

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Guttemberg Martins da Silva

Ensinando dilatação dos sólidos por investigação utilizando experimentação

Juiz de Fora
2023

Guttemberg Martins da Silva

Ensinando dilatação dos sólidos por investigação utilizando experimentação

Dissertação apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Orientador: Dr. Bruno Gonçalves
Coorientador: Dr. Bruno Ferreira Rizzuti

Juiz de Fora
2023

Guttemberg Martins da Silva

Ensinando dilatação dos sólidos por investigação utilizando experimentação

Dissertação
apresentada ao Polo
24 do Programa de
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física da
Universidade Federal
de Juiz de Fora /
Instituto Federal
Sudeste de Minas
Gerais como
requisito parcial à
obtenção do título
de Mestre em Ensino
de Física. Área de
concentração: Física
na Escola Básica.

Aprovada em 31 de agosto de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Gonçalves - Orientador

Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Bruno Ferreira Rizzuti

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marlon Cesar Alcantara

Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Ivo de Almeida Marques

Juiz de Fora, 30/08/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Gonçalves, Usuário Externo**, em 01/09/2023, às 10:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Ferreira Rizzuti, Professor(a)**, em 01/09/2023, às 12:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marlon Cesar de Alcantara, Usuário Externo**, em 04/09/2023, às 17:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ivo de Almeida Marques, Usuário Externo**, em 11/09/2023, às 19:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1443819** e o código CRC **5E9A4117**.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Guttemberg Martins da.

Ensinando dilatação dos sólidos por investigação utilizando experimentação / Guttemberg Martins da Silva. -- 2023.

94 p. : il.

Orientador: Bruno Gonçalves

Coorientador: Bruno Ferreira Rizzuti

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2023.

1. Ensino de Física. 2. Dilatação do sólidos. 3. Experimento de dilatação. I. Gonçalves, Bruno, orient. II. Ferreira Rizzuti, Bruno, coorient. III. Título.

Dedicatória:

Dedico este trabalho a minha mãe que se faz presente em minha memória, ao meu pai pelo apoio e a minha família que esteve sempre presente me apoiando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Deus por me tornar persistente nesse caminho.

Aos meus orientadores pelo acompanhamento durante esse longo trajeto.

Aos Professores da UFJF/IF-Sudeste-MG pelo caminho que trilhamos juntos.

Aos meus amigos que mesmo duvidando de minha capacidade acreditaram em mim.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

“O educador problematizador re-faz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscibilidade dos educandos. Estes, em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também.” (FREIRE, 1987, p.40)

RESUMO

O ensino de física vem se atualizando as metodologias de ensino e assim é possível estimular os alunos e tornar o ensino mais desafiador. O ensino investigativo pode, através de experimentos, ser extremamente atrativo aos educandos. Desta forma, foram realizadas abordagens correlacionando o ensino de dilatação dos sólidos numa perspectiva investigativa em duas modalidades de ensino: o remoto e o presencial. Dentro das modalidades de ensino e a flexibilidade da física é trabalhado um experimento desenvolvido em um protótipo de baixo custo que através do aquecimento de um fio é possível visualizar um resultado demonstrando a dilatação na prática. Devido à grande flexibilidade de adaptação do experimento faz se possível analisar a aplicação remota que aconteceu em tempos de isolamento social em decorrência do COVID – 19, no ano de 2021 e comparar com a aplicação que ocorreu de forma presencial no ano de 2022. Executado de acordo com uma sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos na 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de Minas Gerais. Assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e após esse levantamento, foi realizada uma pesquisa participativa, que visou cultivar a autonomia dos indivíduos que integram o presente estudo. A pesquisa foi realizada envolvendo a aplicação do experimento nas modalidades de ensino remoto e ensino presencial, na qual, ambas aplicações acontecem com a mesma sequência didática e investigativa, distingue-se em algumas diferenças e semelhanças presentes nas duas categorias. Diante dessa análise, dentre os alunos participantes, os resultados foram semelhantes e a capacidade de compreensão entre eles para o ensino da dilatação dos sólidos foi satisfatória, o grande problema enfrentado na modalidade remota é o pequeno alcance do professor aos alunos que não possuem meios de comunicação online, que dificulta a interação entre professor-aluno, essa dificuldade não acontece nas aulas presenciais devido à presença física dos alunos nas aulas.

Palavras-chave: Ensino de Física. Dilatação dos sólidos. Experimento de dilatação.

ABSTRACT

The teaching of physics has been and with the methodologies it is possible to simulate students and make teaching more challenging. The investigative teaching can, through experiments be extremely attractive to students. Thus, an approach will be made correlating the teaching of solid expansion from an investigative perspective in two teaching modalities: the remote and the face-to-face. Within the teaching modalities and the flexibility of physics, an experiment developed in a low-cost prototype is worked on, which through heating this wire is possible to achieve a result demonstrating the dilation in practice. Due to the great flexibility of adapting the experiment, it is possible to analyze the remote application that took place in times of social isolation due to COVID-19, in 2021, and compare it with an application that took place in person in 2022. Executed according to an investigative teaching sequence about solid expansion in the 2nd grade of high school in a public school in the state of Minas Gerais. Thus, a bibliographic research was carried out, and after these surveys, a field research was carried out, which aimed to cultivate the autonomy of the individuals that integrate the present study. The research was carried out from an analysis of the modalities of remote teaching and face-to-face teaching. Both applications happened with the same didactic and investigative sequence, distinguished in some differences and similarities present in the two categories. Given this analysis, among the participating students, the results were similar and the capacity of understanding between them for teaching the solid expansion was satisfactory. In the classes small, because the students do not have the means to communicate with the teacher and /or with their classmates.

Keywords: Physics Teaching. Dilation of solids. Dilation experiment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Representação das moléculas após aquecimento.....	14
Figura 02 - Juntas de dilatação em um viaduto.....	15
Figura 03 - Junta de dilatação em uma ponte.....	15
Figura 04 - Representação da rede elétrica.....	16
Figura 05 - Representação da junta de dilatação no trilho.....	16
Figura 06 - Representação atual da solda em uma linha férrea.....	17
Figura: 07 - Representação da expansão térmica em duas dimensões.....	18
Figura 08 - Representação da expansão térmica do gelo e água.....	20
Figura 09 - Representação de um recipiente de vidro com tampa metálica.....	21
Figura 10- Níveis de investigação no laboratório de ciências.....	32
Figura 11 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.....	33
Figura 12 - Fluxograma das etapas da pesquisa.....	36
Figura 13 - Detalhe do produto desenvolvido: um fio de cobre é aquecido (a) e ao se expandir, fecha um circuito, acendendo a lâmpada (b).....	41
Figura 14 - Gráfico comparando a frequência dos alunos.....	46
Figura 15 - Gráfico gerado a partir das respostas do formulário I remoto.....	48
Figura 16 - Gráfico das gerado a partir das respostas do questionário I presencial.....	50
Figura 17 - Trecho extraído do formulário I, remoto.....	51
Figura 18 - Resposta de um aluno ao questionário I presencialmente.....	52
Figura 19 - Alunos apreciando a realização do experimento.....	53
Figura 20 - Trecho extraído do Formulário II disponibilizado aos alunos.....	54
Figura 21 - Trecho do Google Formulários da aplicação remota.....	56
Figura 22 - Gráfico do formulário II aplicado remotamente.....	57
Figura 23 - Resposta de um aluno a questão 1 do questionário II, presencialmente.....	58
Figura 24 - Resposta de um aluno a questão 1 do questionário II, presencialmente.....	59
Figura 25 - Imagem registrada pelo professor do experimento do aluno.....	60
Figura 26 - Aproximação da imagem.....	60
Figura 27 - Resposta de aluno a questão 1.....	61
Figura 28 - Gráfico do formulário II aplicado presencialmente.....	62
Figura 29 - Imagem do produto desenvolvido.....	75
Figura 30 - Representação do cabo rígido fixado.....	76
Figura 31 - Representação do espaçamento deixado entre o cabo e a placa metálica.....	77

Figura 32 - Fenda deixada pelo cabo rígido.....	78
Figura 33 - Detalhe do produto desenvolvido: um fio de cobre é aquecido (a) e ao se expandir, fecha um circuito, acendendo a lâmpada (b).....	81
Figura 34 - Representação da aba Atividade.....	84
Figura 35 - Representação da tela de criação de atividade.....	84
Figura 36 - Representação da tela Google Formulário.....	85
Figura 37 - Representação da criação do formulário.....	86
Figura 38 - Representação do formulário visto por quem for responder.....	87
Figura 39 - Representação do formulário para inserção das respostas pelo aluno.....	88
Figura 40 - Representação de como gerar link pelo Classroom.....	89
Figura 41 - Representação de como acessar o Meet pelo Classroom.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
COVID-19	Doença do Coronavírus 2019
EEFJW	Escola Estadual Frei José Wulff
SEE-MG	Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais
SEI	Sequência de Ensino por Investigação
EI	Ensino investigativo
SD	Sequência Didática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 A FÍSICA DA DILATAÇÃO.....	14
2.1 DILATAÇÃO LINEAR	17
2.2 DILATAÇÃO SUPERFICIAL.....	18
2.3 DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA.....	19
2.4 ANOMALIA NA DILATAÇÃO	20
2.5 CURIOSIDADES ENVOLVENDO A DILATAÇÃO	21
3 O ENSINO REMOTO: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA.....	23
4 REFERENCIAL METODOLÓGICO	29
5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	35
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	36
5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	37
5.2.1 Sequência de ensino investigativo aplicada em sala de aula.....	37
5.2.1.1 Aula 1: Apresentação inicial.....	38
5.2.1.2 Aula 2: Abordagem de curiosidades envolvendo a dilatação	40
5.2.1.2.1 Apresentação do vídeo/ realização do experimento.....	40
5.2.1.3 Aula 3: Aplicação do questionário investigativo.....	41
5.2.1.4 Aula 4: Sintetização e avaliação do aprendizado.....	42
5.3 MÉTODO UTILIZADO NA ANÁLISE DE DADOS.....	42
6 ANÁLISE E REFLEXÃO DA APLICAÇÃO.....	44
6.1 PRIMEIRA AULA	46
6.2 SEGUNDA AULA	52
6.3 TERCEIRA AULA.....	54
6.4 QUARTA AULA	63
7 CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	71
1 APRESENTAÇÃO	74
1.1 O PROTÓTIPO.....	75
1.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	78
1.2.1 Aula 1: Apresentação inicial.....	79
1.2.2 Aula 2: Abordagem de curiosidades envolvendo a dilatação	80
1.2.2.1 Apresentação do vídeo/ realização do experimento.....	81
1.2.3 Aula 3: Aplicação do questionário II	82
1.2.4 Aula 4: Sintetização e avaliação do aprendizado.....	83

2 FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO DIGITAL.....	83
2.1 GOOGLE CLASSROOM	83
2.2 GOOGLE FORMULÁRIO	85
2.3 GOOGLE MEET	89
REFERÊNCIAS DO PRODUTO.....	91

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação tem como finalidade desenvolver características que norteiam a dilatação dos sólidos através do ensino por investigação com uso de experimento de baixo custo. Segundo Sasseron (2015), ao desenvolver e implementar uma sequência de ensino investigativo (SEI), “o professor precisa garantir que tanto a atividade experimental quanto a leitura de textos, sejam igualmente investigativas, ou seja, tenham por trás um problema claro que precise ser resolvido.” Sendo assim, uma SEI pode ser norteada por experimentos que possam contribuir no raciocínio crítico dos participantes, além de deixar em aberto um problema a ser investigado no experimento.

A dilatação dos sólidos é uma parte da física que contempla diversas aplicações práticas, por este amplo índice de aplicações, serão abordadas algumas características do ensino enfatizando o método de ensino por investigação, e assim analisar seus resultados em duas modalidades: remoto e presencial.

A física e sua vasta capacidade de visualização na prática, abre a possibilidade de flexibilizar com facilidade o ensino em modalidades presenciais e remotas, se adequando às necessidades de diversas realidades para compreensão de conceitos científicos. Diante dessas possibilidades de ampla flexibilização o tema de dilatação dos sólidos, por estar diariamente presente no cotidiano, se torna um grande aliado ao se trabalhar em ambas modalidades de ensino, pois se adequa facilmente a qualquer uma delas.

Diante do contexto analisado, o presente trabalho faz uma interação entre o teórico e o prático. Propondo uma atividade experimental com um protótipo de baixo custo para estudar dilatação dos sólidos. Nesta dissertação restringimos o termo experimentação à sequência de atividades realizadas pelos alunos a partir do experimento demonstrativo sobre dilatação dos sólidos.

Através dessa proposta de aplicação e de ambas realidades aplicadas é possível destacar dificuldades enfrentadas tanto pelos professores quanto para os alunos no decorrer da aplicação remota. A partir dessa aplicação remota e da presencial podemos pontuar que a dificuldade na comunicação com os alunos no ensino remoto dificultou sua aplicação, pois nem todos alunos possuíam meios de comunicação virtual, fato que já não acontece no regime de ensino presencial. No ensino presencial podemos destacar uma participação mais assídua dos alunos no desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa (SEI).

É importante destacar a vontade dos professores em se readaptar ao sistema de educação remoto, mesmo diante de diversas dificuldades e particularidades, a grande maioria se

empenhou grandemente para conseguir alcançar os objetivos necessários, conforme foi observado na escola em que ocorreu a aplicação.

Discutir sobre dilatação dos sólidos através do ensino por investigação justifica-se pelo fato que o ensino investigativo contribui para que o aluno consiga construir seu próprio conhecimento, e o fenômeno da dilatação de sólidos é de fácil associação a esse método. Assim, o ensino por investigação pode impactar direta ou indiretamente na construção do conhecimento científico dos alunos por intermédio de experimentos que contribuam para aprendizagem e alfabetização assertiva, conseguindo dessa forma avançar em tópicos da disciplina de física e ensinar de forma significativa que colaborem ativamente no modo de ensino. Para tanto, desenvolver uma sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos requer comprometimento e seriedade no decorrer de suas etapas.

Neste trabalho serão analisadas as aplicações remota e presencial de uma sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos na 2ª série do ensino médio de uma escola pública de Minas Gerais, sendo este o objetivo geral. Optou-se, para alcançá-lo a) Conceituar o ensino por investigação; b) Explicar sobre o ensino de dilatação dos sólidos; c) Desenvolver uma sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos; d) Aplicar a sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos de forma remota e presencial em turmas de 2ª série; e e) Comparar os resultados obtidos através da aplicação remota e presencial da sequência de ensino investigativa.

Dessa forma, o método utilizado foi a pesquisa bibliográfica através do levantamento de materiais relacionados ao tema e participante que depende do envolvimento do pesquisador com os participantes. Utilizando formulários (questionários), e uma sequência didática elaborada de acordo com uma sequência de ensino investigativa.

Além desta seção introdutória, esta dissertação está dividida em 7 capítulos, conforme demonstrado no sumário. Nas seções do capítulo 2 são contemplados assuntos relacionados à física da dilatação, onde são tratados assuntos relacionados ao tema trabalhado na sequência didática. No capítulo 3, o foco é dado para o ensino remoto ocorrido em tempos de pandemia e tratado dentro da realidade vivenciada no decorrer da apresentação do trabalho. No capítulo 4, é tratado assuntos relacionados ao referencial metodológico do trabalho desenvolvido. O capítulo 5 traz aspectos relacionados ao método utilizado para analisar a pesquisa. Já no capítulo 6, é tratada análise e reflexão dos resultados obtidos na aplicação do produto em sala. A conclusão é deixada no capítulo 7.

2 A FÍSICA DA DILATAÇÃO

O fenômeno físico chamado de dilatação térmica (também denominado contração térmica), pode ser considerado um acontecimento muito comum no dia a dia das pessoas. Este conceito é de grande importância para várias áreas, como nas engenharias, nos transportes, na construção civil e outros.

“Quando a temperatura de uma substância aumenta, suas moléculas ou átomos passam, em média, a oscilar mais rapidamente e tendem a se afastar umas das outras. O resultado disso é uma dilatação da substância” (HEWITT, 2015). Quando os objetos variam de temperatura, sofrem também variação de tamanho. É possível encontrar situações cotidianas em que esse fenômeno esteja presente. Os exemplos podem ser os mais diversos: a junta deixada entre os azulejos de uma parede ou em pisos no chão, fios de poste que podem ser mais longos quando sofrem ação do sol e mais curtos quando a temperatura está mais baixa.

Conforme cita Halliday (1984), os átomos vibram em torno de sua posição de equilíbrio na rede, com uma amplitude que aumenta com a temperatura. Se o sólido se expande como um todo, a distância média entre os átomos vizinhos deve aumentar.

Como o aumento de temperatura está diretamente ligado ao aumento da agitação dos átomos e moléculas de um corpo. Esse aumento na velocidade dos átomos, faz com que elas se afastem mais umas das outras e aumente os espaços entre elas. Consequentemente com esse aumento entre os espaços dos átomos temos a expansão térmica, conforme representa a figura 1 abaixo:

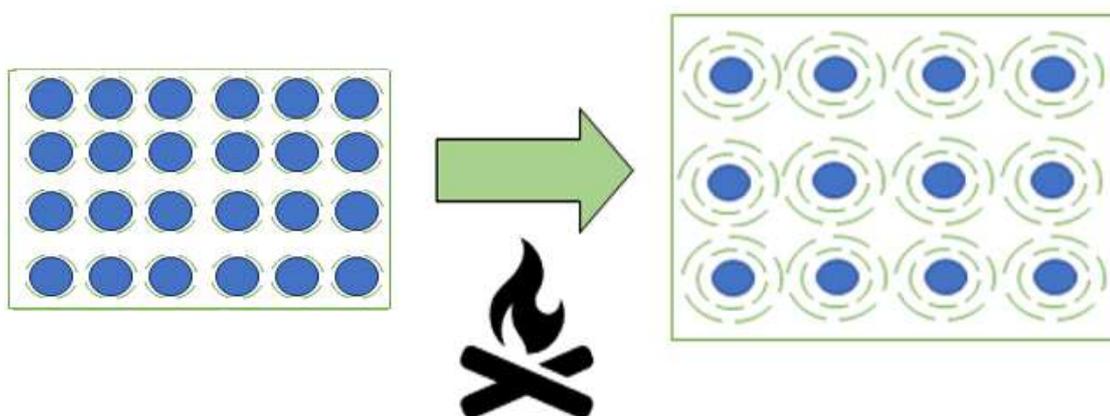


Figura 01 - Representação das moléculas após aquecimento.

Fonte: Próprio autor (2022).

Abaixo as figuras 02 a 05 que ilustram situações semelhantes às descritas. Existem espaçamentos nas placas de concreto de viadutos denominados juntas de dilatação. Esses espaços deixados não são falhas na construção, mas foram inseridos de forma proposital de modo a facilitar a expansão do concreto em dias de temperatura elevada, evitando assim a deformação da construção.

Figura 02 - Juntas de dilatação em um viaduto.



Fonte: AECweb (2020).²

Figura 03 - Junta de dilatação em uma ponte.



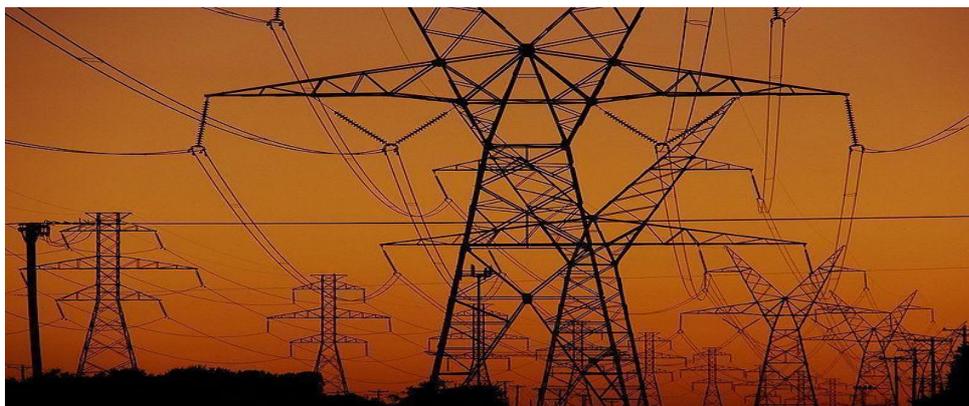
Fonte: Wikipédia (2020).³

² Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos/14462> acesso em 30. Jul. 2020 às 13:20.

³ Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Junta_de_dilata%C3%A7%C3%A3o acesso 30. Jul. 2020 às 13:30

Assim como nas figuras 02 e 03, nas redes de transmissão de energia elétrica também é possível visualizar os efeitos da dilatação. Como mostra a figura 04, os fios podem mudar de posição em relação ao solo, de acordo com a temperatura. É muito comum, durante os dias quentes, ter a sensação de que os fios estão muito baixos, aparentando estar mais longos que o comum, e durante os dias mais frios estarem mais retos e um pouco mais altos do que foi observado nos dias quentes.

Figura 04 - Representação da rede elétrica.



Fonte: Página da Wikimedia (2020).⁴

Em vias ferroviárias era comum observar a presença de fendas da dilatação nos trilhos, como destacado na figura 5. O espaçamento entre os trilhos, se faziam necessários para não causar deformidades no decorrer das ferrovias em dias com temperatura elevada.

Figura 05 - Representação da junta de dilatação no trilho



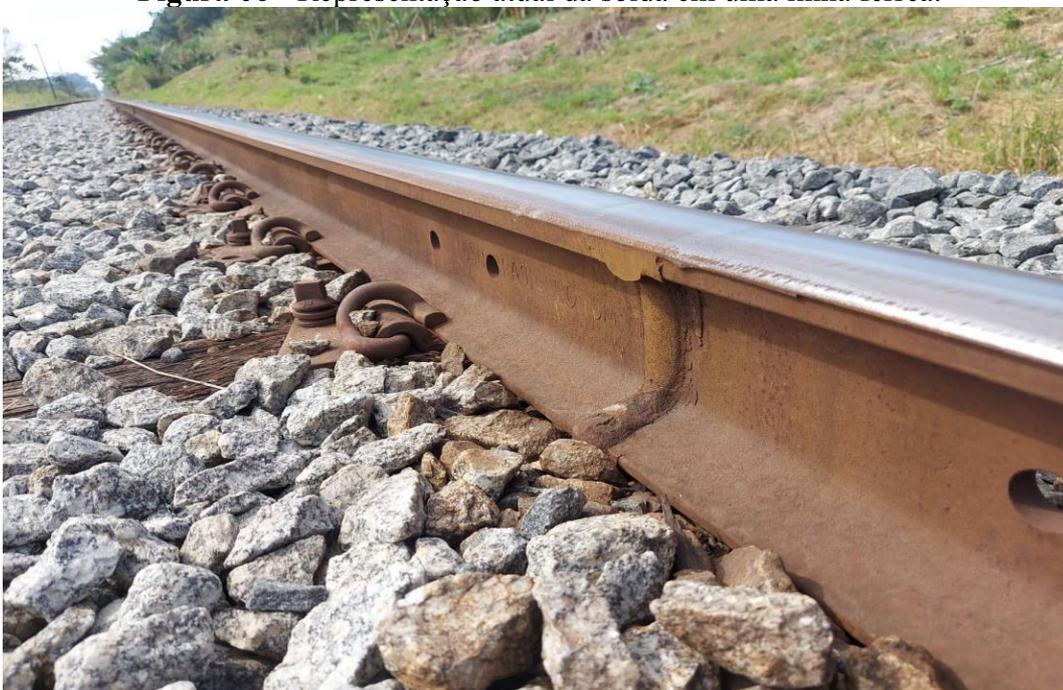
Fonte: próprio autor (2022).

⁴ Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PylonsSunset-5982.jpg> acesso em 30 jul. 2020 às 13:35

Conforme cita Hewitt (2015) os trens emitiam ruídos em dias frios quando tinha-se maiores espaços nas juntas reservadas pela dilatação. No entanto, esses ruídos não estão mais presentes nas ferrovias mais modernas, isso acontece pois alguém teve ideia de trocar as fendas soldando as extremidades de um trilho aos outros.

“O autor ainda conclui que se os trilhos foram assentados no mais quente dos dias de verão o encolhimento dos trilhos nos dias frios do inverno os distenderá, o que não os entorta. E trilhos distendidos funcionam bem.” (HEWITT, 2015, p.292), conforme exposto na figura abaixo os trilhos soldados.

Figura 06 - Representação atual da solda em uma linha férrea.



Fonte: próprio autor (2022).

Ao tratarmos o tema da dilatação é possível fazer cálculos ou prever alguns resultados apresentados até agora. A partir de agora será feito um detalhamento matemático do fenômeno da dilatação, seguindo a referência (SAMPAIO; CALÇADA, 2005).

2.1 DILATAÇÃO LINEAR

Quando considerado em uma única dimensão, uma barra metálica de comprimento inicial (L_i) que sofre um aquecimento, terá um comprimento final (L) diferente do já conhecido inicialmente, e esse comportamento pode ser estudado pela seguinte expressão.

$$\Delta L = L_i \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

Onde α é uma constante conhecida como o coeficiente de dilatação linear, e cada material possui um valor próprio. ΔL representa uma variação sofrida no comprimento da barra, e ΔT representa o quanto a temperatura variou.

Assim conclui-se que, quanto maior for o comprimento da barra, maior será a dilatação sofrida por ela. Da mesma forma acontece com a temperatura, quanto maior for essa variação mais significativo pode ser o resultado da dilatação.

2.2 DILATAÇÃO SUPERFICIAL

A dilatação superficial pode ser considerada como a dilatação que ocorre em uma superfície, ou em duas dimensões, como uma chapa metálica retangular. Nessa situação temos um coeficiente de dilatação superficial representado por β que equivale a duas vezes o coeficiente de dilatação linear ($\beta = 2\alpha$), abaixo podemos conferir e compreender essa equivalência de forma mais clara.

Partindo da equação (1) teremos:

$$\Delta L = L_i \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

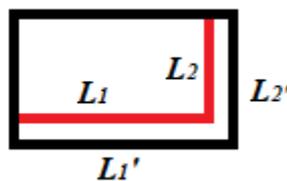
$$L - L_i = L_i \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$L = L_i + L_i \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$L = L_i \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Considerando uma superfície que sofre uma variação em suas duas dimensões L_1 e L_2 , temos:

Figura: 07 - Representação da expansão térmica em duas dimensões.



Fonte: próprio autor (2021).

Considerando:

$$S_i = L_1 \cdot L_2$$

$$S = L_1' \cdot L_2'$$

$$S = L_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot L_2 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$S = L_1 \cdot L_2 \cdot (1 + 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T + \underline{\alpha^2 \cdot \Delta T^2})$$

Como, os valores de α são de ordem 10^{-5} teremos α^2 de ordem 10^{-10} , ou seja, α^2 é 100 000 vezes menor que α . Assim como $\alpha^2 \cdot \Delta T^2$ é muito menor que $2 \alpha \cdot \Delta T$, podemos desprezá-lo.

Assim concluímos que:

$$S = S_i \cdot (1 + 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T)$$

$$S = S_i + S_i \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$S - S_i = S_i \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta S = S_i \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Considerando $\beta = 2 \alpha$, a dilatação superficial pode ser descrita pela expressão:

$$\Delta S = S_i \cdot \beta \cdot \Delta T \quad (2)$$

2.3 DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA

Nessa modalidade, considerando que os materiais se aquecem igualmente em todas as dimensões, e compreendendo que a dilatação é tridimensional, um corpo qualquer expande seu volume. O seu coeficiente de dilatação volumétrica representado por γ , que corresponde a três vezes o coeficiente de dilatação linear ($3 \cdot \alpha$) ou seja, $\gamma = 3\alpha$.

Partindo da transformação já detalhada acima o coeficiente de dilatação volumétrica é descrito por uma expansão em suas três dimensões.

Considerando:

$$V_i = L_1 \cdot L_2 \cdot L_3$$

$$V = L_1' \cdot L_2' \cdot L_3'$$

Partindo de (1):

$$L_1' \cdot L_2' \cdot L_3 = L_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot L_2 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot L_3 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$V = L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T + \underline{\alpha^2 \cdot \Delta T^2} + \underline{\alpha^3 \cdot \Delta T^3})$$

Considerando $\alpha^2 \cdot \Delta T^2 + \alpha^3 \cdot \Delta T^3$ desprezíveis por serem muito menores que $3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$, podemos desprezá-los:

$$V = V_i \cdot (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T)$$

$$V - V_i = V_i \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = V_i \cdot 3 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Considerando $\gamma = 3 \cdot \alpha$, temos a expressão para dilatação volumétrica:

$$\Delta V = V_i \cdot \gamma \cdot \Delta T \quad (3)$$

Os corpos sólidos se dilatam e a dilatação volumétrica pode ser considerada como o estudo da dilatação mais completa, descrevendo o comportamento dos materiais em três dimensões que sofrem variação de temperatura.

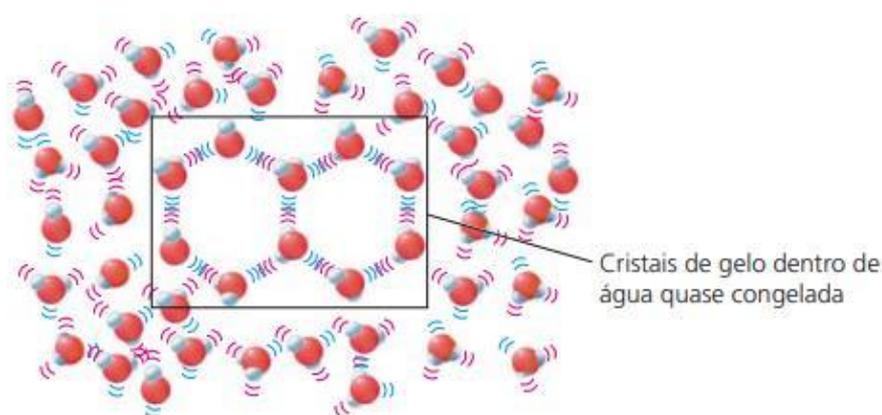
2.4 ANOMALIA NA DILATAÇÃO

Existem alguns materiais com características diferentes e esses materiais podem não obedecer aos conceitos já descritos, seguindo outra regra. Os materiais que obedecem às regras da dilatação, ao sofrer o aumento de temperatura, as moléculas vibram com mais intensidade e conseqüentemente, elas se afastam umas das outras e é possível mensurar a dilatação sofrida pelo material.

Ao realizar uma análise mais ampla, é possível encontrar materiais que possuem uma reação contrária, ao invés de ampliar seu tamanho inicial, diminuem seu volume quando aquecidos. Isso acontece devido ao rearranjo da estrutura cristalina do material. Desta forma, obtemos o exemplo da água que tem uma dilatação conhecida como anômala.

Conforme representado abaixo quando o gelo derrete, nem todos os cristais colapsam. Alguns deles, microscópios, permanecem formando uma neve fofa e lisa em mistura com o gelo-água que mal flutua nela, aumentando ligeiramente seu volume. (HEWITT, 2015, p. 294), conforme indicado na figura 08.

Figura 08 - Representação da expansão térmica do gelo e água.



Fonte: Hewitt, Paul G. (2015 p. 294.)

“Quando a água gelada se congela tornando-se gelo sólido, seu volume aumenta em cerca de 10% e sua densidade sofre diminuição. Eis por que o gelo flutua em água.” (HEWITT, 2015, p. 294).

Conforme cita Gonçalves, et. al. (2013) Ao observar as características da água no decorrer da variação de temperatura, constata-se que ela sofre contração térmica quando a temperatura aumenta, na faixa de 0 °C a 4 °C e quando passa do 0° C a valores negativos ela se dilata.

E a água não é a única substância que tem esse comportamento, existem outros elementos que se comportam de maneira semelhante à água, dentre eles podemos citar os elementos: gálio, germânio, bismuto e o antimônio. (GONÇALVES, et. al. 2013)

2.5 CURIOSIDADES ENVOLVENDO A DILATAÇÃO

É muito comum que as pessoas tenham dificuldades em abrir um recipiente de vidro com tampa metálica, de produtos em conserva em geral, nos quais é difícil girar a tampa. Muito embora as pessoas utilizem a força física, há uma solução mais funcional e simples dentro dos conceitos de dilatação dos sólidos.

O ideal para solucionar esse problema é deixar o recipiente que está com a tampa emperrada submerso em um reservatório com água quente por alguns segundos. Assim, é possível realizar a abertura sem esforço. A solução ocorre, em síntese, porque o coeficiente de dilatação é diferente para cada material, e o metal expande-se com maior facilidade quando aquecido, já o vidro não apresenta essa facilidade de expansão.

Figura 09 - Representação de um recipiente de vidro com tampa metálica.



Fonte: Próprio autor (2022).

Outra situação muito comum ocorre ao colocar café ou chá muito quente em copos de vidro e ele trincar. Isso acontece em decorrência da dilatação, pois o vidro tem baixa capacidade de conduzir o calor, e, ao entrar em contato com o líquido quente, a parte interna do copo se dilata e, por apresentar dificuldade na condução do calor a parte externa do copo ainda não aquecida não se dilata na mesma proporção que a parte interna acarretando o chamado choque térmico. Tal efeito é mais evidenciado no inverno, já que a temperatura ambiente fica mais baixa, aumentando o efeito com o aumento de ΔT . Conforme Hewitt (2015) “Se uma parte do vidro for aquecida ou resfriada mais rápido do que as partes adjacentes, a expansão ou contração decorrente pode quebrar o vidro, em especial se sua espessura for pequena.”

Os vidros de borosilicato (pirex), devido à adição de boro, evitam o choque reduzindo a tendência do vidro para expansão. Conforme cita Hewitt, (2015, p. 292) “O vidro do tipo Pirex é uma exceção, porque é especialmente concebido para se dilatar muito pouco com o aumento da temperatura (cerca de um terço do que o faz o vidro comum).”

3 O ENSINO REMOTO: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA

Neste capítulo serão abordados aspectos relacionados ao ensino na modalidade remota emergencial, por decorrência da pandemia do covid-19, e o impacto em várias áreas, inclusive na educação, correlacionando a efeitos da aplicação da sequência didática.

No início do ano de 2020, em decorrência do surgimento do novo coronavírus, estabeleceu-se no mundo o isolamento social visando amenizar a nova síndrome respiratória, que acarretou em milhares de mortes no mundo todo. Por este motivo, a educação teve que se adequar a uma nova modalidade, até então jamais vivenciada. Vários alunos ficaram sem aulas presenciais passando a realizar atividades e aulas de forma virtual. Conforme citado por Machado, (2020, p.31) “Nunca houve época em que todos os países tiveram, como no presente, que ser obrigados ao isolamento geral. Em 18 de março 2020 milhões de alunos e de estudantes foram obrigados a deixar sua escola”. “Frente à impossibilidade de realização de aulas presenciais, as instituições de educação que atendem aos diferentes níveis de ensino (Básico ou Superior), se viram diante de um impasse: suspender as atividades ou mantê-las” (VALENTE, et al., 2020)

Com a intenção de reduzir o índice de contaminação e conseqüentemente a acentuar a disseminação do vírus, fez se necessário o momento de distanciamento social, até que fosse alcançado algum medicamento ou vacinas com eficácia comprovada contra a COVID-19. Ou seja, segue-se “Orientações para se manter em isolamento social como uma das medidas de segurança com o intuito de minimizar o contágio entre as crianças, jovens e os profissionais da educação” (NASCIMENTO, 2021, p.12).

Tal medida de distanciamento social, se fez necessária, para evitar a sobrecarga no sistema de saúde, e conseqüentemente ganhar tempo no desenvolvimento de medicamentos capazes de amenizar os danos causados pela Covid-19. “Essa estratégia pôde resguardar os sistemas de saúde de um colapso devido a uma demanda muito maior do que a oferta, especialmente quando se trata de leitos de terapia intensiva.” (NATIVIDADE et. al., 2020).

Conforme deliberação do estado de Minas Gerais do comitê extraordinário de covid-19, Nº 1 de 15/03/2020 suspenderam as aulas até dia 22/03/2020, e diversas outras subsequentes, como a deliberação Nº 15 de 20/03/2020 as aulas passaram a ser suspensas por tempo indeterminado na educação básica, antecipando os 15 dias de recesso escolar e posteriormente as aulas passaram a ser ministradas de forma remota emergencial, nas instituições de ensino do

estado de Minas Gerais, seguindo também as orientações de distanciamento social indicada por diversos infectologistas e também pelo Ministério da Saúde.

“Diante dessa problemática, surge a necessidade de pensarmos sobre os possíveis prejuízos que a pandemia pode causar na sociedade e em especial ao segmento da educação.” (NASCIMENTO, 2021). Fica claro que a pandemia trouxe uma mudança repentina, fazendo com que muitos professores modificassem seus métodos de trabalho para melhor atender os alunos, porém só essa mudança e reestruturação dos educadores não foi suficiente, as dificuldades ainda se fizeram presentes. Com o início das atividades remotas na Escola Estadual Frei José Wulff (EEFJW) foi visível a necessidade de se adequar aquela realidade momentânea. Alguns professores correram para se especializar e conseguir atender as demandas e necessidades do ensino, porém foi observado nessa escola que os professores mais antigos sentiram maior dificuldade pela falta de domínio das tecnologias de comunicação. Dessa forma, instaurou-se uma rede de comunicação entre os professores para se ajudarem.

Conforme citado pelos autores Barros; Vieira (2021) essa modalidade de ensino “é mais um desafio que tem surgido para os educadores, [...] para adaptarem seus recursos pedagógicos às aulas virtuais, muitas vezes sem terem capacitação para isto.” O autor mostra que esse momento da educação não foi fácil para os professores, pois muitos não tinham habilidades para trabalhar de forma remota e acabaram buscando meios que pudessem amenizar a desigualdade entre os alunos e conseguir aprender novos métodos para serem utilizados nesse momento. O autor ainda ressalta sobre a necessidade de uma formação com maior autonomia do educando, conforme dito “e ainda garantir uma aprendizagem que possibilite uma formação emancipadora dos discentes.”

Para os alunos em geral a modalidade de ensino remota foi uma grande batalha, pois, vários deles não possuíam acesso às tecnologias, deixando dessa forma, algumas defasagens na aprendizagem que pode perdurar por diversos anos, conforme cita Nascimento (2021) “O ensino a distância que dificultou o acesso dos estudantes ao conteúdo ministrado nas escolas, promovendo nítido retrocesso ao ensino, situação está que certamente persistirá por médio e longo prazo.” Essas dificuldades enfrentadas pelos alunos na escola EEFJW no decorrer desse período se deve ao fato de muitos morarem em locais distantes e não terem nem sinal de celular para se comunicar com o professor, assim a solução encontrada foi enviar os materiais disponibilizados pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais SEE-MG e os materiais elaborados pelo professor da referida escola tudo impresso, com data marcada para devolutiva. O aluno devolve ao transportador que encaminha para a escola e posteriormente o encaminha ao respectivo professor de cada disciplina em ativo na instituição. Diante das

dificuldades enfrentadas no decorrer desse período de isolamento social, muitos serão os desafios futuros para conseguir uma recomposição da aprendizagem.

Para Silva; Silva (2021) “As tecnologias, por mais avanços que apresentem, nunca poderão substituir as relações sociais, o aprendizado por meio da interação pessoal entre os alunos na escola e os alunos com os professores.” Embora a pandemia tenha forçado o isolamento social, a presença do professor é fundamental na formação do ser humano e para muitos alunos, a convivência com os colegas não pode ser substituída pelas tecnologias. Assim, essa falta de convívio social acarretou em problemas a muitos jovens, como citado por Mata e colaboradores, (2021), “os adolescentes e também as crianças experimentam maiores sentimentos de solidão, acarretando efeitos negativos na saúde mental através de sintomas de ansiedade, depressão, distúrbios no sono e no apetite”. Ao retornar no regime presencial na escola Frei José Wulff, foi presenciado pelo corpo docente da instituição uma grande quantidade de alunos apresentando crises de ansiedade, muitos deles com atestado médico que relata problemas de ansiedade e depressão.

Segundo Souza; Miranda (2020), o ensino remoto veio e os professores foram colocados a prova mais uma vez tendo que se reinventar e reestruturar todas as suas aulas. “Acostumado a lecionar para turmas lotadas e a falta de estrutura e materiais para executar plenamente o seu trabalho, é obrigado a se reinventar, como se já não o fizesse a cada aula que ministra.”

“Nesse novo cenário, o ensino passa a ocorrer por meio de uma plataforma virtual, com professores e estudantes sem formação e domínio das ferramentas digitais. Ademais, muitos educandos vivem em localidades sem acesso à internet ou com conexão instável.” (SOUZA; MIRANDA, 2020). A estratégia do ensino remoto foi uma maneira de tentar amenizar as perdas na educação no decorrer do período mais crítico de pandemia, fazendo o possível para alcançar o maior número de alunos, por vários meios e plataformas. Barros; Vieira, (2021) cita o uso das plataformas contida em artigos publicados, 10 destas publicações indicaram plataformas e aplicativos para garantir esta modalidade e garantir ao aluno o direito de aprender, para esta situação de ensino destaca-se o Google Classroom e o WhatsApp. Na situação vivenciada na docência ambos aplicativos (Classroom e WhatsApp), foram indispensáveis para aplicação do produto, era o meio de comunicação mais rápido disponível e que conseguia um alcance integral dos alunos, até mesmo os que estavam sem conexão: quando conseguiam se conectar, recebiam a mensagem e se situavam da disciplina estudada. O Classroom foi influente para todos os alunos que possuíam um aparelho bom e que tinha uma conexão de internet estável, assim conseguindo interagir nas aulas síncronas e responder as atividades propostas.

A implantação do método de ensino remoto foi uma maneira que contribuiu para que muitos professores pudessem se readaptar e criar novas metodologias capazes de atender as necessidades particulares de cada turma como cita Souza; Miranda (2020) “Esta forma de ensino requer nova metodologia, na qual a abordagem do conteúdo precisa ser feita de uma forma diferenciada, tendo em vista que mesmo para os estudantes com acesso aos meios tecnológicos, há limites para a apreensão dos conteúdos.”

Os professores experimentaram na prática uma situação totalmente diferente tendo que se atualizar e atender as demandas atuais momentânea, conforme citado por Barros; Vieira (2021) apud Valente, et. al. (2020),

Os professores tiveram que abandonar suas práticas tradicionais habituais de ministrar aulas, como o quadro de giz ou pincel ou o projetor de slides e passaram a se preocupar em preparar aulas, utilizando outros recursos, linguagens e em menor tempo, gravar aulas, instruir famílias e interagir virtualmente com os discentes, sendo que nem eles próprios tinham domínios dos drives online e plataformas virtuais (BARROS; VIEIRA, 2021 apud VALENTE, et al., 2020).

Para os educadores a tarefa do remoto foi intensa e de grande dedicação, assim conseguindo atender os alunos e aos seus afazeres diários. Conforme citado por Valente, et al. (2020), “o trabalho remoto docente impõe muito mais tempo e envolvimento, além da confusão em conviver entre a atividade profissional e o cotidiano familiar, simultaneamente.”

Valente, et al. (2020), fala sobre a necessidade do educador construir o domínio das técnicas de comunicação para conseguir auxiliar os alunos em seu processo de ensino aprendizagem e para isso “requer do professor aprofundar-se nas técnicas de comunicação, tais como formas mais eficientes de expor e explicar conceitos e de organizar a informação, de mostrar objetos ou demonstrar processos, bem como domínio da linguagem informacional.” Os professores da instituição de ensino Frei José Wulff que estavam com dificuldade de se familiarizar com as tecnologias utilizadas no período pandêmico tiveram que aderir aos meios de comunicação utilizados no meio educacional, a fim de amenizar as dificuldades enfrentadas no isolamento social, essa vontade por parte dos docentes foi nítida.

As diversas preocupações dos professores, se tratando de suas dificuldades que surgiram, representou uma sobrecarga de afazeres, tendo em vista que o trabalho remoto do professor impôs muito mais tempo e envolvimento. Além disso, ao docente foi necessário aprender a controlar suas questões emocionais e também as dos alunos. Enquanto professor atuante na EEFJW, várias foram as situações vivenciadas como, prestar apoio aos alunos, foi uma delas, não apenas ao processo de ensino, mas ajuda-los com suas necessidades psicológicas, fundamentando essa vivência no diálogo.

Alguns autores ressaltam que muitos alunos desconhecem as plataformas que foram empregadas para realizar seus estudos: “Quase 60% dos entrevistados em sua pesquisa não conheciam as plataformas que estão sendo utilizadas em sala de aulas, como Google Classroom, Google Meet e Zoom, que permitem a interação de docentes e estudantes” (BARROS; VIEIRA, 2021). Em contrapartida Valente, et al. (2020) faz uma comparação entre as facilidades dos alunos frente às tecnologias e dos docentes, que em sua maioria, enfrentam diferentes problemas no ensino remoto, a maioria dos alunos é jovem e domina com facilidade o uso de tecnologias digitais dentre elas as utilizadas pela educação, para muitos docentes, tem sido um exercício diário, que causa muita ansiedade nessa fase de adaptação. Alguns alunos da EEFJW que moravam na zona rural e não tinham acesso à internet, possuíam uma grande dificuldade em entrar em contato com o professor. Alguns alunos aproveitavam o dia que sua família ia até o centro da cidade para promover o abastecimento de suas casas, e utilizavam esse momento para contatar os professores e esclarecer dúvidas. Apesar de não possuírem condições favoráveis, a maioria dos alunos possuem um bom domínio das tecnologias, quando as dispunham em suas residências.

Nascimento (2021) relata vários pontos de risco aos alunos de classe econômica vulnerável que necessitaram desse distanciamento começando pelo “risco à segurança alimentar de alunos em condições socioeconômicas vulneráveis, aumento dos problemas relativos à saúde mental das crianças e adolescentes”. Souza; Miranda (2020) complementa que “O fechamento das escolas prejudica principalmente os mais vulneráveis e desfavorecidos, que dependem das escolas para, além de receber o ensino sistemático, uma gama de serviços sociais.”

A grande limitação de alguns alunos, pode estar ligado a precariedade do acesso à internet. “Além de nenhum ou precário acesso à internet e aparelhos tecnológicos que permitam minimamente a efetivação das atividades escolares ou acompanhamento de aulas online.” (NASCIMENTO, 2021). Para Barros, Vieira (2021) que vai de encontro com as ideias de Nascimento comparando uma classe de família com condições favoráveis e as famílias de classe social menos favorecida: “as famílias com melhores condições econômicas garantem aos seus filhos o acesso às plataformas digitais, sendo que as famílias com maior vulnerabilidade não conseguem fazê-lo, comprometendo a vida escolar dos discentes durante e após a pandemia”.

“O ensino remoto requer do estudante uma rotina de estudos, disciplina e organização, as quais, muitas vezes, ele não tem. Soma-se a isso a falta de aparelhos tecnológicos pessoais, com recursos digitais que funcionem efetivamente” (SOUZA; MIRANDA, 2020). Os alunos de todas as idades, alguns com pouco ou nenhum entendimento real do que estamos vivendo,

viram suas rotinas de estudo adaptadas ao modelo remoto, necessitando estudar sozinhos ou com algum familiar (SILVA; SILVA, 2021).

A partir do exposto, é possível apontar que o ensino em tempos de pandemia foi uma verdadeira batalha diária vivida por ambos os lados, seja para os professores tentando se adaptarem e se reinventado para atender as necessidades dos alunos, seja para os alunos conseguirem criar sua própria rotina de estudos distante dos professores, e também para os pais que tiveram que acompanhar o dia a dia dos filhos dentro dessa modalidade emergencial de ensino.

4 REFERENCIAL METODOLÓGICO

O método de ensino investigativo para Batista; Silva (2018), “visa, entre outras coisas, que o aluno assuma algumas atitudes típicas do fazer científico, como indagar, refletir, discutir, observar, trocar ideias, argumentar, explicar e relatar suas descobertas.” Assim o ensino investigativo (EI), é um método onde o aluno deve se fazer protagonista do seu próprio conhecimento sendo crítico aos assuntos tratados no momento das aulas. As autoras ainda complementam que, “Isso faz que o EI seja uma estratégia didática em que os professores deixam de simplesmente fornecer conhecimentos aos alunos, que passam a ser mais ativos, e não meros receptores de informações.” (BATISTA; SILVA, 2018).

De acordo com Sasseron (2015) “O ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos”. Esse método de ensino é muito amplo e pode estar presente em quaisquer conteúdos, podendo ser trabalhado nas diversas modalidades de aula.

“Os Padrões Nacionais de Educação Científica caracterizam a instrução de investigação como envolvendo os alunos em uma forma de aprendizagem ativa que enfatiza o questionamento, a análise de dados e o pensamento crítico.” (BELL, SMETANA e BINNS, 2005).

Conforme criticado por Freire, na concepção bancária onde os alunos são meros receptores de informações e que passam a reproduzi-las.

“Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. (FREIRE, 1987, p.33).

O ensino investigativo tenta fazer justamente o contrário, onde o aluno passa a ser crítico e começa a refletir sobre os conceitos trabalhados de uma forma mais independente, pois, dessa forma o educando passam a dialogar e debater assuntos científicos, se fazendo mais presentes no processo de ensino.

Já Carvalho (2018), cita que a sequência de ensino investigativo (SEI) “é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos”. A autora ainda cita que esses temas científicos podem ser desenvolvidos fundamentando-se em diversos tipos de atividades investigativas como os laboratórios aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas e recursos tecnológicos.

A atividade investigativa deve ser minuciosamente elaborada atentando-se ao grau de liberdade dado ao aluno e ao problema em análise, pois o grau de liberdade irá desencadear o raciocínio dos alunos. Conforme citado por Carvalho (2018) “Em qualquer dos casos, a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema.”

Carvalho ainda fala que uma sequência de ensino investigativa (SEI) deve ter atividades como chave, iniciando com um problema que pode ser proposto de forma teórica ou experimental, seguido por uma atividade de organização dos conceitos e logo em seguida uma que relaciona os conceitos com a realidade do aluno, o que vai demonstrar a real importância de se aprender o tema em análise, conforme citado pela autora abaixo:

Assim, uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Esta atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando, os alunos a saberem mais sobre o assunto. Algumas SEIs, para dar conta de conteúdos curriculares mais complexos, demandam vários ciclos destas três atividades ou mesmo outros tipos de atividades precisam ser planejadas. (CARVALHO, 2012).

Conforme na citação acima de Carvalho, na concretização da terceira etapa quando se relaciona o conhecimento científico com uma aplicação dentro da realidade, constrói-se um conhecimento mais concreto, pois o aluno precisa se fazer presente, dialogando e discutindo a SEI, interagindo com os colegas e com o professor.

“O ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor”. (SASSERON, 2015). O acompanhamento do professor é fundamental para que a atividade proposta tenha bom desenvolvimento e além disso, o professor deve acompanhar o encaminhamento das aulas e garantir aos alunos a liberdade de pensar para construção de sua concepção científica.

Outro ponto relevante para o EI é a liberdade dada aos alunos para que possam se expressar dentro dos conceitos a serem desenvolvidos, pois é fundamental nesse processo a participação do aluno, e esse espaço deve ser proposto pelo professor. “Criar condições em sala

de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar, isto é dar liberdade intelectual para os alunos” (CARVALHO, 2018).

Dentro das propostas de atividades citadas por Carvalho, já abre brechas para que o aluno possa participar de forma ativa desde o primeiro momento, propondo uma questão ou algum experimento, essa atividade proposta abre diversas possibilidades para que os alunos participem da construção de um conceito científico. Essa participação pode partir do próprio aluno dependendo da forma que o problema inicial foi proposto. A partir desse momento podem desencadear uma roda de conversa e conseguir chegar ao consenso científico, acompanhado pelo professor. Conforme citado por Carvalho (2018),

a liberdade intelectual e a elaboração de problemas podem ser considerados dois pilares de extrema importância para que o professor crie condições nas aulas para os alunos poderem interagir primeiramente com o material e construir seus conhecimentos em uma situação de ensino por investigação.

Um ponto importante a ser levado em consideração sobre as tentativas de resolução de algum problema é o estímulo que o educando recebe para uma nova tentativa, tentar fazer com que esse aluno consiga refletir sobre seu erro e consiga a partir daí tentar formular uma nova concepção que se aproxime cada vez mais do conceito científico aceito, conforme cita Carvalho (2013) “O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno parece ensinar mais do que muitas aulas expositivas quando um aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio.”

Conforme cita Carvalho (2013) as SEI’s elaboradas devem ser muito bem planejadas e possibilitam aos alunos relacionar seu conhecimento prévio com o conhecimento científico através de discussões entre os próprios alunos: “visando proporcionar aos alunos condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico.”

Se tratando do EI em atividades experimentais, “Borges (2002), propondo ensino investigativo em atividades de laboratório para a escola média, analisa a estrutura das aulas não por meio de níveis de liberdade intelectual dos alunos, mas de níveis de investigação.” (CARVALHO, 2018). As atividades de laboratório trazem uma nova concepção por Tarciso Borges, conforme citado por Carvalho (2018) e trata sobre os níveis de investigação em uma atividade de laboratório.

É importante criar uma ligação entre a atividade experimental e o uso de laboratório proporcionando ao estudante a oportunidade de conseguir visualizar na prática os conceitos e teorias aprendidos nas aulas, conforme cita Borges (2002). “É necessário que procuremos criar

oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e conhecimento teórico.”

As atividades de laboratório, sejam elas em um laboratório bem estruturado com equipamentos e acessórios ou um simples experimento de baixo custo quando atrelados a uma SEI nas disciplinas de ciências da natureza, podem trazer um enriquecimento aos conceitos a serem abordados nele.

Borges elabora um quadro de análise do nível de investigação em atividades de laboratório e cita que mesmo os alunos sem conhecimentos em laboratório são capazes de propor um problema mais simples e dar a ele uma solução. “No entanto, temos evidências de que os estudantes, mesmo sem conhecimento específico sofisticado e experiência com aulas de laboratório, conseguem formular problemas mais simples e planejar a sua solução em laboratório” (BORGES, 2002).

Em sua classificação de níveis de investigação nas atividades de laboratório ele enumera do nível 0 ao nível 3 conforme no quadro abaixo.

Figura 10 - Níveis de investigação no laboratório de ciências.

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: BORGES (2002).

“Apesar de demandar atenção e auxílio do professor, essa forma de organização da atividade prática captura a atenção dos estudantes e melhora seu envolvimento com a atividade.” (BORGES, 2002).

Anos mais tarde Carvalho (2018) apresenta uma nova maneira de avaliar uma atividade de laboratório observando os graus de liberdade que são oferecidos aos alunos pelo professor nas atividades que envolvem experimento. Conforme representado na figura 11.

Figura 11 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abib, & Pietrocola, (2010, p. 55).

Essas atividades investigativas estão diretamente ligadas a atividades práticas e experimentais, e podem contribuir positivamente no ensino de ciências da natureza.

O método de ensino por investigação está presente na BNCC (Base Nacional Comum Curricular), e deve ser desenvolvido nas aulas com a intenção de familiarizar o conhecimento científico aos alunos.

[...] a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (MEC, 2017, p.550).

Conforme citado, na BNCC, as atividades investigativas devem estar presente nas aulas do ensino médio, trazendo o aluno para próximo de análises críticas e que proporcione diálogo, rodas de conversa, tornando o aluno protagonista no processo de ensino-aprendizagem, assim, possibilitando a construção do conhecimento científico de uma forma crítica e significativa.

“As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação” (MEC, 2017, p.551). A BNCC de ciências da natureza deixa claro a necessidade de se trabalhar com atividades investigativas, pois as habilidades dos estudantes podem ser melhor consolidadas quando se interagir com atividades deste modo de ensino.

A competência específica 3 da BNCC descreve sobre a investigação de problemas utilizando linguagem própria da ciência da natureza e propondo solução para demandas locais, regionais e globais, comunicando a públicos variados, e fazendo uso das mídias para conseguir um maior alcance nas informações a serem divulgadas.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3 Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (MEC, 2017, p.558).

Esse modelo de ensino investigativo traz grandes contribuições para o ensino de ciências da natureza, uma vez que os conceitos científicos são atrelados a algum experimento que possa contribuir e enriquecer a visão do aluno sobre fenômenos naturais. O aluno que acompanha a teoria e prática e consegue assimilá-los, poderia, em princípio, efetivar um ensino concreto e satisfatório.

5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O presente trabalho tem como propósitos tanto desenvolver, quanto aplicar e analisar uma sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos para a 2ª série do ensino médio, sendo que a sequência foi aplicada nas formas remota e presencial. Trata-se de uma pesquisa básica de caráter exploratório. Conforme Gil (2002, p. 41), a pesquisa exploratória caracteriza-se por ter como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, inclui levantamento bibliográfico e entrevistas.

Optou-se pela realização de uma pesquisa de abordagem multimetodológica que, segundo Souza e Kerbaury (2017, p.21),

O qualitativo e o quantitativo se complementam e podem ser utilizados em conjunto nas pesquisas, possibilitando melhor contribuição para compreender os fenômenos educacionais investigados, que a cada vez mais se apresentam a partir de múltiplas facetas.

Nesse sentido, tal abordagem é utilizada tendo em vista poder abarcar o comparativo do índice de participação dos alunos, bem como, o envolvimento com as aulas aplicadas.

A planificação da pesquisa inclui em primeiro lugar a coleta de dados secundários, ou seja, pesquisa bibliográfica, para posterior contato com os dados primários, isto é, realização da pesquisa participante. De acordo Souza, Oliveira e Alves (2021, p.3), “a pesquisa bibliográfica consiste em fazer um levantamento ou revisão de obras publicadas sobre a teoria que irá direcionar o trabalho científico o que necessita uma dedicação, estudo e análise pelo pesquisador que irá executar o trabalho científico”. Já a “pesquisa participante tem como propósito fundamental a emancipação das pessoas ou das comunidades que a realizam” (GIL, 2019), sendo esta característica principal do ensino por investigação como pressuposto teórico metodológico para a elaboração da SEI desta pesquisa.

Nesse sentido, primeiramente realizou-se uma pesquisa bibliográfica em bases de dados para construção da base teórica da pesquisa, após foi realizada a elaboração da sequência de ensino investigativa e, por fim, a aplicação da sequência para que fosse possível coletar os dados. Para uma melhor compreensão das etapas da pesquisa, apresenta-se o fluxograma abaixo:

Figura 12 - Fluxograma das etapas da pesquisa.

Fonte: Próprio autor. (2022)

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A Escola Estadual Frei José Wulff (EEFJW) está localizada na cidade de Liberdade, região sul do estado de MG. Considerando as informações fornecidas pela escola, no ano de 2021 o corpo docente era composto por 31 professores distribuídos nas diversas disciplinas e 406 alunos que estavam distribuídos em dois turnos, sendo 184 no matutino e 222 no vespertino. No ano de 2022, a escola está com 31 docentes que estão distribuídos nas diversas disciplinas e 388 alunos que estão distribuídos em dois turnos, sendo 193 no matutino e 195 no vespertino na modalidade de ensino regular. A instituição também oferta dois cursos profissionalizantes, contando no ano de 2022 com 6 professores e 18 alunos no curso técnico em agropecuária, e 25 alunos no curso técnico em enfermagem, totalizando na escola nos três turnos 431 alunos.

Além disso, são 2 turmas de 2ª série, 1 vespertina e 1 matutina, todas compostas por uma média de 30 alunos. Contudo, a amostra utilizada será de natureza não probabilística, por conveniência, sendo composta por 2 turmas da 2ª série do Ensino Médio, ambas do turno vespertino. Porém, uma turma foi do ano de 2021, a qual teve a aplicação da sequência de ensino investigativa de forma remota, enquanto a outra turma foi do ano de 2022, teve sua aplicação de forma presencial.

5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Serão utilizados como instrumentos de pesquisa uma sequência de ensino investigativa (SEI) e dois questionários diferentes. A sequência de ensino que aborda o conteúdo de dilatação dos sólidos, será detalhada no item 5.2.1 e, também, encontrada no produto localizado no apêndice deste trabalho.

Já para verificar os conhecimentos prévios em relação aos conceitos de dilatação térmica dos sólidos, será utilizado o questionário prévio que se encontra no item 5.2.1.1 que é composto por 6 perguntas, das quais todas são abertas. Ademais, destaca-se que esse instrumento de coleta de dados será aplicado antes de iniciar a aplicação da SEI nas turmas de Ensino Médio.

Já o segundo questionário presente também no item 5.2.1.3, visa investigar os conceitos de dilatação construídos pelos alunos no decorrer da sequência de aulas. Dessa forma o questionário é composto por 3 perguntas abertas, dando aos alunos uma maior flexibilidade nas respostas.

5.2.1 Sequência de ensino investigativo aplicada em sala de aula

Essa sequência didática foi elaborada para atender alunos que possuem acesso à internet. Os materiais foram desenvolvidos dentro das normas exigidas pela SEE-MG seguindo as habilidades contempladas no material da mesma.

Inicialmente elaborada para atender o regime emergencial remoto e as exigências da Secretaria conseguindo contemplar um ensino significativo e eficiente no ano de 2021 e facilmente adaptada para atender a aplicação presencial no ano de 2022.

O termo Formulário será utilizado quando for tratado da aplicação no ensino remoto devido a utilização das ferramentas Google conforme destacada no produto educacional, disponível no apêndice A. E presencialmente é utilizado o termo Questionário, pois foi aplicado em forma de perguntas impressas aos alunos para coleta de respostas e sua posterior análise minuciosa feita de forma individual. Abaixo está organizado um quadro com as datas das respectivas aplicações:

Quadro 1: Descrição das aulas com cronograma

Cronograma de Aplicação		
Aula	Sequência didática	Duração/ data
1 ^a	Aula comentada com exibição de imagens que possam contribuir para a compressão inicial do fenômeno da dilatação. Formulário I de 6 questões sobre conceitos de dilatação.	1 aula 06/07/21
	Questões do Formulário I aplicado presencial em forma de questionário, após comentários das imagens.	1 aula 23/03/22
2 ^a	Situações relacionadas a dilatação que temos no dia a dia e dilatação anômala. Apresentação do vídeo do experimento no link. https://www.youtube.com/watch?v=7YVPcMHlyrM	1 aula 07/07/21
	Realização do experimento na sala com a turma de 32 alunos.	1 aula 24/03/22
3 ^a	Aplicação das questões do Formulário II https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdPWwzjqdu6XIB8hUMoc1Y9Cthm0To_XG1ajl-imijHMQwplw/viewform?usp=sf_link	1 aula 13/07/21
	Aplicação do questionário II de forma impressa.	1 aula 30/03/22
4 ^a	Sintetização dos resultados alcançados em forma de uma roda de conversa.	1 aula 14/07/21
	Roda de conversa para finalizar a sequência de aulas.	1 aula 31/03/22

Fonte: Próprio autor (2022).

A aplicação da sequência didática ocorreu em um prazo de 2 semanas com 2 aulas semanais. Destaca-se que o cronograma acima detalha, concomitantemente, as aplicações, tanto remota quanto presencial da SD.

5.2.1.1 Aula 1: Apresentação inicial

No primeiro momento foram realizados alguns comentários breves das aulas realizadas anteriormente sobre escalas termométricas, posteriormente foi apresentado o contexto histórico

do século XVIII que explicita o conceito de *calórico* aceito cientificamente na época, era considerado como uma substância que fluía, gerando uma linha do tempo para conseguir compreender a definição atual de calor. Procurou-se também diferir temperatura e calor para nortear e estruturar conceitos básicos que fundamentam o fenômeno da dilatação.

Cada aluno recebeu seu material contendo informações necessárias para a compreensão do assunto, este material foi estruturado em uma sequência de aulas que pretendeu contribuir com uma aprendizagem cada vez mais significativa.

Logo após uma apresentação oral de conceitos históricos, foram abordados alguns conceitos relacionados à dilatação térmica, para familiarização e compreensão do que será discutido no decorrer das aulas. Foram exibidas algumas imagens que demonstraram com clareza a relação da dilatação com o nosso cotidiano. Comentários e observações foram feitos durante o decorrer da aula, tentando facilitar a construção do conhecimento e transformar a aula em um “*laboratório do mundo*”. A estrutura do pátio de alguns locais e da EEFJW que enfrentam problemas com a dilatação, onde pisos se encontram soltos e se soltando do chão, também apontado como casos particulares da dilatação.

Foram apresentadas aos discentes algumas imagens para melhorar a compreensão do fenômeno, que relatam um contexto fora da escola, mas, bem próximos da nossa realidade, como as juntas em placas de concreto em uma ponte, o alongamento dos fios da rede elétrica observando em horários distintos e os espaçamentos que existem nos trilhos do trem.

Após uma análise crítica das imagens, questões provocativas que foram abordadas de forma a contribuir no aprofundamento dessa etapa, com intenção de conseguir a atenção do aluno e ter uma participação mais ativa desenvolvendo um processo de ensino e aprendizagem mais real. Essas perguntas têm a finalidade de fazer uma reflexão em cima das imagens exibidas disponibilizadas no capítulo de física de dilatação deste trabalho.

As 6 perguntas prévias contidas na SD que foi aplicada nas duas modalidades na primeira aula se encontram abaixo.

- 1- Para que servem os espaços entre as placas de concreto em uma ponte?
- 2- Alguém já reparou que os fios da rede elétrica durante o dia ficam mais baixos e durante a noite ou dias mais frios eles ficam mais altos? Justifique.
- 3 – Para que servem os pequenos vãos entre os trilhos de uma ferrovia?
- 4- Todos os materiais se dilatam na mesma proporção?
- 5- Se não existisse as juntas de dilatação nas pontes e trilhos o que aconteceria?
- 6 - Qual seria a melhor época para construção de uma ponte ou de uma ferrovia?

5.2.1.2 Aula 2: Abordagem de curiosidades envolvendo a dilatação

No segundo momento da proposta pedagógica, o conteúdo é abordado de forma expositiva, expondo elementos de aulas passadas. Os alunos receberam materiais relacionados a situações que estão presentes no nosso dia a dia, como o caso de aquecermos a tampa metálica de um recipiente de vidro para facilitar sua abertura e o choque térmico causado em produtos com baixo coeficiente de dilatação e baixa condutividade térmica.

Foram apresentados também materiais com comportamento anômalo, isto é, que não obedecem às leis da dilatação como descritas até o momento. E esses materiais possuem uma particularidade no comportamento quando submetidos a uma variação de temperatura como acontece com a água, que sofre uma variação de volume quando está mudando de fase, em particular do estado sólido para o estado líquido. Por este motivo diversos recipientes que não suportam essa transformação acabam danificando-se. Foi ressaltado que o comportamento da água é exatamente oposto ao usual: ela aumenta o volume, expandindo-se ao congelar, isto é, com a diminuição da temperatura.

5.2.1.2.1 Apresentação do vídeo/ realização do experimento

A apresentação do vídeo contendo o experimento de dilatação de um fio de cobre foi considerado como o momento chave para o desenvolvimento do processo de investigação.

O experimento consiste em um circuito elétrico, conectado à tomada, que pode acender uma lâmpada. Há, contudo, uma separação entre um dos fios, deixando o circuito aberto. Ao se aquecer um determinado trecho do fio, há dilatação, fechando o contato elétrico. A lâmpada é então acesa. Os detalhes podem ser vistos nas imagens abaixo:

Figura 13 - Detalhe do produto desenvolvido: um fio de cobre é aquecido (a) e ao se expandir, fecha um circuito, acendendo a lâmpada (b).



(a) Fonte: Próprio autor (2022).



(b) Fonte: Próprio autor (2022).

5.2.1.3 Aula 3: Aplicação do questionário investigativo

Após a concretização de uma estrutura básica do conhecimento do fenômeno em análise, os alunos tiveram contato com a segunda etapa de questionamentos, cuja a intenção foi de despertar nos alunos o interesse investigativo, requerendo maior participação dos mesmos. Nesse formulário II os alunos externalizaram os conhecimentos adquiridos até o momento, e puderam aprofundar de forma prática, analisando as questões e chegando a conclusões individuais de acordo com as habilidades e competências adquiridas até o momento.

As questões que foram trabalhadas na terceira aula:

- 1) Como você faria para determinar a temperatura final do fio em que a lâmpada acende? Planeje um experimento que lhe permita fazer isso. Utilize, por exemplo, um clipe e velas e faça as medidas que julgar necessárias para resolver esse problema. Escreva em seu relatório o procedimento utilizado, os valores das medidas que você fez e o valor encontrado para a temperatura final. (Obs: registre em fotos os objetos utilizados e os procedimentos adotados). Sinta-se convidado a buscar e apresentar situações que possam conter esse fenômeno.

- 2) Com base no experimento em análise, ao mudarmos a posição das velas, é possível que haja interferência no resultado final? Qual outra contribuição seria possível para alcançarmos um melhor resultado e aproveitamento neste mesmo sistema em análise?

- 3) Se trocarmos o fio de cobre por outro fio de mesmo comprimento, mas de material diferente, isso pode interferir no resultado já observado? Embasando-se na análise do experimento, apresente argumentos que possam comprovar esta situação.

5.2.1.4 Aula 4: Sintetização e avaliação do aprendizado

Assim que foi concluída a aplicação dos questionários, iniciou-se a etapa de consolidação do que foi efetivamente aprendido, tanto nas aulas iniciais, quanto no processo de investigação. Para isso, foi feita uma roda de conversa virtual pelo Meet para abordar pontos positivos e negativos dentro do experimento e do questionário. O intuito realizado foi de fazer uma análise apontando pontos de vista que ainda não foram observados pelos alunos a fim de consolidar e finalizar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo. No regime presencial, foi feita uma roda de conversa.

5.3 MÉTODO UTILIZADO NA ANÁLISE DE DADOS

Por fim, foi utilizado o método de análise comparativa a fim de verificar as principais semelhanças e diferenças encontradas no processo de ensino aprendizagem a partir da aplicação remota e presencial da SEI sobre dilatação dos sólidos na 2ª série do ensino médio. Segundo Collier (1993), a análise comparativa consiste na comparação de dois ou mais materiais a fim de se analisar as informações presentes nesses para estabelecer as características semelhantes e/ou diferentes de cada uma.

Inicialmente, foi realizada a organização dos dados através de uma planilha do Excel e posteriormente foi se estabelecendo relações com o que era encontrado na aplicação da SEI a partir do ensino remoto e presencial. Esse assunto será melhor tratado no próximo capítulo.

Além disso, para analisar as respostas dos formulários/questionários I e II respondidos pelos alunos, tanto pelo ensino remoto quanto presencial, utilizou-se o método de análise de conteúdo proposto por Moraes (1999), o qual segue as seguintes etapas: 1) Preparação das informações; 2) Unitarização do conteúdo em unidades; 3) Classificação das unidades em categorias; 4) Descrição; e 5) Interpretação.

6 ANÁLISE E REFLEXÃO DA APLICAÇÃO

As aulas e atividades foram ministradas conforme mostra os cronogramas abaixo: o primeiro contempla as datas da aplicação remota e o segundo as datas da aplicação presencial. Datas da aplicação remota em 2021.

Quadro 2: Descrição das aplicações.

Datas de aplicação presencial em 2021.	
Data	Atividade desenvolvida
06/07/21	Apresentação inicial com alguns conceitos e introdução histórica do conceito de calor. Formulário inicial;
07/07/21	Apresentação do experimento em forma de vídeo;
13/07/21	Aplicação do formulário investigativo;
14/07/21	Sintetização dos conceitos;
Datas de aplicação presencial em 2022.	
Data	Atividade desenvolvida
23/03/22	Apresentação inicial com alguns conceitos e a evolução histórica do conteúdo. Questionário inicial;
24/03/22	Apresentação do experimento presencialmente;
30/03/22	Aplicação do questionário investigativo;
31/03/22	Sintetização dos conceitos;

Fonte: Próprio autor (2022).

No ano de 2021 a aplicação do produto não obteve resultados consistentes, que pudessem contribuir para uma análise sólida dos dados, por ter ocorrido de forma remota e não alcançar todos os alunos de maneira uniforme, pois alguns alunos não possuíam um aparelho celular/computador apropriado e sinal de internet acessível, que pudesse ter proporcionado uma participação efetiva em todas as etapas da SEI.

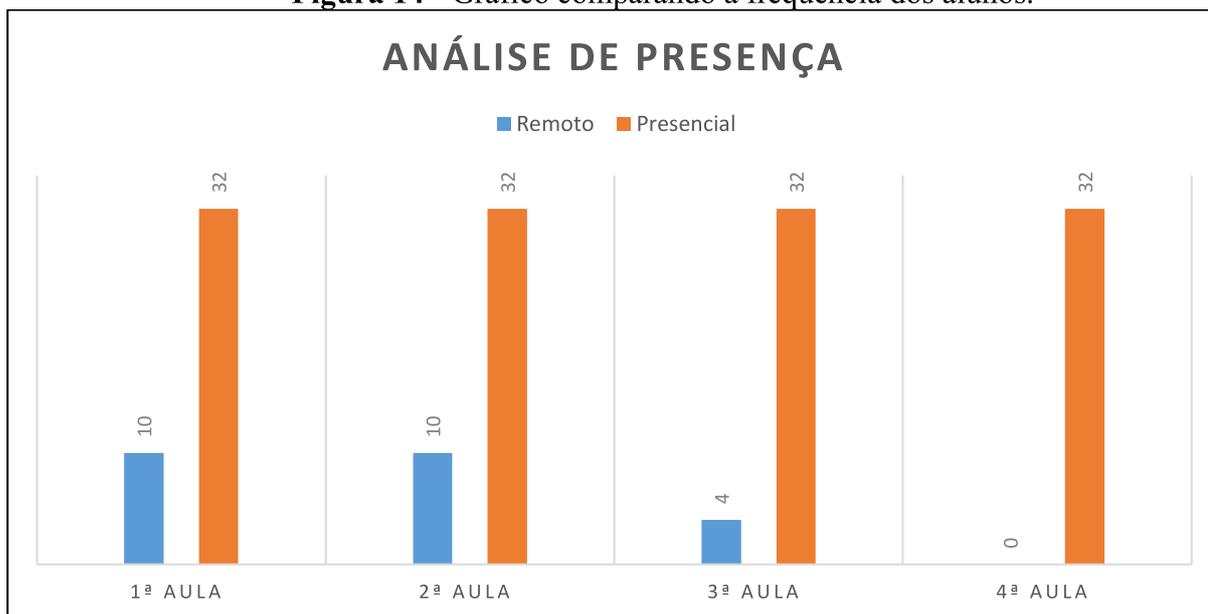
Por ser período de término do semestre e conseqüentemente anteceder o recesso escolar, os alunos não compareceram à aula síncrona planejada que aconteceu pelo aplicativo Google Meet, porém, no decorrer da aplicação da SEI, os alunos entraram em contato para sanar suas dúvidas através de envio de mensagens pelo aplicativo WhatsApp. Alguns alunos justificaram a ausência na aula síncrona, que não poderia comparecer naquele momento.

Na aplicação de forma remota, poucos alunos fizeram as atividades propostas em cada aula, considerando uma turma de 26 alunos, na primeira atividade proposta, que foi a leitura do material, acompanhamento na aula síncrona e resolução do formulário I apenas 10 respostas foram obtidas. Já no formulário II apenas 4 alunos responderam as questões. Diante da não obrigatoriedade de comparecer às aulas síncronas, o controle de frequência dessa aplicação aconteceu diante do quantitativo de alunos que responderam as atividades propostas, e na última aula, a qual deveria ter sido um encontro síncrono e nenhum aluno compareceu, não foi possível contabilizar essa frequência, conforme consta na figura 14.

A aplicação da SEI no ano de 2022, que aconteceu de forma totalmente presencial teve a participação de 32 alunos do início ao fim da aplicação, todos os 32 alunos participaram das aulas dialogadas, rodas de conversa e responderam às atividades propostas em forma de questionários.

O gráfico abaixo (figura 14) deixa claro o controle e a participação dos alunos nas duas modalidades. No regime remoto a participação dos alunos foge do controle do professor, pois, alguns alunos não tinham aparelhos acessíveis para acompanhar as aulas, outros moravam em localidade sem sinal de celular e internet. Dessa forma, a comunicação ficou muito restrita. Esse contexto vivenciado pela diferença de condições financeiras de muitos alunos das classes sociais distintas pode criar um abismo ainda maior da defasagem deixada pela situação vivenciada na classe social menos favorecida.

O regime presencial, não se enfrentam esses problemas, todos os alunos possuem a mesma possibilidade de participação, desenvolvimento e acompanhamento pelo professor, assim concretizando com maior facilidade os objetivos da SEI.

Figura 14 - Gráfico comparando a frequência dos alunos.

Fonte: próprio autor (2022).

6.1 PRIMEIRA AULA

No início da aplicação da sequência didática, os alunos já sabiam que participariam de uma sequência de aulas de um método diferenciado e que o resultado do desempenho deles dependia da participação de todos. Quando se deu início, a aplicação da primeira aula que deveria ter sido síncrona pelo Google Meet, os alunos não apareceram, embora tenham participado das atividades. Para isso entraram em contato com o professor pelo WhatsApp e realizaram a atividade proposta.

No ensino remoto, apenas os alunos que responderam às atividades propostas estabeleceram contato para esclarecer algum ponto que sentiu necessidade quando estava resolvendo as atividades. A participação foi pequena, porém significativa para análise.

Apesar da participação síncrona não ter acontecido, foi disponibilizado aos alunos um material em PDF pelo Google Classroom e também enviado pelo grupo de WhatsApp para que pudessem fazer a leitura e acompanhar as figuras que geraram as perguntas propostas no formulário I.

Poucos alunos justificaram a ausência no momento síncrono no remoto, pois não estariam em casa, e precisavam viajar para fazer as provas do PISM - Programa de Ingresso Seletivo Misto, da Universidade Federal de Juiz de Fora- MG. Várias ausências também se devem ao desgaste gerado no ensino remoto, no qual era necessário realizar diversas atividades para validar sua presença e aprovação no fim de cada ciclo.

Durante a primeira aplicação da SEI, que ocorreu de forma remota, o andamento das aulas e a participação dos alunos ocorreu pelos aplicativos WhatsApp e Classroom (Conexão Escola⁵), além das aulas que ocorreram através do aplicativo Google Meet, em horários pré-agendados, acordados com os alunos num grupo de WhatsApp. O acompanhamento, também feito pelo WhatsApp, uma ferramenta complementar que foi utilizada para favorecer e agilizar o esclarecimento de dúvidas, também utilizado para envio de informações complementares no grupo criado para a turma. As atividades foram lançadas no Classroom no modelo de formulários, facilitando para os alunos a inserção de suas respostas. “Uma alternativa adotada por instituições públicas e privadas em nosso país é o ensino por meio de plataformas virtuais, denominado por muitos como aulas remotas, utilizando-se de tecnologias para promover o ensino e seguir com os calendários de atividades letivas” (SILVA; SILVA, 2021).

No decorrer das aulas e da aplicação remota da sequência didática, alguns alunos enviavam mensagens através do aplicativo WhatsApp para o professor em particular, solicitando explicações extras e posteriormente enviando as suas respostas às questões propostas nos formulários. Poucos alunos fugiram do conteúdo proposto, uma vez que, os mesmos não tiveram uma participação efetiva e regular nas aulas com acompanhamento do professor.

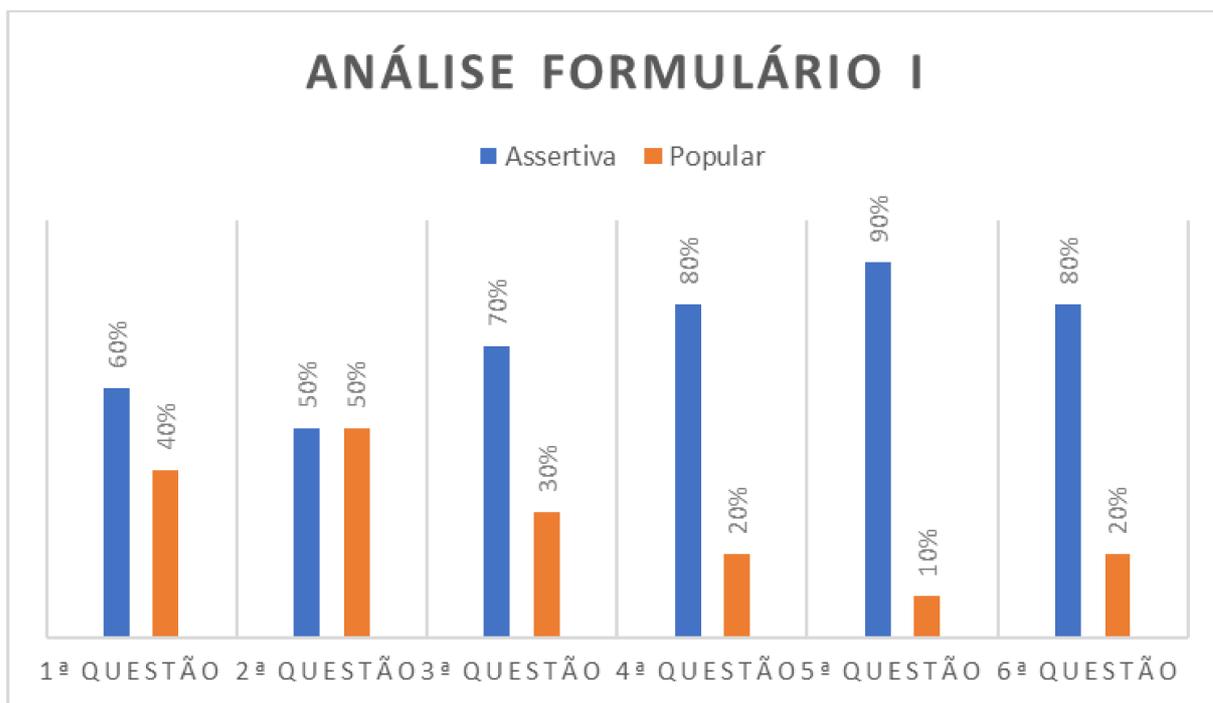
Nas respostas obtidas no ano de 2021, alguns alunos realizaram pesquisas adicionais para fundamentar suas respostas dentro de um conceito aceito cientificamente. Em ambas aplicações (remota e presencial), os alunos conseguiram compreender que sob temperatura elevada (dias quentes), nas pontes que não possuem as juntas de dilatação térmica, a estrutura pode sofrer danos, muitas vezes irreparáveis.

Dessa forma, através da análise das respostas obtidas no formulário I podemos classificar as 10 respostas obtidas dentro de cada questão respondida como representada no gráfico abaixo (Figura 15).

As respostas foram classificadas como assertivas aquelas que se aproximam dos conceitos já conhecidos pela ciência, ou seja, científicos e alternativas aquelas que fogem de conhecimentos científicos aceitos dentro da perspectiva de cada questão, relacionando as respostas com características relacionadas a conceitos da dilatação térmica.

⁵ Conexão escola; aplicativo utilizado pelo estado de Minas Gerais, para ministrar as aulas aos alunos quando acessando pelo celular, também utilizado via Web pelo Google sala de aula.

Figura 15 - Gráfico gerado a partir das respostas do formulário I remoto.



Fonte: Próprio autor (2022).

No gráfico da figura 15, as respostas obtidas foram classificadas em concepções assertivas e concepções alternativas. E através dessa análise podemos notar que a grande maioria dos alunos conseguiram ter uma visão assertiva ou bem próximo.

Já no regime presencial, a participação dos alunos foi intensa e notável, várias perguntas e debates foram surgindo no decorrer das aulas, o diálogo se fez presente em todas as aulas, não somente entre professor e aluno, mas principalmente entre os próprios alunos, alguns questionavam e outros já completavam a fala do colega.

A presença dos alunos foi eminente nas aulas aplicadas presencial no ano de 2022, pois todos os 32 alunos da turma participaram de todas as atividades, debatendo e dialogando cada vez mais aguçados pela curiosidade. Foram instigados a encontrar alguma solução para os problemas que estavam sendo propostos nas aulas.

Na aplicação realizada no ano de 2022, em regime de ensino presencial, onde todos os alunos tiveram a mesma oportunidade de participação, o ensino foi mais produtivo, além de diversos pontos positivos às atividades foram propostas em forma de questões discursivas, obtendo assim, melhor participação e resultado, comparando-se à aplicação remota. Os pontos positivos quando comparados às duas modalidades de ensino na qual foi aplicado a SEI, no presencial, a participação é igual à de quase todos os alunos. Os alunos possuem uma interação maior, os ensinamentos construídos deixam menos defasagens pela presença do professor e

direcionamento durante todo o processo de ensino-aprendizagem. Já no ensino remoto, há uma grande facilidade de comunicação quando todos possuem meios de comunicação e acesso à internet, o que não aconteceu na prática.

No decorrer dessa primeira aula, são exibidas imagens para que os alunos visualizem o fenômeno da dilatação térmica, e compreendam a necessidade de se fazer esse estudo. É proposta a seguinte questão: "qual a semelhança entre as 4 imagens?" Algumas respostas estão listadas a seguir.

Aluno 1: "As imagens possuem um vão, com exceção da rede de transmissão elétrica."

Aluno 2: "Os viadutos possuem essa fenda, para vazão de água das chuvas."

Aluno 3: "Os fios da rede elétrica também têm emendas, só não possuem vãos, qual a relação entre eles?"

Aluno 1: "Os fios da imagem estão bem curvados pelo peso que possuem."

Aluno 3: "As fendas são espaços destinados ao crescimento dos materiais."

Aluno 4: "Mas o que tem a ver com os fios da rede elétrica?"

A proposta então, foi aproximar da realidade dos alunos as imagens apresentadas, fazendo com que eles percebessem que existe uma relação entre essas imagens e o pátio da escola que está sofrendo com a soltura dos pisos, por decorrência da exposição ao sol diariamente e conseqüentemente dilatando-se. A intenção foi gerar curiosidade em saber qual a relação existente.

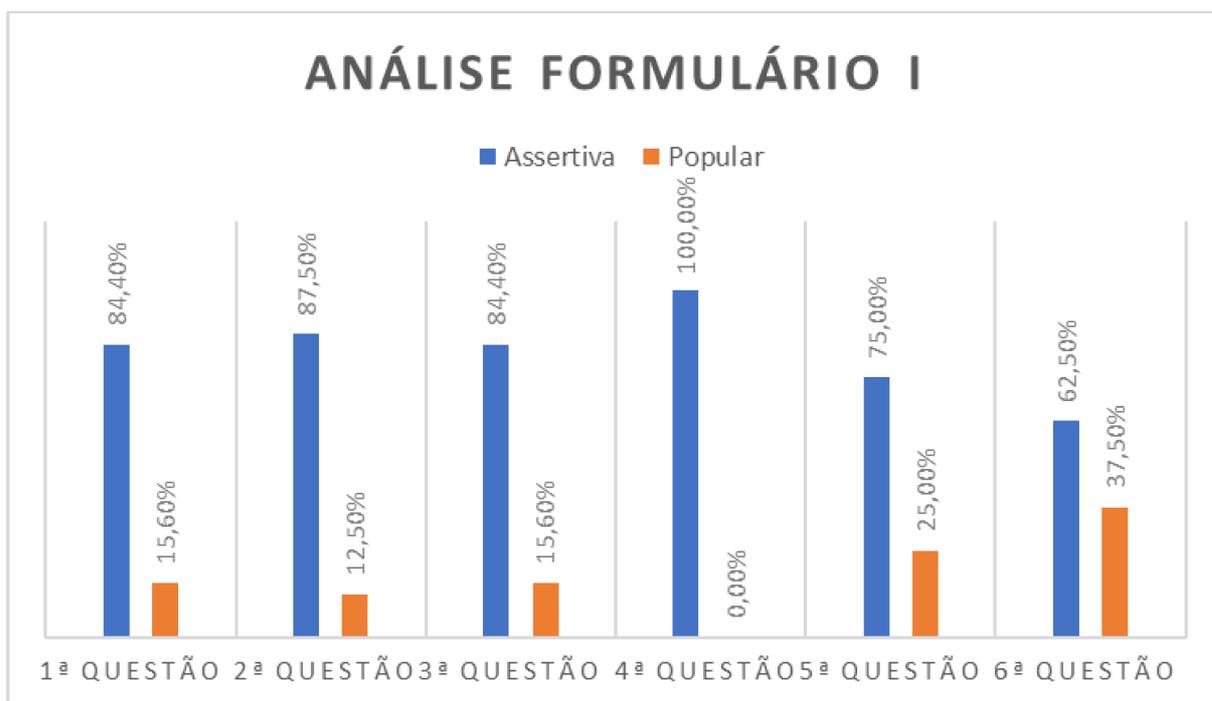
Aluno 5: "O piso solta por causa da exposição ao sol. O sol esquenta."

Aluno 6: "Então esses espaços podem servir para expansão quando aquecidos."

No decorrer da aula, várias outras afirmações foram surgindo, porém, apenas as mais relevantes estão listadas. A imagem que gerou mais conflito nos alunos foi a da rede elétrica, mas mesmo assim, antes do término da aula, algum aluno conseguiu associar que os fios também sofrem dilatação quando expostos a temperatura de dias mais quentes. Após alcançarmos as respostas necessárias, partimos para o primeiro questionário, que foi impresso e entregue a cada um dos alunos. Após a conclusão das respostas, a atividade foi recolhida pelo professor, para conferência e avaliação do progresso dos alunos.

Analisando as respostas dos alunos nas questões e as classificando em concepções assertivas e concepções alternativas temos o percentual esboçado no gráfico representado abaixo.

Figura 16 - Gráfico das gerado a partir das respostas do questionário I presencial.



Fonte: Próprio autor (2022).

Diante dos percentuais esboçados podemos comparar que no regime remoto os alunos foram mais para as concepções alternativas, já na aplicação remota os alunos conseguiram se expressar de forma mais específica indo de encontro às concepções assertivas.

As atividades foram propostas em dois formulários em etapas diferentes, conforme consta às perguntas passadas aos alunos nas duas etapas de aplicação.

No formulário I, as questões foram referentes aos conceitos iniciais, este foi aplicado na primeira aula após a apresentação das imagens e da roda de conversa estabelecida no momento. Este questionário está disponível no produto, disponibilizado no apêndice A, deste trabalho.

Na aplicação remota, as questões foram disponibilizadas utilizando a ferramenta Google Formulários, facilitando aos alunos participantes a interação e respostas das atividades. Na aplicação presencial, essas perguntas foram entregues aos alunos em forma de questionário para serem respondidas em uma folha e ao final da aula recolhida pelo professor.

Na questão que tratava do melhor período da construção de pontes e ferrovias, os alunos indicaram alguma estação do ano (primavera, verão, outono ou inverno), mas não destacaram que se deve levar em consideração a temperatura, sejam elas as máximas e as mínimas (variação de temperatura) de cada região, assim, considerando a temperatura como chave para esse princípio, conforme já abordado no capítulo de física, atualmente essas construções são feitas

nos dias mais quentes, quando os trilhos estão em sua maior dilatação e assim soldados uns aos outros. A figura abaixo, que mostra as questões e a resposta de um aluno no formulário I:

Figura 17 - Trecho extraído do formulário I, remoto.

4- Todos os materiais se dilatam na mesma proporção? *

A dilatação é proporcional ao aumento de temperatura, mas não é a mesma para diferentes materiais, ou seja, mesmo para uma mesma variação de temperatura, a dilatação dos corpos não será a mesma para diferentes materiais, pois cada um tem um coeficiente de dilatação característico

5- Se não existisse as juntas de dilatação em pontes e trilhos o que aconteceria? *

Quando não se utiliza juntas de dilatação, a construção pode facilmente criar rachaduras devido à variação térmica. Se o material se dilatar com a temperatura alta, não havendo espaço, ele irá rachar e trazer problemas estruturais para a construção.

6 - Qual seria a melhor época para construir uma ponte ou uma ferrovia? *

no calor

Fonte: próprio autor (2021).

Comparando a uma resposta obtida no regime presencial aplicada no ano posterior, podemos destacar a seguinte resposta obtida para as mesmas perguntas citadas acima.

Figura 18 - Resposta de um aluno ao questionário I presencialmente.

4.
 Não. Cada um tem uma capacidade diferente de se dilatar, pois cada um tem suas características próprias.

5.
 Os trilhos se entortariam e as pontes poderiam rachar. Assim, trazendo prejuízo à estrutura e dificultando as necessidades da sociedade.

6.
 Durante umas horas de bastante sol, para não ocorrer a dilatação além do que foi acontecido no momento da instalação das barras de trilho.

Fonte: próprio autor (2022).

Analisando as respostas dos dois alunos, ambas as aplicações conseguiram compreender o fenômeno inicialmente e como acontece a dilatação, através de imagens e perguntas capazes de aguçar a curiosidade para entendimento do fenômeno.

6.2 SEGUNDA AULA

A segunda aula foi destinada ao experimento da dilatação. Esse experimento consome apenas alguns minutos da aula, a outra parte foi utilizada para agregar alguns conceitos de curiosidades da dilatação conforme consta no capítulo de física deste trabalho.

Quanto à aplicação remota os alunos tiveram a possibilidade de apreciar um vídeo gravado pelo professor para ser aplicado remotamente e algumas instruções disponibilizadas em material complementar para leitura. Como não teve presença de alunos nas aulas síncronas, esse material e pesquisas realizadas por vontade dos próprios alunos, foram as únicas referências que eles tiveram acesso.

Nessa aula presencialmente, foram apresentadas algumas situações que podemos utilizar da dilatação para resolver problemas cotidianos a apresentação de matérias que não obedeceram à regra que foi tratada na aula anterior, como o caso da dilatação anômala. Logo após, foi realizado um experimento com a turma, conforme a Figura 18. Essa realização da

atividade tem a intenção de facilitar a compreensão dos alunos sobre o conceito teórico e agregar aos mesmos uma experiência prática da realidade, tornando assim, um ensino mais atrativo e concreto de teorias científicas, conforme abordado por Borges (2002).

Sem dúvida que as teorias físicas são construções teóricas e expressas em forma matemática; mas o conhecimento que elas carregam só faz sentido se nos permite compreender como o mundo funciona e porque as coisas são como são e não de outra forma. Isso não significa admitir que podemos adquirir uma compreensão de conceitos teóricos através de experimentos, mas que as dimensões teórica e empírica do conhecimento científico não são isoladas. Não se trata, pois, de contrapor o ensino experimental ao teórico, mas de encontrar formas que evitem essa fragmentação no conhecimento, para tornar a aprendizagem mais interessante, motivadora e acessível aos estudantes. (BORGES, 2002).

Figura 19 - Alunos apreciando a realização do experimento.



Fonte: próprio autor (2022).

No decorrer das aulas, foram criadas rodas de conversa, debates e exposição de ideias. Nesse momento os alunos tiveram que observar o aparato e a realização do experimento e propor o que poderia acontecer diante do que tinha sido apresentado até o momento, o que chamou a atenção dos alunos e dividiu as opiniões antes de se chegar a uma conclusão. Uma pequena parte da turma de alunos acreditava que as velas poderiam ascender a lâmpada, outra parte já conseguiu prever que conceitos de temperatura e calor, faria com que a lâmpada acendesse, a grande maioria dos alunos criaram alguma relação e começaram a propor hipóteses do que aconteceria no decorrer das aulas, que facilmente desenvolveram uma relação à todas as ferramentas apresentadas. Assim o experimento foi realizado conforme representado na figura 19.

O comportamento de observação, predição, levantamento de hipóteses e, por fim, observação caracteriza a sequência didática como investigativa.

6.3 TERCEIRA AULA

Nessa aula, aconteceu a segunda atividade onde os alunos responderam o formulário 2, que continha questões investigativas, e propor alguma solução aos problemas, e principalmente conseguir propor uma solução à questão de encontrar uma temperatura final que o fio pode atingir.

Esta aula foi aplicada remotamente no ano de 2021, em forma de google formulário e presencialmente no ano de 2022, em forma de questionário impresso.

Essas perguntas tiveram como finalidade, aguçar nos alunos a curiosidade dentro de conceitos físicos. Os alunos deveriam propor uma solução aos problemas de forma investigativa. Conhecendo apenas o fenômeno da dilatação térmica descrito nas aulas anteriores e na aplicação do experimento, eles devem tentar propor alguma solução que se aproxime dos conceitos de dilatação já conhecidos.

O segundo formulário possui uma questão no qual os alunos deveriam investigar e, por intermédio dos conceitos construídos, eles deveriam propor uma solução para o problema, representado abaixo. Essa sequência de questões do formulário II.

Figura 20 - Trecho extraído do Formulário II disponibilizado aos alunos.

2) Como você faria para determinar a temperatura final do fio em que a lâmpada acende? Planeje um experimento que lhe permita fazer isso. Utilize, por exemplo, um clipe e velas e faça as medidas que julgar necessárias para resolver esse problema. Escreva em seu relatório o procedimento utilizado, os valores das medidas que você fez e o valor encontrado para a temperatura final. (Obs: insira fotos dos objetos utilizados e dos procedimentos adotados). Sinta-se convidado a buscar e apresentar situações que possa conter esse fenômeno.

Fonte: próprio autor (2021).

As questões investigativas propostas forneceram aos alunos uma possibilidade bem ampla de solução. Um problema que envolve os mesmos conceitos já tratados nas aulas anteriores e a proposta da atividade consiste em encontrar alguma maneira de chegar à temperatura final que o fio pode atingir quando a lâmpada acende. Desse modo, sem conhecer

as fórmulas do contexto de dilatação térmica, os alunos devem encontrar alguma solução para ele, associando-o aos conceitos científicos.

No momento da aplicação do experimento, como representado na figura 18, os alunos automaticamente criaram uma roda de conversa para debater a relação existente entre as imagens e a Física e isso foi fundamental para auxiliá-los na resolução do segundo questionário, que depende do vídeo que foi disponibilizado no YouTube através do link <https://youtu.be/7YVPcMHlyrM>. E a questão principal (figura 20), propõe justamente encontrar alguma solução para o problema do vídeo. Deixando aberto ao aluno com ampla liberdade de pesquisa e investigação sobre o tema, conforme preconiza o referencial metodológico adotado neste trabalho:

Para possibilitar aos estudantes o desenvolvimento e o uso de raciocínio científico, o ensino por investigação deve considerar tais conhecimentos por meio das informações e conceitos que os estudantes já tenham trabalhado, dos problemas propostos para a investigação, dos modos de interação dos estudantes com o problema e da análise que advém e se sustenta nas interações ocorridas em aula. (SASSERON, 2018)

As respostas foram objetivas, mas todas estavam relacionadas ao conceito da dilatação térmica. Desta forma, a maior dificuldade dos alunos foi em tentar encontrar uma solução para a temperatura final que o fio atinge. Porém, a intenção das perguntas é a indução ao raciocínio investigativo, justamente estimulá-los a encontrar alguma solução, mesmo não conhecendo as formulações e leis que regem o âmbito da dilatação.

Fazendo uma análise das respostas obtidas remotamente, uma aluna acabou se destacando, respondendo à questão, na qual deviam investigar uma solução ao problema apresentado:

Figura 21 - Trecho do Google Formulários da aplicação remota.

2) Como você faria para determinar a temperatura final do fio em que a lâmpada acende? Planeje um experimento que lhe permita fazer isso. Utilize, por exemplo, um clipe e velas e faça as medidas que julgar necessárias para resolver esse problema. Escreva em seu relatório o procedimento utilizado, os valores das medidas que você fez e o valor encontrado para a temperatura final. (Obs: insira fotos dos objetos utilizados e dos procedimentos adotados). Sinta-se convidado a buscar e apresentar situações que possa conter esse fenômeno.

Levando em consideração os conceitos de dilatação apresentados até o momento, quase todo material quando aquecido sofre uma dilatação, que fica nítido no vídeo apresentado. Assim, se levarmos em consideração a temperatura inicial como a temperatura ambiente, podemos medir a fenda deixada que representa o comprimento crescido do fio, e através desses dados, conseguir chegar a algum valor condizente ao material utilizado. Como no esquema dos cliques, se medirmos o tamanho de um clipe aberto e aquecê-lo em contato com a chama de uma vela podemos medir seu novo tamanho, e temos sua dilatação. Para encontrar a temperatura que ele atinge quando dilatado podemos analisar todos seus dados extraindo tamanhos antes e depois do aquecimento e a temperatura ambiente antes do início do aquecimento, que pode ser medida com um termômetro infravermelho.

Fonte: próprio autor (2021).

Conforme destacado pela aluna em sua resposta na questão investigativa, ela conseguiu associar alguns conceitos introdutórios apresentados em texto na sequência de aulas elaboradas para se fundamentar e responder às questões, apresentando assim uma solução para a atividade que foi proposta.

A referida aluna teve uma participação apropriada no decorrer das aulas, e das atividades propostas, mantendo um contato contínuo com o professor durante o período remoto no aplicativo de mensagens WhatsApp. Desta forma, é possível observar que a participação e envolvimento dos alunos é de extrema importância para o sucesso da aplicação das atividades.

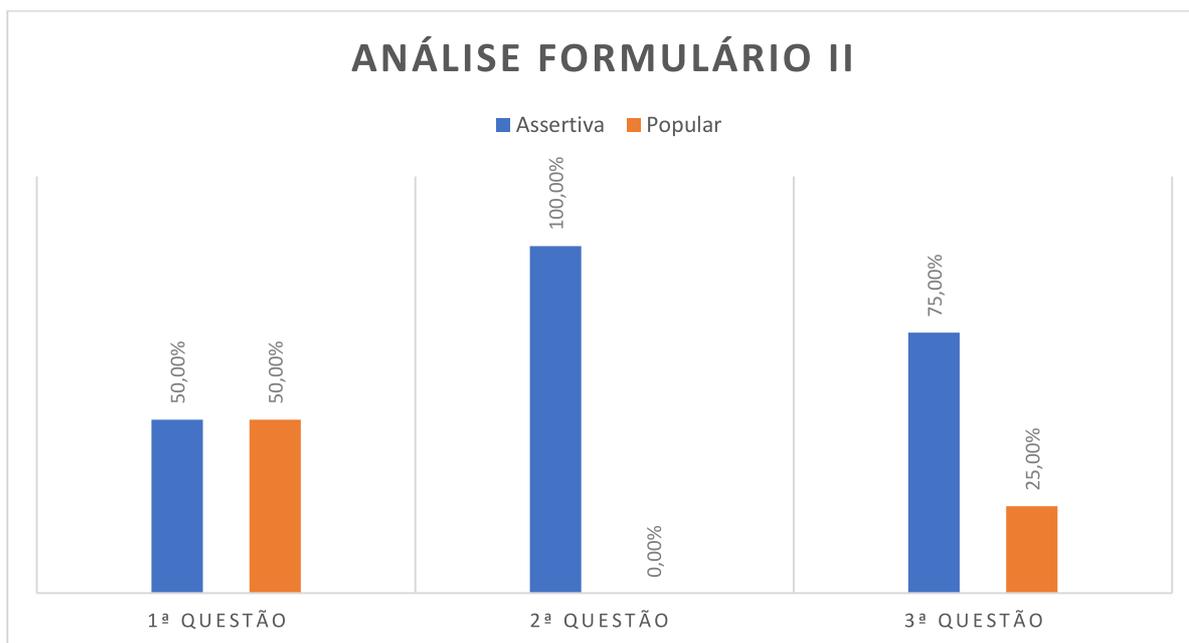
O diálogo foi fundamental para o bom desenvolvimento da aluna, tanto nas perguntas abordadas no formulário I, quanto na investigação proposta à turma. Observa-se na imagem extraída do Google Formulários que foi possível à aluna consolidar essa fase do conhecimento, pois a mesma se fundamenta com conhecimentos científicos.

Segundo Baptista (2010), o ensino por investigação permite a aprendizagem de conteúdos e a aplicação dos mesmos, relacionando-as com o fenômeno em estudo. Em relação às estratégias, os alunos podem encontrar uma forma de sequenciar os processos.

Nesses resultados, a maioria dos alunos tiveram uma visão ligada a conceitos cientificamente aceitos, sendo possível agregar os conhecimentos aos conceitos abordados e conseguir ligar a teoria à realidade.

Assim, analisando as respostas de acordo com concepções assertivas ou concepções alternativas temos o resultado esboçado no gráfico abaixo.

Figura 22 - Gráfico do formulário II aplicado remotamente.



Fonte: Próprio autor (2022).

Nessa aplicação presencial, os formulários que anteriormente foram aplicados de forma remota, passaram a ser aplicados como questionário (impresso) para que os alunos pudessem responder em uma folha e entregar ao professor para análise das respostas.

No questionário I os alunos responderam de forma clara e objetiva o que havia sido solicitado, a grande maioria conseguiu se fundamentar através de conceitos científicos desenvolvidos no decorrer da SEI, demonstrando uma boa interação e relação com a sequência de aulas desenvolvidas.

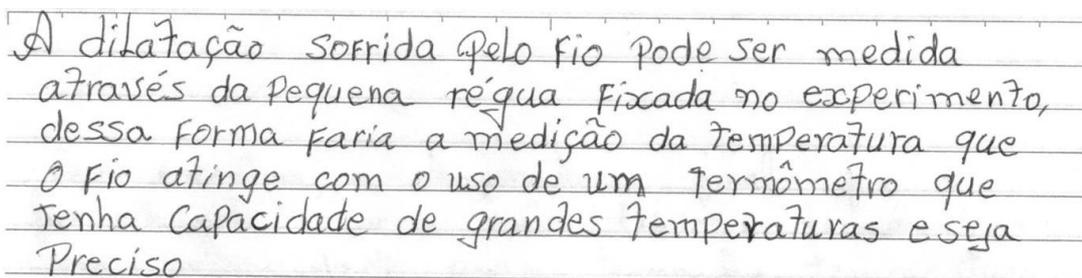
Nessa aplicação, houve uma estruturação mais concreta, desenvolvida de forma totalmente igualitária, onde as aulas eram investigativas e os alunos buscavam alguma solução para o que estava sendo tratado em cada etapa da SEI, construindo assim, o conhecimento científico necessário, dentro do componente abordado.

Através da sequência de aulas, os alunos aguçaram cada vez mais a sua interação com a Física, e foi suficiente para obter uma participação significativa da turma. “O ensino por

investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes” (SASSERON, 2015).

No questionário II, de caráter investigativo, no qual o aluno deveria propor uma solução para encontrar uma temperatura final para o fio quando a lâmpada se acende, vários alunos propuseram a utilização de um termômetro, para fazer a medição da temperatura e pôr um fim à questão. Seguem algumas respostas.

Figura 23 - Resposta de um aluno a questão 1 do questionário II, presencialmente.



A dilatação sofrida pelo fio pode ser medida através da pequena régua fixada no experimento, dessa forma faria a medição da temperatura que o fio atinge com o uso de um termômetro que tenha capacidade de grandes temperaturas e seja preciso

Fonte: Próprio autor (2022).

Muitos alunos, para facilitar a resolução da atividade, propuseram a utilização de termômetros de vários tipos para encontrar a temperatura mais alta que o fio atinge. Para que os alunos não ficassem somente na proposta da utilização de um termômetro, o professor questionou uma forma que chegassem a uma solução sem a utilização dessa ferramenta. Assim, surgiram algumas respostas mais elaboradas e os alunos assumiram um perfil mais investigativo.

Após essa nova proposta de não utilizar termômetros, destacam-se as seguintes respostas, conforme a citada abaixo:

Figura 24 - Resposta de um aluno a questão 1 do questionário II, presencialmente.

Para encontrar a temperatura final que o fio atinge, caso não tivesse termômetros com capacidade para tamanha temperatura, começaria medindo tudo que fosse possível, com um termômetro comum extrairia a temperatura que começou o experimento, a partir daí o próximo passo seria extrair os tamanhos, tamanho do fio quando não está sendo aquecido e o tamanho da fenda e tentar formular alguma maneira de encontrar uma temperatura que pudesse ser compatível a final.

Fonte: Próprio autor (2022).

O aluno, da resposta citada acima, tentou buscar alguma solução através da extração dos dados que o problema apresenta, assim buscando uma solução que satisfaça o problema, ou que se aproxime do cientificamente aceito.

Outro aluno que comentou que utilizaria um termômetro de precisão para encontrar a temperatura final do fio. Ele acabou fazendo um experimento com um clipe de papel aberto, tirando sua medida antes do aquecimento e quando aquecido, marcou as medidas em um pedaço de madeira e fez suas anotações, conforme a imagem registrada pelo professor.

A ação do aluno desenvolvida em casa e trazida no dia seguinte da realização da atividade, para apresentação ao professor e colegas.

Figura 25 - Imagem registrada pelo professor do experimento do aluno.



Fonte: Imagem registrada pelo próprio autor (2022).

Na imagem, após as aulas, ele próprio marcou na madeira, utilizando caneta hidrocor, o tamanho do clipe quando em temperatura ambiente, e posteriormente quando o metal estava quente, realizou a marcação na madeira através de sua alta temperatura, queimando a madeira. É possível notar uma pequena diferença no tamanho do clipe e a marca deixada por ele quando estava aquecido. Quando colocado o clipe ao lado da marcação feita como mostra a figura 26, deixa evidente que a marca deixada pelo clipe quando estava dilatado é maior do que o clipe aberto, posicionados lado a lado.

Figura 26 - Aproximação da imagem.



Fonte: Próprio Autor (2022).

Por conseguinte, é possível observar que a sequência de aulas foi suficiente para que vários alunos compreendessem o conceito de dilatação térmica. O aluno, responsável pelas anotações acima, compreendeu que o tamanho do clipe frio e o tamanho da imagem gravada

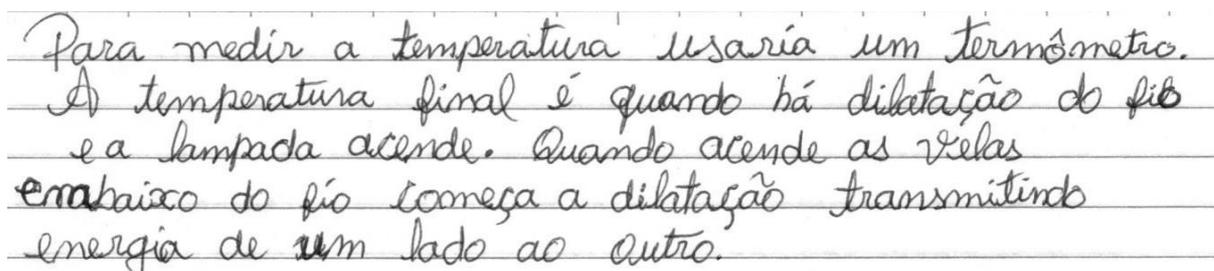
pelo calor na madeira são diferentes. Ele ainda realizou a aferição das marcas e observou os valores de 9,8 cm quando frio e 9,85 cm quando aquecido. É nítido o envolvimento e que foi possível compreender os conceitos iniciais da dilatação.

Carvalho (2018) pontua algumas características do ensino por investigação que vai de encontro com o já detalhado sobre a análise feita pelos alunos. A autora destaca a necessidade de deixar os alunos livres para conseguir construir as ações citadas abaixo:

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: • pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; • falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; • lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; • escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (CARVALHO, 2018).

Foram coletadas também respostas mais simples, apenas demonstrando o grau de compreensão da análise, conforme respondido por um aluno:

Figura 27 – Resposta de aluno a questão 1.



Para medir a temperatura usaria um termômetro. A temperatura final é quando há dilatação do fio e a lampada acende. Quando acende as velas embaixo do fio começa a dilatação transmitindo energia de um lado ao outro.

Fonte: Próprio Autor (2022).

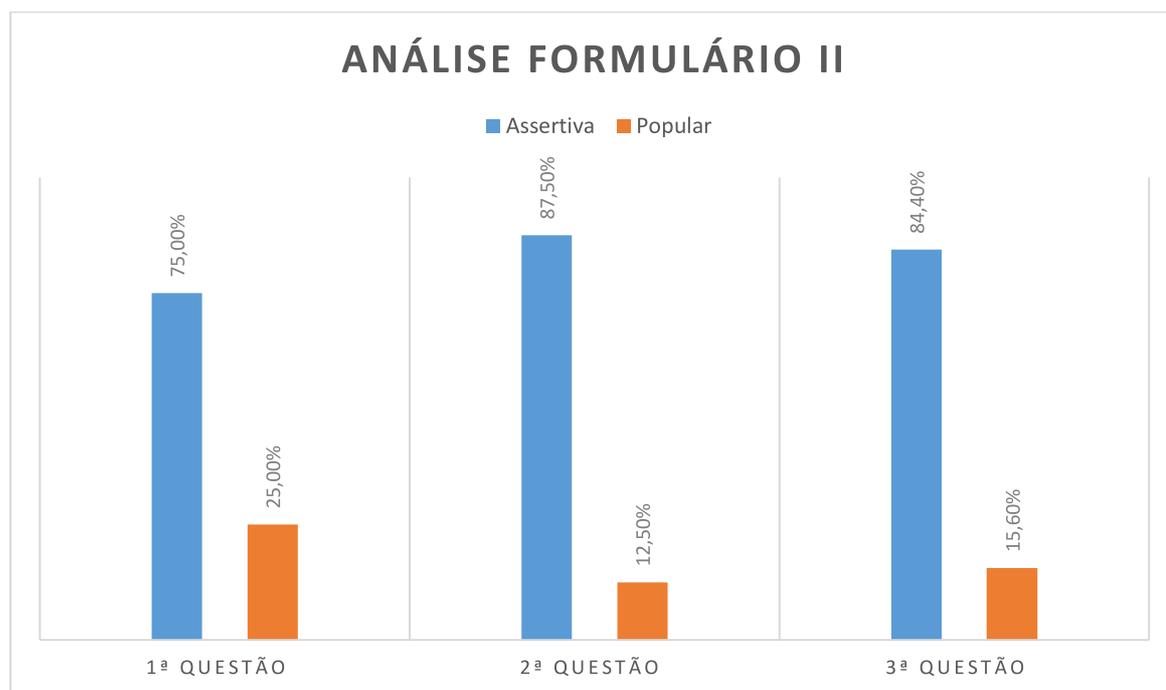
Nessa resposta elaborada por um aluno, é possível observar que o aluno já compreendeu a existência do fenômeno, mas ainda não conseguiu visualizar alguma outra possibilidade de encontrar a temperatura do fio, mas propôs a utilização de um termômetro.

Retomando o caso do aluno que efetuou marcas com o clipe em um pedaço de madeira (figura 25), ele não apenas conseguiu compreender o fenômeno da dilatação, mas estava ávido por compreender como seriam realizados os cálculos para descobrir a temperatura atingida por aquele objeto, e, com todos os dados anotados em seu caderno ele já possuía uma ideia de que iria usar aquelas anotações para chegar a algum resultado. A partir dos dados, já foi possível se aprofundar nas equações da dilatação dando sequência ao ensino. De acordo com Borges (2002):

A ciência, em sua forma final, se apresenta como um sistema de natureza teórica. Contudo, é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e conhecimento teórico.

Fazendo uma análise mais crítica das respostas dos alunos na modalidade presencial também foi esboçado o gráfico que demonstra se os alunos utilizaram de conhecimentos populares ou conhecimentos científicos.

Figura 28 - Gráfico do formulário II aplicado presencialmente.



Fonte: Próprio autor (2022).

Diante dessas análises, comparando os dois resultados, remoto e presencial, os alunos conseguiram ter uma visão dos conceitos científicos. Apesar da aplicação remota ter uma visão dos participantes e não de todos os alunos, já na aplicação presencial foi uma análise geral da turma.

Assim, com relação à primeira questão, pode ser observado no remoto que metade dos alunos conseguiram associar os conceitos científicos ao que estava sendo tratado. Já no presencial, mais da metade dos alunos conseguiram associar os conceitos de dilatação de forma científica.

Observando os resultados da questão 2, no remoto, todos os alunos associaram as respostas a conceitos científicos. Já no presencial uma pequena parte da turma (4 alunos) acabou se distanciando das concepções científicas.

Na questão 3 ficaram bem próximos os resultados analisados tanto para o remoto quanto para o presencial, a grande maioria dos alunos conseguiu compreender os conceitos e associá-los cientificamente.

Os alunos se empenharam bastante no decorrer das aplicações, em específico a presencial, as aulas foram bastante proveitosas, aconteceram diversas discussões nas aulas e aprofundamentos que os próprios alunos foram questionando e desenvolvendo o pensamento crítico, com o direcionamento e orientação do professor, eles tiveram uma participação efetiva e totalmente satisfatória.

Ao final da apresentação da SEI, os alunos perceberam que o conhecimento construído na sala de aula não é meramente para ser usado em provas e vestibulares e não se resume apenas ao meio acadêmico, mas que possuem aplicação prática em eventos e realidades cotidianas e podem contribuir para melhorias nas diversas rotinas individuais.

A importância de compreender fenômenos na forma prática enriquece o ensino e transforma a aula, tornando-a mais atrativa, fazendo com que até mesmo os alunos desinteressados participassem das aulas e das atividades propostas. De fato,

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos. (BRASIL, 2017, p.551)

6.4 QUARTA AULA

Ao final das aulas, conforme planejado, foi realizada uma roda de conversa com intenção de analisar os resultados, e, nesse momento, foi observado que os alunos conseguiram compreender os conceitos do conteúdo e estavam aptos a desvendar problemas relacionados ao tema. “Quando avaliamos o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo”. (Carvalho, 2018)

Na aplicação da SEI, na modalidade remota, é possível apontar diversos pontos que dificultaram o desenvolvimento dos alunos. A presença nas aulas remotas: poucos alunos participaram de todas as aulas, pelo fato da não obrigatoriedade de presença nas aulas síncronas, e pelo material da SEI ter sido utilizado como material complementar sendo assim utilizado apenas para garantia da frequência do aluno. Conforme a orientação da Secretaria, o material

principal já estava pronto para ser disponibilizado a todos os alunos, e o material complementar construído pelo professor, o qual deu espaço para aplicação da SEI, se tratava apenas de um material de apoio ao material oficial (PET - plano de estudo tutorado). Essa sequência de aulas foi disponibilizada aos alunos por várias vias de comunicação (WhatsApp, Conexão Escolar e de forma impressa aos alunos que não possuíam acesso à internet). No entanto, muitos alunos deixaram de participar das atividades, por não conseguirem reproduzir o experimento em casa. Dessa maneira o único contato que tiveram com o experimento foi de forma virtual, assistindo ao vídeo e acompanhando com o professor nas aulas.

A ausência de muitos alunos nos momentos síncronos, ocorreram por diferentes fatores, como a localidade que residiam, ausência de internet, aparelhos não compatíveis para essa participação efetiva, dentre diversos outros fatores que puderam interferir no acesso do aluno ao professor.

Diante das dificuldades enfrentadas, seja pela desmotivação dos alunos de já estar estudando há mais de um ano remotamente, ou pela dificuldade na comunicação instantânea, acabou por tornar o ensino desigual pois não dispunham das ferramentas essenciais: poucos alunos tinham acesso à internet para resolução de tais atividades.

Apesar de toda a contrariedade vivida diariamente no ensino emergencial remoto, os alunos que tiveram condições de acompanhar, de forma assídua, todas as atividades, tiveram um bom aproveitamento. O ensino remoto possui o benefício do tempo para realizar as atividades, pensar de forma crítica no decorrer do processo de elaborar uma solução ajudando assim no desenvolvimento do conhecimento. Além disso destaca-se a facilidade de acesso e comunicação instantânea com o professor, para esclarecimento de dúvidas. Essa comunicação foi ferramenta fundamental para os alunos alavancarem seus conhecimentos.

Quando a SEI foi trabalhada de forma presencial, foi possível visualizar nos olhos dos alunos o interesse maior pela atividade experimental. No decorrer das aulas, a estratégia investigativa proporciona a eles a possibilidade de pensar crítico, e começa a formular ideias do que possa acontecer.

O ensino remoto apesar de ter enfrentado grandes dificuldades ainda conseguiu trazer diversas possibilidades de ensino, possibilidades essas que podem ser construídas com o decorrer do tempo e auxiliar em defasagens deixadas, quando bem estruturada, atendendo ambos os lados sejam do docente ou do discente. Conforme cita Nascimento (2021)

“O legado na pós pandemia, passa pelas ferramentas digitais as quais permitem a utilização das tecnologias com o objetivo de promover a comunicação e o acesso à informação, por meio de dispositivos eletrônicos, como computadores, tablets e smartphones, que haverá por muito tempo a participação do professor como mediador

nesse processo de ensino e aprendizagem por meio das novas tecnologias da informação.” (NASCIMENTO, 2021).

No momento presencial, os alunos puderam participar de forma igualitária, pois todos tiveram as mesmas oportunidades para apreciação das aulas e resolução das atividades, além de dispor do mesmo intervalo de tempo para a sua realização.

Esses alunos demonstraram boa compreensão do conteúdo analisado e conseguiram participar de forma efetiva da validação da sequência didática, demonstrando que os conceitos abordados foram suficientes para concretizar as habilidades da dilatação térmica dos sólidos.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi desenvolvida, aplicada e analisada uma sequência didática de ensino por investigação para abordar o tema da dilatação dos sólidos. Acompanhando a sequência, foi construído também um aparato que permitiu aos estudantes se envolverem de forma investigativa durante os encontros, tanto de forma remota, quanto de forma presencial. Com mais detalhes, os resultados foram os seguintes:

- I. ensinar a dilatação dos sólidos;
- II. desenvolver uma sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos;
- III. aplicar a sequência de ensino investigativa sobre dilatação dos sólidos de forma remota e presencial em turmas de 2ª série;
- IV. comparar os resultados obtidos através da aplicação remota e presencial da sequência de ensino investigativa, fazendo com que fosse possível apresentar dados e informações que contribuem de forma significativa ao campo de estudo do ensino investigativo da dilatação dos sólidos.

Ao longo do trabalho foi possível pontuar resultados distintos em ambas modalidades de ensino, remoto e presencial, como por exemplo, a ausência de uma boa estrutura tecnológica na aplicação de uma sequência didática no ensino remoto e a indiferença da mesma no ensino presencial, pois a tecnologia não interfere na sua aplicação. Dessa forma, conforme apresentado ao longo da pesquisa, é possível reforçar a importância do assunto abordado, visto que o mesmo pode impactar no ensino investigativo, contribuindo para que o aluno consiga construir seu próprio conhecimento. O fenômeno da dilatação de sólidos está presente e visível no cotidiano das pessoas, assim, é possível notar que o tema abordado através do ensino por investigação pode impactar direta ou indiretamente na construção do conhecimento científico pelos alunos através de experimentos investigativos que contribuam para aprendizagem e alfabetização assertiva dos alunos.

Conforme o observado na pesquisa existem algumas diferenças e semelhanças no processo de ensino e aprendizagem de dilatação dos sólidos nas modalidades de ensino remoto e presencial. Sendo assim, podemos destacar com mais intensidade a diferença de acesso que os alunos podem ter ao professor, pois no presencial o professor está presente diariamente e consegue intervir em alguma concepção errônea, já no remoto, alguns alunos não possuem acesso direto ao professor, o que dificulta muito uma atividade de experimentação.

Os conteúdos aqui apresentados estão estruturados para aplicações em diversas modalidades de ensino e também facilmente adaptável para diversas realidades dentro dos conceitos de dilatação térmica dos sólidos e seguindo a estrutura de sequência de ensino investigativo, com a finalidade de aprimorar cada vez mais e tornar a física uma disciplina simples e acessível.

Assim, a SEI desenvolvida sobre dilatação dos sólidos dentro das perspectivas investigativas pode contribuir grandemente para construção de conhecimentos científicos, pois através dela os alunos conseguem desenvolver dentro das concepções abordadas, possibilitando aos alunos uma visão clara através do experimento realizado no decorrer das aulas.

O uso de mais tempo para aplicação da SEI contribuiria bastante para aprimorar as aulas, dando aos alunos a oportunidade de desenvolver seu conhecimento de forma natural, no qual ele próprio tem de ser o protagonista e buscar conhecimentos básicos para consolidação do conteúdo. Infelizmente nem sempre isso é possível dado o tempo restrito que o professor tem para completar uma lista de conteúdo a serem vistos em sala de aula.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. L. M. (2010). Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. (Tese de doutorado). Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal. Recuperado de <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/1854>

BARROS, Fernanda Costa; VIEIRA, Darlene Ana de Paula. OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO NO PERÍODO DE PANDEMIA / THE CHALLENGES OF EDUCATION IN THE PANDEMIC PERIOD. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 826-849, 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-056>.

BATISTA, Renata F. M.; SILVA, Cibelle Celestino. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. Estudos Avançados, [S.L.], v. 32, n. 94, p. 97-110, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0008>.

BELL, Randy L.; SMETANA, Lara; BINNS, Ian. Simplifying inquiry instruction. The science teacher, v. 72, n. 7, p. 30-33, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação; Câmara de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acessado em: 17 set. 2019.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S.L.], p. 765-794, 15 dez. 2018. Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

COLLIER, David. Método comparativo. Revista Uruguaya de Ciencia Política, v. 5, p. 21-46, 1993.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra S/A, 1987. 107 p. Disponível em: http://www.letras.ufmg.br/espanhol/pdf/pedagogia_do_oprimido.pdf. Acesso em: 28 dez. 2022.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GONÇALVES, Bruno; DIAS JÚNIOR, Mário M.; BATALHA, Weverson C.; NASCIMENTO, Gabriel S.; MONTEIRO, Felipe S.; Nova metodologia para aferição da temperatura final de hastes metálicas em um experimento de dilatação térmica linear. Revista Brasileira de Ensino de Física, [S.L.], v. 35, n. 2. jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172013000200009>.

HEWITT, Paul G. Física conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MACHADO, Dinamara Pereira. Educação em tempos de covid-19 [livro eletrônico]: reflexões e narrativas de pais e professores. Curitiba: Editora Dialética e Realidade, 2020. 207 p.

MATA, Alicce Abreu da; SILVA, Ana Carla Ferreira Lana e; BERNARDES, Flávia de Souza; GOMES, Gabriel de Araújo; SILVA, Igor Roriz; MEIRELLES, João Pedro Silva Costa; SOARES, Lara Gomes; GARCIA, Luiz Paulo Cotta; FERREIRA, Maria Beatriz Silva; BERNARDES, Paula de Souza. IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NA SAÚDE MENTAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES: uma revisão integrativa / the impact of covid-19 pandemic on mental health of children and adolescents. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 6901-6917, 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-466>.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. Revista Educação. Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32. 1999.

NASCIMENTO, Otacílio Marcelino do. A Educação na pós pandemia: desafios e legados. Revista Faculdade Famen, [S.L.], v. 2, p. 11-20, 6 jun. 2020. Faculdade Metropolitana Norte Riograndense - Famen. <http://dx.doi.org/10.36470/famen.2021.r2a05>.

NATIVIDADE, Marcio dos Santos et al. Distanciamento social e condições de vida na pandemia COVID-19 em Salvador-Bahia, Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 25, p. 3385-3392, 2020.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. Física, v. 2, n. 4, Rio de Janeiro: LTC, 1984.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da física 2: hidrostática, termologia, óptica. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005. 520 p.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lucia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S.L.], p. 1061-1085, 15 dez. 2018. Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>.

SILVA, Maria José Sousa da; SILVA, Raniele Marques da. Educação e ensino remoto em tempos de pandemia: desafios e desencontros. 2021.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA: princípios e fundamentos. Cadernos da Fucamp, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021. Semestral. Disponível em:

<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336> . Acesso em: 05 set. 2022.

SOUZA, Dominique Guimarães de; MIRANDA, Jean Carlos. DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO REMOTO. Zenodo, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 81-89, 4 nov. 2020. Zenodo. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.4252805>.

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. Educação e Filosofia, [S.L.], v. 31, n. 61, p. 21-44, 30 abr. 2017. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/revedfil.issn.0102-6801.v31n61a2017-p21a44> .

VALENTE, G. S. C.; DE MORAES, É. B.; SANCHEZ, M. C. O.; DE SOUZA, D. F.; Pacheco, M. C. M. D. O ensino remoto frente às exigências do contexto de pandemia: Reflexões sobre a prática docente. Research, Society and Development, v.9, n.9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.815>.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional a seguir apresentado, foi construído e desenvolvido para aplicação em sala de aula será apresentado nesse tópico.

A proposta desse modo de ensino é conseguir fazer com que o aluno possa começar a compreender o contexto científico, conforme cita Carvalho (2013, p. 9) “queremos criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica.”

MNPEF MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA
POLO 24 - UFJF / IF Sudeste-MG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Guttemberg Martins da Silva

Produto educacional

Ensinando dilatação dos sólidos utilizando experimentação

Juiz de Fora
2023

Guttemberg Martins da Silva

Ensinando dilatação dos sólidos por investigação utilizando experimentação

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Ensinando dilatação dos sólidos por investigação utilizando experimentação, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 – UFJF / IF Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):
Dr. Bruno Gonçalves
Dr. Bruno Ferreira Rizzuti

Juiz de Fora
2023

1 APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a), este produto foi construído proveniente de uma dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e nele consta informações necessárias para aplicação.

Trata-se, pois, de uma sequência didática de ensino investigativo para se abordar o tema da dilatação dos sólidos. A sequência foi estruturada para implementação no ensino remoto, mas é facilmente adaptada para o ensino presencial. Abaixo, serão apresentados os seguintes itens:

1.1 - Produto para se estudar a dilatação dos sólidos. O protótipo permite a visualização do efeito de dilatação.

1.2 - Sequência didática desenvolvida para aplicação em sala de aula. Trata-se de uma atividade de investigação, com utilização do produto apresentado.

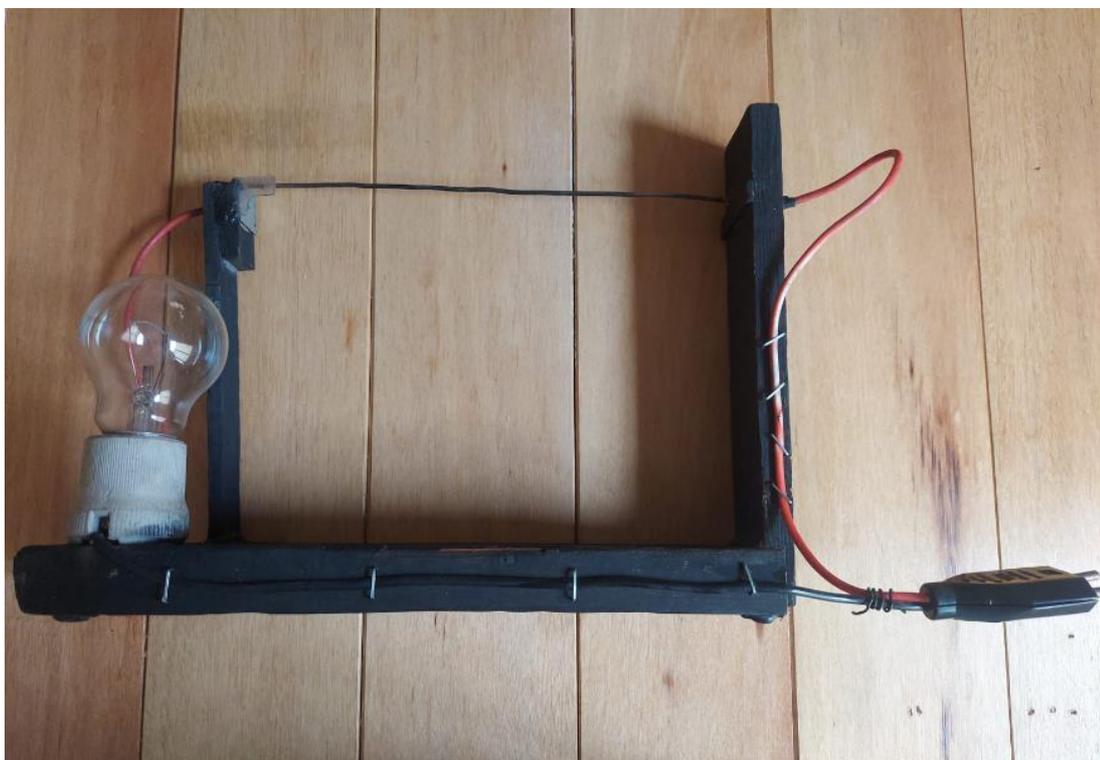
Além destes pontos, é destacado as ferramentas para aplicação da sequência didática de forma remota.

1.1 O PROTÓTIPO

O protótipo construído para sequência didática caracteriza-se por sua facilidade de se adequar as realidades onde se é aplicado e pelo fato de poder ser construído com materiais descartáveis e de baixo custo, de fácil construção e adaptação.

Abaixo, temos a representação do protótipo já construído com pedaços de madeira e fios flexíveis e cabo rígido.

Figura 29 - Imagem do produto desenvolvido.



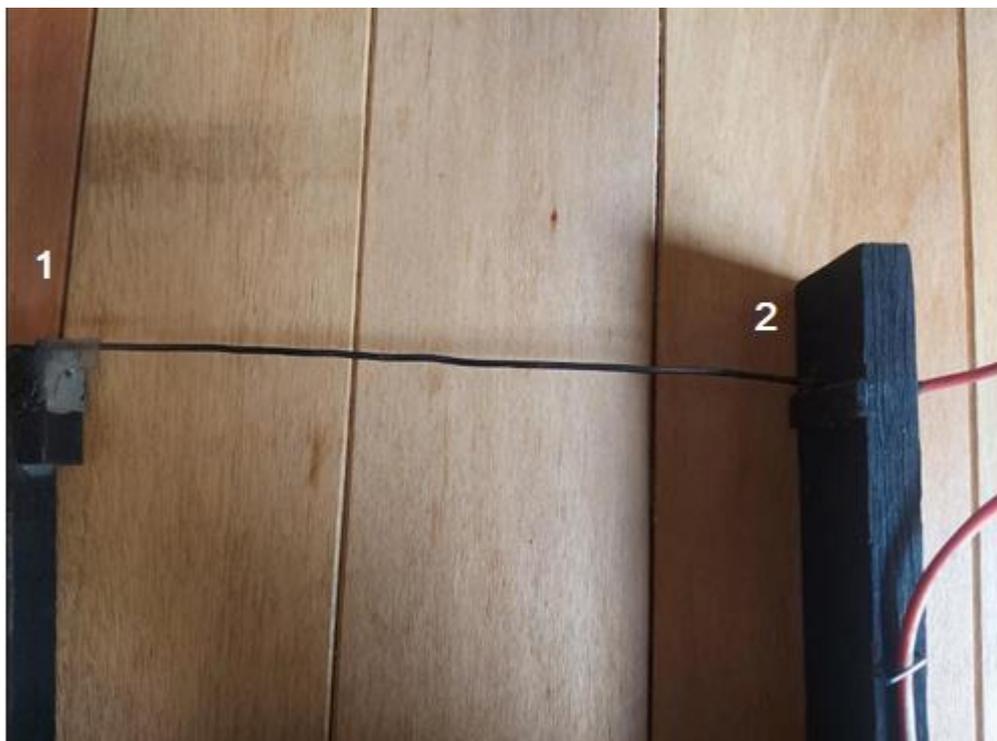
Fonte: Próprio autor (2022).

A figura 29 representa o protótipo com uma visão lateral. O protótipo foi construído com em uma estrutura de madeira pela facilidade de corte e fixação das partes laterais, onde foi fixada duas hastes de madeira, e ao lado um bocal de porcelana.

Nesta imagem podemos ver como foram fixados os fios (cabos flexíveis) na sua parte lateral e presos com grampo de madeira. A lâmpada que foi usada no experimento foi do tipo incandescente, mas pode ser usado outros tipos de lâmpadas como fluorescente e de led. Ao fim foi instalado um “plug macho” para ser ligado a uma extensão elétrica quando for realizar o experimento.

O principal que deve ser considerado é o cabo rígido desencapado fixado entre as duas hastes de madeira onde uma extremidade está ligada ao cabo de cor vermelha para permitir a passagem da energia elétrica conforme a figura 30.

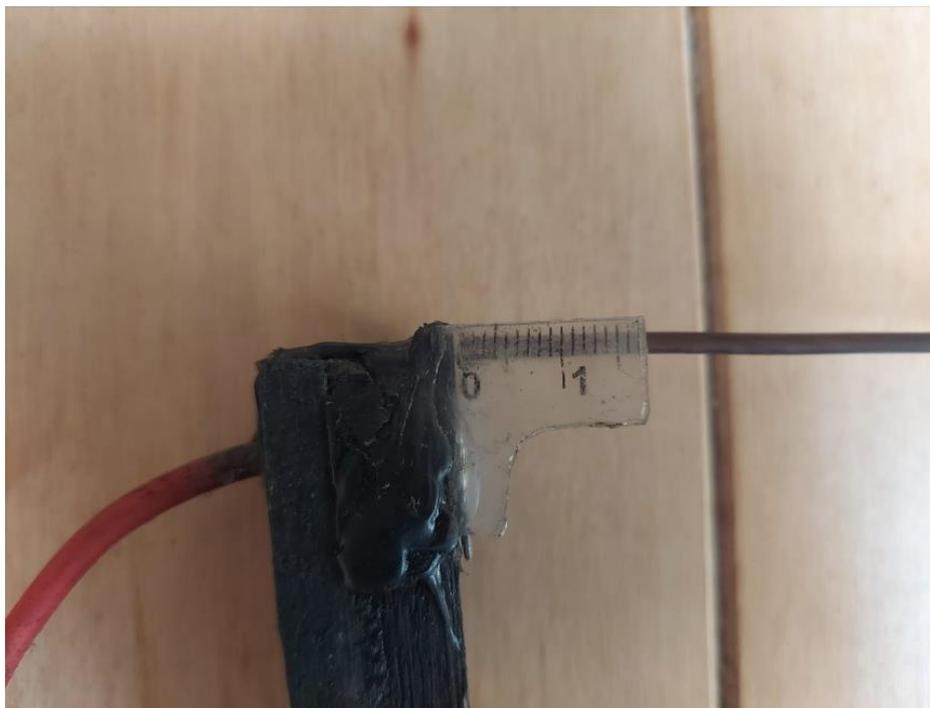
Figura 30 - Representação do cabo rígido fixado.



Fonte: Próprio autor (2022).

Podemos notar que na extremidade 1 foi fixada uma pequena chapa metálica para que se o fio sofrer mudança de local ao ser aquecido, mesmo assim encontre a extremidade para comprovar o fenômeno da dilatação. Essa mesma extremidade (1) está afastada por uma pequena distância. Essa distância foi destinada a dilatação que será submetida ao cabo rígido, conforme a figura 31.

Figura 31 - Representação do espaçamento deixado entre o cabo e a placa metálica.



Fonte: Próprio autor (2022).

Não podemos deixar de notar o pequeno pedaço de régua fixado na haste de madeira, para que seja possível ter um dimensionamento da fenda deixada. Em uma outra imagem tirada da fenda em outro ângulo podemos vê-la com maior precisão e também fica visível o pequeno pedaço de placa colado com cola quente na madeira.

Figura 32 - Fenda deixada pelo cabo rígido.



Fonte: Próprio autor (2022).

1.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Essa sequência didática foi inicialmente elaborada para atender alunos que possuem acesso à internet quando aplicada virtualmente, e também adaptável de maneira fácil para atender turmas presencialmente.

Abaixo está organizado uma sequência resumida da aplicação das 4 aulas. A SD apresentada abaixo atende a diversas modalidades de ensino sendo mais comumente aplicada em ensino médio, conseguindo atender as habilidades necessárias para consolidação do conhecimento de dilatação térmica dos sólidos.

Quadro 1: Descrição da sequência de aulas.

Aplicação da sequência	
Aula	Sequência didática
1 ^a	Aula comentada com exibição de imagens que possa contribuir para a compressão inicial do fenômeno da dilatação. Formulário I de 6 questões conceitos de dilatação. Questões disponível no tópico 1.2.1.
2 ^a	Situações relacionadas a dilatação que temos no dia a dia e dilatação anômala. Apresentação do vídeo do experimento no link. https://www.youtube.com/watch?v=7YVPcMH1yrM Experimento aplicado remotamente em forma de vídeo que pode ser acessado acima e presencialmente realizado com a turma.
3 ^a	Aplicação das questões do formulário II. Questões disponíveis no tópico 1.2.3.
4 ^a	Sintetização dos resultados alcançados em forma de uma roda de conversa.

Fonte: Próprio autor (2022).

A aplicação da sequência didática segue o padrão de 2 semanas com 2 aulas semanais, necessitando de apenas 4 aulas.

1.2.1 Aula 1: Apresentação inicial

No primeiro momento foram realizados alguns comentários breves das aulas realizadas anteriormente sobre escalas termométricas, posteriormente foi apresentado o contexto histórico do século XVIII que explicita o conceito de *calórico* aceito cientificamente na época, era considerado como uma substância que fluía, gerando uma linha do tempo para conseguir compreender a definição atual de calor. Procurou-se também diferir temperatura e calor para nortear e estruturar conceitos básicos que fundamentam o fenômeno da dilatação.

Cada aluno recebeu seu material contendo informações necessárias para a compreensão do assunto, este material foi estruturado em uma sequência de aulas que pretendeu contribuir com uma aprendizagem cada vez mais significativa.

Logo após uma apresentação oral de conceitos históricos, foram abordados alguns conceitos relacionados à dilatação térmica, para familiarização e compreensão do que será

discutido no decorrer das aulas. Foram exibidas algumas imagens que demonstraram com clareza a relação da dilatação com o nosso cotidiano. Comentários e observações foram feitos durante o decorrer da aula, tentando facilitar a construção do conhecimento e transformar a aula em um “*laboratório do mundo*”. A estrutura do pátio de alguns locais e da EEFJW que enfrentam problemas com a dilatação, onde pisos se encontram soltos e se soltando do chão, também apontado como casos particulares da dilatação.

Fotos que contribuem para melhor a compreensão do fenômeno foi apresentada aos discentes, que relatam um contexto fora da escola, mas, bem próximos da nossa realidade, como as juntas em placas de concreto em uma ponte, o alongamento dos fios da rede elétrica observando em horários distintos e os espaçamentos que existem nos trilhos do trem.

Após uma análise crítica das imagens, questões provocativas que foram abordadas de forma a contribuir no aprofundamento dessa etapa, com intenção de conseguir a atenção do aluno e ter uma participação mais ativa desenvolvendo um processo de ensino e aprendizagem mais real. Essas perguntas têm a finalidade de fazer uma reflexão em cima das imagens exibidas disponibilizadas no capítulo de física de dilatação deste trabalho.

As 6 perguntas prévias contidas na SD que foi aplicada nas duas modalidades na primeira aula se encontram abaixo.

- 1- Para que servem os espaços entre as placas de concreto em uma ponte?
- 2- Alguém já reparou que os fios da rede elétrica durante o dia ficam mais baixos e durante a noite ou dias mais frios eles ficam mais altos? Justifique.
- 3 – Para que servem os pequenos vãos entre os trilhos de uma ferrovia?
- 4- Todos os materiais se dilatam na mesma proporção?
- 5- Se não existisse as juntas de dilatação nas pontes e trilhos o que aconteceria?
- 6 - Qual seria a melhor época para construção de uma ponte ou de uma ferrovia?

1.2.2 Aula 2: Abordagem de curiosidades envolvendo a dilatação

No segundo momento da proposta pedagógica, o conteúdo é abordado de forma expositiva, expondo elementos de aulas passadas. Os alunos receberam materiais relacionados a situações que estão presentes no nosso dia a dia, como o caso de aquecermos a tampa metálica de um recipiente de vidro para facilitar sua abertura e o choque térmico causado em produtos com baixo coeficiente de dilatação e baixa condutividade térmica.

Foram apresentados também materiais com comportamento anômalo, isto é, que não obedecem às leis da dilatação como descritas até o momento. E esses materiais possuem uma

particularidade no comportamento quando submetidos a uma variação de temperatura como acontece com a água, que sofre uma variação de volume quando está mudando de fase, em particular do estado sólido para o estado líquido. Por este motivo diversos recipientes que não suportam essa transformação acabam danificando-se. Foi ressaltado que o comportamento da água é exatamente oposto ao usual: ela aumenta o volume, expandindo-se ao congelar, isto é, com a diminuição da temperatura.

1.2.2.1 Apresentação do vídeo/ realização do experimento

A apresentação do vídeo contendo o experimento de dilatação de um fio de cobre foi considerado como o momento chave para o desenvolvimento do processo de investigação.

O experimento consiste em um circuito elétrico, conectado à tomada, que pode acender uma lâmpada. Há, contudo, uma separação entre um dos fios, deixando o circuito aberto. Ao se aquecer um determinado trecho do fio, há dilatação, fechando o contato elétrico. A lâmpada é então acesa. Os detalhes podem ser vistos nas imagens abaixo:

Figura 33 - Detalhe do produto desenvolvido: um fio de cobre é aquecido (a) e ao se expandir, fecha um circuito, acendendo a lâmpada (b).



(a) Fonte: Próprio autor (2022).



(b) Fonte: Próprio autor (2022).

1.2.3 Aula 3: Aplicação do questionário II

Após a concretização de uma estrutura básica do conhecimento do fenômeno em análise, os alunos tiveram contato com a segunda etapa de questionamentos, cuja a intenção foi de despertar nos alunos o interesse investigativo, requerendo maior participação dos mesmos. Nesse formulário II os alunos externalizaram os conhecimentos adquiridos até o momento, e puderam aprofundar de forma prática, analisando as questões e chegando a conclusões individuais de acordo com as habilidades e competências adquiridas até o momento.

As questões que foram trabalhadas na terceira aula:

- 1) Como você faria para determinar a temperatura final do fio em que a lâmpada acende? Planeje um experimento que lhe permita fazer isso. Utilize, por exemplo, um clipe e velas e faça as medidas que julgar necessárias para resolver esse problema. Escreva em seu relatório o procedimento utilizado, os valores das medidas que você fez e o valor encontrado para a temperatura final. (Obs: registre em fotos os objetos utilizados e os procedimentos adotados). Sinta-se convidado a buscar e apresentar situações que possam conter esse fenômeno.
- 2) Com base no experimento em análise, ao mudarmos a posição das velas, é possível que haja interferência no resultado final? Qual outra contribuição seria possível para alcançarmos um melhor resultado e aproveitamento neste mesmo sistema em análise?

3) Se trocarmos o fio de cobre por outro fio de mesmo comprimento, mas de material diferente, isso pode interferir no resultado já observado? Embasando-se na análise do experimento, apresente argumentos que possam comprovar esta situação.

1.2.4 Aula 4: Sintetização e avaliação do aprendizado.

Assim que foi concluída a aplicação dos questionários, iniciou-se a etapa de consolidação do que foi efetivamente aprendido, tanto nas aulas iniciais, quanto no processo de investigação. Para isso, foi feita uma roda de conversa virtual pelo Meet para abordar pontos positivos e negativos dentro do experimento e do questionário. O intuito realizado foi de fazer uma análise apontando pontos de vista que ainda não foram observados pelos alunos a fim de consolidar e finalizar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo. No regime presencial, foi feita uma roda de conversa.

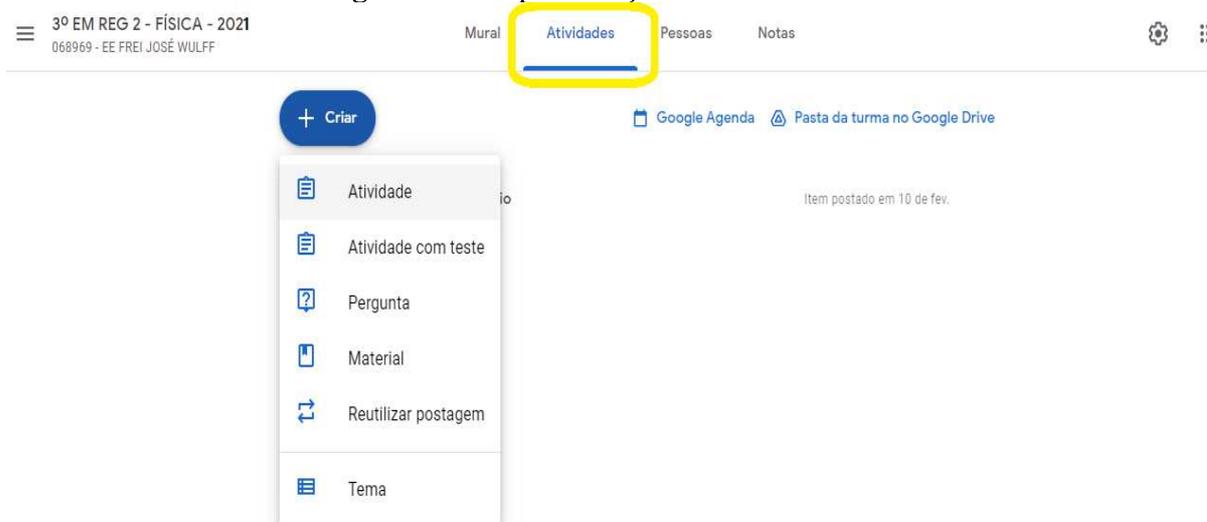
2 FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO DIGITAL

Para a aplicação da sequência didática envolvendo o produto acima descrito, sugere-se a utilização do Google Classroom. Abaixo serão descritas todas as funcionalidades necessárias para implementação da sequência/utilização do produto.

2.1 GOOGLE CLASSROOM

Já estando com a plataforma aberta por algum navegador, o professor deve abrir a turma que disponibilizará a atividade. Com a aba "Atividades" já aberta, como representado na figura 34 abaixo, basta clicar em + criar e posteriormente atividade.

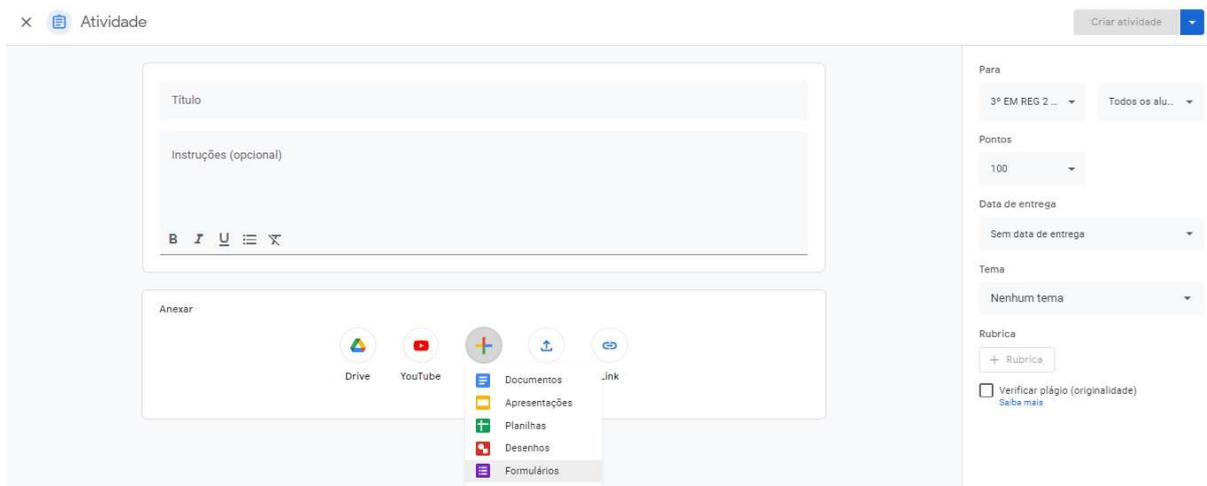
Figura 34 - Representação da aba Atividade.



Fonte: Print tirado do Google Classroom pelo próprio autor (2022).

Ao abrir a próxima tela (Figura 35), o professor deve inserir um título para a atividade e algumas instruções caso seja necessário.

Figura 35 - Representação da tela de criação de atividade.



Fonte: Print tirado do Google Classroom aba atividade pelo próprio autor (2022).

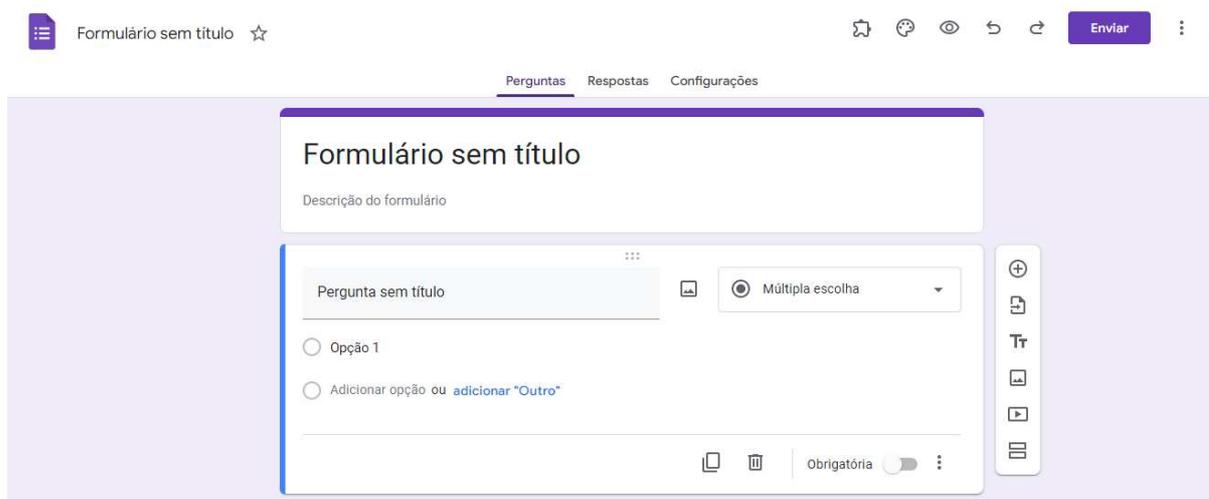
A direita da tela o professor encontra alguns controles da atividade como a turma a qual será disponibilizado, a nota que será atribuída na atividade e data de entrega. Abaixo das descrições deixadas pelo professor para inserir um formulário, basta clicar no botão + e posteriormente clicar em formulário. A partir daí, será gerado um novo formulário onde o professor deverá inserir suas questões para que os alunos possam responder. A criação do formulário será tratada no próximo tópico.

2.2 GOOGLE FORMULÁRIO

Dentro da ferramenta Google Formulários já iniciada, o formulário foi tomando forma da maneira necessária para inserção de respostas discursivas pelos alunos.

A Figura 36 apresenta uma tela da ferramenta Formulário, da Google.

Figura 36 - Representação da tela Google Formulário.



Fonte: Print tirado do Google Formulário pelo próprio autor (2022).

O primeiro formulário elaborado com 6 questões, foi criado de maneira simples, todas as questões foram marcadas como obrigatória, para que os alunos não esquecessem de responder nenhuma delas.

O primeiro passo para responder o formulário é a identificação do aluno pela pergunta, “Nome”, após essa identificação o aluno passa a ter acesso às questões e pode respondê-las. Conforme a figura abaixo, o formulário foi dividido em duas seções. Para criar essa seção basta clicar no ícone contornado abaixo.

Figura 37 - Representação da criação do formulário.

The image shows a Google Forms editor interface. At the top, there are tabs for 'Perguntas', 'Respostas', and 'Configurações'. The main area is divided into two sections. The first section, 'Seção 1 de 2', is titled 'Formulário I' and contains a description: 'Formulário gerado para turma do 2º B da escola Estadual Frei José Wulff. Com finalidade de coletar as respostas dos alunos para a sequência didática de dilatação térmica dos sólidos.' Below this is a question field labeled 'Nome *' with a 'Texto de resposta curta' input type. A navigation bar below the first section says 'Após a seção 1 Continuar para a próxima seção'. The second section, 'Seção 2 de 2', is titled 'Perguntas' and contains the instruction 'Responda as perguntas abaixo.' followed by a question: '1- Para que servem os espaços entre as placas de concreto em uma ponte?'. On the right side, there is a vertical toolbar with icons for adding, deleting, and duplicating questions, and a button labeled 'Adicione seção' which is circled in blue.

Fonte: Print tirado do Google Formulário pelo próprio autor (2022).

O formulário acima representado está pronto para coletar as respostas dos alunos. E será visualizado por quem acessá-lo, conforme representado na figura 38.

Figura 38 - representação do formulário visto por quem for responder.

Formulário I

Formulário gerado para turma do 2º B da escola Estadual Frei José Wulff. Com finalidade de coletar as respostas dos alunos para a sequência didática de dilatação térmica dos sólidos.

(não compartilhado)

[Alternar conta](#)

*Obrigatório

Nome *

Sua resposta

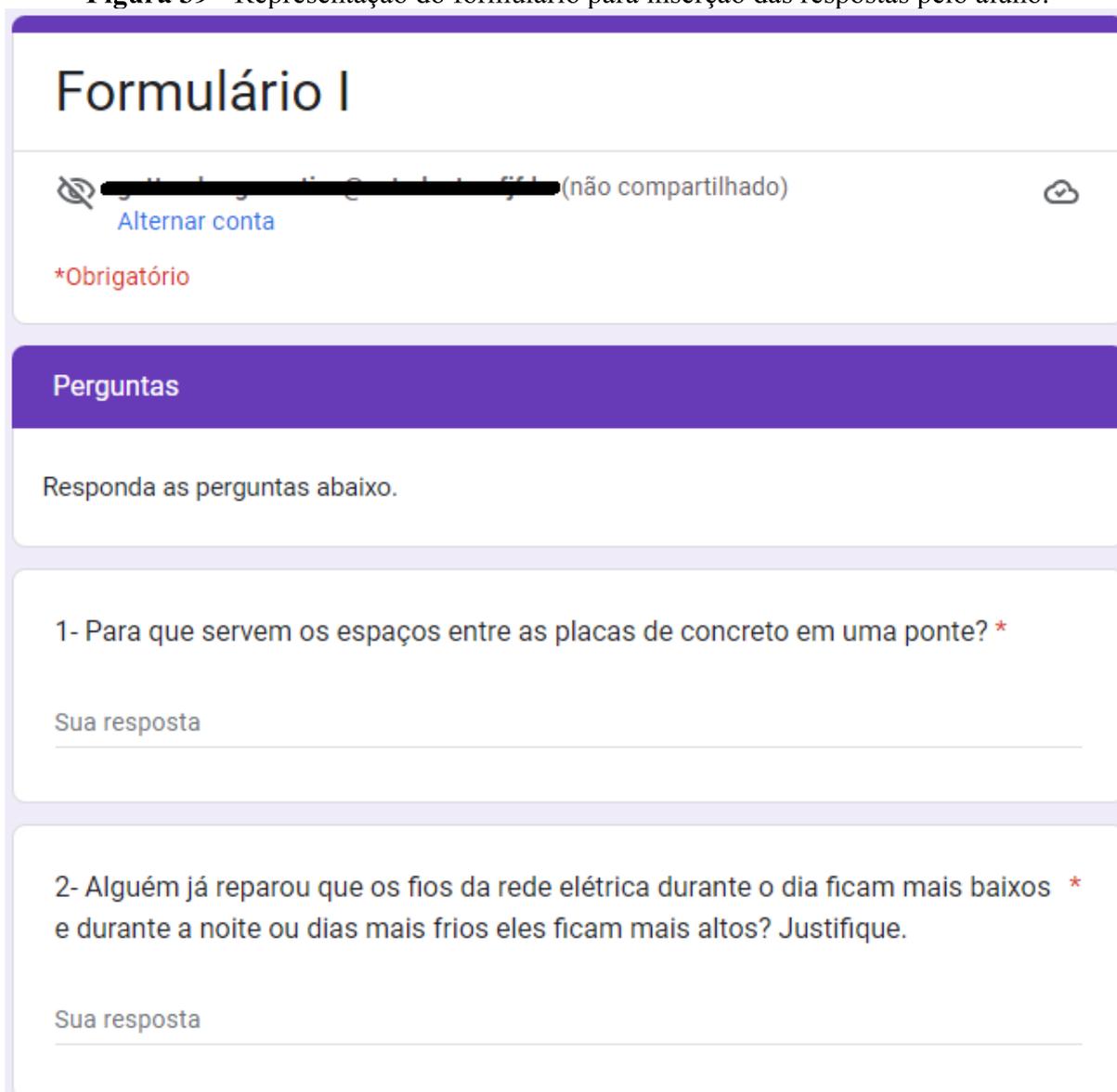
[Próxima](#) [Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Fonte: Print tirado do Google Formulário pelo próprio autor (2022).

Após a inserção do nome o aluno que irá responder às questões, deve-se clicar em próximo, assim ele terá acesso às perguntas e poderá respondê-las responder as perguntas na caixa de texto disponibilizada pela ferramenta, conforme exibido na figura 39 abaixo.

Figura 39 - Representação do formulário para inserção das respostas pelo aluno.



The image shows a screenshot of a Google Form interface. At the top, the title "Formulário I" is displayed in a large, bold font. Below the title, there is a header bar with a lock icon, a redacted email address followed by "(não compartilhado)", and a cloud icon. A blue link "Alternar conta" is visible below the email. A red asterisk and the word "Obrigatório" indicate that the form is mandatory. The main content area is titled "Perguntas" in a purple header. Below this, a instruction reads "Responda as perguntas abaixo." Two questions are listed: "1- Para que servem os espaços entre as placas de concreto em uma ponte? *" and "2- Alguém já reparou que os fios da rede elétrica durante o dia ficam mais baixos * e durante a noite ou dias mais frios eles ficam mais altos? Justifique." Each question is followed by a text input field labeled "Sua resposta".

Formulário I

 [Redacted Email] (não compartilhado) 

[Alternar conta](#)

***Obrigatório**

Perguntas

Responda as perguntas abaixo.

1- Para que servem os espaços entre as placas de concreto em uma ponte? *

Sua resposta

2- Alguém já reparou que os fios da rede elétrica durante o dia ficam mais baixos * e durante a noite ou dias mais frios eles ficam mais altos? Justifique.

Sua resposta

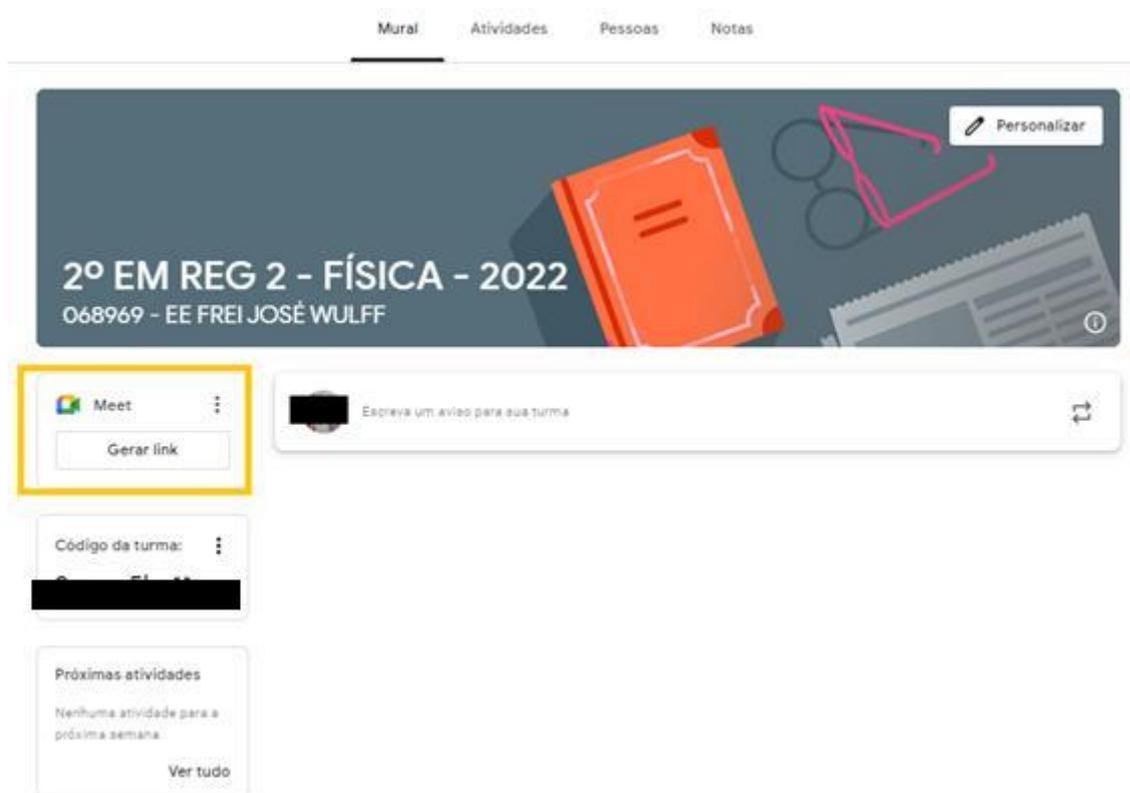
Fonte: Print tirado do Google Formulário pelo próprio autor (2022).

2.3 GOOGLE MEET

As aulas inicialmente eram agendadas pelo Google Meet pelo próprio professor, mais tarde o próprio Classroom já disponibilizou todas as funcionalidades dentro da própria ferramenta que os alunos já faziam uso.

Para acessar atualmente a ferramenta de webconferência dentro do próprio Classroom basta gerar o link no próprio mural conforme destacado abaixo.

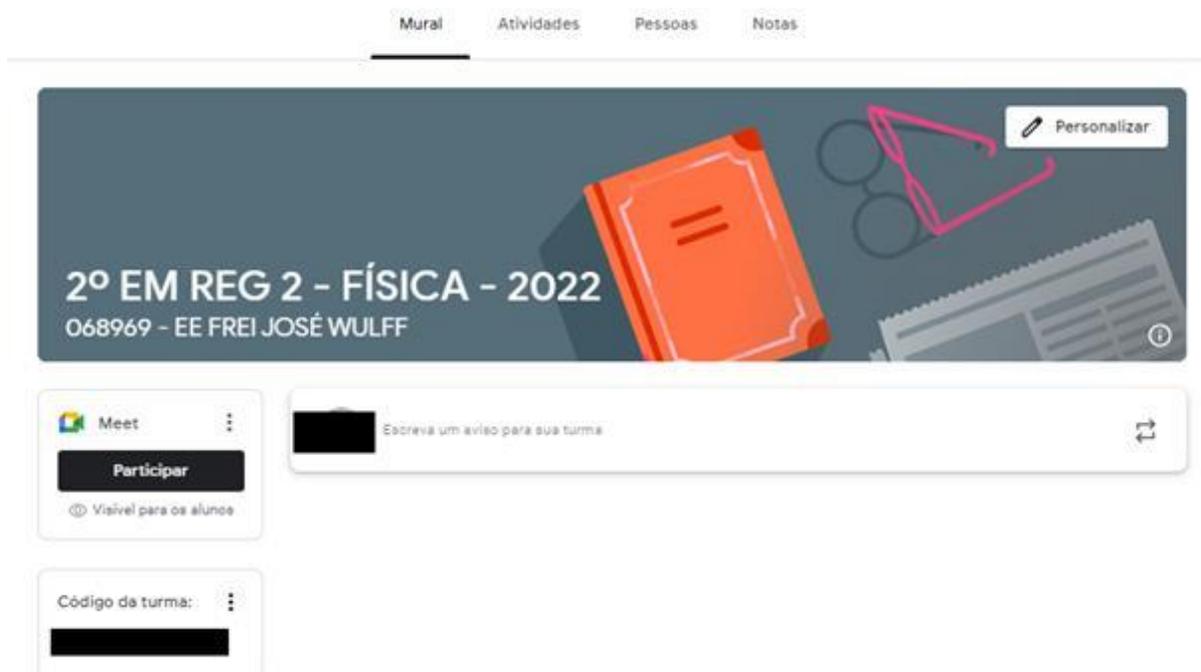
Figura 40 - Representação de como gerar link pelo Classroom.



Fonte: Print tirado de tela do Classroom pelo próprio autor (2022).

Esse processo de gerar link é feito apenas uma vez pelo professor responsável pela turma, logo após, para acessar o link que vai direcionar ao Google Meet basta clicar em acessar conforme destacado na figura 41.

Figura 41 - Representação de como acessar o Meet pelo Classroom.



Fonte: Print tirado de tela do Classroom pelo próprio autor (2022).

Logo após será direcionado para uma aba do Google Meet, basta clicar em participar agora e estará aberto a aula, a partir daí só aguardar os alunos entrarem na sala de aula virtual.

REFERÊNCIAS DO PRODUTO

BRASIL. Ministério da Educação; Câmara de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acessado em: 17 set. 2019.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S.L.], p. 765-794, 15 dez. 2018. Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia.
<http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>