



**Universidade de Brasília (UnB)
Curso de Especialização em Ensino de Ciências
(Ciência é 10!)**

**PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR: UMA
ABORDAGEM DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO
ENSINO FUNDAMENTAL**

Osmair Carlos dos Santos

Orientador(a): Prof. Dr. Marcello Ferreira

**Brasília-DF
2021**

Osmair Carlos dos Santos

**PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA
INVESTIGATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Monografia submetida ao curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcello Ferreira

Coorientador: Prof. Ms. Darlan Quinta de Brito

**Brasília-DF
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CS237p Carlos dos Santos , Osmair
Processos de transmissão de calor: uma abordagem
didática investigativa no ensino fundamental / Osmair
Carlos dos Santos ; orientador Marcello Ferreira ; co
orientador Darlan Quinta de Brito. -- Brasília, 2021.
43 p.

Monografia (Graduação - Especialização em ensino de
ciências - C10!) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Ensino por investigação. 2. Ensino de Física. 3.
Termologia. I. Ferreira , Marcello , orient. II. Quinta de
Brito, Darlan , co-orient. III. Título.



**PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA
INVESTIGATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL
*HEAT TRANSMISSION PROCESSES: AN INVESTIGATIVE DIDACTIC
APPROACH IN ELEMENTARY EDUCATION*
Osmair Carlos dos Santos**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em (data da aprovação 13/11/2021), apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. Dr. Marcello Ferreira (UnB)

Orientador

Prof. Dr. Olavo Leopoldino da Silva Filho (UnB)

Membro Convidado

Prof. Dr. Marcos Rogério Martins Costa (UnB)

Membro Convidado

Dedico este trabalho aos meus amigos, familiares, colegas de turma e colegas de trabalho que, de forma especial e carinhosa, ofereceram apoio nos momentos de dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao tutor, coorientador e amigo Darlan Quinta de Brito pelo incentivo e apoio a mim depositados, visto que, sem seu amparo, teria me perdido nos vários momentos de fraquezas e na vontade incessante de desistir.

A minha família pelo apoio e amor dedicados a mim.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio e financiamento para realização do presente trabalho.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização e concretização deste trabalho.

“Todo conhecimento começa com um sonho. O conhecimento nada mais é que a aventura pelo mar desconhecido, em busca da terra sonhada. Mas sonhar é coisa que não se ensina. Brota das profundezas do corpo, como a água brota das profundezas da terra. Como mestre só posso então lhe dizer uma coisa: conte-me seus sonhos, para que sonhemos juntos!”
(Rubem Alves)

RESUMO

O trabalho apresenta a elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) acerca dos processos de transmissão do calor, direcionada a estudantes de 9º ano do ensino fundamental do Colégio Municipal Divino Bernardo Gomes (Alto Horizonte-GO) e ocorrida em setembro de 2021. No contexto de pandemia da covid-19, a SEI foi organizada em três momentos na modalidade remota: (i) levantamento de conhecimentos prévios, (ii) execução de experimentos e (iii) socialização dos resultados encontrados. Com essa organização, os estudantes romperam a dependência do professor e elaboraram as conclusões durante a realização de análise dos experimentos. Apesar das limitações do ensino remoto, o estudo constatou impactos positivos da SEI na aprendizagem dos estudantes, dentre os quais pode-se citar um aumento relevante de respostas satisfatórias em relação aos conceitos de calor e temperatura quando comparadas às respostas do levantamento prévio das questões problema e a apropriação do conceito de transmissão do calor em situações diversas. Recomenda-se trabalhar no refinamento do problema central da SEI em novas aplicações, com o uso de estratégias diferenciadas para alcançar mais estudantes, especialmente no ensino presencial com o distanciamento social.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Ensino de Física. Termologia.

ABSTRACT

This research presents the elaboration and application of an investigative teaching sequence about the heat transmission processes, with 9th grade elementary school students (Alto Horizonte-GO) held in September 2021. In the context of the Covid-19 pandemic, the investigative teaching sequence was organized in the remote modality in three stages: (i) a survey of prior students' knowledge, (ii) the experiments and (iii) the socialization of the results found. With this organization, the students broke their dependence on the teacher and elaborated their conclusions while carrying out the analysis of the experiments. Despite the limitations of remote learning mode, this study found that the proposed investigative teaching sequence had a positive impact on student meaningful learning, such as a notable growing understanding about the concepts of heat and temperature when compared to the prior answers of the students. The students also showed an appropriation of the concept of heat transmission in different daily situations. However, it is recommended to work on refining the central problem of investigative teaching sequence in new applications considering social particularities and using different strategies to reach more students, markedly in face-to-face teaching with social distancing context.

Keywords: Inquiry science teaching. Thermology. Middle school.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
1.1 SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (SEI)	19
2. METODOLOGIA	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1 LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS	23
3.2 APLICAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ACERCA DAS FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR	26
3.3 SOCIALIZAÇÃO DOS RESULTADOS	30
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE 1	38
APÊNDICE 2	39
APÊNDICE 3	40
APÊNDICE 4	41
APÊNDICE 5	42
APÊNDICE 6	43

INTRODUÇÃO

A Física é uma das disciplinas consideradas mais desafiadoras para a grande maioria dos estudantes do ensino básico (MOURA, 2018; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017). Esse status pode ser, em parte, atribuído à necessidade de interpretar os resultados por meio de equações matemáticas e interpretações dos fenômenos de forma empírica ou abstrata. O ensino da física realizado de maneira dinâmica e investigativa pode possibilitar o envolvimento dos estudantes em pesquisas além dos limites da sala de aula, proporcionando o engajamento deles na resolução de problemas e compreensão dos fenômenos físicos cotidianos (BENDER, 2014; MOURA, 2018; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017).

Para que o processo de ensino e de aprendizagem de Física ocorra de forma satisfatória, muitas variáveis podem ser analisadas, tais como: a infraestrutura escolar, a qualificação profissional dos professores, a elaboração do planejamento/estratégia de aulas, a questão social dos estudantes, entre outros. Nesse contexto, o ensino da Física requer mudanças conceituais que permitam que os estudantes desenvolvam princípios que caracterizam as teorias científicas (POZO; CRESPO, 2009).

Com o objetivo de proporcionar as mudanças conceituais em sala de aula, o estudo discorre sobre a elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) com base nos estudos fundamentados no ensino por investigação (CARVALHO 2011, 2014, 2016; SASSERON 2008, 2015; CARVALHO; SASSERON, 2015).

Ao pensar em educação em ciências, podem surgir questões primárias, como: O que é investigação? Como ela pode auxiliar no ensino de ciências? A palavra investigar tem em suas raízes o sentido de seguir vestígios, indagar, pesquisar, examinar com atenção, ou seja, ela envolve ações que proporcionam o despertar para o conhecimento. Para Ramos (2015, p. 24), “investigar é como viajar sabendo o ponto de partida, mas jamais sabendo qual o possível ponto de chegada”.

Pensando no ensino de ciências, investigar tem conceitos que remetem ao coletivo, como o nível de envolvimento entre o professor e o estudante. Nessa dimensão, o enfoque passa a ser a aprendizagem. O professor é instigado a

mobilizar e valorizar a criatividade, tendo uma participação ativa dos estudantes, de maneira a torná-los a peça fundamental do processo pedagógico (SANTOS, 2018).

Dessa forma, ao se trabalhar atividades investigativas em sala de aula os estudantes experimentam a investigação e são colocados em frente a situações que geram um momento de aprendizado enriquecedor que fazem com que se sintam instigados a pensar (SANTOS, 2018).

Pensando nas dificuldades de aprendizagem de física e o ensino por investigação, a presente pesquisa surgiu a partir de duas razões: i. Os estudantes apresentam dificuldades em relação a conteúdos de física térmica, em especial o conceito dos processos de transição de calor e sua relação com a sociedade em que vivemos, e ii. O contato com a metodologia de investigação motivou o professor regente a pesquisar sobre a temática e aplicar essa abordagem metodológica.

Nessa perspectiva, a SEI propôs-se a fazer um trabalho colaborativo com os estudantes por meio de aulas investigativas sobre Termologia com o objetivo de expandir os horizontes e possibilidades no ensino da física térmica, bem como estimular a motivação, a assimilação, a autonomia, a criatividade e a criticidade dos estudantes. A principal meta da SEI foi promover a aprendizagem de física térmica em uma perspectiva investigativa, tendo como partida o estudo dos processos de transmissão de calor. Desse modo, o presente trabalho estuda as abordagens e impactos da aplicação da SEI na aprendizagem dos estudantes.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para entender melhor o processo de ensino/aprendizagem em qualquer nível de ensino, seja eles elementar, secundários ou superior, as teorias educacionais são a base para o desenvolvimento cognitivo e social humano. Jean Piaget e Lev demonstraram, em seus trabalhos, diferentes visões sobre como o homem constrói o conhecimento. Vygotsky teve destaque pelo estudo do social e Piaget pelo cognitivo. Para Moura (2018), ambos se complementam entre suas ideias quando as teorias são usadas em momentos distintos e em situações de ensino e aprendizagem em sala de aula e que ambas as teorias são aplicadas ao ensino de física por meio da investigação.

Piaget buscou compreender como o conhecimento científico é produzido pelo ser humano, enfatizando a importância de um problema para a construção do conhecimento, pois quando o professor leva para a sala de aula uma situação-problema, ele permite que o estudante saia da zona de conforto, para raciocinar e construir seus conhecimentos (MOURA; SILVA, 2019). Neste momento, cabe ao estudante refletir, socializar, manifestar as ideias precedentes e trocá-las com os colegas, o que ao término do processo permite a construção de novos conhecimentos, pois “é preciso estabelecer entre as crianças, principalmente entre os adolescentes, relações sociais, atraindo sua atividade e responsabilidade” (PIAGET, 1948, p.36 *apud* MOURA, 2018, p. 17).

Para explicar como se dá a construção do conhecimento científico em sala de aula, Carvalho (2016) utiliza as teorias piagetianas para fundamentar e explicar os conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio. O equilíbrio é associado ao conhecimento prévio do estudante ou ao conhecimento científico ainda em desenvolvimento. O desequilíbrio está associado ao momento da sala de aula em que o professor relaciona novas situações ao estudante para que ele as solucione, provocando uma nova análise do problema até o momento em que o estudante resolve a situação-problema construindo novos conhecimentos, definido como reequilíbrio (MOURA, 2018).

Tomando como referência o conceito de rebalanceamento de Piaget, MOURA (2018) apresenta duas situações importantes que contribuem para a melhoria do ensino-aprendizagem. A primeira é a passagem da ação de manipulação para a ação intelectual, pois por meio dessa ação o aprendiz aprende os conteúdos apresentados e discutidos pelo professor. Seguindo as ideias de Moura (2018), para uma situação problema, o professor pode incluir jogos em grupo, atividades experimentais, textos que tratem do cotidiano ou alguma forma que incentive o estudante a sair do desinteresse e entrar na ação proposta. A segunda situação é quando o estudante se torna consciente de suas ações, pois o professor deve estar ciente de que o estudante pode aprender com os erros, conforme Carvalho (2016):

É nesta fase da aula que o próprio professor deve estar ciente da gravidade de um erro na construção de novos conhecimentos. Esta também é uma condição piagetiana. É muito difícil para um estudante corrigir no primeiro tempo, é preciso dar-lhe tempo para refletir, reformular a questão, deixá-lo errar, refletir sobre o seu erro e depois tentar acertar (CARVALHO, 2016, p. 3).

Analisando as duas situações, elas são consistentes com a metodologia de ensino por investigação, pois, por meio da pesquisa em sala de aula, o professor permite que o estudante aprenda com suas tentativas e erros e verifica ao final da aprendizagem se o educando assimilou os conhecimentos propostos.

Para Moura (2018) a teoria piagetiana representa uma teoria do desenvolvimento mental que pode ser utilizada no ambiente escolar com fortes implicações no processo de ensino-aprendizagem e de desenvolvimento mental, pois resultam de ideias como esquema, habitação e conflito cognitivo.

De acordo com Moreira e Massoni (2016), as interações dos estudantes com o mundo viabilizam conflitos e interações que contribuem para o processo ensino-aprendizagem.

Como em outras interações com o mundo, o estudante constrói, ou deve construir, esquemas de assimilação para lidar com as situações problemáticas que enfrenta. Um esquema embutido permite ao estudante lidar com uma classe de situações. Por exemplo, para resolver problemas de conservação de energia, o estudante deve construir um esquema de assimilação para tais situações. Inicialmente, este esquema de assimilação envolve apenas energia cinética e energia potencial. Em seguida, ele incorpora outras formas de energia e operações cada vez mais avançadas. O conceito de esquema é fundamental no ensino, pois a aprendizagem envolve a construção de padrões de assimilação (MOREIRA; MASSONI, 2016, p. 68).

O presente estudo analisa o caráter do conhecimento científico considerando contexto piagetiano associado às obras de Carvalho (2016). Porém, podemos nos perguntar como elaborar, executar e avaliar a SEI em uma sala de aula com vários estudantes? Seria possível? Essas e outras questões surgem naturalmente no processo de ensino.

Bellucco e Carvalho (2013) e Carvalho (2005) endossam que as relações sociais no âmbito escolar são aceitas como sustentação da construção de conhecimento baseado no desenvolvimento cognitivo do estudante.

No que tange ao contexto social e de acordo com os estudos de Moura e Silva (2019), há algumas considerações, com base nas teorias de Vygotsky, sobre o ensino investigativo: (i) As funções mentais mais elevadas do indivíduo em social: processos que mudaram a relação/interação entre estudantes e professor; e (ii) Os processos sociais e psicológicos são estabelecidos por meio de ferramentas, artefatos culturais que fazem parte da interação dos indivíduos com o mundo físico.

Podemos relacionar o ensino investigativo às teorias de Vygotsky por meio da interação social, significados, fala e a zona de desenvolvimento próximo (MOURA; SILVA, 2019). O trabalho docente deve abordar o contexto social e cultural do indivíduo, pois os processos mentais superiores são pensamentos, linguagens e comportamentos originados de processos sociais e quando o desenvolvimento cognitivo se desenvolve, ele gera uma conversão entre as relações sociais e as funções mentais (CARVALHO, 2016). No entanto, o professor não é detentor dos instrumentos que possibilitam a construção do conhecimento. O estudante insere no processo o seu desenvolvimento cognitivo e o professor faz o papel de mediador, conforme Moreira (2011):

O papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, a indispensável troca de significados entre professor e estudante dentro da zona de desenvolvimento proximal do estudante, a origem social das funções mentais superiores, a linguagem como o sistema de signos mais importante para o desenvolvimento cognitivo, é muito mais importante ser considerado no ensino (MOREIRA, 2011, p.118).

No que tange o processo de ensino-aprendizagem, o professor deve se apresentar como intermediador entre o saber e o estudante, cabendo a este apresentar conceitos socialmente aceitos para os estudantes (MOURA, 2018). Essa perspectiva mostra que sem as trocas sociais, ou sem troca de significados, De acordo com Moreira e Massoni (2016) dentro da zona de desenvolvimento próximo, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo.

A teoria de Vygotsky, na qual o conhecimento vem das relações sociais, pode ser atingida no ambiente escolar por meio de trabalhos em grupo ou através de interações entre os estudantes na resolução de problemas (MOREIRA; MASSONI, 2016).

Tomando a teoria de Vygotsky como referência para o ensino, a implicação mais óbvia é a importância da interação social, da troca de significados, da “negociação” de significados, do diálogo. As aulas não podem ser monótonas, aquelas em que só o professor fala e os estudantes só precisam ouvir e observar o que foi dito (MOREIRA; MASSONI, 2016, p.78).

O trabalho em grupo, no contexto social e de pesquisa, torna o ato de planejar do professor mais prazeroso para os estudantes e os resultados desse processo são mais evidentes. Nas atividades realizadas em grupo, é importante que os estudantes trabalhem em equipes, proporcionando a troca de ideias e assistência mútua que beneficia a aquisição de conhecimentos (CARVALHO, 2015).

Para Moura e Silva (2019), outro aspecto da teoria de Vygotsky é a importância do conhecimento inicial do estudante (conhecimento prévio, conceitos intuitivos, vida cotidiana, ou mesmo uma zona de desenvolvimento real). Esse conhecimento permite que o estudante traga para a sala de aula a curiosidade de compreender e aprender os novos saberes explicados pelo professor. “Em geral, qualquer abordagem fundamentalmente nova para um problema científico leva inevitavelmente a novos métodos de pesquisa e análise” (VYGOTSKY, 1991, p. 43).

Em síntese, as teorias de Piaget e Vygotsky, apesar de apresentarem distinções, mostram como o estudante é capaz de construir o seu conhecimento, seja por meio de interações cognitivas ou sociais. Os pontos de consenso dessas teorias são a relevância do conhecimento prévio, das atividades em grupo, da sociedade do conhecimento e da inserção do ensino por investigação para que o estudante adquira novos conhecimentos (MOURA; SILVA, 2019).

No processo de ensino por investigação, é preciso diferenciar a pesquisa científica do ensino à pesquisa. A primeira ocorre quando os cientistas estudam fenômenos naturais. De acordo com Carvalho (2015, p. 15), “pesquisa científica refere-se às diferentes maneiras pelas quais os cientistas estudam o mundo natural e oferecem explicações baseadas em evidências derivadas de seu trabalho”.

Para Carvalho (2016) um ensino investigativo o aluno não pode ser um agente passivo no processo, ou seja, ele deve ser um ator que terá o papel de destaque, buscando o desenvolvimento de habilidades cognitivas que permite desenvolver habilidades cognitivas, de argumentação e de comunicação, além do desenvolvimento de estratégias para resolução de problemas.

O ensino orientado para o processo de investigação visa, se planejado com cautela, melhorar as ideias prévias dos estudantes através da contribuição do conhecimento científico que se apresenta nas aulas de ciências para que os alunos possam tirar conclusões, ligações e análises sobre o tema desenvolvido. Outro ponto relevante é a alternância intelectual entre docente e estudante, uma vez que o aluno deve ser visto como pensante e participante de todo o processo ensino e aprendizagem (CARVALHO; SASSERON, 2015).

O Ensino por investigação não tem o objetivo de descobrir cientistas, mas criar uma cultura investigativa que permite aos estudantes acharem soluções para os problemas apresentados que se aproximem da ação científica. Para Carvalho (2016), o ensino pela pesquisa deve ocorrer em um ambiente de pesquisa para que

o professor possa ensinar, orientar e transferir os alunos no processo do trabalho científico e para que eles possam expandir gradativamente sua cultura científica.

De acordo com Moura e Silva (2019), o professor deve planejar e realizar suas aulas com critério, pois os estudantes devem ser introduzidos à cultura científica e para que isso aconteça, as atividades desenvolvidas em sala de aula precisam oferecer um ambiente de pesquisa, trabalho em grupo para que possam se socializar e ampliar o conhecimento. Essas atividades podem ser iniciadas em problemas sobre fenômenos físicos para que os estudantes possam argumentar e desenvolver raciocínios hipotético-dedutivos. No que tange à avaliação, o professor ao mudar a metodologia de ensino, precisa mudar também os formatos de avaliação, priorizando a avaliação contínua do desenvolvimento das habilidades e competências sobre a temática no estudante.

O ensino por investigação é um processo crucial no desenvolvimento dos estudantes promovendo a construção do saber científico, que inclui atividades em grupo, atividades experimentais, argumentação, comunicação, entre outras (SILVA; ARRUDA, 2014).

O ensino sob demanda é uma abordagem com uma longa história no ensino de ciências. Encoraja o interrogatório, o planejamento, a coleta de evidências, as explicações baseadas em evidências e a comunicação. Utiliza processos de pesquisa científica e conhecimento científico, podendo auxiliar os estudantes a aprender a fazer ciência e sobre a ciência (SILVA; ARRUDA, 2014, p.12).

Várias maneiras de desafios cognitivos são apresentadas por meio do ensino investigativo (CLEOPHAS, 2016). Para o autor, o ensino por meio da pesquisa oferece aos estudantes condições favoráveis para a construção de conhecimentos científicos que lhes permitam pensar, questionar, discutir e interagir. O autor reconhece a importância dos saberes prévios do estudante, o que permite resolver as situações problemáticas impostas por esta modalidade de ensino.

O ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática e, portanto, pode ser vinculado a qualquer recurso didático, desde que o processo de pesquisa seja praticado e realizado pelos estudantes por e por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015, p.58).

Clement, Custódio e Alvez (2015, p. 117) destacam que “o ensino por meio da pesquisa antecipa, entre outros aspectos, a participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhe confere maior controle sobre sua própria aprendizagem”. Nessa perspectiva, destacamos as atividades em grupo

voltadas para solucionar situações problemáticas, que estimulam os estudantes a analisarem situações motivadoras e a responder a situações distintas e mutáveis (POZO; PÉREZ ECHEVERRIA, 1994).

Carvalho (2015) relata que os estudantes devem fazer interações entre a situação problema e a ação de manipulação de forma que se envolvam em momentos que exigem reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações. Pois só assim, os alunos passam de meros receptores para elementos ativos do processo de ensino. Para que esse processo ocorra é necessário que os alunos tenham acesso a atividades em grupos onde há partilha de procedimentos e resultados com os colegas (CARVALHO, 2015).

Outro ponto relevante que deve ser considerado no ensino por investigação é o levantamento dos conhecimentos prévios na aquisição de novos conhecimentos. Cada aluno carrega consigo uma bagagem cultural e a partilha dessas informações é importante para o processo de argumentação, além de criar desafios em relação a reorganização e reconceitualização (CARVALHO, 2005).

Aprender a ouvir, a considerar as ideias do outro colega, não é só, do ponto de vista afetivo, um exercício de descentralização; é também, do ponto de vista cognitivo, um momento precioso de tomada de consciência de uma variedade de hipóteses diferentes sobre o fenômeno discutido (CARVALHO, 2005, p.31).

Para a autora, quando os alunos partilham suas ideias eles conseguem pensar sobre o problema, elaborar e refinar hipóteses. Para mudar o conhecimento prévio para o científico, os alunos necessitam do auxílio do professor para mostrar as contradições que os levem a tomar consciência da não – coordenação entre as diversas situações que surgem durante as trocas de experiências (CARVALHO, 2015).

O ensino por investigação além de ser uma ótima estratégia metodologia de ensino, encontra raízes na Base Nacional Curricular comum (BNCC), quando ela cita que a área da ciência da natureza tem um dever com o letramento científico, fazendo a aproximação gradativa dos estudantes aos “principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2017, p. 321).

A BNCC também apresenta a importância do trabalho colaborativo em um ensino investigativo e do processo de experimentação para a construção do conhecimento científico.

[...] não basta que o conhecimento científico seja apresentado para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam viver vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitam exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolvendo posturas mais colaborativas [...] (BRASIL, 2017, p. 321).

Dessa forma, o ensino investigativo permite abrir espaço e possibilidades para que os estudantes sejam apresentados a conceitos científicos e com eles possam continuar com o ato de investigar e construir pontes entre o conhecimento que trazem de suas vivências e as novas informações apresentadas no ambiente escolar (CARVALHO, 2010).

Para que o processo investigativo seja inserido em sala de aula, é preciso abrir espaço para que os estudantes sejam convidados a realizarem atividades em grupos, participar de momentos de discussão com colegas e com o professor, escrever relatórios, preparar gráficos e tabelas, bem como ter uma visão crítica de conceitos e fórmulas apresentadas no processo de ensinar ciências (CARVALHO, 2010).

1.1 SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (SEI)

Carvalho (2009, 2011, 2014, 2016), Carvalho e Sasseron (2015) e Moura (2018) esclarecem as sequências de ensino através da investigação como situações-problema que incentivam os alunos a estudar, investigar e resolver os problemas apresentados através de várias metodologias e recursos de ensino-aprendizagem.

Para Moura (2018), uma SEI proporciona a valorização do conhecimento iniciais dos alunos como ponto de partida; vê o erro como uma conquista de experiência que permite o estudante construir o conhecimento de forma mais sólida; permite o estudante desenvolver e organizar suas próprias ideias; avalia as atividades em grupo e pondera a discussão dos conhecimentos adquiridos com os colegas e professores.

Moura e Silva (2019) com base nos estudos de Carvalho (2011;2016) apontam importantes situações na construção e planejamento de uma SEI: a importância da situação-problema, pois deve fazer parte do cotidiano do estudante para atraí-los; transformar a ação manipulativa em ação intelectual; a importância da conscientização das ações; criar etapas para explicações científicas; realizar

atividades que requerem interação social para a construção do conhecimento, visto que o estudante deve ser estimulado a participar da ação; a importância da relação estudante-estudante e estudante-professor; ensinar o estudante avaliando os conhecimentos prévios; oferecer atividades em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Segundo os autores, para a construção do conhecimento, a SEI deve apresentar, em suas etapas, raciocínio científico na forma de elaboração e teste de hipóteses; argumentação científica; resolução de problemas por construção explicativa e de raciocínio.

Azevedo (2009), relata que o estudante ao trabalhar com questões abertas, sai de uma atitude passiva e aprende a pensar através da construção de raciocínios, falas, escritas, trocas de ideias e justificação de pensamentos.

Diante desse contexto, as questões abertas são descritas como sendo as quais se procuram propor fatos relacionados ao seu cotidiano, e cuja explicação esteja atrelada a conceitos debatidos e construído sem aulas anteriores (AZEVEDO, 2009; BORRAJO, 2017). Azevedo (2009) considera este tema importante para o desenvolvimento da argumentação e que pode ser percebido por meio de ensaio, possibilitando assim o alcance das competências, da língua portuguesa padrão, utilizando conhecimentos científicos para compreender os fenômenos apresentados durante a situação-problema, criando formas de organização de ideias para a construção de argumentos consistentes.

Carvalho (2014) sugere que questões abertas podem ser implementadas em um grande grupo, em pares ou pequenos grupos ou em testes e avaliações. Em grande grupo: ao organizar os estudantes em círculo, o professor promove a situação-problema fazendo com que os estudantes justifiquem as suas respostas e que um deles questione a explicação do colega. No final da atividade, os estudantes devem escrever individualmente as respostas a serem apresentadas ao professor (se o objetivo é analisar a linguagem científica) ou o professor escreve a resposta com base na fala dos estudantes (argumentação).

Em pares ou grupos: depois de anunciar a situação-problema, os estudantes discutem para escrever a resposta. Nessa situação, o papel do professor é passar pelos grupos e fazer perguntas, percebendo que os estudantes não estão conseguindo resolver o problema. Nessa situação, o professor orienta o grupo no caminho certo, sem ofertar respostas à situação problemática (MOREIRA;

MASSONI, 2016). Por fim, após revisar as atividades dos alunos, o professor pode fazer comentários em sala de aula para sistematizar o conhecimento da turma.

No que se refere a avaliações, Carvalho (2014) relata que para realizar esta atividade em testes e avaliações, os estudantes devem ter experiência com questões abertas em sala de aula. Nessa situação, os estudantes precisam pensar por si próprios e se conectar com as questões já abordadas. O professor deve buscar entender as respostas dos estudantes, pois, embora pareçam incorretas, as respostas revelam que o estudante foi capaz de propor uma solução coerente para a nova situação-problema.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa constitui-se de abordagem qualitativa, com características de pesquisa exploratória. Para a constituição dos dados, utilizamos as respostas dos estudantes durante a execução da SEI a partir de: (i) Google Forms; (ii) fotografias registradas durante as ações; (iii) transcrição dos vídeos da aula via Google Meet em momentos cruciais da aplicação da proposta.

A investigação se caracterizou como participante, pois o autor do estudo assumiu a postura de professor e pesquisador, tomando parte ativa no processo e buscando fazer mudanças em sua prática docente.

Para a geração de dados, a SEI foi aplicada em três aulas entre os dias 20 e 24 de setembro de 2021 de forma remota via plataformas meet e forms (ambas da google), devido às limitações impostas pela pandemia do COVID19.

Uma turma do 9º ano do Colégio Municipal Militarizado Divino Bernardo Gomes, localizado na cidade de Alto Horizonte (Goiás), foi escolhida com base nos critérios de assiduidade nos retornos das atividades no período remoto imposto pela pandemia e a turma não estudou transmissão de calor em anos anteriores, devido ao deslocamento de conteúdos causados pela implementação da nova BNCC. Com relação à instituição-campo, a escolha se deu por ser o local de trabalho do pesquisador e o acesso aos recursos seria de acesso mais fácil.

A turma possui 21 estudantes, dos quais 14 participaram da aula inicial da aplicação do SEI e 12 concluíram o ciclo. Os estudantes que não foram alcançados pelos meios digitais, receberam a proposta impressa, mas não tivemos respostas desses estudantes em tempo hábil para a análise de dados. Dessa forma, foram

considerados apenas os 12 estudantes que participaram de todo o ciclo da SEI para a análise dos dados.

Foram aplicados cinco questionários (apêndices), um para saber os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos a serem trabalhados na SEI, três para os estudantes registrarem suas percepções sobre a aplicação das atividades exploratórias (processos de condução, convecção e irradiação) e um questionário final para compreender o conhecimento dos estudantes após a aplicação da proposta. Também se tomou como dados da pesquisa as aulas iniciais (professor instigou os estudantes em relação aos conhecimentos prévios) e a aula final da aplicação da atividade (socialização dos registros fotográficos dos estudantes durante a fase de experimentação).

Com as memórias das atividades investigativas aplicadas em sala de aula, adotou-se, como recurso de análise, a triangulação dos instrumentos, considerando a natureza heterogênea dos dados. Para a análise qualitativa, criamos categorias com base nos dados gerados de acordo com a análise de conteúdo, valorizando-se as práticas investigativas desenvolvidas nas interações.

Na análise dos dados, identificamos os estudantes com A1 (Estudante 1), A2 (Estudante 2), até A12 (Estudante 12), de modo que atenda aos princípios éticos, mantendo sua identidade em sigilo e anonimato.

O ciclo de aplicação da SEI ocorreu durante três aulas de ciências na instituição-campo e como temática abordou-se a parte inicial da física térmica, desde que durante uma sondagem inicial detectamos que os estudantes não estudaram esse conteúdo quando estavam em séries anteriores devido a mudanças geradas pela implantação da nova BNCC, e isso ocorreu devido uma não progressão na forma de implantação da base na instituição, o conteúdo de propagação de calor que estava presente no currículo do 9º ano foi deslocado para a turma do 7º ano com a implantação da BNCC na escola, fazendo que esse conteúdo não fosse visto por estudantes que já tinham progredido para séries subsequentes.

A seguir apresentamos um quadro sintético das atividades desenvolvidas durante a aplicação da SEI.

Quadro 1 - Conjunto de Atividades desenvolvidas na Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

Nº	Objetivo	Aula	Procedimento
01	Fazer um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes acerca de temperatura, calor e transferência de energia térmica.	Síncrona	Preenchimento de uma planilha onde os estudantes registram memórias de sensações que tiveram ao tocar/observar certos materiais presentes em sua casa. Preenchimento de forms acerca da conceituação de calor e temperatura.
02	Instigar a compreensão dos estudantes acerca das formas de transmissão de calor através de experimentos.	Assíncrona	Execução de três experimentos, cada um sobre uma forma de transmissão de calor.
03	Realizar a socialização dos resultados e coletar os dados pós aplicação da SEI.	Síncrona	Socialização dos resultados encontrados na aula 2, aplicação dos conhecimentos adquiridos com visualização de uma atividade prática (fogão solar) e retomada das perguntas iniciais da SEI.

Fonte: Elaboração própria.

Considerando as limitações de quantidade/tempo para as aulas que nos foram cedidas pela instituição campo (uma semana) e por estar no modelo de ensino remoto foi apresentado aos estudantes (ao final da aula 01) sugestões de leituras bibliográficas e vídeos que permitissem que eles conseguissem obter uma base de aprendizado inicial sobre terminologia e prosseguirem com êxito o ciclo de atividades da SEI.

Aos estudantes que não conseguiram realizar o experimento, foi disponibilizado links de vídeos do mesmo experimento (ou similar) para que pudessem assistir e inferir suas observações de modo que nenhum estudante ficaria fora do processo por não possuir materiais disponíveis para realização da experimentação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

A aplicação da SEI começou com uma aula síncrona no meet onde foi feito o levantamento dos conhecimentos da turma escolhida acerca dos conceitos de calor, temperatura e transferência de energia. Com base em Ferreira *et al.* (2018) elaboramos um quadro com objetos do dia a dia dos estudantes e perguntamos para que esse grupo de estudantes registrassem as sensações que tiveram ao tocar esses objetos (apêndice 1). Em relação ao questionamento acerca das diferenças

observáveis/sentidas em cada objeto, os estudantes foram unânimes em relatar que as diferenças notadas estavam ligadas às mudanças de temperatura. Já no questionamento sobre o que ocasionou essa diferença de sensações térmicas obtivemos respostas ligadas ao ambiente, ao clima e à composição do material.

A última indagação pretendia constatar se os estudantes chegariam a hipóteses que se aproximassem do conceito de temperatura. Para tanto, transcrevemos um diálogo importante, no qual foi possível questionar os estudantes e fazer com que eles retomassem seus conhecimentos prévios e conceituassem de maneira aceitável a diferença do estado térmico:

A10 – Porque ele esquentou e ele esfriou.

A7 – Um objeto está quente quando pegamos nele e ele queima.

A2 – Por exemplo, pegamos numa panela de sopa quente e ela nos queima.

Professor: Para vocês, o que quer dizer esquentar e esfriar?

A7 – Esquentar é o aumento de temperatura.

Professor: O que acontece com as moléculas quando aumenta a temperatura?

A7 – Professor, quando esquenta as moléculas estão mais separadas/espalhadas.

A2 – Professor, já quando esfria as moléculas ficam mais juntas/próximas.

Ao término da aula, fizemos perguntas diretas (via forms) para saber se os estudantes conseguiam apresentar os conceitos de calor e temperatura. Para o conceito de temperatura, foi possível agrupar as respostas em três categorias sobre o conceito de temperatura relacionado a: (i) sensação térmica, (ii) ao grau de movimento das moléculas e (iii) como uma medida do clima (Gráfico 1).

Na primeira categoria, obtivemos que 66% dos estudantes relacionaram a temperatura ao estado físico, como:

A3: Estado do ambiente, se ele é quente ou frio, tbm para monitorar o ambiente;

A6: A temperatura e o grau de diferença do frio e do quente, que varia!

A9: Grau de calor ou frio.

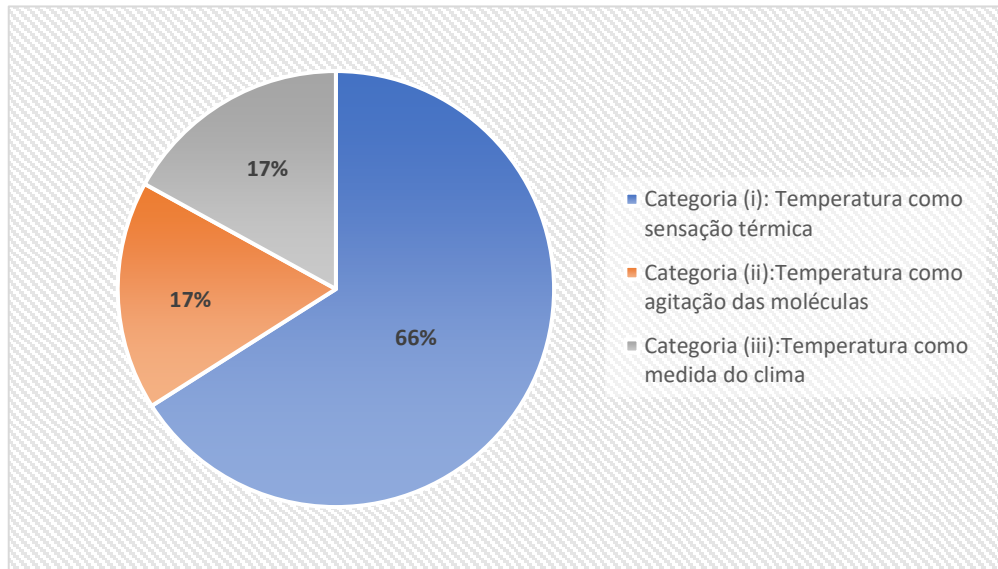
Com relação à segunda e terceira categoria, o percentual de respostas foi semelhante e correspondeu a 17%. Dentre as respostas, pode-se destacar:

A8: E quando as moléculas estão agitadas

A12: Grau da temperatura é a agitação das moléculas

A1: Temperatura é a medida do clima

A7: Algo que define o "clima"

Gráfico 1 - Conceito de temperatura apresentado pelos estudantes

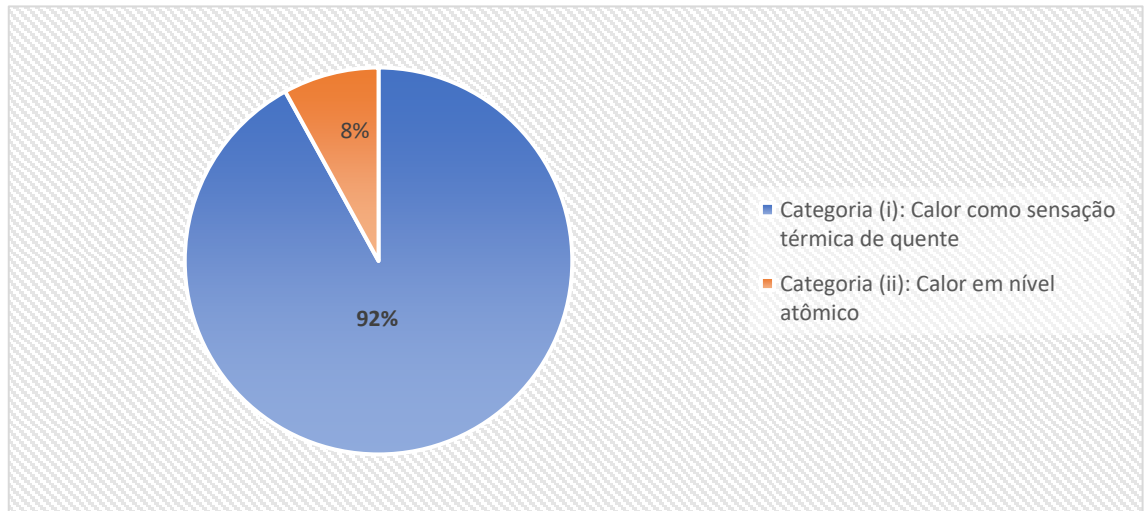
Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados do gráfico 1, pode-se observar que uma grande parcela dos estudantes não conseguia formular uma resposta sobre o conceito de temperatura mesmo com o diálogo da aula online, onde alguns estudantes conseguiram apresentar alguns conceitos para as diferenças do estado térmico, até mesmo apresentando, o conceito de temperatura.

Em relação ao conceito de calor, as respostas foram divididas em duas categorias: (i) calor como sensação térmica de quente e (ii) calor em nível atômico.

A grande maioria dos estudantes (92%) relacionaram o calor na primeira categoria, e apenas 8% dos estudantes relacionaram o calor com o nível atômico. Abaixo, algumas das respostas:

- A1: Calor é quando está quente, quando seu corpo esquenta e você soa;
- A4: É quando sentimos a sensação quente;
- A5: Temperatura muito alta;
- A6: É uma sensação térmica em que a temperatura é mais elevada;
- A11: É quando o clima tá quente;
- A12: É uma temperatura elevada, causada pelo ambiente e pelo clima
- A8: Lugar onde possui vários prótons e elétrons girando rapidamente

Gráfico 2 - Conceito de calor apresentado pelos estudantes

Fonte: Elaboração própria.

Para conceituar calor, observamos que os estudantes trouxeram seu conhecimento cotidiano e relacionaram esse fenômeno com a sensação térmica de estar quente. Com isso, os estudantes não conseguiram observar a energia térmica em trânsito e, portanto, deveria apresentar algumas estratégias didáticas para que eles adquirissem conhecimentos acerca desses conceitos.

A primeira aula de aplicação da SEI cumpriu o seu papel porque através dela foi possível perceber o que os estudantes conheciam acerca da temática e propor uma intervenção, proposta de leituras e vídeos, no momento vivido devido ao distanciamento social e pelas limitações de tempo para aplicação da proposta investigativa.

Após a entrega de materiais e recomendações de vídeos sobre a temática, se iniciou indagações de como o calor poderia ser transmitido de um corpo para outro que deveriam ser respondidas com um ciclo de atividades experimentais.

3.2 APLICAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ACERCA DAS FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR

A segunda aula aconteceu de forma assíncrona onde os estudantes deveriam realizar três experimentos (apêndices 1, 2 e 3), instruções de cada passo estava disponível na plataforma forms, e em cada um dos formulários os estudantes deveriam responder questionamentos acerca de cada um dos processos de

transmissão do calor para que pudessem construir hipóteses acerca desse fenômeno.

Em relação ao registro escrito no forms, destacam-se as ideias de Carvalho *et al.* (2005) sobre a importância do estudante se expressar de forma escrita fazendo uma ligação direta entre ciências e língua portuguesa em uma atividade de investigação.

A primeira atividade experimental consistia em que os estudantes colocassem colheres de diferentes materiais em uma vasilha com água quente e observassem as diferenças de temperaturas em cada uma das colheres e que ocasionou aumento de temperatura em alguns e em outras não, bem como, a percepção deles acerca de como o calor iria conseguir chegar em certas regiões de alguns objetos que não estaria em contato direto com a água quente.

Carvalho (2011) cita que para um bom planejamento de uma SEI, o professor deve fazer a proposição de questões para que o indivíduo organize seu pensamento. Dessa forma, para se chegar em hipóteses acerca do fenômeno foram realizadas indagações ao longo dos questionários.

Sobre a realização do experimento pelos estudantes, a figura 1 apresenta dois registros sobre o processo de condução do calor depositado na plataforma forms:

Figura 1 - Experimento de condução pelos estudantes



Fonte: Banco de dados do autor.

Sobre as respostas das questões na plataforma forms, observou-se que 75% dos estudantes compreenderam o processo de transmissão do calor por condução e que, mesmo de forma indireta, conseguiram fazer redações que permitiam compreender que nessa forma de propagação, o calor chega até o final do objeto através da colisão entre as moléculas, causada pela agitação em uma região do objeto. A seguir, pode-se observar algumas respostas que corroboram essa afirmação:

A6: O metal é um forte condutor térmico fazendo com que a temperatura aumentasse em toda sua extensão [...].

A7: Quando a colher é totalmente de ferro geralmente ela tem uma transmissão térmica melhor e isso faz que a parte quente chegue até a parte fria [...].

A8: Por causa que o calor viajou a colher até o cabo;

A10: O calor sobe se apossando de todo material começando pelo que está em contato e subindo cada vez mais até atingir todo o objeto.

O segundo experimento teve o objetivo de que os estudantes observassem o processo de transmissão de calor por convecção através da realização de uma atividade prática em que consistia a observação de partículas de chá se movimentando enquanto a água contida em um recipiente entrava em estado de ebulição. Como o experimento era um pouco mais arriscado no sentido de segurança, os estudantes foram orientados a assistirem um vídeo de um experimento similar e fizessem suas considerações.

No processo de análise das respostas, observou-se que em torno de 83% dos estudantes conseguiram fazer descrições escritas que permitissem compreender o seu entendimento acerca da propagação do calor por convecção. Alguns até conseguiram observar que a movimentação das partículas se daria pela diferença de densidade entre a parcela de líquido quente e frio, como se pode observar nas respostas a seguir:

A8: O líquido vermelho estava aquecido, e o azul água fria, o vermelho por ser menos denso se propagou, mas rápido que o azul.

A9: As com tinta quente estavam subindo por ser mais denso do que o frio que estavam descendo.

Perguntado sobre que aparelhos usariam o fenômeno de convecção em seu funcionamento, obtivemos respostas como chaleiras, geladeiras, aquecedores e ventiladores. Já em relação ao aparelho de ar-condicionado, alguns dos estudantes conseguiram observar a circulação do ar ocasionado pelas correntes de convecção e essa hipótese se comprova através de algumas das descrições a seguir:

A8: O ar-condicionado fica no alto pois o ar frio desce para baixo.
 A7: Para que o ar vem de cima para baixo e assim transformando uma ventilação melhor porque até mesmo se fosse do chão a circulação seria bem mais difícil de ser feita.

O último experimento consistia na utilização de uma vela acesa onde cada educando deveria aproximar sua mão e observar as percepções a fim de indagações tentar observar o fenômeno de transferência de calor por irradiação (Figura 2).

Figura 2 - Experimento de irradiação realizado pelos estudantes



Fonte: Banco de dados do autor.

Com base nos registros escritos dos estudantes, verificou-se que aproximadamente 92% dos estudantes conseguiram fazer relatos que permitissem inferir que eles compreenderam o processo de transmissão do calor por irradiação. Vale ressaltar que nenhum dos estudantes fez referência sobre as ondas eletromagnéticas com o fenômeno mencionado e a não associação é aceitável, uma vez que essa série ainda não teve/ou teve pouco contato com os fenômenos ondulatórios. As hipóteses levantadas a seguir fornecem de alguns pensamentos:

A11: O calor se propaga pelo ar através da irradiação fazendo com que o calor seja intenso mesmo sem tocarmos na fonte.
 A4: Pois se você coloca a mão em cima da vela a sua mão fica quente e nisso senti o calor da chama pela transmissão do calor por irradiação.

Nesse experimento, observou-se que poucos estudantes conseguiram notar que o fenômeno de convecção também está presente. A maioria fez relatos de que o calor está mais concentrado na parte superior da chama da vela sem descrever o que ocasionaria essa maior concentração da parte superior. Apenas um dos

estudantes que fez uma menção indireta ao processo de transmissão de calor estudado no experimento anterior.

A10: A parte superior da vela é mais quente porque em cima o ar perto da chama é mais denso, e dos lados é menos denso.

Nesse ciclo de aplicação da SEI, atentamos que a realização de experimentos em espaços isolados, como foi proposto devido ao isolamento social, perde a parte da interação imediata de estudante - estudante e/ou estudante - professor e a troca de experiências durante a execução do experimento. Também notamos a falta de clareza de alguns relatos escritos ou a omissão com a apresentação de respostas curtas como “sim” ou “não”. Segundo Carvalho *et al.* (2005), os estudantes estabelecem pensamentos, coordenações conceituais, lógico-matemático e causais quando eles contam o que fizeram com descrições de suas ações para o professor e para a classe.

Com uma breve reflexão acerca da segunda aula da SEI, verificou-se que dos 14 estudantes presentes na primeira aula, 12 continuaram o ciclo no momento assíncrono. Mesmo sem as trocas de experiências durante a execução dos experimentos, grande parcela dos estudantes conseguiu chegar a respostas coerentes e satisfatórias para as diferentes formas de transmissão do calor. Para amenizar a falta de interações durante a realização da parte experimental, foi pensado um momento em que havia a socialização das hipóteses geradas durante a reflexão sobre a realização da experimentação (Quadro 1).

3.3 SOCIALIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Para finalização da aplicação da SEI, foi realizada uma socialização dos resultados em um momento síncrono através da plataforma meet (Quadro 1). Nesse momento, o professor/pesquisador pode ouvir dos estudantes suas conclusões acerca da parte experimental e fazer uma explanação de cada um dos experimentos explicando as formas de transmissão de calor, além de aprofundar o conhecimento com inserção de fenômenos ligados a transmissão do calor, como: o aquecimento global, as correntes marítimas, o funcionamento de uma geladeira, o efeito estufa, bem como a explicação das ondas transversais no processo de irradiação.

Carvalho (2015, p. 255) destaca que, na sala de aula de ciências, o professor deve ter consciência da possibilidade de dificuldade na construção do conhecimento, “ajudando os estudantes na conceitualização do conteúdo e não esperando que todos cheguem sozinhos a essa etapa”.

Com o intuito de uma maior instigação dos estudantes e a visualização de aplicações dos conteúdos estudados até o momento foi reproduzido durante a aula a reportagem “fogão solar”¹. A partir de indagações acerca do experimento, os estudantes conseguiram observar que a energia solar que faziam com que os alimentos cozinhassem, que essa energia chegava do sol até o fogão solar pelo processo de irradiação e que esse modelo tinha um funcionamento similar com o processo que ocorre com o fenômeno do efeito estufa.

Nessa parte, os estudantes também observaram e registraram que o revestimento de alumínio seria para reflexão dos raios solares e que a tampa de vidro permitiria que os raios solares que entraram não saíssem da estrutura. Além disso, eles relataram que durante o processo de cozimento do alimento poderia ver os três processos de transmissão do calor: irradiação no recebimento dos raios solares, condução no aquecimento da panela de metal e convecção ao aquecer um fluido dentro da panela.

Com esses dados, é possível notar que os estudantes que interagiram durante o ciclo da SEI conseguiram compreender e identificar de forma satisfatória os conceitos relacionados à propagação do calor.

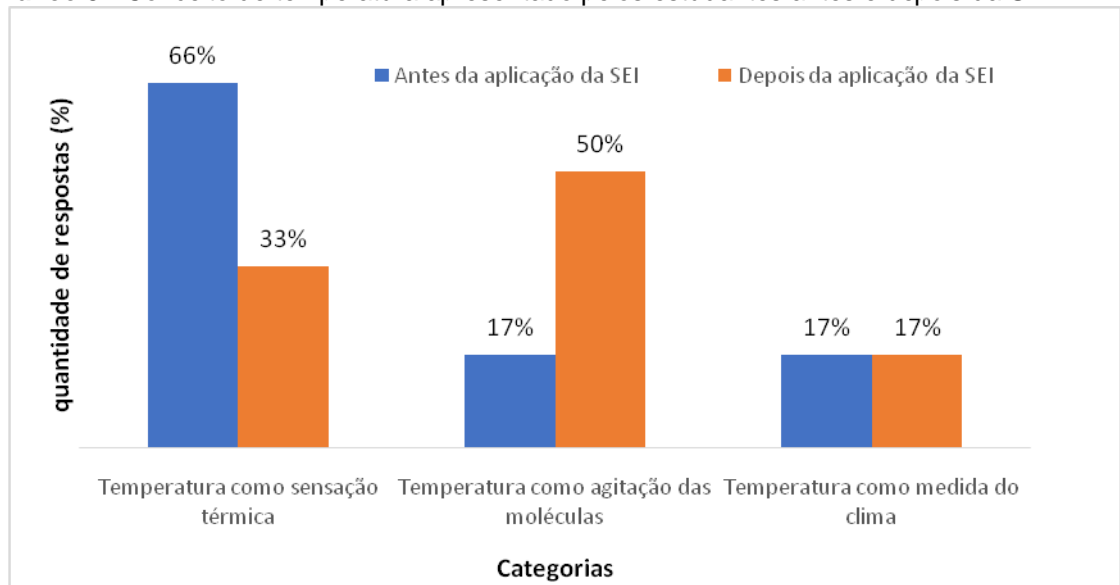
Nesse momento, o professor utilizou de uma breve discussão sobre as questões sociais envolvidas em relação à reportagem apresentada, considerando que muitas famílias passam necessidades, devido às altas inflacionárias e elevação de preços principalmente em relação ao gás de cozinha. Nesse momento da aula, os estudantes destacaram que, apesar do quesito tempo de um fogão solar, ganharia no quesito economia e, como o país apresenta grandes índices de incidência solar em praticamente todo o ano, essa poderia ser uma alternativa às famílias de baixa renda.

Para finalizar a SEI, os formulários com os questionamentos iniciais de calor e temperatura foram retomados sobre os processos de transmissão do calor. Ao

¹Reportagem sobre o fogão solar. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5vq1FZ8zHo>. Acesso em 20 de set. de 2021.

comparar o resultado do questionário inicial (Pré-Ai) com o final (Pós-Ai), verificou-se que 50% dos estudantes relacionaram a temperatura com o grau de agitação molecular enquanto no questionário inicial aproximadamente 17% deles fizeram essa relação, como mostra o gráfico 03.

Gráfico 3 - Conceito de temperatura apresentado pelos estudantes antes e depois da SEI



Fonte: Elaboração própria.

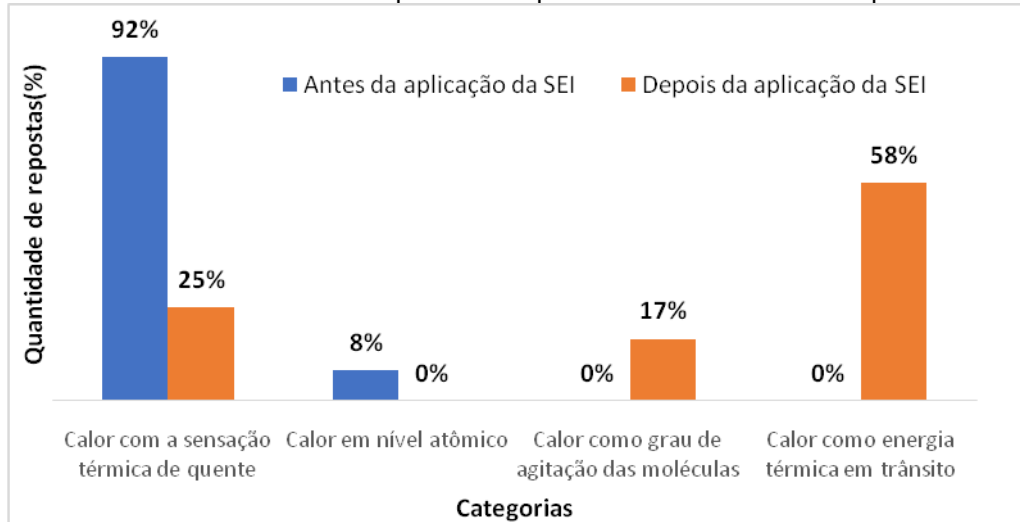
Em relação à conceituação de temperatura, observou-se uma migração significativa de respostas da temperatura como uma sensação térmica para a categoria da temperatura antes da Atividade Investigativa para o grau de agitação molecular. Já a quantidade de respostas dos estudantes que acreditam que a temperatura é uma medida do clima permaneceu inalterada em relação ao questionamento inicial.

Dessa forma, a SEI não gerou mudanças no julgamento acerca do conceito de temperatura em uma pequena parcela dos estudantes. Dentre as causas para que as atividades investigativas não alterassem a concepção de temperatura a esses estudantes, pode-se destacar a temática não ter chamado a atenção desses estudantes, os estudantes não terem prestado atenção no que estavam executando no formulário, a linguagem/questionamentos não foi significativos para gerar mudança dos conhecimentos prévios e/ou a falta de mais momentos de interações.

Já em relação à concepção de calor, aproximadamente 60% dos estudantes fizeram a relação desse fenômeno com sendo uma energia térmica em trânsito,

sendo que na primeira aula todos os estudantes fizeram inferências inconsistentes sobre esse conceito e a maioria o relacionou com a sensação térmica de quente, algo comumente usado em nosso dia a dia.

Gráfico 4 - Conceito de calor apresentado pelos estudantes antes e depois da SEI



Fonte: Elaboração própria.

Com o conceito de calor, observamos uma significativa mudança de conhecimentos prévios, uma vez que a maior parcela dos estudantes mudou seu pensamento em relação a esse fenômeno. Aqui nota-se também a criação de categorias extras em relação ao levantamento inicial, desde que alguns estudantes começaram a conceituar o fenômeno de maneira correta e outros confundiram tal conceito com o de temperatura.

Quando questionados a descreverem as formas de transmissão de calor e uma descrição de cada um desses conceitos, verificou-se que aproximadamente 67% dos estudantes conseguiram apresentar pelo menos uma das formas de propagação do calor e que 33% dos estudantes fizeram a descrição correta de, pelo menos, um desses conceitos.

Com a discussão e participação dos estudantes na última etapa da SEI, podemos observar que a proposta atingiu o objetivo, pois uma parte expressiva dos estudantes conseguiu se apropriar dos conceitos esperados. Dada a autonomia deles na execução dos experimentos e interpretações dos fenômenos guiados pelas indagações do professor na plataforma, os resultados obtidos corroboram que o estudante é capaz de construir o seu próprio conhecimento (CARVALHO, 2005).

Dentre as vantagens da aplicação da SEI, o professor que se apropria dessa metodologia, indubitavelmente passa a ouvir mais os educandos, fazer apontamentos sobre os questionamentos em sala de aula, além de oferecer suporte de modo a não fornecer uma resposta pronta. Deste modo, apesar das limitações de horários e da sobrecarga do trabalho docente, a SEI mostra que é possível se apoderar dessas metodologias acessíveis de baixo custo para o ensino de física e trabalhar o pensar sobre os diversos conceitos científicos de forma instigante.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho é a análise da aplicação de uma SEI acerca dos processos de transmissão de calor, direcionada a uma turma de 9º ano do ensino fundamental II, na cidade de Alto Horizonte – GO. Para que a SEI atinja os seus objetivos, o professor deve investigar a melhor forma de utilizar os conteúdos e criar mecanismos que ajudem os estudantes a solucionar novos problemas.

A SEI proposta foi organizada em três momentos: (i) levantamento de conhecimentos prévios, (ii) execução de experimentos e (iii) socialização dos resultados encontrados. Com essa organização, os estudantes romperam a dependência do professor e elaboraram as conclusões durante a realização de análise do experimento.

Quanto aos resultados da aplicação da SEI, podemos afirmar que os estudantes manifestaram a sua autonomia no processo e, dessa forma, se tornaram seres ativos no processo de aprendizagem sobre as transformações de calor. Verificou-se também a relevância da metodologia investigativa, especialmente no ensino de Física, ao permitir que o estudante pense e crie mecanismos de aprendizagem através de questionamentos e, sobretudo, compreendendo que o erro faz parte do processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, a SEI proposta cumpriu o seu objetivo quando uma parcela significativa dos estudantes conseguiu mobilizar conceitos científicos acerca do processo inicial de física térmica, porém a aplicação apresentou algumas limitações, dentre as quais, pode-se citar a falta de troca de experiências sobre a escolha de metodologia diferenciadas e a modalidade de ensino remoto. Com isso, sugere-se trabalhar no refinamento do problema central em novas aplicações, com o uso de

estratégias diferenciadas para alcançar mais estudantes, especialmente na modalidade remota ou no ensino presencial com o distanciamento social.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por pesquisa**: Problemas nas atividades de sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (org). *Ensino de Ciências: Unindo pesquisa e prática*. São Paulo: Cengage Learning. 2009.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de instrução de pesquisa sobre o momento, sua conservação e as leis de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 31, nº 1, p.30-59, 25 de novembro 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>.

BENDER, W. N. **Aprendizagem de Projetos**: Educação Diferenciada - Para o Século 21. Porto Alegre: Eu acho, 2014.

BORRAJO, T. B. **Atividades de pesquisa para o ensino de ótica geométrica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Física) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

BRASIL. Ministro da Educação. Secretária de Educação Secundária e Tecnológica. **PCN +**: diretrizes educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: ciências naturais, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC. 2002.

BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**, versão aprovada pelo CNE, novembro de 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc> Acesso em: 23/10/2021.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental**: O conhecimento físico. São Paulo, Scipione, 2005.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Coleção Ideias em Ação. ISBN: 978-85-221-1062-9.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI). In: LONGHINI, Marcos Daniel (Org.). **O uno e o diverso na educação**. São Paulo: Uberlândia: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura**: ensino por pesquisa. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. O Ensino de Física por investigação: Um Referencial Teórico e Pesquisa em Sequências de Ensino de Pesquisa. **Ensino em Revista**. v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a Proposta de Sequências de Ensino de Pesquisa. In: CARVALHO, A.M.P. (org). **Ensino científico por investigação: condições para implantação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Cap. 1 p. 01-20.

CLEMENT, L.; CUSTODIO, J. F.; ALVEZ, J. P. Potenciais do ensino de pesquisa para promover a motivação autônoma no ensino de ciências. **Alexandria**, v.8, n.1, p.101-129, 2015.

CLEOPHAS, M. G. Ensino por investigação: concepções de estudantes de graduação em Ciências Naturais sobre a importância da atividade de pesquisa em espaços informais. **Revista Linhas**, [s.l.], v. 17, n. 34, p.266-298, 29 de junho. 2016. St. Catharine State University. <http://dx.doi.org/10.5965/1984723817342016266>.

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S.; NUNES, D. S.; JÚNIOR, E. V. F. Calorimetria no ensino fundamental: potencialidades de uma sequência de ensino investigativa. **Revista do Professor de Física**. Brasília, vol. 2, n. 3, 2018.

MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T. **Pesquisa qualitativa em educação em ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U, 2011.

MOURA, A. M. **Ensino de física por investigação: uma proposta para o ensino de empuxo para alunos do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em ensino de física). UFPA: Belém, 2018. Disponível em <<https://pt.scribd.com/document/518841889/t0-Dissertacao-Fabio-Moura>>. Acesso em 12 de agosto de 2021.

MOURA, F. A.; SILVA, R. Sequência de ensino investigativa para o estudo do empuxo no ensino médio. **Revista do programa de Pós-graduação em Ensino – Universidade Estadual do Norte do Paraná**. Cornélio Procópio, v.3, n1, p. 38-61, 2019.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.551-577, 31 ago. 2017. Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172551>.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. D. P. **La solución de problemas**. Madri: Santillana, 1994.

RAMOS, R. M. S. F. **A investigação matemática como suporte para o estudo de sequências e regularidades**: uma experiência com estudantes do 1º ano do ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). UESB: Bahia, 2015. Disponível em <https://sca.profmatsbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=90572>. Acesso em 12 de agosto de 2021.

SANTOS, O. C. **Do ensino tradicional à iniciação a atividades de investigação matemática**: desconstruindo velhos hábitos. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). UFG: Goiás, 2018. Disponível em <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9261?mode=full>>. Acesso em 12 de agosto de 2021.

SASSERON, L. Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação E Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s.l.], v. 17, n. , p.49-67, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008.

SILVA, O. H. M.; ARRUDA, S. M. Um equipamento demonstrativo de levitação magnética de uma bobina com automatização adaptada aos Museus de Ciência e Tecnologia. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 31, n. 1, p. 78-97, abr. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p78>.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1991.

APÊNDICE 1

Na primeira aula, será passada uma planilha onde os estudantes deverão registrar as memórias de sensações que tiveram ao tocar/observar certos materiais presentes em sua casa. Na planilha, iremos fornecer algumas opções, mas os estudantes estarão livres para explorar outros materiais.

Materiais	Sensação que teve ao tocar/observar o objeto (desconsidere as texturas)
Gelo	
Colher de madeira	
Colher de ferro	
Piso	
Café recém passado	
Outros	




Com a planilha preenchida o professor terá que fazer uma discussão via google meet para tentar descobrir o que os estudantes sabem sobre calor, temperatura e energia térmica e a relação entre esses conceitos. Para esse debate, teremos as seguintes questões norteadoras.

- Que diferenças, desconsiderando as texturas, podemos observar ao tocar os objetos?
- Na sua opinião, o que determina o estado frio ou quente dos objetos?
- O que aconteceu para que esses objetos tivessem esse estado térmico (frio ou quente)?




Com essas perguntas, espera-se que os estudantes registrem de forma oral: suas sensações térmicas em relação aos objetos, o que faz com que um material tenha a sensação de quente ou frio e comparar sua sensação com as dos colegas, a fim de averiguar se o tato é um bom medidor térmico.

Através das observações e com o debate será pedido para que os estudantes formulem uma conceituação para temperatura, calor e energia térmica. Nesse momento, não se espera que os educandos ofereçam uma descrição formal dos conceitos abordados, mas sim uma descrição empírica de suas vivências e observações. Tal atividade terá o papel de sondar os conhecimentos prévios dos educandos acerca do tema.



APÊNDICE 2

	<h3>EXPERIMENTO 01 - CONDUÇÃO TÉRMICA</h3>
<p>MATERIAIS NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colheres com cabo de metal. • Colheres com cabo revestido de plástico. • Colheres de madeira. • Água Fervendo. • Um recipiente (para água aquecida). 	
<p>PROCEDIMENTOS:</p> <p>1 - Coloque a água fervendo em um recipiente e em seguida coloque as colheres no recipiente.</p> <p> 2 - Aguarde alguns minutos e tente sentir a sensação térmica de seus cabos. (cuidado ao realizar o experimento).</p> <p>3 - Registre todas as suas percepções (texto, fotos, desenhos etc.) em relação ao experimento.</p>	
<p>ALTERNATIVA:</p> <p>Caso não consiga realizar o experimento assista o vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=KSFGUwh9Has</p>	
<p>PERGUNTAS:</p> <p>1 - Qual a sensação que teve ao tocar os cabos das colheres? Ou qual deve ser a sensação térmica dos cabos das colheres (para quem assistiu ao vídeo)?</p> <p>2 - Por que em algumas colheres podemos perceber aumento de temperatura em seus cabos e em outras não?</p> <p>3 - Na sua percepção por que algumas colheres tiveram aumento de temperatura em seus cabos sendo que essa parte do objeto não está em contato direto com a água quente? Se possível faça uma descrição de como o calor conseguiu atingir essa região em certas colheres e outra não.</p>	
<p>FORMS: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdeVhWgOZda_E9-MjIChb5gYdwA_cAmkFfh95NCfTzXuW0TQ/viewform</p>	


APÊNDICE 3

	EXPERIMENTO 02 - CONVECÇÃO TÉRMICA	
<p>MATERIAIS NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Um recipiente de vidro transparente (aquário, tigela, jarra, ou um béquer). • Água. • um saquinho de chá. • ebulidor. 		
<p>PROCEDIMENTOS:</p> <p>1 - Encha o recipiente com água.</p> <p>2 - Rasgue o saquinho de chá e despeje o conteúdo, delicadamente, na água.</p> <p> 3 - Coloque o ebulidor na água e espere aquecer.</p> <p>4 - Registre todas as suas percepções (texto, fotos, desenhos etc.) em relação ao experimento.</p>		
<p>ALTERNATIVA:</p> <p>Caso não consiga realizar o experimento assista o vídeo :https://www.youtube.com/watch?v=dkZaiedR_ww</p>		
<p>PERGUNTAS:</p> <p>1 - Como explicamos o que acontece com as partículas do chá? Para quem não conseguir realizar o experimento, explique o que aconteceu com as partículas de leite em pó e suco de uva descritas no vídeo.</p> <p>2 - O que causa o movimento dessas partículas?</p> <p>3 - Você já observou que ares-condicionados são instalados sempre no alto das paredes? Por que isso ocorre? Existe alguma relação com o fenômeno observado anteriormente?</p> <p>4 – Já observou algum outro eletrodoméstico em sua casa em que podemos perceber a utilização desse conceito físico?</p>		
<p>FORMS: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSewcM1kEPN-uIVNliCB59c-kUeGHJwFgKuTiydA6B1DWIIHBw/viewform</p>		

APÊNDICE 4

	<h3>EXPERIMENTO 03 - IRRADIAÇÃO TÉRMICA</h3>
<p>MATERIAIS NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uma vela. • Um fósforo para acender a vela. 	
<p>PROCEDIMENTOS:</p> <p>1 - Acenda a vela e a fixe em algum local. 2 - Chegue à mão próximo (por cima) e ao lado da chama da vela e sinta a temperatura. Não encoste a mão na chama. Registre todas as suas percepções (texto, fotos, desenhos etc.) em relação ao experimento.</p>	
<p>ALTERNATIVA:</p> <p>Caso não consiga realizar o experimento assista o vídeo https://www.youtube.com/watch?v=cHuCEJkZRgA</p>	
<p>PERGUNTAS:</p> <p>1 - Se conseguiu realizar o experimento poste nesse espaço fotos e experiências que considere pertinente</p> <p>2 - Por que podemos chegar nossa mão mais perto da lateral da chama enquanto se colocamos em cima temos que colocar mais distante?</p> <p>3 - Por que sentimos o calor da chama sem tocar nela?</p>	
<p>LINK DO FORMS:</p> <p>https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdpJSHa7y1R9S9Zg8JeqXwVk8qEhh5HoNJ024mm2-FMo2Kq-g/viewform</p>	

APÊNDICE 5

	<h3>SOCIALIZAÇÃO</h3>
<p>MATERIAIS NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reportagem fogão solar (link: https://www.youtube.com/watch?v=5vvq1FZ8zHo) 	
<p>PROCEDIMENTOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Passe a reportagem fogão solar. 2 - Faça os questionamentos para os estudantes. 	
<p>PERGUNTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - De onde é proveniente a energia que o faz cozinhar? 2 - Como esta energia é transmitida e chega até o alimento? 3 - Qual é a finalidade do forno, como ele funciona? 4 - Qual é a importância de cada parte do forno (revestimento de alumínio, tampa de vidro, base de metal)? 	

APÊNDICE 6



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Pesquisador: Osmair Carlos dos Santos
osmair125@gmail.com

Local de realização da pesquisa: Colégio Municipal Militarizado Professor Divino Bernardo Gomes

CONVITE E CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa uma Processos de transmissão de calor: uma abordagem didática investigativa no ensino fundamental, de responsabilidade de Osmair Carlos dos Santos, estudante da Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental (C10) da Universidade de Brasília. O objetivo desta pesquisa é "apresentar os conceitos referentes às formas de transmissão de calor, por meio de atividades investigativas, familiarizando os estudantes com os conceitos apresentados". Assim, gostaria de consultá-lo/a sobre seu interesse e disponibilidade de cooperar com a pesquisa. Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a. Os dados provenientes de sua participação na pesquisa, tais como questionários, entrevistas, fitas de gravação ou filmagem, ficarão sob a guarda do/da pesquisador/a responsável pela pesquisa. A coleta de dados será realizada por meio de questionários via Google forms e aulas que serão gravadas no Google Meet. É para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar. Sua participação na pesquisa não implica em nenhum risco. Espera-se com esta pesquisa vocês compreendam as formas de transmissão de calor para meios investigativos. Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone 62 98134-3808 ou pelo e-mail osmair125@gmail.com. A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio de gráficos com análise dos resultados, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

13 de setembro de 2021.

Nome do(a) estudante: _____

Data de nascimento ___/___/___

Assinatura do responsável

Assinatura do responsável pela pesquisa

_____, ____ de _____, 2021_