

ESTUDO DOS EFEITOS DO CALOR PARA OCORRÊNCIA DO FENÔMENO DE VAPORIZAÇÃO NO CONTEXTO DOS ANOS INICIAIS

Study on effects of heat for the occurrence of the phenomenon of vaporization in the context of early childhood education

ARTHUR PHILIPPE CÂNDIDO DE MAGALHÃES

*Escola Estadual Profº Antônio Carlos Natalino, Escola Municipal Cunhatã Curumim
arthurphilipe@yahoo.com.br*

JESUS MENESES VILLAGRÁ

*Universidad de Burgos
meneses@ubu.es*

ILEANA MARIA GRECA

*Universidad de Burgos
imgreca@ubu.es*

Recebido em: 12/03/2021

Aceito em: 26/07/2021

Resumo

Este trabalho descreve uma proposta de estudo acerca dos efeitos do calor para ocorrência dos fenômenos de vaporização aplicada com 15 crianças do 3º ano de uma escola da rede municipal de Boa Vista-RR/Brasil, utilizando a metodologia da Indagação, fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Os estudantes indagaram sobre as causas para que se sucedam fenômenos de vaporização e sobre as transformações que experimentam as substâncias. Foi utilizada uma metodologia qualitativa, descritiva e como procedimentos, o estudo de caso. Coletou-se dados através de: (1) mapa mental (expressão aberta de ideias a respeito de palavras), (2) transcrição dos diálogos ocorridos na aula, (3) desenhos explicativos e (4) caderno de campo dos alunos e do professor. Os resultados obtidos levam-nos a considerar que a realização de atividades investigativas a partir de indagações científicas e a experimentação apresentam indícios de que, associadas, promovem condições para que os estudantes tenham ideias claras e estáveis a respeito do efeito do calor para vaporização que poderão servir como ancoradouro para futuras aprendizagens.

Palavras-Chave: Aprendizagem Significativa Crítica. Metodologia da Indagação. Calor. Vaporização. Condensação. Anos iniciais do Ensino Fundamental.

Abstract

This work describes a study proposal on the effects of heat for the occurrence of vaporization phenomena with participation of 15 third graders attending a public school in the municipal network of Boa Vista-RR/Brazil. We used the Inquiry methodology, based on the Critical meaningful learning theory. The students inquired about the causes for the occurrence of vaporization phenomena and about the transformations experienced by substances. We also used a qualitative and descriptive methodology in addition to study cases for procedures. Data collected using (1) mental maps (open expression of ideas about specific words), (2) transcription of the dialogues in class, (3) explanatory drawings, and (4) field notebooks for students and teachers. The results obtained lead us to consider that carrying out investigative activities based on scientific inquiries and experimentation show evidence that, in association, they promote conditions for students to have clear and stable ideas about the effect of heat for vaporization that may serve as a base for future learning.

Keywords: Critical Meaningful Learning. Inquiry Methodology. Investigation. Heat. Vaporization. Condensation. Early Childhood Education.

1. Introdução

O que se tem observado no cenário educacional atual é um ensino que tem como finalidade a transmissão do conhecimento na qual o estudante deve memorizar o conteúdo apresentado pelo professor e reproduzi-lo fielmente nos testes e provas. Este tipo de ensino promove uma aprendizagem mecânica, que não possui uma compreensão duradoura, e implica a formação de pessoas passivas, que possuem dificuldade de interação social, dóceis, dogmáticas, intolerantes, autoritárias, inflexíveis e conservadoras (MOREIRA, 2010; 2011; FREIRE, 1996).

Por isso, esse tipo de ensino deve ser veementemente combatido e abandonado (MOREIRA, 2006; 2010; 2011; 2018). No mais, é necessário fazer com que os estudantes tenham contato com a realidade de forma que possam internalizar o mundo que os rodeia devendo estudar o que acontece, anotar, observar, discutir coletivamente, comparar fatos semelhantes, acompanhar um processo investigativo do início ao fim. O ideal é fazer com que as crianças já comecem a construir as primeiras noções de procedimentos próprios do trabalho científico de forma que possam ter uma nova percepção da realidade que o cerca (ORÓ, 1999).

Martí (2012) explica que o ensino de ciências para crianças deve ter como finalidade desenvolver os aspectos cognitivos, adquirir conhecimentos e métodos de ciências e desenvolver a competência científica. Ademais, destaca como lema “aprender a investigar”, referindo-se a aprender a fazer ciência e sobre a ciência, e “investigar para compreender”, o que estaria relacionado ao processo de investigação para adquirir conhecimento científico.

Implica ressaltar que não seja somente no desenvolvimento da compreensão conceitual dos fenômenos da natureza, mas que possam construir noções de habilidades, atitudes e da natureza do conhecimento científico que o possibilite intervir na realidade que o cerca. Para tanto, é indispensável proporcionar em sala de aula uma metodologia capaz de favorecer um ambiente onde os alunos reflitam a respeito desses fenômenos; elaborem suas próprias perguntas; façam investigações; levantem hipóteses; façam previsões; construam desenhos experimentais; realizem ou observem atividades experimentais simples; aprendam a coletar, organizar e analisar dados, e expressar os conhecimentos aprendidos baseados em evidências científicas. Assim, as crianças estarão envolvidas em uma cultura científica, além de terão melhores condições para desenvolver uma aprendizagem duradoura e necessária à contemporaneidade (NRC, 2012).

Neste artigo, buscamos descrever uma proposta de estudo investigativo a respeito do efeito do calor para que se sucedam fenômenos de vaporização e sobre as transformações que experimentam as substâncias, fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica associada a uma metodologia da Indagação.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Aspectos psicológicos da aprendizagem e da metodologia de ensino

A aprendizagem significativa resulta de um processo cognitivo em que a pessoa adquire significado a partir da interação entre conhecimentos estabelecidos na estrutura cognitiva e o novo conteúdo que tenha um potencial significativo capaz de se ancorar no conhecimento prévio. Esta aprendizagem permite que o estudante adquira maior compreensão, capacidade de transferência, de explicação e possibilidades de descrever novas experiências. Nesse sentido, o que mais influencia o processo de aprendizagem dos estudantes é aquilo que já possuem de ideias ou conhecimentos em sua estrutura cognitiva sobre determinado conteúdo (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1978; AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011).

Já o enfoque da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC- visa a superação de um saber transmitido a um saber construído coletivamente, pois pressupõe além de o abandono da narrativa, o ensino centrado no aluno, o professor como mediador, a participação ativa do sujeito, a interação coletiva dos atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, aprender a ser crítico(a) e aceitar a crítica e fazer uso de diversas estratégias e recursos que possibilitem a discussão, o diálogo e a negociação de significados entre si (MOREIRA, 2011).

A TASC é uma perspectiva em que o sujeito deve aprender a aprender de forma crítica, buscar permanentemente o conhecimento, não aceitar passivamente qualquer novo conhecimento sem crítica, sem discuti-lo, sem perceber suas intencionalidades, compreendendo que o conhecimento humano é construído e, neste sentido, há que se questioná-lo se necessário (MOREIRA, 2011). É também um processo de reflexão crítica a respeito do seu próprio processo de aprendizagem, pois implica aprender a aprender, liberdade para aprender e crescimento pessoal.

Neste sentido, Moreira (2010, 2011) e Moreira e Masoni (2016) destacam alguns princípios, ideias ou estratégias para facilitar a aprendizagem significativa crítica, onde cada princípio se converte em um tipo de aprendizagem necessária para sobrevivência no mundo atual caracterizado por mudanças repentinas e drásticas, o que exige uma aprendizagem não somente significativa, mas sobretudo crítica. Os princípios destacados pelos autores, são: (1) princípio do conhecimento prévio, (2) princípio da interação social e do questionamento, (3) princípio da não centralidade do livro de texto, (4) princípio do aprendiz como perceptor/representador, (5) princípio do conhecimento como linguagem, (6) princípio da consciência semântica, (7) princípio da aprendizagem pelo erro, (8) princípio da desaprendizagem, (9) princípio da incerteza do conhecimento, (10) princípio da não utilização do quadro-de-giz, (11) princípio do abandono da narrativa.

A compreensão destes princípios e a utilização deles no ambiente educativo são essenciais para aprendizagem significativa crítica, por isso, nos ocorre conduzir o ensino de forma a garantir que estas formas de aprender sejam implementadas em sala de aula (MOREIRA, 2010; 2011; MOREIRA e MASONI, 2016)

Para tanto, é necessária a utilização de uma metodologia de ensino que fomente a capacidade de pensar, refletir e agir de forma integrada no ambiente da sala de aula (NRC, 2000; FURNAM, 2008), pois as atividades de natureza investigativa promovem a participação ativa dos estudantes, ajuda a terem maior consciência sobre o que estão fazendo e como estão fazendo. Isso implica metacognição, processo em que se proporciona um ambiente para avaliação e revisão da investigação, no qual se poderá discutir coletivamente os aspectos limitantes ou as potencialidades da experimentação realizada, possibilitando aos estudantes maior compreensão da natureza da ciência (Martí, 2012).

Ademais, as metodologias que utilizam o processo investigativo têm como ênfase o questionamento, a análise de dados e o pensamento crítico (NRC, 1996). Por isso, desenvolve aspectos importantes, como: (1) o entendimento conceitual, (2) habilidades e atitudes para investigação científica, e (3) a compreensão dos procedimentos da Ciência (WARD ET AL, 2010; MARTÍ, 2012; HARLEN, 2006; 2010, 2013).

Nesse sentido, uma metodologia de ensino que tem elementos muito próximos dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica é a metodologia da indagação que tem como eixo central um ensino problematizado por indagações científicas, permeado pela experimentação, questionamento, pela busca de resposta a problemas levantados pelo professor/estudante (HARLEN, 2006; 2010, 2013; BYBBE et al, 2006; MARTÍ, 2012; BABBYE, 2015).

A opção por esta metodologia se fez em virtude dela possuir afinidades com os princípios para uma ‘aprendizagem significativa crítica’ abordado no estudo de Magalhães, Villagrà, Greca (2019) em que enfatizam que essa relação favorece a mobilização dos conhecimentos prévios dos estudantes

e a relação entre as ideias iniciais com aquilo que o estudante irá aprender, possibilitando, progressivamente, o novo conhecimento, novos significados para o sujeito aprendiz, bem como a interação social e intenso uso do questionamento. E ainda, utilização de diversos materiais instrucionais e estratégias didáticas, uso do erro como aprendizagem, abandono da narrativa, tendo aluno como centro do processo, entre outras relações possíveis.

Essa metodologia possibilita que os sujeitos possam ter melhores condições para compreender, explicar e refletir acerca das situações do mundo atual e motivação para interessasse pela ciência e por sua natureza. Ademais, caracteriza-se como um processo no qual os estudantes observam, argumentam e experimentam. Implica aprender a partir da exploração ativa de fenômenos da natureza, da formulação de perguntas, da coleta e análises de dados e da discussão e confronto de ideias (MENESES e CABALLERO, 2017).

Pressupõe ainda o desenvolvimento de habilidades nas quais os estudantes desenvolvem e utilizam o questionamento, observação, medição, formulação de hipóteses, previsões, planejamento de investigações, interpretação de dados, obtenção de conclusões baseadas em evidências, comunicação de resultados e reflexão pessoal sobre o uso de procedimentos. Nesse processo, interagem com professores e colegas de classe, dialogam a respeito do estudo, trabalham em colaboração, expressam oralmente ou por meio da escrita fazendo uso de termos científicos adequados à sua faixa etária e possam aplicar o que aprenderam ao seu contexto de vida (HARLEN, 2006; 2010, 2013; BYBBE ET AL, 2006; BABBYE, 2015).

Em suma, essa metodologia favorece o pensamento crítico e autônomo, a capacidade de analisar e interpretar dados, elaborar desenhos investigativos a partir de perguntas, bem como a interpretação de modelos, um dos elementos essenciais para a aprendizagem que se busca desenvolver. Promove condições para que os estudantes possam pensar a respeito dos processos para construção do conhecimento científico a partir de evidências (FURMAM, 2008).

2.2. Aspectos relacionados a didática da matéria de ensino

Definidos a compreensão de como se aprende e de uma metodologia coerente com essa perspectiva, buscar-se-á discorrer a respeito de como se pode discutir o conceito de calor e temperatura relacionados ao fenômeno de vaporização.

É essencial que para aprendizagem do conceito de energia os estudantes possam ter contato com as suas diversas formas, processo conhecido como formação conceitual, para que só depois tenham condições de assimilar conceitos gerais e específicos do tema energia (MOREIRA, 2006).

E, quanto a construir ideias científicas de calor e temperatura, é indispensável apresentá-las de forma progressiva, considerando o desenvolvimento cognitivo em cada etapa de ensino. O ideal é que ao final dos 12 anos o indivíduo já consiga associar a temperatura ao grau de agitação das moléculas, relacionar a energia térmica como capacidade de um sistema de produzir transformações, seja em si mesmo ou em outros, devido a sua temperatura, e relacionar o calor como o processo pelo qual a energia se transfere entre sistemas em diferentes temperaturas. Nessa linha de raciocínio, os autores sustentam a ideia de que é possível começar com a construção do conceito de temperatura no primeiro ciclo (6-8 anos) para se chegar à ideia de calor de maneira explícita no terceiro ciclo (10-12 anos) (CAÑAL, GARCÍA-CARMONA e GUZMÁN, 2016).

Todavia, é importante ressaltar que, inicialmente, calor e temperatura podem ser compreendidos independentemente de qualquer movimento molecular. Para tanto, pode-se abordá-la inicialmente a partir de uma definição mais macroscópica, pois a relação microscópica é muito mais complexa e demanda maior grau de compreensão das relações entre estes conceitos. Nesse sentido, o indicado é construir a ideia de uma escala de temperatura para verificar o grau de aquecimento, para

depois discutir a temperatura como medida da agitação das moléculas. E na perspectiva macroscópica pode-se usar algum material que dependa do fato de estar quente ou frio (YOUNG, 2008).

Nesse sentido, é fundamental procurar contextos conhecidos dos alunos que os ajudem a tomar consciência de indagações científicas que mobilizem estes conceitos e possam ser incentivados à investigação de fenômenos, a interação e discussão com outros colegas, cujas ideias estarão mais próximas das deles do que da do professor. A intervenção didática, em relação aos conceitos de calor e temperatura, deve partir de situações problemas que tenham relação direta com a vida cotidiana das crianças, e que as soluções destas questões se deem pela mobilização e discussão de ideias de cunho científico (CAÑAL, GARCÍA-CARMONA e GUZMÁN, et al., 2016, p. 242).

Para tanto, compreende-se a partir das discussões que é necessária uma vivência com atividades investigativas e experimentais em que as crianças possam ao lidar com os fenômenos do cotidiano, em especial aqueles associados ao calor e temperatura, aprender aspectos, como: (1) identificar problemas de cunho científico relacionados aos fenômenos térmicos, (2) formular hipóteses explicativas, (3) elaborar um desenho experimental para testar hipóteses, (4) identificar variáveis que possam ser medidas e/ou controladas relacionadas a temperatura, as fontes de calor, ao tempo de exposição ao aquecimento ou resfriamento, (5) realizar experimentos com foco na transmissão de calor, seja por radiação, condução ou convecção para objetos e substâncias, (6) observações, medições e registros de variação de temperaturas, mudanças de estado da matéria que ocorrem em função do calor, dilatação em objetos, comparação de resultados, análises, contestação de hipóteses, apresentação e comunicação oral e/ou escrita de resultados e conclusões.

Ao proporcionar este contexto de ensino, o estudante poderá ser intelectualmente ativo, construir novos significados e explicações da experiência, a respeito da linguagem que utiliza para explicar, da percepção dos significados pessoais em diversos contextos, o que pode favorecer uma nova atitude em relação a aprendizagem dos conceitos de calor e temperatura, principalmente quanto à questão de busca em seus próprios conhecimentos e em conhecimentos prontos, encontrados estão nos livros didáticos.

3. Metodologia

Esta investigação deu-se por meio de uma abordagem qualitativa, ou seja, interpretativa, com objetivo descritivo e adotou-se como procedimento o estudo de caso por se dar com um grupo específico, único e pelo uso de múltiplas formas de produção de dados que nos permite uma análise multidimensional de forma aprofundada do contexto particular (SAMPIERI, 2006; MOREIRA, 2011). A pesquisa foi realizada com 15 estudantes do 3º ano, com faixa etária entre 08 a 12 anos do ensino fundamental de uma escola da rede municipal de Boa Vista-RR/Brasil, e foram codificados por E1 a E15.

A proposta de estudo realizou-se em seis encontros, no período de duas semanas. Para estas aulas foram necessários a utilização dos espaços do pátio escolar e da cozinha da escola, nos quais os experimentos foram realizados. Na sala de aula, o desafio foi organizar os grupos de estudo em virtude do tamanho da sala que foi projetada para educação infantil. A coleta de dados realizou-se por meio de (1) mapa mental (expressão aberta de ideias a respeito de palavras), (2) transcrição dos diálogos ocorridos na aula, (3) desenhos explicativos e (4) caderno de campo dos alunos e do professor. A análise dos dados deu-se considerando cada etapa da proposta de estudo. Para cada momento, buscou-se nos instrumentos de coleta aqueles necessários à descrição da proposta considerando as produções dos alunos, dos significados compartilhados e das mediações realizadas e das observações registradas pelo pesquisador.

A sequência didática delineada teve como finalidade discutir a seguinte indagação científica: Por que uma substância se evapora e quais fatores influenciam este processo? O objetivo foi ajudar os estudantes a compreender os efeitos do calor nas substâncias, com ênfase nos conceitos de

vaporização e nas mudanças de estado físico. Cabe destacar que o desenho didático foi voltado para séries iniciais e, por isso, discutimos os aspectos macroscópicos do conteúdo científico.

A figura 1 apresenta o mapa conceitual da pesquisa. O item 3 (Por que uma substância se evapora e quais fatores influenciam este processo?) corresponde a proposta de estudo que apresentamos nesse artigo.

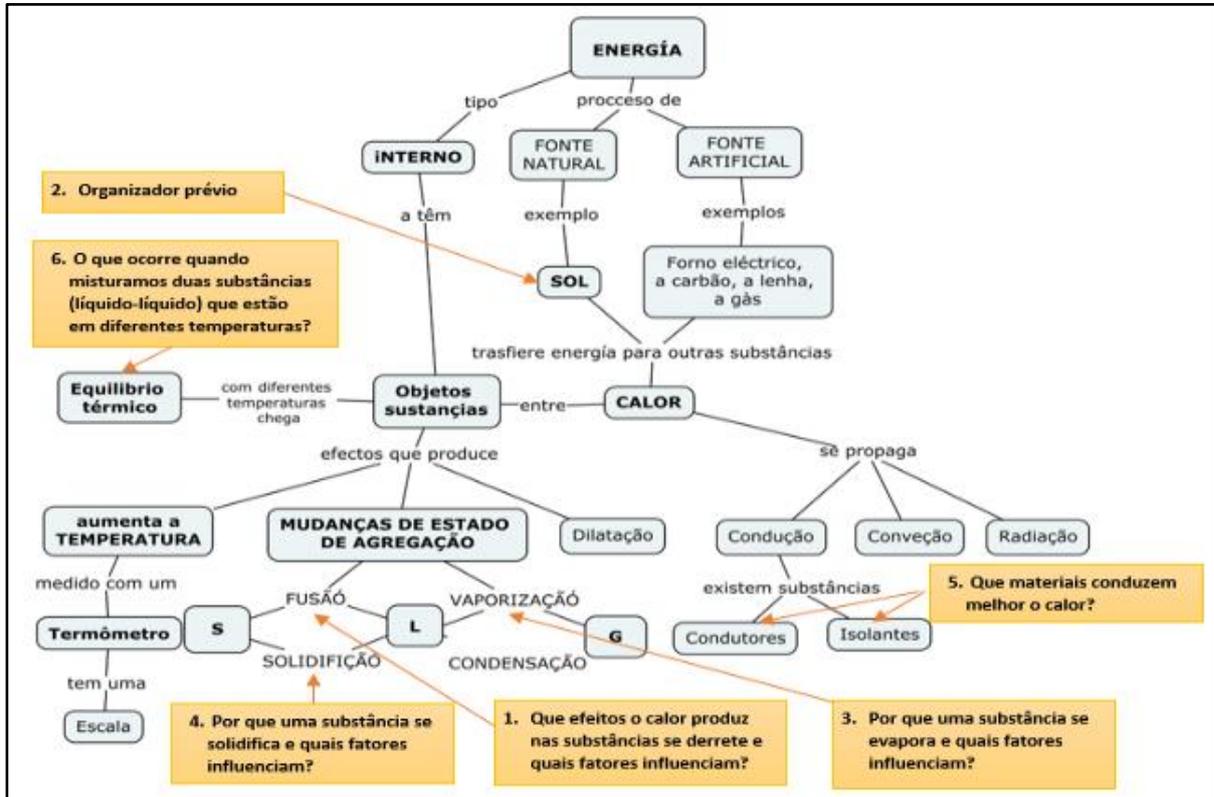


Figura 1. Mapa conceitual do conceito de calor e temperatura para os anos iniciais. O Estudo deste artigo corresponde ao item 3 do mapa.

Ademais, integrou-se aspectos da vivência dos estudantes, conteúdo científico adequado a faixa etária e integração ao currículo de ciências da natureza. O quadro 1 apresenta as etapas e a descrição do ensino utilizando a metodologia da indagação para a aprendizagem significativa crítica da ideia de calor para os fenômenos de vaporização.

Quadro 1. Etapas do ensino para a aprendizagem significativa crítica dos conceitos de vaporização-condensação.

Etapas metodológicas	Etapas do ensino para a aprendizagem significativa crítica.	
<p>1ª etapa: Apresentação da situação problema e Discussão da indagação científica</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apresentar uma situação problema baseada na seguinte indagação científica: “Por que uma substância se evapora e quais fatores influenciam este processo?”. ➤ Identificar e compreender o problema a respeito da mudança de estado físico; ➤ Discutir em grupo e coletivamente os elementos conhecidos e desconhecidos a respeito do processo de mudança de estados físicos da matéria.; ➤ Expressar perguntas do que não compreenderam ou elaborar outras questões relacionadas. 	<p>Aula 1</p>
<p>2ª etapa: Emissão de hipóteses</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mobilizar ideias e conhecimentos prévios para levantar, emitir e discutir em grupo hipóteses explicativas na tentativa dar uma resposta ao problema; ➤ Compreender e/ou perceber de que a variedade de hipóteses faz com que não devamos aceitar passivamente as respostas iniciais, mas buscar questioná-las e testá-las quando possível. 	<p>Aula 1</p>
<p>3ª etapa: Desenho Experimental</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construir um desenho experimental que possa testar as hipóteses.; ➤ Elaborar previsões a partir do planejamento em grupo.; 	<p>Aula 2</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar com ajuda do professor as variáveis a serem observadas, como: os materiais utilizados, o tempo e os possíveis resultados; ➤ Reconhecerem os múltiplos procedimentos e instrumentos, e a pluralidade de formas para encontrar a solução do problema além do livro didático. 	
4ª etapa: Realização do experimento, coleta e organização de dados e análise.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar parte da atividade experimental em grupo; ➤ Separar a quantidade específica de substância (água) estabelecida numa tabela; ➤ Verificar a temperatura e registrar os dados iniciais; ➤ Submeter a substância ao calor resultante da queima do gás no fogão da cozinha da instituição (parte realizada pelo professor); ➤ Submeter a substância ao calor no ambiente externo a sala de aula (parte realizada pelos alunos); ➤ Observar e anotar na tabela a temperatura da substância recolhidas pelo professor com base no tempo de aquecimento estabelecido; ➤ Discutir sobre os resultados em grupo e depois coletivamente, compartilhando significados; ➤ Aprender e utilizar linguagem científica, o que implica consciência do conhecimento como linguagem; ➤ Analisar com a mediação docente, a temperatura, o tempo de aquecimento, a quantidade e as mudanças ocorridas com a substância submetida ao calor no fogão e no ambiente externo; ➤ Responder questões que os leve a conclusões do estudo; ➤ Registrar a experiência e os resultados por meio de desenhos explicativos; ➤ Discutir a “incerteza do conhecimento” mediante o questionamento dos dados e instrumentos científicos e sua relação com as hipóteses. 	Aula 3
5ª etapa: Conclusão	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar a interpretação dos dados para se obter conclusões válidas com base nas provas encontradas; ➤ Interrogar as provas, discutir o que consideram como “evidências”; ➤ Questionar as observações, compreender o papel das conclusões coletivas e dos acordos intersubjetivos; ➤ Perceber que tanto os significados iniciais e finais a respeito da ideia de calor relacionada ao processo de vaporização-condensação são pessoais, embora haja uma perspectiva científica que explique o fenômeno; ➤ Refletir o processo de aprendizagem levando em consideração os conhecimentos prévios e a relação destes com as novas informações aprendidas. 	Aula 3
6ª etapa: Consolidação do conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rever e consolidar os conceitos estudados; ➤ Realizar atividade experimental com foco na condensação; ➤ Exibir um vídeo educativo detalhando o processo de mudança de estado físico; ➤ Realizar questionamentos, como: que fatores contribuíram para vaporização da água? Qual a relação do calor com a vaporização? Houve variação da temperatura durante o aquecimento da substância? Que variações foram essas? É possível estabelecer uma escala a partir da variação de temperatura? 	Aula 4 e 5

Fonte: Autoria própria.

4. Resultados e discussões

Os resultados e discussões serão apresentados, considerando as etapas do estudo dos efeitos do calor para ocorrência do fenômeno de vaporização.

1ª etapa: Apresentação da situação problema

Nesta etapa, apresentou-se a situação problema a partir de uma história fictícia familiar ao contexto dos participantes baseada na seguinte indagação científica: “*Por que uma substância se evapora e quais fatores influenciam este processo?*”. Os alunos participaram ativamente apresentando as ideias sobre o que já sabiam ou não e muitos, a partir do questionamento inicial, elaboraram suas próprias perguntas a respeito do que não sabiam. Percebeu-se pelas discussões apresentadas a falta de ideias prévias estáveis e uma compreensão dos processos de vaporização não adequadas a perspectiva científica, o que se pode considerar por conta da idade dos participantes. Além disso, possuíam pouca familiaridade com palavras e termos científicos, bem como os relacionados a uma metodologia investigativa.

2ª etapa: Emissão de hipóteses

Por meio de questionamentos, buscou-se ajudá-los a mobilizar as ideias e conhecimentos prévios de forma que pudessem levantar, emitir e discutir em grupo hipóteses explicativas na tentativa de dar uma resposta ao problema. O quadro 2 apresenta os questionamentos e as explicações de alguns estudantes.

Quadro 2. Questionamentos realizados para discussão em grupo e discussão coletiva

Estudantes	Como você explicaria o que acontece com uma substância líquida (água) quando a colocamos numa panela e a submetemos ao fogo?	Qual fator responsável pelas mudanças ocorridas na substância? Por que algumas mudanças ocorrem?
E2	A água fica muito quente e fica borbulhante.	Aqueceu muito.
E3	Fica muito quente, e desaparece quando há pouca quantidade.	O fogo evapora a água.
E4	Fica muito quente e sai um vapor.	O fogo esquenta a água.
E5	Fica muito quente, fica borbulhando.	Porque ficou muito quente.
E6	Esquenta muito e tem um vapor que sai da panela.	Esquentou muito no fogo.
E8	Ferve e esquenta.	-
E9	A água vai ferver e vai esquenta e depois vai esfria.	Aqueceu muito e por causa que ficou muito tempo no fogo.
E7	A água vai fervendo e borbulhando e esquentando do fogo	O fogo esquentou muito.
E14	Ela ferve.	O fogo.

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, incentivou-se que observassem a variedade de explicações apresentadas afim de que percebessem a importância de que não se deve aceitar passivamente as respostas iniciais, mas buscar questioná-las e testá-las quando possível. Após esse a apresentação buscou-se conversar com eles sobre os elementos que apareceram após um tempo de aquecimento da substância, como vapor e as bolhas. A ideia mais comum apresentada por eles é que o fogo é o responsável por isso e alguns manifestaram a ideia qualitativa de pouco quente, quente e muito quente à medida que a água vai sendo aquecida.

Tanto a discussão da situação problema, como o levantamento de explicações iniciais possibilitou a mobilização de ideias prévias, embora não condizente com a perspectiva científica. No mais, percebeu-se que buscaram, motivados pela pergunta, a resposta ao problema, o que implicou maior interação social entre os colegas do grupo e uso de questionamentos para com o professor na medida em que espontaneamente queriam apresentar suas respostas.

3ª etapa: Desenho Experimental

Com a relação entre o conhecimento prévio e o problema, buscou-se levá-los a fazer previsões a partir do planejamento em grupo de um desenho experimental que pudesse testar as hipóteses explicativas apresentadas. Para tanto, buscou-se leva-los a reflexão quanto as variáveis a serem observadas, os materiais utilizados, o tempo e os possíveis resultados. Foi necessário levá-los a reconhecerem os múltiplos procedimentos e instrumentos e a pluralidade de formas para encontrar a solução do problema além do livro didático. O quadro 3 apresenta o resultado das discussões em grupos, embora tenha havido ocorrido houve algumas divergências em alguns.

Quadro 3 – Desenho experimental elaborado pelos alunos.

Grupo	Proposta apresentada pelos grupos	Materiais e espaços destacados	Previsão de resultados
1	Nós podíamos colocar uma panela no fogão e outra no sol, uma e aí podemos identificar a diferença das duas.	Panela, fogão	Podemos inferir que para eles haverá uma diferença entre a substância que será colocado no fogão e a que ficará exposta ao sol.
2	Podemos colocar a água no fogão e evaporar e no sol ela só esquenta.	Água, fogão	A água evapora ao ser colocada para aquecer no fogão e esquenta ao ser colocada ao sol.
3	Ir ao refeitório e colocar chá no fogão e ver em quantos minutos ferve.	Refeitório, chá, fogão	A substância irá ferver em minutos.
4	Podemos colocar no fogão que es quente.	Fogão	A substância esquenta.

Fonte: Autoria própria.

Percebeu-se que os estudantes apresentam informações do cotidiano deles, mas ainda demonstram pouco conhecimento prévio em relação aos termos que nomeiam os fenômenos, a compreensão da temperatura, da necessidade de tempo a ser observado. Contudo, destaca-se a proposta do grupo 1 em que poderiam comparar resultados, a do grupo 3 que menciona que a substância iria ferver em determinado tempo. Em certa medida já compreendem que a substância aquecida fica quente ou muito quente e ao ser retirada do fogão fica pouco ou nada quente.

Após isso, apresentamos aos estudantes os materiais a serem utilizados (panela, substância (água), copo medidor, termômetro, cronometro, fogão, entre outros) e as variáveis que deveriam observar durante a atividade experimental, como: (1) estado físico da substância no início, (2) a transformação ocorrida, (3) os estados físicos percebidos ao final, (4) fontes de calor – sol e queima do gás de cozinha (fogo), (5) grau de aquecimento da água (temperatura), quantidade da substância final e (6) tempo de duração de transmissão de calor. Discutimos em grupo como poderíamos realizar essa experiência e fazer os registros adequados.

4ª etapa: Realização do experimento, coleta e organização de dados e análise

Na atividade experimental os grupos separaram uma quantidade específica da substância (água) já estabelecida numa tabela, verificaram sua temperatura e registraram os dados iniciais. O professor submeteu as quatro quantidades, em recipientes diferentes, ao calor resultante da queima do gás no fogão da cozinha da instituição e os estudantes observaram da janela. O professor também gravou para que os alunos pudessem verificar novamente após essa aula. Após os minutos especificados na tabela o professor colhia amostras para verificar a temperatura. A negociação de significados com o docente foi essencial para que a linguagem científica começasse a ser adotada e aprendida pelos estudantes, o que implicou consciência do conhecimento como linguagem. A imagem 2 apresenta a tabela de registro de dados.

O que acontece com a água submetida ao calor?						
Expor a água a fonte de calor no fogão e observar						
Quantidade de água	Temperatura inicial da água	O que aconteceu com a água?			Temperatura final da água	Quantidade final da água
		1. A água sumiu;	2. Pouca água;	3. Muita água;		
		3 minutos	7 minutos	20 minutos		
100ml	32°C	2	1	1	0ml	0ml
300 ml	32°C	2	1	1	0ml	0ml
500 ml	32°C	2	2	2	0ml	100ml
1 litro	32°C	3	3	3	0ml	600ml

Figura 2 – Tabela para registro de dados após coletá-los – Estudante E2.

Como variáveis, analisou-se a temperatura, o tempo de aquecimento, a quantidade e as mudanças ocorridas com a substância para responder questões que os levassem a conclusões do estudo, a registrarem os dados na tabela e a descrever a experiência e os resultados por meio de desenhos explicativos. Por fim, buscou-se favorecer a “incerteza” mediante o questionamento dos dados e instrumentos científicos e sua relação com as hipóteses.

Durante a atividade experimental buscou-se que percebessem que a temperatura inicial da água correspondia a temperatura do ambiente, e que a medida em que esteve submetida ao calor, sua temperatura se elevou, sendo verificada pelas amostras que o professor colhia utilizando um termômetro adequado. A medida em que a água entrou em ebulição, ou seja, começou a ferver conversou-se sobre as transformações que começaram a ocorrer na substância, a vaporização indicada presença de névoa, a qual atribui-se o nome de vapor.

Cabe ressaltar que, a utilização de tabelas nas quais os estudantes anotavam os dados dos experimentos foram fundamentais para que compreendessem a sua realização, comparassem os resultados, bem como para verificar, analisar e diferenciar os dados favorecendo não só a compreensão, mas a capacidade de conclusão. A atividade com este tipo de registro permitiu perceber as variações de temperatura durante as experimentações em função do fluxo de calor do fogão e do ambiente, o tempo transcorrido de aquecimento e a quantidade de substância inicial e após ser evaporizada, no que fora realizado na cozinha da escola.

Porém, na atividade de recolher e organizar esses dados na tabela os estudantes ainda demonstraram algumas dificuldades o que exigiu do docente a intervenção por meio de questionamentos. O primeiro desafio foi preencher cada item da tabela registrando as informações coletadas. O outro entrave era utilizar os dados coletados para realizar as conclusões que pudessem embasar a resposta que dariam ao problema. Implica dizer que ainda careciam de atividades de cunho investigativo, de forma que percebessem a necessidade de argumentar suas conclusões baseadas em evidências

Realizou-se a interpretação dos dados para se obter conclusões válidas com base nas evidências encontradas pelos estudantes, ajudando-os a interrogar as provas, discutindo o que consideraram como “evidências”, questionando as observações, compreendendo o papel das conclusões coletivas e dos acordos intersubjetivos. Isso implicou para os participantes perceber que tanto os significados iniciais e finais a respeito da ideia de calor relacionada ao processo de vaporização eram pessoais, embora houvesse uma perspectiva científica que explicasse o fenômeno.

5ª etapa: Conclusão

Após a realização do primeiro experimento com ênfase na vaporização evidenciou-se que a maioria compreendeu que houve uma transformação, uma mudança de um estado físico a outro. É evidente que durante as discussões foram necessários a abordagem de conceitos dos estados físicos e

a diferenciação entre eles, tendo em vista a instabilidade desta ideia na estrutura cognitiva dos estudantes. Porém, embora compreendessem a transformação ocorrida, não entendiam como a substância continuava sendo água, mesmo em diferentes estados de agregação molecular.

Nas discussões, alguns estudantes disseram que foi o efeito do calor que ocasionou a vaporização, embora outros se referiram ao fogo dizendo que ele é que havia esquecido a água. A mediação docente foi necessária para explicar o conceito de combustão para que pudessem compreender que a queima do gás é que libera o fluxo de calor para aquecer a água. A partir dessa situação didática percebeu-se indícios de que começaram a construir a noção da relação do fluxo de calor com o aumento da temperatura da água. Isso porque durante a realização do aquecimento da substância, amostras foram sendo colhidas, verificava-se a temperatura e registrava-se os dados na tabela. Para os participantes a ideia de que quanto mais tempo a substância estiver submetida ao calor maior será a temperatura dela.

Outra dificuldade apresentada pela maioria deles era a ideia de que a água quando sofre essa mudança de estado físico, do líquido para o gasoso, deixaria de existir. Provavelmente porque quando se perguntou o que acontece com a água após ser aquecida, várias respostas surgiram. Dos participantes, 53% (8) não conseguiram apresentar nenhuma resposta escrita, embora oralmente dissessem que o líquido não existisse mais. Os 47% (7) que conseguiram apresentar uma resposta no caderno também apresentaram respostas semelhantes, como: “E1: a água some; E2: a água fica muito quente, fica borbulhando e vira uma fumaça; E quando ela desaparece ela fica seca; E3: a água não vira nada, fica vazia a panela; E4: a água some; E5: ela vira pó; E6: vira uma fumaça; E7: ela sumiu, desapareceu; e E8: ela ferve e desaparece”. Apenas dois alunos nessa etapa se referiram a mudança do líquido para vapor ou fumaça.

A discussão em torno deste fenômeno despertou em muito a curiosidade entre os estudantes, e foi necessário promover uma reflexão para que percebessem que embora houvesse uma mudança física, a substância não deixa de existir, mas passar a outro estado de agregação molecular. Os participantes achavam que a água deixaria de existir ao ser aquecida, além de que a palavra “água” se referia somente ao líquido. Para eles, assim como percebido na primeira sessão em relação ao gelo, o vapor não era a mesma coisa que água líquida, mas sim algo que ela se transformava.

A dificuldade de compreensão se dá por não haver um referente concreto que os ajudassem a observar o estado gasoso, a não ser uma névoa que aparece em cima da panela, em que aparecem pequenas gotas resultantes do processo de condensação ao encontrar uma região mais fria. Cabe destacar que, o vapor d’água é invisível, por isso é necessário ajudar os estudantes a compreender que ele faz parte do ar, mesmo não sendo visto.

Nesse momento, percebeu-se que a dúvida, a perplexidade cognitiva não era somente da história fictícia apresentada aos estudantes. O problema em torno desse fenômeno passou a ser dos participantes. Isso novamente despertou o interesse e, em certa medida, o compromisso pessoal de cada um em participar ativamente da atividade, bem como suscitou que muitos elaborassem seus próprios questionamentos.

Segundo Masini (2011; 2012) para a aprendizagem de solução de problemas é indispensável que o problema exista para o aprendiz, e que haja um significado para ele, pois assim terá interesse para solucionar a questão. Isso se promove por meio de uma aprendizagem reflexiva que requer do estudante domínio de conceitos para encontrar as respostas a um determinado problema, análise se compreendeu a natureza da problemática e se dispõe de recursos para investigá-lo. Ademais, o docente pode ajudá-lo a utilizar os próprios erros para avaliar os passos para a solução do problema e promover condições para que sejam desafiados a superarem os obstáculos de aprendizagem.

6ª etapa: Consolidação do conhecimento

Para superar essa problemática realizou-se uma atividade de consolidação, em que se questionou com os estudantes o que aconteceria se colocássemos água quente em um copo e o tampássemos. A maioria disse que o vapor não conseguiria sair. Foi quando se perguntou o que aconteceria com esse vapor? Ele deixaria de existir, assim como na atividade anterior? Ao realizar a atividade experimental com material que tampava o copo puderam perceber as gotículas de água que se formaram. Foi aí que alguns disseram, como o E9 que “o vapor se transformou em água”.

Vemos que, como já havia na estrutura cognitiva deles alguns elementos da atividade experimental anterior, puderam com maior facilidade não somente compreender o que ocorreu com a água que vaporiza, mas também começar a utilizar termos mais científicos. Explicaram que o vapor havia molhado o que estava tampando. Quando se perguntou o porquê, alguns disseram que o líquido vaporizou, e que a vapor também se tornou líquido. Nas discussões, foi ainda explicado que, aquilo que eles observaram refere-se a uma transformação, mas a água mesmo em diferentes estados de agregação continua sendo a mesma. A figura 3 ilustra a atividade de consolidação e a percepção do estudante.

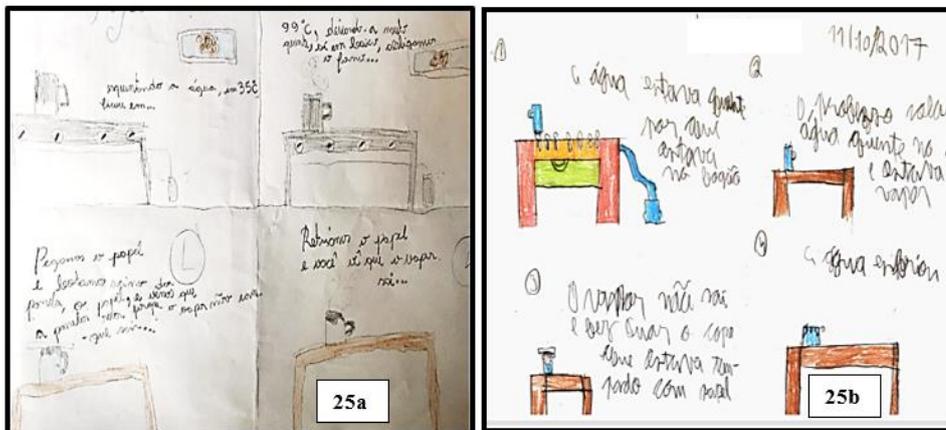


Figura 3. Ilustração da atividade experimental por meio de desenhos unidade didática 2

Legenda: 3a – Ilustração E3 / 3b – Ilustração E3

Fonte: O pesquisador.

Nos desenhos, os estudantes descrevem passo a passo a atividade realizada e fizeram menção a como o “vapor” molha o papel por não conseguir escapar do recipiente. O experimento, embora simples, os ajudou a relacionar as ideias do primeiro experimento com o segundo e, auxiliar a compreensão, tanto a mudança do líquido para o gasoso, como o inverso. Porém, tiveram dificuldades para nomear, tanto no relato, como nas discussões, essas mudanças de estado, pois confundiam vaporização com evaporação que é uma palavra mais comum. Os estudantes disseram que nunca haviam escutado a palavra condensação. Embora tenham compreendido a mudança, os termos que as nomeiam só se estabilizaram de fato com atividades posteriores.

É importante destacar que quando o estudante tem uma aprendizagem representacional ele estabelece uma relação de equivalência e significado entre símbolos e seus referentes que podem ser objetos, exemplos ou mesmo conceitos. Tudo tem um nome que representa algo a que se refere (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1978). Na aprendizagem conceitual o sujeito aprende a diferenciar as regularidades de um determinado objeto ou evento representando-os através de símbolos que não necessitam de uma referência concreta, mas utiliza abstrações das características dos referentes. Pode ocorrer pela formação de conceitos desde os primeiros anos de vida até a idade pré-escolar ou por assimilação de conceitos a partir dos primeiros anos escolares até a vida adulta (MOREIRA, 2011).

Durante as discussões levantou-se alguns questionamentos (quadro 2) com base nas produções dos estudantes para que pudessem esclarecer algumas ideias apresentadas, como: “água esquentando, água ficando quente, fumaça, vapor, água esfriou”.

Quadro 2: Respostas dos estudantes e questionamentos realizados pelo professor na unidade 2

Fala dos estudantes	Questionamentos do professor para discussão em grupo.	
<p>“A água estava quente porque estava no fogão”.</p> <p>“Esquentando a água em 35° ficou em 99° deixando-a muito quente, lá embaixo desligamos o fogo”.</p> <p>“O calor está fazendo a água evaporar”.</p> <p>“A água está ficando quente”.</p>	<p>O que fez a substância (água) ser aquecida? Ao ser aquecida, que mudanças pode-se observar? Qual fator responsável por esse aquecimento? A temperatura inicial era a mesma que a no final do experimento?</p>	<p>Discussão em torno da ideia de calor e temperatura.</p>
<p>“O professor colocou água quente no copo e soltou vapor”.</p>	<p>O que é esse vapor? Por que a substância está vaporizando? Que mudanças é possível perceber? A água da panela está no estado líquido, e o vapor?</p>	<p>Discussão em torno da ideia de mudança de estado físico.</p>
<p>“O vapor não sai e faz suar o copo que estava tampado com o papel”.</p> <p>“Pegamos o papel e colocamos em cima da panela, o papel, e vemos que a panela sua porque o vapor não consegue sair”.</p> <p>Está saindo fumaça.</p> <p>“A borda ficou (...) de água”.</p> <p>“O papel está tampando o ar, aí o vapor vira água”.</p>	<p>Ao tampamos o copo o que acontece com isso que vocês chamam de vapor?</p> <p>Por que o papel que tampou o copo ficou molhado?</p> <p>Isso que alguns chamam de fumaça, o que é?</p> <p>O que significa dizer que o vapor vira água?</p> <p>Vapor é ou não a mesma coisa que água?</p>	<p>Discussão em torno da ideia de mudança de estado físico.</p>
<p>“A água esfriou”.</p> <p>“Retiramos o papel e você ver o vapor sair”.</p>	<p>O que significa dizer que a água esfriou? Vamos refletir sobre que mudanças ocorreram na substância antes e depois do aquecimento? Que conclusões pode-se chegar? A temperatura da água quando esfriou é a mesma do início do experimento? Lembram que a água inicial estava na mesma temperatura ambiente? O que isso significa?</p>	<p>Discussão em torno da ideia de calor, temperatura e equilíbrio térmico.</p>

Fonte: Autoria própria.

Para finalizar a etapa de consolidação, exibiu-se um vídeo no qual mostrou-se novamente o processo de vaporização e condensação. Com este recurso foi possível estabilizar a ideia de quem já havia compreendido e revisar alguns conceitos que ainda não apresentavam dificuldades. Percebeu-se que, agregando-se este recurso ao estudo, muitos estudantes disseram que a exibição do vídeo educativo os ajudou a entender melhor o assunto. Por isso, percebe-se a importância dos diversos recursos para facilitar a aprendizagem dos estudantes.

É nesse sentido que Moreira (2010; 2011) destaca a necessidade de utilização de diversas estratégias e recursos que possam favorecer a aprendizagem dos estudantes, além de perceberem a multiplicidade de formas que podemos utilizar para encontrar uma resposta. As atividades desenvolvidas com múltiplas estratégias descentralizaram o uso do livro didático, o que promoveu maior interação, participação e compreensão conceitual no qual os estudantes puderam falar o que compreenderam, sem a necessidade de apresentarem uma resposta pronta e decorada. Para Harlen (2006; 2010) o ensino baseado em atividades investigativas promove uma maior compreensão conceitual que outras formas menos ativas de aprendizagem.

Já quanto aos resultados relacionados a expressão escrita da compreensão dos estudantes, os resultados revelam outra dificuldade, a de expressar por escrito entendimento do fenômeno quando se solicitou que expressassem por meio de desenhos (figura 4) e explicassem o que ocorreu.

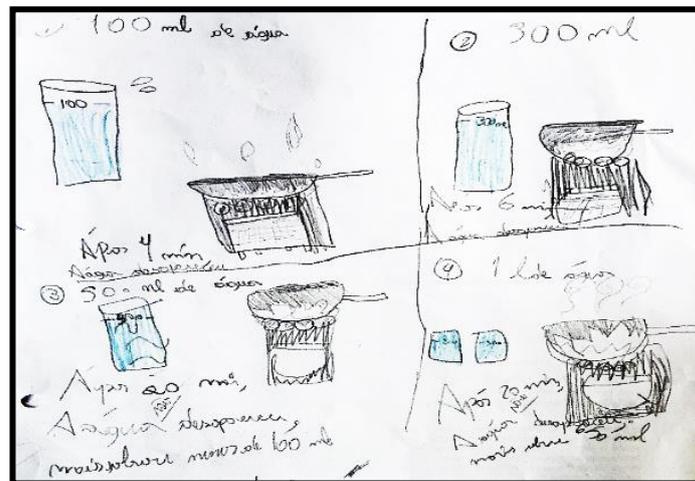


Figura 4: Ilustração da atividade de consolidação – unidade didática 2 – participante E3

Fonte: O pesquisador.

Assim como o desenho da Estudante 3, os demais somente realizaram uma descrição cronológica, ou seja, passo a passo da atividade e do que ocorreu com cada quantidade de substância submetida ao calor. Apresentaram imagens que representavam a quantidade de líquido, o recipiente submetido ao calor, o tempo e o que ocorreu após o aquecimento demonstrando que, em certa medida, promoveu-se a utilização de algumas habilidades matemáticas necessárias para compreensão do fenômeno proposto, como a mobilização da compreensão de unidades de medida.

As evidências também revelaram, no primeiro registro, a dificuldade de expressarem e/ou explicar o fenômeno utilizando os termos científicos e o entendimento do que ocorreu. Em contrapartida, quando se realizou oralmente perguntas a respeito da atividade pelo professor, a explicação dos participantes na linguagem oral deu-se com maior precisão. Já na atividade de consolidação, percebeu-se que alguns estudantes incluíram novas palavras no relato escrito evidenciando ideias mais claras e estáveis.

Para Espinoza (2010), a diferença entre a apresentação do conhecimento descritivo versus o interpretativo pode se dar em vários níveis explicativos de acordo com a faixa etária do sujeito. Porém, esclarece que ao explicar por meio de uma descrição, percebe-se o envolvimento de um conhecimento, pois se na descrição o estudante consegue compreender que o calor interfere na transformação de estados físicos, fazendo uso de palavras como sólido, líquido, calor, isso demonstra indícios que nos ajuda a concluir que algum conhecimento o indivíduo já dispõe.

Para Ausubel (2003) e Moreira (2011) à medida que o vocabulário da criança aumenta existe uma tendência para a aquisição mais frequente de novos conceitos, através do processo de assimilação de conceitos, visto que se podem descobrir os atributos de critérios dos novos conceitos através da utilização, em novas combinações, de referentes existentes (palavras, bem como imagens), disponíveis na estrutura cognitiva da criança. Embora se devam utilizar auxiliares empíricos concretos para se facilitar a assimilação de conceitos nas crianças do ensino primário, também é possível com as crianças mais velhas, utilizar outros conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, para acelerar o processo de definição dos atributos de critérios dos novos conceitos.

Dos relatos produzidos pelos participantes, considerando a faixa etária deles, pode-nos indicar que houve uma mudança significativa na ideia inicial, pois para relatar os estudantes tiveram que

mobilizar as ideias iniciais, as novas aprendidas durante o experimento, relacioná-las tanto para produção do desenho como para a escrita. Isso evidencia subsunçores mais ricos em significados oriundos da experiência investigativa.

Constatou-se ainda quando se iniciou a aplicação de uma nova etapa da pesquisa, que os participantes apresentaram maior capacidade de recuperar as informações estudadas na primeira etapa, inclusive com maior poder de explicação. Pode-se dizer que há indícios de que as atividades puderam estabilizar algumas ideias, demonstrando um subsunçor modificado, com ideias mais estáveis acerca do assunto e com maior possibilidade de inclusividade. Até mesmo termos científicos reapareceram com mais clareza. Isso demonstra que as atividades de discussões orais, ou seja, conversas dialogadas possibilitam em certa medida maior capacidade para verificar a compreensão dos estudantes nas séries iniciais.

Cabe ressaltar que “a linguagem facilita a solução de problemas assim como a aquisição de conceitos” (AUSUBEL, HANESIAN E NOVAK, 1978). No que se refere a representação das palavras, estas facilitam os processos de transformação que intervirem no pensamento. Além disso, verbalizar os resultados que surgem destas operações, antes mesmo de nomeá-los, promove melhoria e aperfeiçoamento no significado e na capacidade de transferência. É evidente que a aquisição da linguagem (neste caso, científica) pode dar condições para que os sujeitos no seu desenvolvimento para adquirirem, seja através da aprendizagem por recepção ou por descobrimento, uma gama de conceitos e princípios que não se poderia descobrir individualmente (AUSUBEL, 2003).

5. Considerações Finais

Este trabalho possibilitou descrever uma proposta de ensino do efeito do calor para a ocorrência do fenômeno da vaporização. Observou-se que a proposta didática delineada possibilitou, a partir da metodologia investigativa, uma nova relação dos participantes com os fenômenos da natureza afim de construir ideias a partir de uma perspectiva mais científica fazendo uso de habilidades e atitudes fundamentais a fazer da ciência. Considerando os resultados, as evidências nos permitem considerar que:

(1) Percebeu-se a importância da mediação docente quanto ao entendimento e compartilhamento de significados a respeito da linguagem do conhecimento de forma que pudessem conhecê-la e utilizá-la, o que implicou iniciar a construção de noções a respeito da consciência do conhecimento como linguagem.

(2) A utilização de atividades investigativas, delineadas com indagações científicas e associadas a experimentação, apresentam indícios de que tais elementos juntos promovem condições para que os estudantes tenham ideias claras e estáveis que poderão servir como ancoradouro para futuras aprendizagens. E tanto os experimentos, como a situação problema, desempenharam um papel motivador e de curiosidade para a aprendizagem, possibilitando a participação ativa, o uso do questionamento e interação social.

(3) A experimentação foi fundamental para a compreensão do calor como fator responsável pela vaporização, para superação das ideias equivocadas que tinham a respeito das transformações do líquido para o gasoso, e para sanar dúvidas e consolidar as ideias aprendidas e que pudessem comparar os significados pessoais iniciais e aqueles construídos com base nas observações da atividade. Do mesmo modo, evidenciou-se que o experimento proporciona aprender a partir do que sabem, façam perguntas do que não compreendem, interajam com os demais, utilizem diversas estratégias e materiais, conheçam e utilizem a linguagem do conhecimento que estão estudando, percebam que os significados podem ser diferentes a depender da perspectiva, corrijam seus erros, desaprendam ideias equivocadas, e reflitam a respeito da incerteza do conhecimento.

(4) Agregando-se outros recursos, como o uso do vídeo ao estudo, muitos estudantes disseram que a exibição os ajudou a entender melhor o assunto. Por isso, percebe-se a importância dos diversos recursos para facilitar a aprendizagem dos estudantes. Ademais, associado a atividade experimental, começou-se a construir com os estudantes a importância do uso de habilidades matemáticas e do registro de coleta em tabelas.

(5) A elaboração dos desenhos explicativos se faz por meio da descrição das etapas com informações curtas, o que para a faixa etária dos participantes é comum. Porém, descrever implica relacionar as ideias do que vai desenhar, com a descrição da atividade e dos materiais que foram utilizados nos experimentos, mobilizando assim conhecimentos que nos dão indícios de aprendizagem significativa. Nessa produção, diferenciam e relacionam ideias aprendidas com a atividade desenvolvida o que promove condições para comunicar suas compreensões, bem como estabilizar ideias. Em contrapartida, percebeu-se a dificuldade de expressar por meio escrito a análise das relações de causa e efeitos para a ocorrência do fenômeno.

(6) A expressão dos resultados e conclusões da atividade investigativa com os estudantes apresentam aspectos melhoráveis quando se possibilita atividades orais em contrapartida as produções escritas, pois demonstram mais clareza na explicação de suas ideias.

Com base no exposto, a proposta, fundamentada na metodologia da indagação e na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, aplicada no processo de ensino do conceito de calor nos primeiros anos escolares promove maior compreensão e a estabilidade de ideias que servirão como subsunçores, aprendizagem de novas palavras e termos científicos e a ideia de calor como um dos fatores para vaporização.

6. Referências bibliográficas

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. (1978) **Psicologia Educacional**. - Tradução de Eva Nick et al. 2ª ed. Rio de Janeiro – Ed. Interamericana.

AUSUBEL, D. P. (2003) **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva** / David P. Ausubel - 1ª Ed. – Lisboa: Paralelo Editora.

BYBEE, R., TAYLOR, J. et al. (2006). **The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness**. Colorado Springs, CO: BSCS.

BYBEE, R. W. (2015). **The BSCS 5E instructional model: creating teachable moments** / by Rodger W. Bybee. National Science Teachers Association (NSTA).

ESPINOZA, A. M. (2010) **Ciências na escola: novas perspectivas para a formação dos alunos** / Ana María Espinoza: Tradução Camila Bogéa – 1ed. – São Paulo: Ática.

FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**/ Paulo Freire. – São Paulo - Paz e Terra.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. (1998) **Por uma pedagogia da pergunta** / Paulo freire e Antônio Faundez. 5ª ed. – Rio de Janeiro - Paz e Terra.

HARLEN, W. (2006). *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12*, 4th Edition. London: Sage.

HARLEN, W. (2010). *Principles and Big ideas of Science Education*. Hatfield, UK: Association for Science Education.

HARLEN, W. (2013). **Evaluación y Educación em Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica**. Traducción: Rosa Devés y Pilar Reyes. Publicado por: Global Network of Academies (IAP) Science Education Programme. 2013.

LE MOS, E. dos S. (2011). **A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3), pp. 47-52. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID17/v1_n3_a2011.pdf: Acesso em: 18/10/2017.

MAGALHÃES, A. P. C.; VILLAGRÁ, J. Á. M.; GRECA, I. M. (2019). A utilização da metodologia da indagação para promover a aprendizagem significativa crítica. FURB, BLUMENAU, V.25, N.3 – P. 86 – 98, DOSSIÊ, REVISTA DYNAMIS. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2019v25n3p86-98>

MARTÍ, J. (2012). **Aprender ciencias en educación primaria**. Jordi Martí/ Didáctica de las ciencias experimentales – Coleção Ciências en primaria vol 1. Editora Graó.

MASINI, E. F. S. (2011). **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos** (Meaningful learning: conditions for occurrence and gaps that may hinder it) Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1), pp. 16-24. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID2/v1_n1_a2011.pdf. Acesso em: fevereiro de 2017.

MASINI, E. F. S. (2012). **Aprendizagem por compreensão e reflexão** (Learning by comprehension and reflection) Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V2(1), pp. 35-43. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID23/v2_n1_a2012.pdf. Acesso em Fevereiro de 2017.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. (2001). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. (2016). **Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de sequências de ensino-aprendizagem em Ciências/Física**. Marco Antonio Moreira, Neusa T. Massoni – São Paulo: Editora Livraria da Física.

MOREIRA, M. A. (1998). **Energia, entropia e irreversibilidade**/ M.A. Moreira. - Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS.

MOREIRA, M. A. (2006). **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UnB.

MOREIRA, M. A. (2010). **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2017

MOREIRA, M. A. (2011a). **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl - São Paulo-EPU.

MOREIRA, M. A. (2011b). **Metodologias de pesquisa em ensino** / Marco Antônio Moreira – São Paulo: Ed. Livraria da Física.

MOREIRA, M. A. (2018). **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estud. av. vol.32 no.94 São Paulo Sept./Dec. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300073&lang=pt. Acesso em: janeiro de 2018.

NOVAK, J. D. E GOWIN, D. B. (1999). **Aprender a aprender** / Joseph D Novak e Bob Gowin. Tradução Carla Valadares - Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

- NRC. (1996). **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LÚCIO. P. B. (2006). **Metodologia de Pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: McGraw-Hill.
- WARD, E.... et al. (2010). **Ensino de Ciências**; Tradução Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed.