



# 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<sup>1</sup>, MARCELLO FERREIRA<sup>2</sup>, DARLAN BRITO<sup>3</sup>,  
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO<sup>2</sup>, MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA<sup>2</sup>,  
KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade de Brasília

<sup>3</sup>Faculdade de Planaltina, Universidade de Brasília

---

## 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 do 9º ano do ensino fundamental do Colégio Municipal Divino Bernardo Gomes (Alto Horizonte-GO) e realizada 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 study 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 own 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 the students meaningful learning, such as a notable growing understanding about the concepts of heat and temperature when compared to their prior answers. 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 inquiry science teaching.*

*Inquiry science teaching. Thermology. Middle school.*

---

## I. INTRODUÇÃO

A Física é uma das disciplinas consideradas mais desafiadoras para a grande maioria dos estudantes do ensino básico (PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017; MOURA, 2018). 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, e proporcionar o engajamento deles na resolução de problemas e a compreensão dos fenômenos físicos cotidianos, além dos limites da sala de aula (BENDER, 2014; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017; MOURA, 2018).

Para que o processo de ensino e de aprendizagem de Física ocorra de forma satisfatória, muitas variáveis devem 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 presente 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; CARVALHO; SASSERON, 2015; SASSERON 2008, 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).

Pensando nas dificuldades de aprendizagem de física e o ensino por investigação, o presente estudo surgiu a partir de duas razões: i. Os estudantes apresentam dificuldades nos conteúdos de física térmica, em especial os 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 os impactos da aplicação da SEI na aprendizagem dos estudantes.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

Para entender melhor o processo de ensino/aprendizagem em qualquer nível de ensino, seja elementar, secundário ou superior, as teorias educacionais são a base para o desenvolvimento cognitivo e social humano. Jean Piaget e Lev Vygotsky demonstraram, em seus trabalhos, diferentes visões sobre como o ser humano constrói o conhecimento. Vygotsky destacou-se pelos estudos do social e Piaget pelo cognitivo. Para Moura (2018), as ideias de Piaget e de Vygotsky se complementam quando as teorias são usadas em momentos distintos e em situações de ensino e aprendizagem em sala de aula e ambas as teorias são aplicadas no 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, e 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 o aprendiz aprende os conteúdos apresentados e discutidos pelo professor por meio dessa ação. Segundo Moura (2018), em 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):

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, habituação 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).

C

O presente estudo analisa o caráter do conhecimento científico considerando contexto piagetiano associado às obras de Carvalho (2016). 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.

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

De acordo com Moura e Silva (2019), há algumas considerações com relação ao contexto social, com base nas teorias de Vygotsky, sobre o ensino investigativo: (i) As funções mentais mais elevadas do indivíduo em social são 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):

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).  
O

No que tange ao 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 dentro da zona de desenvolvimento próximo, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (MOREIRA; MASSONI, 2016).

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

O trabalho em grupo, no contexto social e de pesquisa, torna o ato de planejar do professor mais prazeroso aos 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 tenha a curiosidade de compreender e aprender os novos saberes explicados pelo professor.

Em síntese, as teorias de Piaget e Vygotsky 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”.

No ensino investigativo, o aluno não pode ser um agente passivo no processo, ou seja, ele deve ser um ator com papel de destaque, buscando o desenvolvimento de habilidades cognitivas, argumentativas e de comunicação, além do desenvolvimento de estratégias para resolução de problemas (CARVALHO, 2016).

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 professor e estudante, uma vez que o estudante 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 permita aos estudantes descobrir 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 e orientar 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 com problemas sobre fenômenos físicos para que os estudantes possam argumentar e desenvolver raciocínios hipotético-dedutivos. No que tange à avaliação, o professor 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, e inclui atividades em grupo, atividades experimentais, de argumentação, de comunicação, dentre outras (SILVA; ARRUDA, 2014).

Vários desafios cognitivos são apresentados 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 (CLEOPHAS, 2016). O autor reconhece a importância dos saberes prévios do estudante, o que permite resolver as situações problemáticas impostas por esta modalidade de ensino.

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 meio das orientações do professor (SASSERON, 2015, p.58).

O

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 responderem 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 irão passar 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, pois os alunos usam conhecimentos adquiridos no dia a dia para explicar fenômenos físicos, constroem modelos explicativos que apresentam consistências, porém não são agregadas as bases científicas que permitem as validações.

O professor deve considerar que 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 à reorganização e à reconceitualização (CARVALHO, 2005).

Para Carvalho (2005), os alunos conseguem pensar sobre o problema, elaborar e refinar hipóteses quando partilham suas ideias. Para mudar o conhecimento prévio para o científico, os alunos necessitam do auxílio do professor para poder preencher as lacunas e mostrar as contradições que os levem a tomar consciência da não – coordenação entre as diversas situações que surgem nas trocas de experiências (CARVALHO, 2015).

O ensino por investigação encontra-se amparado na Base Nacional Curricular comum (BNCC), quando 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 que os alunos sejam convidados a realizarem atividades em grupos, participar de momentos de discussão com colegas e com o professor, escrever relatórios, preparar gráficos e tabelas, ter uma visão crítica em relação a conceitos e fórmulas apresentadas no processo de ensinar ciências (CARVALHO, 2010).

## II.1. Sequência de Ensino por Investigação (SEI)

As sequências de ensino através da investigação como situações-problema incentivam os alunos a estudar, investigar e resolver os problemas apresentados por meio de diversas metodologias e recursos de ensino-aprendizagem (CARVALHO, 2009, 2011, 2014, 2016; CARVALHO; SASSERON, 2015; MOURA, 2018).

A SEI proporciona a valorização dos conhecimentos 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, 2018).

Moura e Silva (2019), com base nos estudos de Carvalho (2011; 2016), apontam importantes aspectos na construção e planejamento de uma SEI: a importância da situação-problema, pois essa deve fazer parte do cotidiano do estudante para atraí-los; a transformação da ação manipulativa em ação intelectual; a importância da conscientização das ações; a criação de etapas para explicações científicas; realização de atividades que requerem interação social para a construção do conhecimento, pois o estudante deve ser estimulado a participar da ação; a importância da relação estudante-estudante e estudante-professor; o ensino a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes; promoção de atividades em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Segundo Moura e Silva (2019), a SEI deve apresentar, em suas etapas, o raciocínio científico na forma de elaboração e teste de hipóteses; a argumentação científica e a resolução de problemas por construção explicativa e de raciocínio. O estudante ao trabalhar com questões abertas aprende a pensar por meio da construção de raciocínios, fala, escrita, trocas de ideias e justificação de pensamentos (AZEVEDO, 2009).

Diante desse contexto, nas questões abertas se procuram propor fatos relacionados ao cotidiano do estudante, e cujas explicações estejam atreladas a conceitos debatidos e construídos em 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.

No que se refere a avaliações dessas atividades, os estudantes já devem ter experiência com questões abertas em sala de aula (CARVALHO, 2014). 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.

### III. METODOLOGIA

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

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.

Devido às limitações impostas pela pandemia de COVID-19, a SEI foi aplicada em três aulas entre os dias 20 e 24 de setembro de 2021, de forma remota, em uma turma do 9º ano do Colégio Municipal Militarizado Divino Bernardo Gomes, localizado na cidade de Alto Horizonte (Goiás). A escolha da turma baseou-se nos critérios de assiduidade nos retornos das atividades no período remoto imposto pela pandemia e o não contato dessa turma com os conteúdos de Termologia em etapas anteriores, devido ao deslocamento de conteúdos causados pela implementação da nova BNCC. 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 estudado por estudantes que progrediram para séries subsequentes. Com relação à instituição-campo, a escolha se deu por ser o local de trabalho do pesquisador e a maior facilidade de acesso aos recursos da escola.

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 as respostas desses estudantes não foram consideradas 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.

O ciclo de aplicação da SEI ocorreu em três aulas de ciências na instituição-campo e como temática abordou-se a parte inicial da física térmica. Foram aplicados cinco questionários, um para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos a serem trabalhados na SEI, três para os estudantes registrarem as 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).

Nas 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, foram criadas categorias 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 a identidade em sigilo e anonimato.

A seguir, apresentamos, na Tabela 1, as atividades desenvolvidas durante a aplicação da SEI.

**Tabela 1:** Conjunto de Atividades desenvolvidas na Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

Aula	Objetivos	Procedimentos
01 Síncrona	Fazer um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes acerca de temperatura, calor e transferência de energia térmica	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 conceitualização de calor e temperatura.
02 Síncrona	Instigar a compreensão dos estudantes acerca das formas de transmissão de calor através de experimentos.	Execução de três experimentos, cada um sobre uma forma de transmissão de calor.
03 Síncrona	Realizar a socialização dos resultados e coletar os dados pós aplicação da SEI.	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: Fonte: elaboração própria.

Considerando as limitações de quantidade/tempo para as aulas (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 uma base de aprendizado inicial sobre terminologia para prosseguir com êxito o ciclo de atividades da SEI.

Os estudantes que não conseguissem realizar os experimentos, foram disponibilizados 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 para realização da experimentação.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### IV.1. Levantamento dos Conceitos 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 (Tabela 1). Com base em Ferreira et al. (2018) elaborou-se um quadro com objetos do dia a dia dos estudantes e, em seguida, os estudantes registraram as sensações que tiveram ao tocar nesses objetos. Em relação ao questionamento acerca das diferenças observáveis/sentidas em cada objeto, os estudantes foram unânimes em

afirmar que as diferenças notadas estavam ligadas às mudanças de temperatura. Já no questionamento sobre o que ocasionou essa diferença de sensações térmicas, as respostas estavam relacionadas ao ambiente, ao clima e à composição do material.

A última indagação pelo professor pretendia constatar se os estudantes chegariam a hipóteses que se aproximassem do conceito de temperatura. Para tanto, foi transcrito um trecho do diálogo, no qual foi possível questionar os estudantes e fazer com que eles retomassem seus conhecimentos prévios e conceituassem de maneira aceitável as diferenças 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 esquentas as moléculas estão mais separadas/espalhadas.*
- *A2 – Professor, já quando esfria as moléculas ficam mais juntas/próximas.*

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

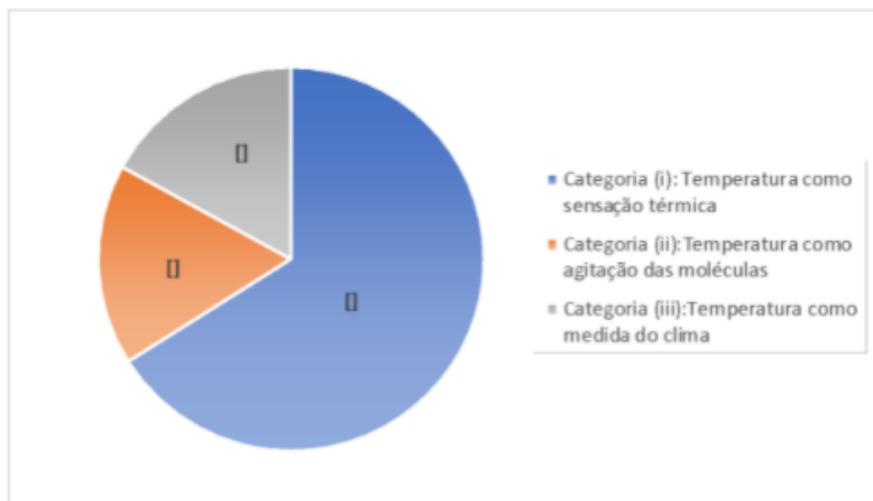
Na primeira categoria, 66% dos estudantes relacionaram a temperatura ao estado físico (Gráfico 1), como:

- *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.*

**Figura 1:** Conceito de temperatura apresentado pelos estudantes.



Fonte: Elaboração própria.

- A1- Temperatura é a medida do clima.
- A7- Algo que define o "clima".

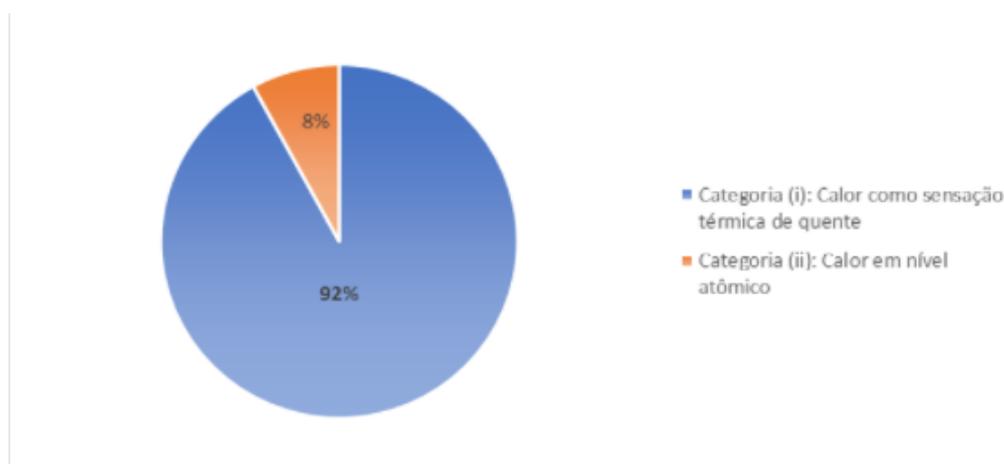
Com base nos dados da Figura 1, pode-se observar que a maior parcela dos estudantes (66%) não conseguia formular uma resposta sobre o conceito de temperatura mesmo com os diálogos da aula online. Constatou-se que alguns estudantes conseguiram apresentar conceitos para as diferenças do estado térmico, demonstrando 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%) relacionou o calor à primeira categoria, e apenas 8% dos estudantes relacionaram o calor com o nível atômico (Figura 2). 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.

Para conceituar calor, observamos que os estudantes trouxeram seu conhecimento cotidiano e relacionaram esse fenômeno com a sensação térmica de estar quente. Com isso,

**Figura 2:** Conceito de calor apresentado pelos estudantes.

Fonte: Elaboração própria.

os estudantes não conseguiram observar a energia térmica em trânsito e, portanto, a SEI 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 foi possível perceber o que os estudantes conheciam acerca da temática e propor uma intervenção, como a sugestão de leituras e vídeos, devido ao distanciamento social. Após as recomendações de vídeos sobre a temática, foram feitos questionamentos de como o calor poderia ser transmitido de um corpo para outro e que deveriam ser respondidas com um ciclo de atividades experimentais.

## IV.2. Aplicação de Atividades Experimentais Acerca das Formas de Propagação de Calor

A segunda aula aconteceu de forma assíncrona onde os estudantes deveriam realizar três experimentos. As instruções de cada um dos experimentos estavam disponíveis na plataforma forms, e os estudantes deveriam responder os questionamentos sobre cada um dos processos de transmissão do calor para que pudessem construir hipóteses sobre os fenômenos.

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

Na primeira atividade experimental, os estudantes colocaram colheres de diferentes materiais em uma vasilha com água quente e observaram as diferenças de temperaturas em cada uma das colheres (Figura 3). O aumento diferenciado de temperatura em alguns materiais, bem como, a percepção deles acerca de como o calor iria conseguir chegar a certas regiões de alguns objetos que não estariam em contato direto com a água quente.

No planejamento de uma SEI, o professor deve fazer a proposição de questões para que

**Figura 3:** *Experimento de transmissão de calor por condução realizado pelos estudantes e depositado na plataforma forms.*



*Fonte: Banco de dados do autor.*

o indivíduo organize seu pensamento. Dessa forma, para se chegar em hipóteses acerca do fenômeno foram realizadas indagações ao longo dos questionários (CARVALHO, 2011).

Sobre as respostas das questões, 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, 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 como objetivo os estudantes observarem o processo de transmissão de calor por convecção por meio 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. Para garantir maior segurança aos estudantes, eles foram orientados a assistirem um vídeo de um experimento similar e fazerem as considerações.

No processo de análise das respostas, observou-se que em torno de 83% dos estudantes conseguiram fazer descrições escritas que permitiram compreender o entendimento acerca da propagação do calor por convecção. Alguns 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.

Questionados sobre quais aparelhos usariam o fenômeno de convecção em seu funcionamento, obtivemos como respostas: 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 verifica em 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 estudante deveria aproximar a mão e observar as percepções a fim de observar o fenômeno de transferência de calor por irradiação (Figura 4).

**Figura 4:** Experimento de transmissão do calor por irradiação realizado pelos estudantes e postado na plataforma forms



Fonte: Banco de dados do autor.

Com base nos registros escritos dos estudantes, verificou-se que aproximadamente 92% dos estudantes conseguiram fazer relatos que permitiram 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 sobre esse experimento:

- **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.*

No ciclo experimental 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 houve a socialização das hipóteses geradas durante a reflexão sobre a realização dos experimentos (Tabela 1).

### IV.3. Socialização dos Resultados

Para finalização da aplicação da SEI, foi realizada uma socialização dos resultados em um momento síncrono através da plataforma meet (Tabela 1). Nesse momento, o professor ouviu as conclusões dos estudantes acerca da parte experimental e foi realizada uma explanação sistemática dos experimentos abordando as formas de transmissão de calor, além de relacionar o conhecimento compartilhado com demais fenômenos ligados a transmissão do calor, como: o aquecimento global, as correntes marítimas, o funcionamento de uma geladeira, o efeito estufa e as 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 dos conteúdos e não esperando que todos cheguem sozinhos a essa etapa”.

Com o intuito de oportunizar uma maior participação dos estudantes e a visualização das inúmeras aplicações dos conteúdos estudados, foi reproduzido durante a aula a reportagem sobre “fogão solar”<sup>1</sup>. A partir de indagações acerca do experimento, os estudantes conseguiram observar que a energia solar que proporciona o cozimento dos alimentos no fogão solar ocorre pelo processo de irradiação e que esse modelo tinha um funcionamento similar com o processo que ocorre com o fenômeno do efeito estufa.

Os estudantes 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 poderiam 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 fez uma breve discussão sobre as questões sociais envolvidas na reportagem apresentada, considerando que muitas famílias passam necessidades, devido à elevação de preços principalmente do gás de cozinha. Nesse momento da aula, os estudantes destacaram que, apesar do tempo maior para o cozimento em um fogão solar, ele apresenta muitas vantagens considerando que o país possui altos índices de incidência solar em praticamente todo o ano, e essa poderia ser uma alternativa sustentável às famílias de baixa renda.

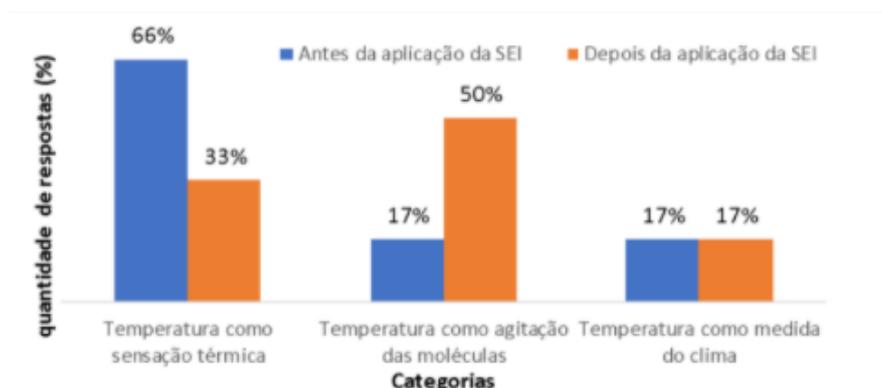
Para finalizar a SEI, os formulários com os questionamentos iniciais de calor e temperatura foram retomados sobre os processos de transmissão do calor. Ao comparar o resultado do questionário inicial (Pré-Ai) com o final (Pós-Ai), verificou-se que 50% dos estudantes relacionaram a temperatura com o grau de agitação molecular enquanto no questionário inicial aproximadamente 17% deles fizeram essa relação, como mostra a Figura 5.

Em relação à conceitualização de temperatura, observou-se uma migração significativa de respostas da temperatura como uma sensação térmica antes da Atividade Investigativa para a categoria da temperatura como o grau de agitação molecular após a sequência de atividades experimentais (Figura 5). 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 possíveis 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 a devida atenção no que estavam executando no formulário, a linguagem/questionamentos não foram significativos para gerar mudança dos conhecimentos prévios e/ou a falta de mais momentos de interações.

<sup>1</sup>Reportagem sobre o fogão solar. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5vvq1FZ8zHo>. Acesso em 20 de set. de 2021.

**Figura 5:** Conceito de temperatura apresentado pelos estudantes antes e depois da SEI.



Fonte: Elaboração própria.

Já em relação à concepção de calor, aproximadamente 60% dos estudantes fizeram a relação desse fenômeno como sendo uma energia térmica em trânsito, sendo que na primeira aula todos os estudantes fizeram inferências inconsistentes sobre esse conceito e a maioria tinha relacionado o calor com a sensação térmica de quente, algo comumente usado no dia a dia (Figura 6).

**Figura 6:** 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 os estudantes foram capazes 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.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou a aplicação de uma SEI acerca dos processos de transmissão de calor, direcionada a uma turma de 9º ano do ensino fundamental II, e organizada em três momentos: (i) levantamento de conhecimentos prévios, (ii) execução de experimentos e (iii) socialização dos resultados encontrados. Com essa sistematização, 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, 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, particularmente no ensino de Física, ao permitir que os estudantes pensem e criem mecanismos de aprendizagem por meio de questionamentos e, sobretudo, compreendendo que os erros fazem 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 metodologias 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

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, n° 1, p. 30-59, 25 de novembro de 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. 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 out.2021.

CARVALHO, A. M. P.; Vannucchi, A. I.; Barros, M. A.; Gonçalves, M.E.R.; Rey, R. C.. *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 ago. 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 Procopio, v.3, n. 1, 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 Educação em Ciência. <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.profmtat-sbm.org.br/sca\\_v2/get\\_cc3.php?id=90572](https://sca.profmtat-sbm.org.br/sca_v2/get_cc3.php?id=90572)> .Acesso em : 12ago.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 ago. 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. 180 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 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.