre a capacidade térmica.

No entanto, ao citar a agitação das moléculas, o estudante B faz emergir a zona do perfil conceitual de calor denominada racionalista, que também emerge nos turnos 11 e 14, quando os estudantes A e B, respectivamente, falam que calor é energia e da agitação das moléculas.

Nesse mesmo experimento percebemos que os alunos confundem as definições de temperatura e calor, quando o estudante C, turno 4, fala que “o recipiente que tem menos água tem menos espaço para temperatura circular”, e quando o estudante D, turno 6, diz que “calor é temperatura elevada”. São concepções que entendem calor e temperatura como grandezas associadas, associado a **zona empírica**. É importante salientar que, mesmo sem a presença de um termômetro, o empirismo se faz presente quando a associação é entre o calor e a temperatura alta, como aponta o estudante B.

O experimento possibilitou que emergisse a **zona empírica**, com o calor associado a altas temperaturas, conforme planejado, e também fez emergir a **zona racionalista**, quando os estudantes relacionam calor a energia e calor a agitação das moléculas. Percebemos, na discussão sobre o experimento 2, que alguns estudantes têm consciência de que existem diferentes modos o conceito de calor, caso do estudante A, que no turno 13 afirma que a jornalista falou de um determinado modo para que o povo entendesse, e o estudante B, turno 14, ao dizer que os velinhos não entenderiam se alguém falasse que as moléculas estariam agitadas.

As relações entre temperatura e calor, encontradas nas ideias dos estudantes, dirigem a pensar a influência da maneira como lidamos com o calor na vida cotidiana: dizemos que faz calor quando a temperatura está alta, o que pode provocar muitas vezes a identificação de um conceito com o outro (AMARAL; MORTIMER, 2001). São ideias expostas de forma “automática”, que acabam influenciando no entendimento científico do conceito. O aluno D, turno 16, afirma que não tinha parado para pensar acerca de como tal modo de pensar era pragmático em contextos relacionados ao senso comum, e que utilizando a linguagem cotidiana é possível estar consciente do pensamento científico.

Experimento 3: zona substancialista

No experimento da zona substancialista, os estudantes discutiram o fenômeno que ocorre quando a parafina é colocada sobre a chama de uma vela e retirada após algum tempo. O recorte da discussão está no Quadro 4.

Quadro 4 – Recorte da discussão do Experimento 3

Turno	Sujeito	Falas
1	Pesquisadora	O que vai acontecer com a parafina ao ser coloca sobre a vela?
2	Estudante B	Vai derreter. E a colher como é de ferro vai conduzir o calor.
3	Estudante A	A temperatura vai aumentar, e passar calor.
4	Estudante D	Por que não tem mais calor para conduzir.
5	Estudante C	Os metais absorvem muito calor.
6	Estudante E	Vai derreter, a colher como é de ferro vai conduzir calor.
7	Pesquisadora	Vocês concordam que o calor vai passar da vela para parafina?
8	Estudante A	Sim, e vai derreter.
9	Pesquisadora	O que vai acontecer se eu tirar a colher da chama da vela?
10	Estudante C	Continuar derretendo enquanto a colher tiver quente.
11	Estudante B	Vai esfriar porque não tem mais calor pra conduzir. Vai ficar na temperatura ambiente.
12	Pesquisadora	Vocês concordam que o calor é tipo uma substancia com facilidade de entrar e sair da matéria, sem percebermos?
13	Estudante D	Sim, concordo.
14	Estudante A	Sim, é tipo um gás.

Fonte: própria

A presença do calor, na visão dos estudantes, provoca o derretimento da parafina da vela e o aquecimento dos objetos de metal, como algo material, um tipo de substância com potencial para transferência de um corpo para o outro. Encontramos indícios da emergência da **zona substancialista**, uma das cinco propostas para o perfil de calor, mesmo que não tão evidente em algumas falas. O estudante A, ao dizer “a temperatura vai aumentar e passar calor” (turno 3), o estudante D quando diz que o calor vai ser “conduzido” (turno 4) e o estudante C, turno 5, quando diz que os metais “absorvem calor”.

O substancialismo, como podemos verificar na fala dos estudantes, também está disperso na cultura científica, sendo identificado por várias formas de falar, usadas em contextos científicos, inclusive na sala de aula e em livros didáticos. Expressões como “transferência de energia”, “quantidade de calor” ou “condução de calor”, que são comuns no discurso de cientistas e professores, acabam emergindo também nas falas dos estudantes (SILVA; SIMÕES NETO; SILVA, 2019).

Entender o calor como substância está relacionado a **zona substancialista**, o que fica mais evidente quando perguntamos se os estudantes concordam que o calor é uma substância que entra e sai da matéria, no turno 12. O estudante D concorda (turno 13) e o estudante A faz uma inferência: “o calor é como um gás”.

Experimento 4: zona animista

No experimento mais associado a zona animista discutimos as máquinas térmicas, relacionando calor a movimento, calor como necessário para que alguns objetos se movam. As respostas dos estudantes durante a discussão pós-experimento estão no Quadro 5:

Quadro 5 – Recorte da discussão do Experimento 4

Turno	Sujeito	Falas
1	Estudante A	Vai funcionar igual uma panela de pressão.
2	Estudante B	Vai girar.
3	Estudante C	O calor faz se mover.
4	Pesquisadora	Vocês concordam que o calor é capaz de fazer alguns objetos se moverem?
5	Estudante D	Sim, tipo a Maria Fumaça, né, professora?
6	Estudante B	Sim, tem um objeto aqui com uns negocinhos preto e branco, que se move perto do calor. O preto absorve o calor todinho, e começa a girar [referência ao Radiômetro de Crookes, mais conhecido como motor de luz.
7	Pesquisadora	Vocês acham que o calor é capaz de conceder vida, de que forma?
8	Estudante C	As plantas são exemplos claros disso, precisam de calor para realizar a fotossíntese e nós humanos também, se o calor do sol não chegasse até a terra, seria um planeta muito gelado.

Fonte: Própria

Percebemos a emergência da **zona animista**, apresentada por Araújo (2014) como calor como movimento. Em primeiro momento os alunos associam o fenômeno observado a algo da sua experiência cotidiana, quando alguém utiliza uma panela de pressão, como é apresentado no turno 1, pelo estudante A.

No decorrer da discussão os estudantes mostram concepções de que o calor é capaz de mover as coisas, como a Maria Fumaça, nome popular dado a locomotiva com propulsão gerada por motor a vapor, citada pelo estudante D (turno 5) e o radiômetro de

Crookes, citado pelo estudante B, sem falar o nome, no turno 6. Na fala do estudante C, turno 8, ao dizer que as plantas precisam do calor do sol e que sem ele seríamos um planeta muito gelado, sem a possibilidade de existência da vida humana, é perceptível a emergência do modo de pensar animista, em uma associação ontológica entre calor e vida (AMARAL; MORTIMER, 2001).

Experimento 5: zona racionalista

No último experimento, centrado na zona racionalista, podemos observar após a realização da atividade, a emergência da zona racionalista, conforme podemos verificar no recorte do Quadro 6.

Quadro 6 – Recorte da discussão do Experimento 5

Turno	Sujeito	Falas
1	Pesquisadora	O que aconteceu?
2	Estudante A	O calor vai passar da colher para nossa mão.
3	Estudante B	Igual, quando esqueço a colher dentro da panela.
4	Estudante C	Vai passar energia.
5	Estudante A	É tipo quando esqueço a colher dentro da panela, no fogo.
6	Pesquisadora	Temos os exemplos da panela com cabo de plástico e com cabo de alumínio, a com cabo de plástico as vezes a gente ainda tenta pegar, mas a de alumínio não.
7	Aluno B	Isso, a com cabo de alumínio temos que pegar pelo menos com um pano molhado.

Fonte: própria

Observamos a **zona racionalista** emergir quando o estudante C, turno 4, afirma que o que vai passar, da vela para água, da água para colher, da colher para nossa mão é a energia. Esse argumento é semelhante ao apresentado material textual para o Ensino Médio, a partir de expressões como “transferência de energia” ou “energia em trânsito”, de considerável valor pragmático em âmbito científico.

Mesmo fazendo emergir a zona mais científica, os estudantes associaram o experimento a fenômenos que ocorreram em casa. É o caso do estudante B, no turno 3, e do estudante A, no turno 5, citando que, às vezes, esquecem a colher dentro da panela, no fogo. Nessa perspectiva, o calor associado a forma de energia também é apresentada pelos estudantes.

No turno 2, a fala do estudante A, faz emergir a **zona substancialista**, no entendimento do calor como algo material, contido na colher, e que passa para nossa mão ao contato. Por fim, destacamos no turno 7, na fala do estudante B, que ao ser questionado quanto ao uso do cabo de plástico ou de alumínio. Ele comenta que para pegar no cabo de alumínio, ao retirar a panela do fogo, é necessário usar um pano, ou seja, a energia vai ser conduzida para o pano e não para a mão, diminuindo os riscos de queimadura.

CONCLUSÃO

Os experimentos realizados com o grupo de estudantes possibilitaram uma discussão acerca dos diversos significados atribuídos ao calor, promovendo reflexão sobre a natureza do conceito, polissemia e utilidade no cotidiano. A utilização das atividades com experimentos mostrou relevante para abordagem do conceito de calor considerando diversos modos de pensar, levando em consideração os contextos e a relação com outros conceitos importantes da termodinâmica.

Ao utilizar a Teoria dos Perfis Conceituais, possibilitamos aos estudantes, na sala de aula, a compreensão da diversidade de modos de pensar e de sua relação com os contextos, o que consideramos importante. Ao considerar essa possibilidade nas aulas de Ciências, com a preocupação sobre a aprendizagem de conceitos em uma perspectiva consensual na comunidade científica e também valorizando os modos de pensar mais informais, que possuem valor pragmático em diversos contextos e situações.

Os experimentos utilizados estão disponíveis na literatura e em canais de comunicação na internet, como o YouTube, contudo, quando associados a Teoria dos Perfis Conceituais proporcionam uma discussão diferenciada sobre o conceito de calor, na perspectiva de que aprender Ciências significa maximizar as zonas e tomar consciência da relação entre estas e os contextos. Ou seja, pode promover a aprendizagem do conceito de calor para além da visão científica, validando outros modos de pensar, pragmáticos em situações cotidianas.

Os resultados apontam a emergência das zonas realista, empírica, substancialista, animista e racionalista do perfil conceitual de calor, além de estimular a relação com outros conceitos, como temperatura, sensação térmica e mudança de estados físicos. As zonas pensadas para cada experimento, *a priori*, emergiram nas discussões. Ainda, percebemos que outras zonas, como a racionalista no experimento 2 e a substancialista

no experimento 5, estão associadas a modos de pensar e formas de falar usadas pelos estudantes durante a discussão. Observamos que os alunos tinham um certo domínio sobre o conceito de calor em um viés científico, porém, utilizavam expressões como “tá calor”, e quando questionados sobre o uso do termo, reconheciam que se tratava de um modo de falar não científico, pragmático em questões cotidianas.

É importante destacar que esse trabalho aponta os resultados de uma aplicação piloto, no contexto de uma pesquisa de mestrado em desenvolvimento que vai além da observação da emergência das zonas. Em trabalhos futuros pretendemos observar o processo de aprendizagem deste conceito a partir do enriquecimento do perfil conceitual de calor, ou seja, a aprendizagem de novas zonas e analisar processos de tomada de consciência dos diferentes modos de pensar, a partir da aplicação dos experimentos na perspectiva demonstrativa-investigativa, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Instrumentação e Diálogos no Ensino de Química (GIDEQ), ao Núcleo de Pesquisa em Aprendizagem de Conceitos Científicos (NUPACC) e ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JR., O. **Modelo de ensino para mudanças cognitivas**: um instrumento para o planejamento de ensino e a avaliação da aprendizagem em Ciências. 2001. 377 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

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.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de química. **Educación Química**, n. 3, p. 60-75, 2004.

ARAÚJO, A. O. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas**. 2014. 223 f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. A experimentação no ensino de ciências da educação básica: constatações e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...**, Campinas: ENPEC, 2011, p. 1-10.

CATELA, S. S. **Atividades experimentais como recurso pedagógico ao ensino de ciências naturais e matemática**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

- DINIZ JR., 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. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial, p. 55-67, 2015.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. v. 31, n 3, p. 198-202, 2009.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000.
- 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.
- 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. 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.
- SILVA, J. R. R. T. **Um Perfil Conceitual para o Conceito de Substância**. 186 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- SILVA, J. R. R. T. Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional. **Ciência e Educação**, v. 23, n. 3, p. 707-722, 2017.
- 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. 52-72, 2013.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2001, p. 231-261.
- SIMÕES NETO, J. E. **Uma proposta para o perfil conceitual de energia em contextos do ensino da Física e da Química**. 2016. 251f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, J. R. R. T.; CRUZ, M. E. B.; AMARAL, E. M. R. Una Secuencia Didáctica para Abordar el Concepto de Calor en la Enseñanza de Estudiantes Preuniversitarios. **Formación Universitaria**, v. 8, n. 2, p. 3-10, 2015.
- ZANON, D.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental: ações que favorecem sua aprendizagem. **Ciência e Cognição**, v. 10, p. 93-103, 2007.