

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ  
CAMPUS MACAPÁ  
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MAYARA DE SOUSA SILVA  
WILLIANS CRISTHIAN BELÉM MOREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS E EXPERIMENTAIS NO  
ENSINO DOS PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

MACAPÁ - AP  
2021

MAYARA DE SOUSA SILVA  
WILLIANS CRISTHIAN BELÉM MOREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS E EXPERIMENTAIS NO  
ENSINO DOS PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso superior de Licenciatura em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, campus Macapá, como requisito avaliativo para obtenção de título de Licenciado (a) em Física.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Ma. Nayara França Alves

MACAPÁ - AP  
2021

Biblioteca Institucional - IFAP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S586u Silva , Mayara de Sousa  
A utilização de recursos tecnológicos e experimentais no ensino dos processos de propagação de calor: uma sequência didática baseada na teoria de aprendizagem significativa / Mayara de Sousa Silva , Willians Cristhian Belém Moreira . - Macapá, 2021.  
124 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Licenciatura em Física, 2021.

Orientadora: Ma. Nayara França Alves .

1. Aprendizagem significativa - teoria. 2. Propagação de calor - ensino. 3. Ensino de química. I. Moreira , Willians Cristhian Belém . I. Alves , Ma. Nayara França , orient. II. Título.

---

MAYARA DE SOUSA SILVA  
WILLIANS CRISTHIAN BELÉM MOREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS E EXPERIMENTAIS NO  
ENSINO DOS PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso superior de  
Licenciatura em Física, do Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Amapá – IFAP, campus Macapá, como  
requisito avaliativo para obtenção de título  
de Licenciado (a) em Física.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Ma. Nayara França  
Alves

BANCA EXAMINADORA

*Argemiro Midonês Bastos*

---

Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Argemiro Midonês Bastos

*Elys da Silva Mendes*

---

Prof.<sup>o</sup> Me. Elys da Silva Mendes

*Leandro R. Souza*

---

Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Leandro Rodrigues de Souza

Aprovado em: 16/04/2021

Nota: 97

Dedicamos este trabalho aos nossos pais: Maria da Graças, João Batista, Rosivane Sousa Belém e João Bento Moreira que sempre buscaram o melhor para nós e a nossa orientadora Prof.<sup>a</sup> Ma. Nayara França Alves que esteve presente desde a elaboração desta pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por nos guiar sempre, por nos fortalecer durante os momentos difíceis que surgiram ao longo desta pesquisa e principalmente por não nos fazer desistir.

Aos meus pais que sempre acreditaram em meus sonhos e me apoiaram, aos meus irmãos que sempre me incentivaram. Agradeço também a Clodoaldo e Vanessa que me acolheram, confiaram e incentivaram a não desistir de meus objetivos.

Aos meus pais Rosivane Sousa Belém e João Bento Moreira, pois reconheço todos os sacrifícios realizados para que eu pudesse chegar até aqui, pelo apoio, incentivo e paciência por parte deles e de familiares.

Agradecemos em especial a nossa querida e amada orientadora Prof.<sup>a</sup> Ma. Nayara França Alves por todo apoio, incentivo, por fazer correções, sugestões que contribuíram significativamente para realização desta pesquisa e por aceitar nos orientar mesmo com todos seus compromissos. Agradecemos ainda por nunca ter nos deixado desistir e por estar presente em momentos felizes de nossas vidas. Por isso, atribuímos a você grande parte dos méritos desta pesquisa.

À Direção, Coordenação de curso e aos nossos professores Argemiro Bastos, Astrogecildo Ubaiara que nos incentivaram a concluir essa caminhada. Às alunas que participaram com interesse e entusiasmos desta pesquisa.

Aos colaboradores Erison Marques e Claudia Caroline que nos ajudaram no desenvolvimento das atividades experimentais.

Aos professores que participaram da banca que muito contribuíram com sugestões, e por aceitarem o convite para participação da banca de defesa de TCC II.

A todos e a todas que contribuíram diretamente e indiretamente para que essa pesquisa se realizasse, com palavras de incentivo e diálogos que nos fizeram trilhar caminhos certos.

## RESUMO

A busca pela implementação de ferramentas metodológicas dinâmicas e diferenciadas que visem os processos de ensino e de aprendizagem está proposta nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN + e na Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Nesse sentido, a presente pesquisa buscou responder à seguinte problemática: Como a aplicação de uma sequência didática (SD) que integra atividades computacionais (AC) e experimentais (AE), voltadas para os processos de propagação de calor, pode contribuir significativamente na aprendizagem das alunas de instituições federais de ensino do Amapá? Nesse contexto, o objetivo geral que embasou esta pesquisa foi identificar quais implicações conceituais significativas surgiram após o uso de uma sequência didática que integra atividades computacionais e experimentais acerca dos processos de propagação de calor com alunas de instituições federais de ensino. Quanto à caracterização, é de natureza aplicada, qualitativa, de ordem cronológica e bibliográfica e para que os objetivos fossem alcançados, seu desenvolvimento ocorreu por meio de metodologia virtualizada devido a pandemia do coronavírus (Covid -19). Nesse sentido, participaram desta pesquisa 10 alunas voluntárias do Estado do Amapá, na cidade de Macapá. Quanto aos procedimentos metodológicos utilizou-se de quatro etapas: construção da sequência didática, sondagem por meio de entrevista semiestruturada com objetivo de verificar os conhecimentos prévios das alunas, adaptação e aplicação da sequência didática composta por cinco encontros, síncronos por meio de videoconferência e assíncronos através de videoaula, desenvolvidas por meio de recursos digitais como *Google Apps: Classroom, Meet e Forms*; e *WhatsApp*. Para a coleta de dados, utilizou-se de mapas conceituais, produção de vídeo e questionário de avaliação sobre os recursos utilizados na pesquisa. Com o desenvolvimento da sequência didática observou-se indícios de aprendizagem significativa, reconciliação integradora e diferenciação progressiva por meio das atividades apresentadas pelas alunas ao final das aulas. Notou-se o entusiasmo e disposição das participantes em comentar sobre seus pontos de vista e questionamentos, assim, demonstrou-se que a SD se tornou um recurso instrucional potencialmente significativo, visto que foi capaz de proporcionar às alunas a interação entre os conhecimentos prévios relevantes, na estrutura cognitiva, e os novos que foram apresentados, obedecendo aos dois fundamentos da aprendizagem significativa proposta por Ausubel. Nesse sentido, após utilizar a SD com a integração

de recursos experimentais reais e virtuais por meio de videoaula e videoconferência, percebeu-se que as alunas participantes reagiram positivamente, principalmente na aula sobre radiação térmica. Dessa forma, evidenciou-se que as atividades computacionais e experimentais quando integradas podem proporcionar uma aprendizagem com significados sobre os processos de propagação de calor e contribuir para a construção dos conhecimentos em Física.

Palavras-Chave: Sequência didática. Atividades computacionais. Atividades experimentais. Aprendizagem significativa. Processos de propagação de calor.

## **ABSTRACT**

The search for the implementation of dynamic and differentiated methodological tools aimed at the teaching and learning processes is proposed in the National Curriculum Parameters - PCN + and the Common National Curricular Base - BNCC. In this sense, this research sought to answer the following problem: How the application of a didactic sequence (DS) that integrates computational activities (CA) and experimental (AE), focused on the processes of heat propagation, can significantly contribute to the learning of students from federal educational institutions of Amapá? In this context, the general objective underlying this research was to identify what significant conceptual implications emerged after the use of a didactic sequence that integrates computational and experimental activities about heat propagation processes with female students from federal educational institutions. As for the characterization, it is of an applied, qualitative, chronological and bibliographic nature, and for the objectives to be achieved, its development occurred through a virtualized methodology due to the coronavirus pandemic (Covid -19). In this sense, 10 volunteer students from the State of Amapá, in the city of Macapá, participated in this research. As for the methodological procedures, four stages were used: construction of the didactic sequence, survey by means of semi-structured interview aiming to verify the students' prior knowledge, adaptation and application of the didactic sequence composed of five meetings, synchronous through videoconference and asynchronous through video lesson, developed through digital resources such as Google Apps: Classroom, Meet and Forms; and WhatsApp. For data collection, concept maps, video production, and an evaluation questionnaire on the resources used in the research were used. With the development of the didactic sequence, signs of significant learning, integrative reconciliation, and progressive differentiation were observed through the activities presented by the students at the end of the classes. It was noted the enthusiasm and willingness of the participants to comment on their views and questions, thus demonstrating that the DS became a potentially significant instructional resource, since it was able to provide students the interaction between relevant prior knowledge, in the cognitive structure, and the new knowledge that was presented, obeying the two foundations of significant learning proposed by Ausubel. In this sense, after using the DS with the integration of real and virtual experimental resources through video and videoconference, it was noticed that the participating students reacted positively,

especially in the lesson on thermal radiation. Thus, it was evident that computer and experimental activities when integrated can provide meaningful learning about the processes of heat propagation and contribute to the construction of knowledge in Physics.

Keywords: Didactic sequence. Computational activities. Experimental activities. Meaningful learning. Heat propagation processes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação termométrica nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin e temperatura dos corpos vermelho e azul.....	23
Figura 2 - Representação da transferência de calor do corpo vermelho para corpo azul até atingirem o equilíbrio térmico.....	24
Figura 3 - Representação experimental sobre condução térmica.....	25
Figura 4 - Representação virtual sobre convecção térmica.....	26
Figura 5 - Representação de uma situação relacionada à radiação.....	27
Figura 6 - Localização do estado do Amapá, Brasil.....	37
Figura 7 - Imagens das AE reais utilizadas durante a intervenção.....	40
Figura 8 - Interface da simulação computacional - Formas de energia e transformações.....	41
Figura 9 - Voluntárias respondendo à entrevista semiestruturada.....	43
Figura 10 - Infográfico sobre os encontros da SD.....	44
Figura 11 - Imagens das entrevistas.....	49
Figura 12 - Respostas da Questão 1 pelos participantes P1M, P2M, P1S, P2S e P3S.....	49
Figura 13 - Respostas da Questão 2.....	50
Figura 14 - Respostas das participantes acerca da Questão 3.....	51
Figura 15 - Respostas da Questão 5.....	52
Figura 16 - Perguntas relacionadas às ferramentas da pesquisa e respostas das alunas P1M; P2M; P1S; P2S e P3S.....	53
Figura 17 - Terceira pergunta: Inclusão de AE e AC voltadas para o ensino de Física.....	54
Figura 18 - Interface da sala no <i>Google Classroom</i> com aulas, materiais e orientações para a construção de mapas conceituais.....	56
Figura 19 - Atividade experimental real sobre convecção.....	57
Figura 20 - Mapa conceitual da aluna P1S.....	58
Figura 21 - Mapa conceitual elaborado pelo participante P1M.....	59
Figura 22 - Mapa conceitual elaborado pela participante P2S.....	60
Figura 23 - Mapa conceitual elaborado pela participante P3S.....	61
Figura 24 - Aula 4: radiação térmica.....	63
Figura 25 - <i>Print</i> de trechos do vídeo apresentado pela aluna P1M.....	64

Figura 26 - <i>Print</i> de trechos do vídeo da aluna P2M.....	65
Figura 27 - Interações entre alunas e pesquisadores pelo <i>chat</i> durante a aula.....	67
Figura 28 - <i>Print</i> de trechos do vídeo da aluna P2S.....	68
Figura 29 - Parte inicial do Questionário <i>online</i> de Avaliação dos Recursos da Pesquisa.....	70
Figura 30 - Primeira questão sobre a AC no questionário estruturado.....	70
Figura 31 - Respostas das participantes para a questão 1.....	71
Figura 32 - Questão 2 do questionário estruturado.....	72
Figura 33 - Respostas à questão 2.....	72
Figura 34 - Questão 3 do questionário estruturado.....	74
Figura 35 - Respostas à questão 3.....	74
Figura 36 - Questão 4 do questionário estruturado.....	75
Figura 37 - Questão 5 do questionário estruturado.....	78
Figura 38 - Respostas à questão 5.....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - cronograma de desenvolvimento das atividades- data, atividade e local...	45
Quadro 2 - Percepções das alunas voluntárias.....	75
Quadro 3 - Percepções dos pesquisadores sobre a SD com integração de atividades experimentais reais e virtuais.....	77

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	18
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	21
<b>3.1</b>	<b>A Teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel</b> .....	21
<b>3.2</b>	<b>Processos de propagação de calor: condução, convecção e radiação</b> ....	23
<b>3.3</b>	<b>Sequência didática</b> .....	27
<b>3.4</b>	<b>Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física</b> .....	29
3.4.1	Atividades Experimentais .....	29
3.4.2	Atividades Computacionais .....	31
<b>3.5</b>	<b>Integração de atividades computacionais e experimentais</b> .....	34
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	36
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa</b> .....	36
<b>4.2</b>	<b>Organização da pesquisa e procedimentos</b> .....	38
4.2.1	Construção da SD .....	39
4.2.2	Sondagem .....	42
4.2.3	Adaptação da SD .....	43
4.2.4	Aplicação da SD .....	44
<b>5</b>	<b>CRONOGRAMA</b> .....	46
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	47
<b>6.1</b>	<b>Análise dos dados obtidos na entrevista</b> .....	47
6.1.1	Perguntas sobre AC e AE .....	53
<b>6.2.</b>	<b>Análise dos mapas conceituais</b> .....	56
<b>6.3</b>	<b>Análise dos vídeos elaborados pelas participantes</b> .....	62
<b>6.4</b>	<b>Análise do questionário estruturado de avaliação dos recursos da pesquisa</b> .....	69
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	80
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	82
	<b>ANEXO A – MODELO PARA CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	86
	<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA SONDAEM</b> .....	87
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS RECURSOS UTILIZADOS NA PESQUISA</b> .....	89
	<b>APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	90

**APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.123**

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela implementação de ferramentas metodológicas dinâmicas e diferenciadas que visem os processos de ensino e de aprendizagem está proposta nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN + e na Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Estes documentos justificam através de seus objetivos as aprendizagens essenciais a serem trabalhadas nas escolas brasileiras perante às mudanças ocorridas ao longo do processo educacional e devem-se ajustar à realidade local (BNCC, 2017).

Nesse sentido, é válido mencionar o ensino de Física e suas implicações, pois por meio dos conhecimentos apresentados aos alunos nessa componente curricular, os educandos podem elaborar modelos e criar novas tecnologias, porém, a maneira como está sendo apresentada, mostra-se desarticulada, utilizando-se de fórmulas e conceitos sem relacionar a realidade vivida por eles, ocasionando uma aprendizagem vazia de significados (PCN, 2000).

Mediante a isto, apresentar possibilidades que visem propor aprendizagem com significados e discutir qual Física se deve apresentar aos educandos são primordiais para a formação destes. Porém, “sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso” (PCN, 2000, p.23)

Nesse viés, Moro (2015) menciona que esse ensino não pode ligar-se somente ao treino repetitivos de exercícios, portanto a autora explica que se faz necessário buscar metodologias que possam associar teoria e prática.

Deste modo, buscou-se analisar a integração das atividades experimentais reais e virtuais, através de uma sequência didática para explicar os processos de propagação de calor: condução, ocorrendo em corpos sólidos, convecção em fluidos e radiação por meio de ondas eletromagnéticas. Tendo que essas formas de transferência de calor ocorrem devido a diferença de temperatura entre os sistemas envolvidos.

Nessa vertente, o uso das tecnologias vem se mostrando como um novo paradigma perante a sociedade. Para tanto, essa ferramenta é capaz de “produzir novas formas de produção de saberes e conhecimentos, portanto, o computador (ou *notebook*) é hoje um elemento presente no dia a dia escolar, seja em sala de aula, seja na elaboração de tarefas” (LOPES, 2014, p.167).

Ainda neste contexto, a fim de contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem quanto ao conteúdo de propagação de calor, utilizando-se da integração dos recursos reais e virtuais, essa pesquisa foi fundamentada na teoria de Aprendizagem Significativa, por recepção, de Ausubel a qual é mencionada por Moreira (2011, p. 33) como “aquela em que o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento a ser aprendido em sua forma final”, no entanto, é importante frisar que o aprendiz não é um sujeito passivo nessa forma de aprendizagem, pois este participa por meio da interação entre os envolvidos, alunos e professor, e necessita relacionar interativamente os novos conhecimentos recebidos aos que ele já possui.

Por meio desta pesquisa, buscou-se responder a seguinte problemática: Como a aplicação de uma sequência didática (SD) que integra atividades computacionais (AC) e experimentais (AE), voltadas para os processos de propagação de calor, pode contribuir significativamente na aprendizagem das alunas de instituições federais de ensino do Amapá?

Para responder esse questionamento, partiu-se das seguintes hipóteses: a) A execução da SD é capaz de favorecer um ambiente propício à ocorrência de aprendizagem significativa; b) A integração de AC e AE auxilia os alunos na melhor compreensão do conteúdo e c) A utilização da SD com a integração de AC e AE pode auxiliar os professores no processo de ensino e na aprendizagem de Física.

O objetivo geral que embasou esta pesquisa foi identificar quais implicações conceituais significativas surgiram após o uso de uma sequência didática que integra atividades computacionais e experimentais acerca dos processos de propagação de calor com alunas de instituições federais de ensino.

A fim de alcançá-lo necessitou-se cumprir os seguintes objetivos específicos: a) Elaborar e aplicar uma sequência didática constituída da integração de recursos computacionais e experimentais, que propicie a aprendizagem significativa; b) Identificar possíveis indícios de aprendizagem significativa através de mapas conceituais e vídeos como instrumentos avaliativos; c) Verificar através de questionário *online* as percepções das participantes sobre a utilização dos recursos da SD.

Quanto à caracterização, esta pesquisa é de natureza aplicada, qualitativa, de ordem cronológica e bibliográfica e para que os objetivos sejam alcançados, seu desenvolvimento sofreu modificações resultantes da suspensão das aulas presenciais devido à eclosão da pandemia do coronavírus (Covid-19).

Nesse contexto, para que as atividades desta pesquisa fossem desenvolvidas, estratégias foram implementadas no contexto educacional e adotadas pela instituição dos pesquisadores devido a pandemia, uma delas foi o ensino remoto no caráter emergencial (ERE) que conforme Leal (2020) ocorre com a utilização de recursos digitais no processo de ensino e aprendizagem, no momento em que professores e alunos encontram-se distantes. Dentre estes, destacam-se as vídeo e audioconferências, apresentação em *slides* e a posterior disponibilização destes materiais.

Nesse sentido, sua aplicação teve como público alvo 10 alunas voluntárias do Estado do Amapá, na cidade de Macapá, desenvolvendo-se em quatro etapas, por meio de recursos digitais como *Google Apps* e *WhatsApp*, as quais são: construção da sequência didática, sondagem, adaptação e aplicação da sequência didática composta de cinco encontros, síncronos e assíncronos.

Para Alves (2018, p. 16) “é imperioso o estudo de ferramentas que ofereçam possibilidades para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem em Física” neste sentido, espera-se que esta pesquisa possa contribuir para o desenvolvimento de novos estudos no ensino de Física por meio da proposta de sequência produzida no desenvolvimento desta pesquisa.

## 2 JUSTIFICATIVA

Considerando o contexto educacional, sabe-se que as aulas em sua maioria estão atreladas à prática de memorização dos conteúdos, fazendo com que o desenvolvimento de habilidades para reflexão crítica e autocrítica dos conhecimentos que se aprende, seja centrada nos professores, determinando assim o quê e como deve ser aprendido (LIMA, 2018; MOREIRA, 2011).

Nesse sentido, o ensino tradicional se dá pela transmissão de conhecimento por meio da narração expositiva aos alunos, que são vistos como ouvintes, cuja função exclusiva é a recepção passiva, armazenamento arbitrário e reprodução literal do conhecimento, quando solicitado em atividades avaliativas, e que na maioria das vezes não possui significado depois da realização destas e por isso é esquecido, pois a aprendizagem foi mecânica (MOREIRA, 2011; FREIRE, 1987).

Moreira (2011) comenta sobre a aprendizagem com significados, baseando-se na teoria de aprendizagem proposta por David Ausubel. Neste contexto, temos que este tipo de aprendizagem ocorre quando uma nova ideia apresentada por recepção ou descoberta interage com os conhecimentos prévios relevantes presente na estrutura cognitiva do aluno, de forma não arbitrária e substantiva.

Além disso, existem os inúmeros desafios que os docentes enfrentam para promover uma aprendizagem repleta de significados, dentre estes está o contraste existente entre o perfil atual dos alunos e o modelo de ensino. Perante a isto, deve-se considerar que os alunos de hoje não são como os de antigamente, muitos não vêm interesse nas aulas ditas tradicionais devido às vastas ferramentas interativas que são atrativas para esse público e que promovem à comunicação e entretenimento, como o *Facebook*, *Instagram* e *WhatsApp*, as redes sociais instaladas devido ao avanço tecnológico (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016).

Além disso, com a pandemia do coronavírus (Covid-19) que teve início no ano de 2020, medidas sanitárias foram adotadas, como o isolamento e o distanciamento social para que não houvesse a proliferação do vírus. E para não interromper o ano letivo, este que não poderia ser presencial, foi implementado nas escolas o ensino remoto emergencial (ERE) como forma de suavizar os impactos negativos no ensino. Dessa forma, tornou-se inviável o ensino presencial, logo, houve o desencadeamento de várias questões, dentre elas, como tornar o ensino mais atrativo e significativo perante a nova realidade.

Com esse cenário, a instituição de ensino dos pesquisadores adotou o ERE, mencionado na resolução do conselho superior (CONSUP, 2020):

Art. 3º As atividades de Ensino Remotas Emergenciais correspondem àquelas desenvolvidas e acompanhadas pelos docentes, mediadas ou não por tecnologias digitais de informação e comunicação, com a participação dos estudantes, considerando o distanciamento social em função do estado de emergência de saúde pública de importância internacional decorrente da Covid-19. Art. 4º O Ensino Remoto Emergencial é alternativa que visa ofertar os conteúdos curriculares essenciais, previstos nos Projetos Políticos Pedagógicos (PPC), contextualizando-os com a situação atual, além de trabalhar os temas transversais e desenvolver atividades inter/multidisciplinares, oportunizando à equipe pedagógica e aos coordenadores de curso manterem contato com os estudantes e incentivá-los a permanecer nos estudos (Resolução 64 CONSUP/RE/ IFAP, 2020, p. 3 e 4).

Considerando os artigos 3º e 4º mencionados anteriormente, adaptou-se a metodologia desta pesquisa para ensino virtualizado com público de dez voluntárias, utilizando-se das tecnologias em prol da aprendizagem. Assim, fazendo-se uso das atividades experimentais reais (AE) construídas com materiais de baixo custo integradas às virtuais (AC) como simulação computacional do projeto *PhET Colorado*, *WhatsApp* e *Google Apps*, como o *Google: Classroom*, *Meet* e *Forms*, em uma sequência didática, como recurso instrucional capaz de desenvolver conteúdo proposto nesta pesquisa.

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017, p.15) destaca a possibilidade de elaborar propostas que possam ser ajustadas conforme a realidade dos alunos:

No Brasil, um país caracterizado pela autonomia dos entes federados, acentuada diversidade cultural e profundas desigualdades sociais, os sistemas e redes de ensino devem construir currículos, e as escolas precisam elaborar propostas pedagógicas que considerem as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes, assim como suas identidades linguísticas, étnicas e culturais.

Moro (2015, p.15) diz que “as atividades experimentais podem ser uma estratégia para o professor em suas aulas. Mais do que um fenômeno curioso para ser observado e admirado”, elas proporcionam a participação dos alunos ativamente dependendo do que se ensina e quando integradas às AC, de acordo com Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p. 988) “pode ser uma possibilidade de transição de um modelo de

ensino transmissivo, baseado em cópias e centrado na atividade do professor, para a construção de formas alternativas de ensinar Física”.

Corroborando a ideia de Alves (2018) sobre a necessidade de implementar mecanismos capazes de suavizar déficits nos processos de ensino e aprendizagem, como recurso voltado para esse visão, destaca-se a sequência didática que conforme Zabala (1998) é um conjunto ordenado de atividades em que os fins e meios são conhecidos pelos alunos e professor, assim, ela proporciona verificar o desenvolvimento dos alunos perante ao que se pretende ensinar.

Portanto, buscou-se a construção e aplicação de uma sequência didática como material potencialmente significativo baseado no primeiro fundamento da teoria de aprendizagem proposta por Ausubel para desenvolver o conteúdo de processos pelos quais o calor pode se propagar: condução, convecção e radiação térmica.

Para isso, utilizou-se como recursos instrucionais os aplicativos disponíveis pelo *Google Apps*, videoaulas com explicações voltadas para os conceitos referentes ao conteúdo e exemplificações relacionadas com o cotidiano das alunas voluntárias, atividades experimentais reais e virtuais e atividades avaliativas diferenciadas que possibilitam a expressão criativa das ideias presentes na estrutura cognitiva das alunas.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A base teórica desta pesquisa está organizada em subcapítulos, os quais estão ordenados da seguinte maneira: a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (TAS), Processos de Propagação de Calor, Sequência Didática (SD), Atividades Computacionais (AC) e experimentais (AE), e a integração das AC e AE.

#### **3.1 A Teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel**

Neste capítulo, abordaremos alguns dos principais conceitos referentes à TAS contemplando os pensamentos de Ausubel e para isso, escolheu-se a abordagem descrita na visão de Moreira (2011).

A TAS refere-se à aprendizagem significativa (AS), que na visão de Moreira (2011), é aquela na qual uma nova ideia ou um novo conhecimento apresentado interage de forma genérica e abstrata com um conhecimento específico presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Este conhecimento, já existente, foi chamado de subsunçor, o qual corresponde àquilo que o indivíduo já sabe.

Ainda segundo o autor, a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre os conhecimentos prévios e os novos, em que os novos conhecimentos são significados e os prévios ressignificados, adquirindo maior estabilidade na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2011).

Esta aprendizagem ocorre por meio de dois processos simultâneos, o de diferenciação progressiva, em que o subsunçor é diferenciado progressivamente, refinando seu significado e tornando-se mais inclusivo a cada interação, e o de reconciliação integradora, no qual são eliminadas as diferenças aparentes entre os significados diferenciados para que sejam integrados, ou seja, reconciliados (MOREIRA, 2011).

Como exemplo, pode-se considerar um aluno do ensino médio que esteja cursando Física. Para este é apresentado inicialmente o processo de propagação de calor por condução térmica, dessa forma, considera-se essa ideia como subsunçor inicial. No decorrer das aulas, os outros processos serão apresentados, significados e diferenciados a partir do subsunçor inicial o qual por diferenciação progressiva terá seu significado refinado, tornando-se mais inclusivo.

No entanto, além dessa distinção, há um outro processo simultâneo acontecendo, a reconciliação integradora, por meio dela ele será capaz de verificar as semelhanças e diferenças entre significados com intuito de os reconciliar, podendo construir um novo subsunçor mais abrangente - processos de propagação de calor.

Esses processos são descritos por Ausubel (2003) como diferenciação progressiva a qual corresponde a assimilação sequencial de significados devido às sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, com objetivo de fornecer melhor ancoragem, e reconciliação integradora que realiza uma exploração de relações com intuito de identificar aparentes semelhanças e diferenças entre significados, com o objetivo de integrá-los.

Para a ocorrência de uma aprendizagem significativa é necessário o cumprimento de duas condições, que segundo Moreira (2011), são: 1ª) utilização de um material potencialmente significativo para o aluno e 2ª) disposição do aluno para aprender. Ou seja, o material deve proporcionar a possibilidade do aluno relacionar os novos conhecimentos aos que ele já sabe, os conhecimentos prévios, os subsunçores.

Dessa forma, Moreira (2011) destaca que não tem aula significativa, nem livro significativo, o que pode haver é um material potencialmente significativo, pois o significado está nas pessoas. Mas para isso ocorrer, é necessário desenvolver um material que tenha fins voltados para o ensino e aprendizagem pautados na aprendizagem significativa.

Nesse viés, destaca-se a aprendizagem por recepção mencionada por Moreira (2011, p. 33) como “aquela em que o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento a ser aprendido em sua forma final”, no entanto, não pode-se dizer que ela é semelhante a aprendizagem mecânica (tradicional) onde o professor é o principal sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem, pelo contrário, nesse tipo de aprendizagem por recepção, o aluno participa ativamente no processo mediado pelo professor e os objetivos são conhecidos por ambos.

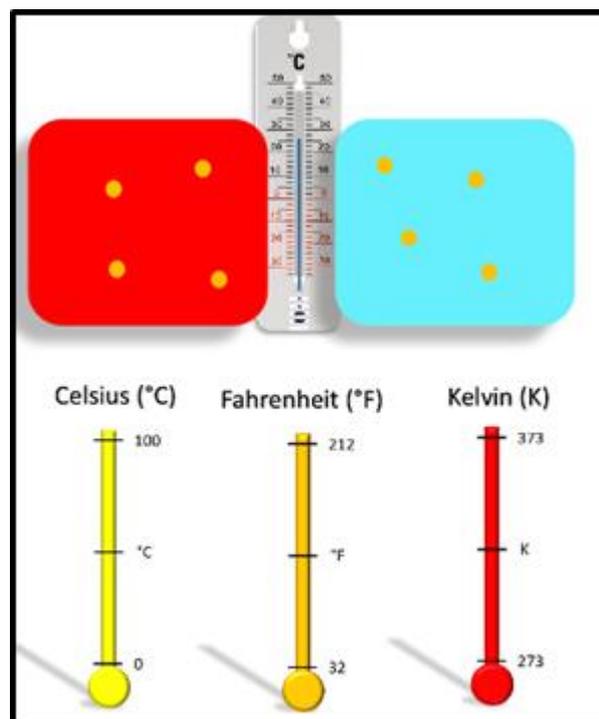
Diante do exposto, utilizou-se a TAS, por recepção, para o ensino e aprendizagem dos processos de propagação de calor, visto que esta teoria é a que mais se adequa aos objetivos propostos nesta pesquisa e ao cenário atual da educação que está sendo desenvolvida através do ERE, devido a pandemia da Covid-19.

### 3.2 Processos de propagação de calor: condução, convecção e radiação

Os processos de propagação de calor correspondem às formas como o calor pode ser propagado de um corpo para outro, podendo ser por condução, convecção e radiação térmica. Antes de apresentar esses processos, é necessário entender dois conceitos fundamentais para a Termologia que são: temperatura e calor.

Na Física, a temperatura é a grandeza física que corresponde ao grau de agitação média de partículas, átomos ou moléculas; ou seja, a energia cinética média destas, como afirmam Martini *et al.*, (2016), Halliday e Resnick (2016) e Moro (2015). Esta grandeza é medida por meio de termômetros, que podem estar graduados em três escalas principais: Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) ou Kelvin (K). A Figura 1 representa a relação da temperatura e as escalas termométricas.

Figura 1 - Representação termométrica nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin e temperatura dos corpos vermelho e azul.

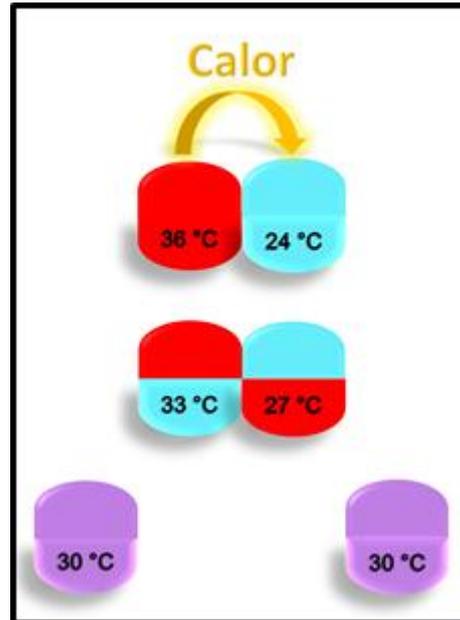


Fonte: Dos autores, 2021.

Enquanto o calor pode ser entendido como a energia, na modalidade térmica, que é transferida de uma região de maior temperatura para outra de menor temperatura. Estas regiões podem estar num mesmo corpo ou em corpos diferentes. Essa transferência ocorre devido a existência de uma diferença de temperatura entre

essas regiões, até atingirem a mesma temperatura, o equilíbrio térmico, como propõem Martini *et al.*, (2016) e Halliday e Resnick (2016). A Figura 2 representa como essa transferência ocorre.

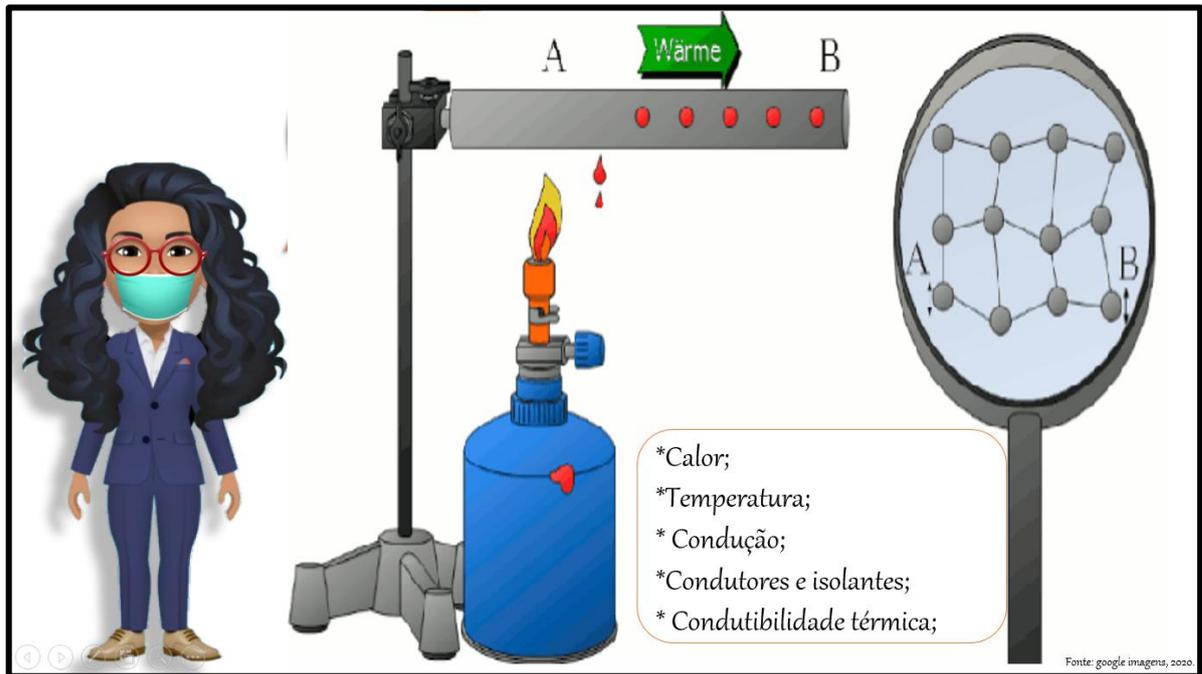
Figura 2 - Representação da transferência de calor do corpo vermelho para corpo azul até atingirem o equilíbrio térmico.



Fonte: Dos autores, 2021.

Diante do exposto, segue-se para os processos de propagação de calor, os quais, segundo Martini *et al.*, (2016) e Halliday e Resnick (2016), são: condução, no qual o calor é transmitido progressivamente, molécula por molécula, por meio da agitação térmica destas, como ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Representação experimental sobre condução térmica.



Fonte: Dos autores, 2021.

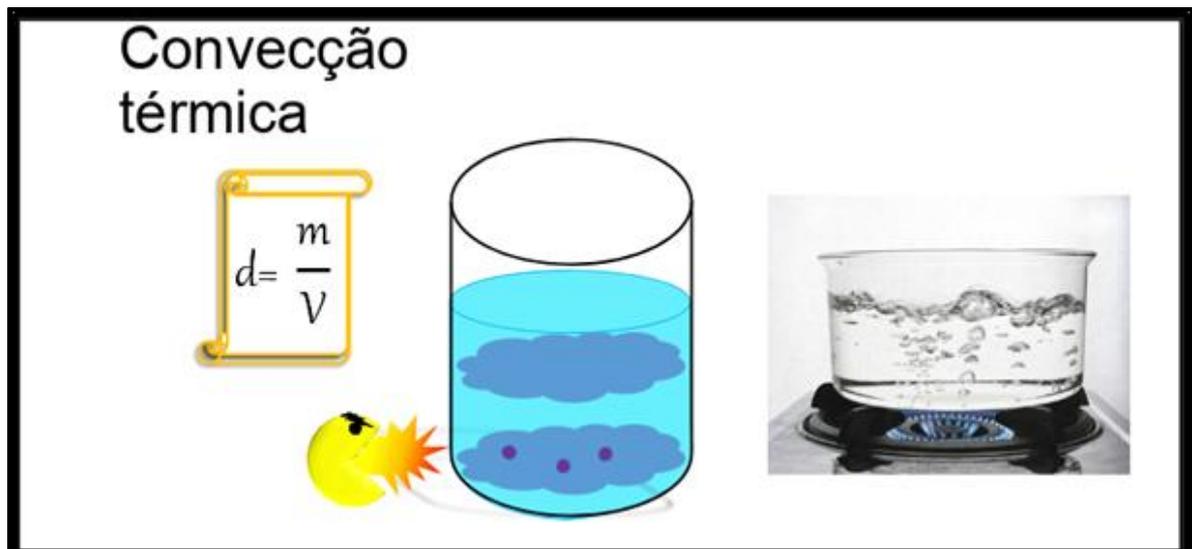
Como se pode observar na Figura 3, o calor está se propagando, transmitido do ponto A ao B, de molécula para molécula fazendo com que estas fiquem agitadas devido ao fornecimento de calor.

Para ocorrer a condução térmica, é necessário um meio material no qual o calor se propaga, assim, deve-se considerar a existência de partículas que transportem energia. Esse processo ocorre principalmente em corpos sólidos (MARTINI *et al.*, 2016).

Quando se fala em condução térmica, vale destacar que os materiais pelos quais a calor irá se propagar podem ser classificados como condutores térmicos, geralmente metais, e isolantes térmicos como a madeira e o ar, isto é, de acordo com a condutibilidade térmica de cada um, a qual corresponde a capacidade do material conduzir calor.

De acordo com Martini *et al* (2016) a convecção é caracterizada pelo transporte de matéria de um sistema ou região e acontece em fluidos nos quais o movimento de matéria ocorre devido a diferença de densidade. A medida que o calor é transferido de uma região do líquido com menor densidade para outra de maior densidade, são formadas as correntes de convecção como observa-se na ilustração a seguir.

Figura 4 - Representação virtual sobre convecção térmica.



Fonte: Dos autores, 2021.

Dessa forma, a densidade está relacionada matematicamente com a razão entre a massa do fluido e seu volume e quando este é submetido a certas intensidades de energia térmica fica sujeito a expansão ou compressão, por isso haverá mudança no volume do fluido e conseqüentemente na densidade, pois são grandezas inversamente proporcionais.

Na Figura 4, o líquido do recipiente é aquecido pela chama do personagem, denominado pelos pesquisadores como fogueiro, por condução térmica. Nota-se que o líquido por sua vez aquece mais rápido na parte inferior do recipiente, diferentemente da superfície, por esta razão, na parte inferior a densidade será menor, logo o líquido tende a se deslocar na vertical para cima, dando início a formação das correntes de convecção.

E conceituando a radiação, este, segundo Martini *et al* (2016), é o processo no qual o calor é propagado por meio das ondas eletromagnéticas, como exemplo temos o sol que irradia calor até o planeta Terra, aquecendo-o. Esse processo pode ocorrer no vácuo e em meios materiais, transportando unicamente energia.

Figura 5 - Representação de uma situação relacionada à radiação.



Fonte: Dos autores, 2021.

Na Figura 5, nota-se que por meio da radiação térmica o calor proveniente do Sol se propagou através de ondas eletromagnéticas até o rapaz, mesmo estando distantes. Outro exemplo, é quando nos aquecemos por meio de fogueiras, estas que são comumente construídas durante o mês de junho no Brasil, nas festas juninas. Através da aproximação, possivelmente iremos sentir os efeitos de uma certa quantidade de radiação, ondas de calor proveniente dessa fogueira e isso faz com que o corpo fique aquecido.

### 3.3 Sequência didática

Embora a Sequência Didática (SD) seja discutida por professores, ela ainda é confundida com um plano de aula devido às semelhanças. Pois assim como a SD, o plano de aula tem como objetivo a descrição das etapas de uma aula e o que deverá ser ensinado. No entanto, a SD vai além disso, engloba diversas propostas que podem ser desenvolvidas no contexto educacional e permite a avaliação das etapas que estão sendo desenvolvidas, ou seja, o professor poderá retornar e modificar os objetivos dependendo da necessidade e estes são conhecidos pelo professor e alunos.

Com isso, a Sequência Didática segundo Zabala (1998, p. 18) “é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Dessa maneira, a SD é uma sequência lógica de atividades que ao serem desenvolvidas em aula atingirão objetivos específicos.

No entanto, é preciso verificar como a SD se encaixa no cronograma da escola para não comprometer o desenvolvimento da disciplina em destaque, nesse caso, em Física. Ademais podemos implementar que são etapas contínuas, um conjunto de atividades ordenadas que visam o ensino de um determinado assunto.

Com isso, engajar essa metodologia em sala de aula pode ser uma sugestão de uma ação pedagógica, pois ao adotar uma SD o docente poderá retornar a todo momento as atividades organizadas, intervir para haver melhorias no ensino e na aprendizagem. Assim, o aluno terá mais oportunidades para expressar, refletir e conceituar o que se ensina, tornando-se sujeito ativo nesse processo (LIMA, 2018).

Nessa vertente, a SD poderá conter atividades que englobam a investigação de um determinado fenômeno físico, já que as atividades pertencentes a essa metodologia proporcionam a interatividade, assim, os alunos têm a oportunidade de responder seus porquês através da investigação (LIMA, 2018).

Com isso, para desenvolver uma SD Zabala (1998), propõe algumas características que a compõem e estas devem ser consideradas no processo de sua construção e em seu desenvolvimento. Abaixo destacam-se essas características, abordadas através de afirmativas.

Reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema e os pontos de interesse de pesquisa; Constituir atividades que sejam significativas funcionalmente para as crianças, com ampliação também de seus conhecimentos científicos; Constituir-se adequada ao perfil da turma, a seu contexto e aos interesses da faixa etária; Possuir desafios alcançáveis aos alunos, contribuindo para que avancem na elaboração de conhecimentos sobre o tema e com mediações provocativas da reflexão, permeadas de perguntas, e não de respostas prontas; Promover a atividade mental por meio da experiência sensória da criança, fazendo com que ela seja capaz de estabelecer relações com seu cotidiano; Ser motivadora da interação com os recursos tecnológicos; Favorecer novas aprendizagens contribuindo para a competência de aprender a aprender (ZABALA, 1998, p. 63 e 64).

Sob esta visão, pode-se destacar que essas características estão interligadas ao que Moreira propõe na TAS, sendo assim, buscou-se na proposta da pesquisa a integração de atividades computacionais e experimentais através de uma SD com

propósito de identificar as implicações promovidas na aprendizagem das alunas voluntárias.

### **3.4 Atividades experimentais e computacionais no ensino de Física**

Neste capítulo, aborda-se sobre atividades experimentais reais e virtuais por meio de simulações computacionais as quais, inicialmente, são apresentadas dissociadas para posteriormente abordá-las integradas no ensino de Física.

#### **3.4.1 Atividades Experimentais**

No processo investigativo, a Física desde que denominada como Ciência, se propôs a desvendar os segredos do universo. No entanto, para que ela se concretize é necessário a intervenção humana, com os seus diversos questionamentos e emoções que perpassam a razão. Nesse viés, através do ensino de Física são impostos diversos questionamentos, com o propósito de despertar a criticidade dos educandos por meio do saber científico e suas relações cotidianas, não limitando-se a matematização (ALVES, 2018).

Desse modo, nas últimas décadas buscou-se utilizar métodos que frisassem melhorias acerca dos processos de ensino e de aprendizagem. Assim, "em muitos desses estudos, a realização de experimentos em laboratório, ou fora desse ambiente, tem sido apresentada como uma maneira de se colaborar efetivamente para esse propósito" (CARLOS *et al*, 2009. p. 2).

Nesse sentido, deve-se considerar a atividade experimental (AE) de cunho investigativo e demonstrativo como maneira de intervenção e proposta para determinadas problemáticas que surgem através da teoria em questão, como necessidade de comprová-las. Porém, percebe-se que nas escolas, o pensamento crítico e a experimentação estão se distanciando devido a fragmentação das componentes e o exagero de informações presentes nos currículos escolares (BATISTA; FUSINATO; BLINI, 2009).

Nesse viés, as atividades de demonstração, segundo Gaspar (2015, p. 228), no ambiente escolar "pode referir-se a qualquer apresentação realizada em sala de aula, não vinculada ao uso do quadro-negro, como por exemplo, a exibição de um filme ou de um *slide*, cuja atividade pode ser considerada pedagogicamente válida".

Seguindo as ideias do autor citado anteriormente, as atividades experimentais demonstrativas são designadas devido às possibilidades apresentadas para conceituar e explicar, fundamentando-se em modelos Físicos, nas quais a abordagem qualitativa se apresenta com destaque (GASPAR, 2015). Corroborando essa linha de raciocínio Alves (2018) complementa:

Considerando-se que por meio da manipulação de objetos concretos a participação dos alunos é mais provável, sob a perspectiva de resolver situações problemas, pois apenas com a apresentação dos assuntos e por meio da imaginação na maioria das vezes o pensamento não casa com o fenômeno real (ALVES, 2018, p.35).

Portanto, para que o aluno possa vivenciar a essência da AE é necessário proporcionar a participação ativa deste, deixando um espaço para que ele possa observar, coletar resultados, confrontá-los com aquilo que ele já sabe, refazer a experimentação, levantar hipóteses e tentar comprová-las, como afirma Moro (2015). Dessa forma, o professor será o mediador nesse processo, incentivando a participação ativa dos alunos e não o único detentor do conhecimento, assim, a atividade experimental caracteriza-se como investigativa

Embora haja a investigação, em aspectos didáticos, surge a necessidade de aprimoramento no que destacamos como atividades experimentais, em especial no ensino de Física, visto que estas são destacadas em sua maioria como investigativas, no entanto não são tratadas como tal, dessa forma, tem-se que:

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acríica e problemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART; MARCONDES, 2008, p. 1).

Quando tratada com pouca análise e focada na matematização, a atividade experimental perde o sentido de tornar o aluno um investigador, sem a dinâmica e interação com o resultado obtido. Considerando o aspecto anterior, interpretar o resultado de um processo experimental, mesmo que seja formular hipóteses e explicar, quando não interpretada corretamente, perde-se então o momento em que a Física venha a desenvolver um papel importante na aprendizagem, não apenas

centralizando-se em uma receita a seguir, mas agregando novas aprendizagens para os alunos.

De acordo com Pereira e Moreira (2017) que versam sobre a atividade experimental, pode-se notar que:

O termo “experimental”, apesar de não conduzir necessariamente ao trabalho laboratorial, diz respeito a uma atividade que envolve controle e manipulação de variáveis, mesmo que em diferentes níveis. Em resumo, uma atividade de trabalho experimental não implica necessariamente o trabalho laboratorial e vice-versa certas atividades de trabalho prático podem assumir características de trabalho experimental (PEREIRA; MOREIRA, 2017 p. 268).

Portanto, as atividades experimentais podem ser consideradas como um trabalho prático que não requer necessariamente um laboratório com equipamentos sofisticados para que possa ser desenvolvido. Assim, deve-se estimular a participação dos alunos por meio dessas atividades, instigando-os, pois estes constroem conhecimentos observando a execução do experimento, nas ideias propostas e nas relações com os demais alunos, sempre recorrendo às ideias já existentes na sua estrutura cognitiva (ALVES, 2018).

Dessa forma, a presente pesquisa fez uso das atividades experimentais. No entanto, devido às modificações na metodologia da pesquisa e por medidas de segurança, as AE foram manuseadas pelos pesquisadores e gravadas em vídeo e posteriormente realizadas concomitantemente nas aulas realizadas por meio de videoconferência acerca dos conteúdos de condução e convecção térmica, caracterizando-se como demonstrativas e investigativas na aula de radiação térmica, pois não se limitaram ao manuseio ou seguir um roteiro, mas na apresentação dos fenômenos físicos de forma a priorizar uma abordagem qualitativa como afirma Gaspar (2015).

#### 3.4.2 Atividades Computacionais

Com o avanço tecnológico e sua implementação em diversas esferas da sociedade, é perceptível o impacto causado por esses recursos, devido a facilidade com que se tem acesso à informações e comunicação. Nesse sentido, é habitual observarmos pessoas desfrutando de ferramentas que antes eram utilizadas por uma

pequena porção da sociedade como *smartphones* e computadores com acesso à *internet* (TESTONI; PAULA; PREVOT, 2014).

Alves (2018) comenta sobre a invasão desses recursos digitais no contexto escolar e que com o decorrer dos anos se destacam com mais facilidade devido suas relevâncias em pesquisas educacionais. Corroborando esta ideia, através do uso de computadores, foi possível inserir nas aulas as simulações computacionais para demonstrar o que não era visível com a AE ou com a utilização somente de quadro e pincel. Do ponto de vista de Pastorio e Sauerwein (2015):

Assim sendo, acredita-se que, se essas tecnologias forem incorporadas nas nossas escolas atuais, podem proporcionar um ambiente de aprendizado que condiz com a sociedade na qual o aluno está inserido. Os estudantes que hoje adentram as salas têm acesso a muitas ferramentas que podem ser úteis ao professor em sua aula. Os avanços tecnológicos devem ser incorporados, pois o professor tem em mãos uma quantidade de novos recursos ao seu dispor, como variedade de textos, figuras, animações, sons, jogos, aplicativos interativos, simulações computacionais, que podem tornar a aula mais dinâmica e interativa, proporcionando um processo de ensino-aprendizagem (PASTORIO; SAUERWEIN, 2015, p. 2).

Nesse contexto, utilizar o computador como ferramenta de ensino, em especial no de Física, não limita-se a imaginar como tal fenômeno ensinado poderia ser. Dessa forma, quando o professor se apropria dessa ferramenta, ele pode transformar sua aula em um local de compartilhamento de ideias, experiências e questionamentos que antes não eram pertinentes (MORO, 2015).

Ademais, “é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade” (PCN, 2000, p.23).

Para tanto, é válido ressaltar que de um lado temos o avanço tecnológico e como outra vertente, os professores que não são familiarizados com essa ferramenta e não acompanham igualmente esse processo de evolução (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012), por outro lado, se as dificuldades cessarem e “o docente conseguir incentivar a produção coletiva, a presença do computador em sala pode ser usada para que o aluno contribua com a aula e compartilhe informações em tempo real com os colegas” (LOPES, 2014, p. 165).

Por isso, para o desenvolvimento do conteúdo, optou-se por utilizar a simulação computacional Formas de energia e transformações<sup>1</sup> que está disponível em *PhET Interactives Simulations*. O *PhET* é um projeto da Universidade do Colorado e surgiu como uma proposta para melhorar a maneira como a ciência é ensinada e aprendida. Com isso, Arantes, Miranda e Studart (2010) destacam que:

O PhET, um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula [3]. Esse uso pode tomar várias formas: aulas expositivas, atividades em grupo, tarefas para casa, entre outras (ARANTES, MIRANDA; STUDART, 2010, p. 27).

As simulações do *PhET* são disponíveis gratuitamente para computadores e *smartphones* e podem ser baixadas ou utilizadas diretamente no site *online*. Dessa maneira, além das simulações que fazem parte das AC, existe hoje uma variada gama de excelentes plataformas educacionais desenvolvidas para *web* e dispositivos móveis como: *Teleduc*, *Moodle*, *Aulanet*, entre outros; que ajudam no trabalho diário dos professores.

Dessa forma, as simulações computacionais são divididas em dois grupos, que conforme Macêdo, Dieckman e Andrade (2012) são: interativas nas quais é possível manipular as variáveis para melhor exploração e não interativas em que não é possível alterá-las, por isso, são geralmente utilizadas para demonstrar um determinado acontecimento, sem a possibilidade de alteração deste.

Ainda, segundo os autores, deve-se considerar que essa ferramenta não pode ser substituída por atividades concretas, mas pode ser mediada pelo docente, pois “a modelagem computacional possui um papel importante, contribuindo para sanar parte da deficiência que os alunos possuem em Matemática e Física, melhorando, assim, a sua aprendizagem” (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p. 573).

Portanto, utilizou-se a simulação computacional interativa como recurso facilitador, mediado pelos pesquisadores desta investigação. Dessa forma, por meio da manipulação desse recurso, foi possível explicar como ocorrem os processos de propagação de calor. Ademais, utilizar a simulação e integrar com as atividades

---

<sup>1</sup> Simulação computacional Formas de energia e transformações. [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html)

experimentais pode ser um recurso capaz de oportunizar um ambiente de ensino propenso a aprendizagem significativa.

### **3.5 Integração de atividades computacionais e experimentais**

No ensino de Física, atividades como trabalhos em grupos, utilização de recursos experimentais reais e virtuais e desenvolvimento de pesquisa são implementados para explicar, coletar dados e promover discussões sobre determinado assunto. Assim, “os recursos didáticos mais comuns no ensino de ciências no Brasil são aulas expositivas, lousa e giz. Simulação computacional e atividades experimentais, na maioria das escolas, são raras” (MENDES; COSTA; SOUSA, 2012, p. 1).

No entanto, Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p. 1005) que versam sobre a integração de AC e AE comentam que “as atividades experimentais, reais e virtuais são uma possibilidade para envolver os alunos e motivá-los, bem como, uma alternativa para sair das aulas tradicionais centradas em quadro, giz e livros”, então nota-se que elas podem ser estratégias que visam amenizar os déficits no ensino de Física.

Ademais, há a possibilidade de utilizar os recursos tecnológicos pois “o computador pode emular o comportamento de fenômenos físicos com rapidez e facilidade impressionantes, dentro de certo grau de precisão e limite de velocidade” (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2012, p. 7).

Nesse sentido, a integração de determinadas atividades pode ser definida como a união de elementos semelhantes ou não, com o propósito de se obter melhores resultados que, em contrapartida, não seriam possíveis de serem alcançados quando separados. Por isso, ao utilizar uma atividade experimental ou computacional, uma delas pode não ser capaz de cessar dúvidas relacionadas ao conteúdo.

No entanto, a integração visa suavizar e incrementar o que não é possível por um desses recursos, pois podem complementar um ao outro e assim as desvantagens podem ser reduzidas.

Dessa forma, o que se propôs nesta pesquisa foi utilizar essas atividades integradas, pois para Moro, Neide e Rehfeldt (2016, p. 1005) “espera-se que as atividades experimentais integradas com as simulações computacionais passem a

fazer parte do cotidiano da sala de aula, em instituições de diferentes esferas, proporcionando ao estudante uma nova forma de aprender” ademais, com a inclusão desses recursos no processo educacional, espera-se que a aprendizagem não se restrinja a mecanização, mas que a partir deles, com a mediação do professor, o aluno possa agregar novas aprendizagens repletas de significados.

## 4 METODOLOGIA

Este capítulo trata da caracterização da pesquisa, seu delineamento e organização metodológica. Também é apresentado o local em que foram desenvolvidas as atividades experimentais reais e virtuais através das simulações utilizadas durante a intervenção pedagógica.

### 4.1 Caracterização da pesquisa

Com base na problemática e nos objetivos desta pesquisa, foi proposto a construção de uma sequência didática com aplicação para 10 alunas voluntárias do ensino médio e superior que foram convidadas por meio do aplicativo de mensagens *WhatsApp*, os quais residem no estado do Amapá-AP, cidade de Macapá.

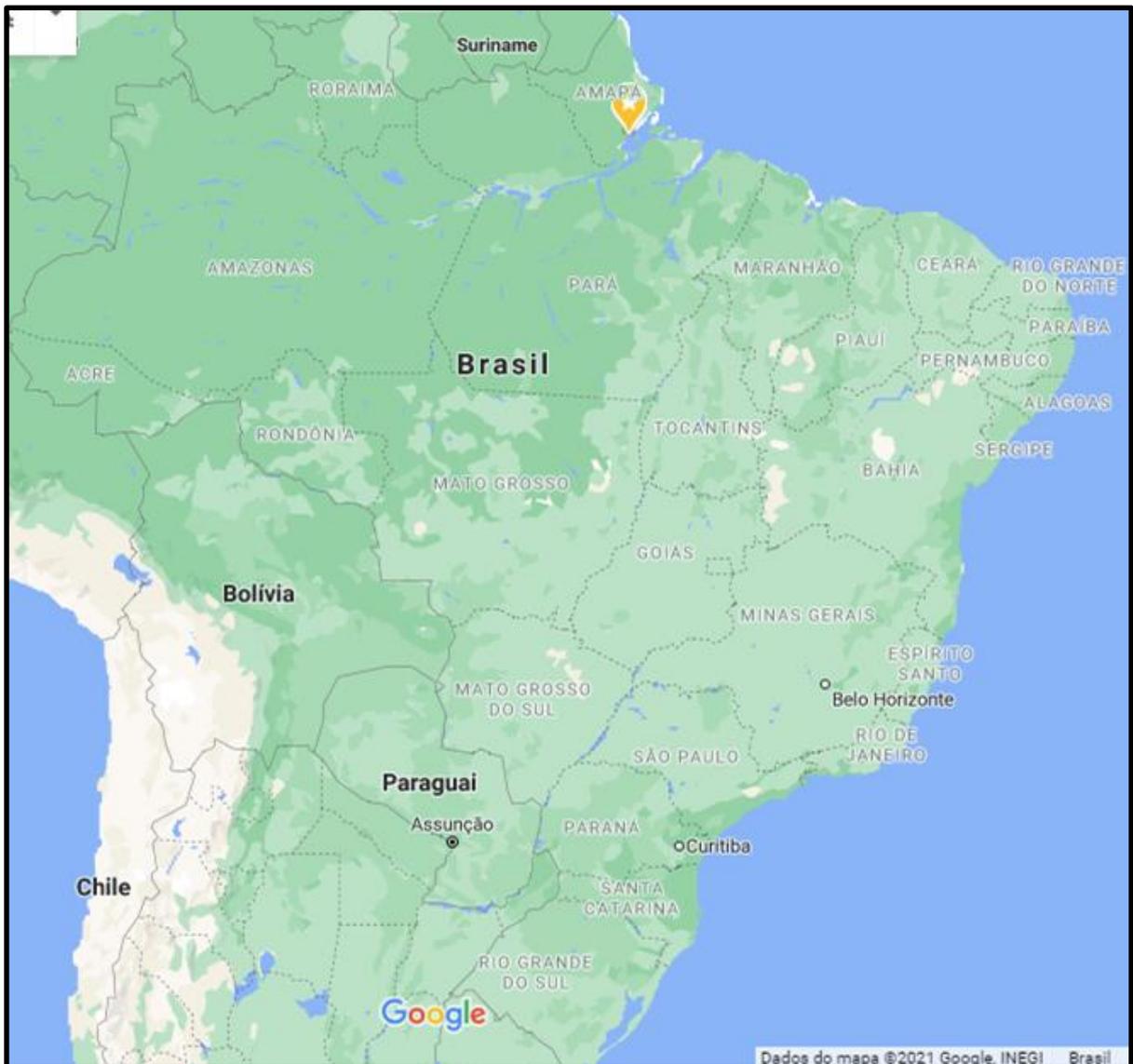
Dessa forma, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, que de acordo com Oliveira (2011) é um processo que envolve análise e reflexão da realidade utilizando-se de meios, como técnicas, os quais facilitarão a compreensão do que se busca analisar.

Nesse caso, tal abordagem busca compreender como os fenômenos envolvidos são estudados, de forma que leve a entender diversos fatores no processo de aprendizagem para implementar conceitos novos. Com isso, Canzoniere (2011) descreve que:

A pesquisa qualitativa busca entender o contexto onde o fenômeno ocorre, delimita a quantidade de sujeitos pesquisados e intensifica o estudo sobre o mesmo. Sua pretensão é compreender, em níveis aprofundados, tudo que se refere ao homem, enquanto indivíduo ou membro de um grupo ou sociedade. Por isso exige observações de situações cotidianas em tempo real e requer uma descrição e análise subjetiva da experiência. É a busca da compreensão do “como” ocorrem os fenômenos. Preocupa-se em compreender e se refere ao mundo dos significados e do simbolismo (CANZONIERE, 2011, p. 38).

Desse modo, buscou-se abordar utilizando-se da SD, o conteúdo de Processos de propagação de calor (PPC). Nessa perspectiva, a temática mencionada foi desenvolvida durante cinco encontros, nos quais foram utilizadas atividades computacionais integradas às experimentais; tendo como colaboradoras desta pesquisa, 10 estudantes do sexo feminino. A Figura 6 a seguir representa a localização do estado do Amapá.

Figura 6 - Localização do estado do Amapá, Brasil.



Fonte: Google Maps, 2021.

Nesse contexto, utilizou-se da SD pelo aparato em que ela relaciona o tema da pesquisa que visa analisar, explicar e compreender quais as implicações da sequência didática com integração das AC e AE no ensino de Física.

Como instrumento inicial para coleta de dados, utilizou-se a entrevista semiestruturada, composta por roteiro com perguntas abertas (apêndice A), pois como afirma Moreira (2011, p. 51) “o pesquisador enriquece sua narrativa com trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos”.

Consoante a ideia apresentada, a pesquisa foi de natureza aplicada, pois gerou conhecimentos necessários para análise após as intervenções, assim, pôde-se

chegar a uma proposta para solucionar a problemática deste trabalho, como propõem Prodanov e Freitas (2013).

Além da entrevista de sondagem, foram utilizados outros instrumentos com intuito de obter dados para análise, como a elaboração de mapa conceitual e gravação de vídeo, ambos pelos participantes, e um questionário *online* (apêndice B).

Está é uma pesquisa descritiva e cronológica, pois desde a etapa da sondagem até a intervenção realizou-se a observação dos fatos, registros, organização e análise dos dados; características de uma pesquisa descritiva como afirmam Prodanov e Freitas (2013), para que se possa fazer uso dos métodos mais adequados à situação observada. Neste sentido, autores reforçam ainda que:

Tal pesquisa observa, registra, analisa e ordena dados, sem manipulá-los, isto é, sem interferência do pesquisador. Procura descobrir a frequência com que um fato ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações com outros fatos. Assim, para coletar tais dados, utiliza-se de técnicas específicas, dentre as quais se destacam a entrevista, o formulário, o questionário, o teste e a observação (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 52).

Assim, a pesquisa descritiva pode possibilitar uma maior abrangência de técnicas que favoreçam o que se vai investigar, desta forma, as observações em destaque estão em um processo de análise mais preciso. Além disso, é bibliográfica, pois como afirma Fonseca (2002, p. 32), "qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto".

Nesse viés, a pesquisa é um estudo de caso, que conforme Gil (2010, p. 37), é "adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos", pois considerando a problemática abordada nesta pesquisa, os procedimentos adotados e resultados obtidos possibilitam uma análise e comparação com o que já está disponível na literatura.

## **4.2 Organização da pesquisa e procedimentos**

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram necessárias quatro etapas as quais foram: construção da sequência didática, sondagem, adaptação da sequência didática e por fim, a aplicação da SD que aborda as intervenções e execução do

questionário estruturado. Assim, nos próximos itens, será apresentado o detalhamento de cada etapa mencionada.

#### 4.2.1 Construção da SD

Para a idealização da sequência didática, considerou-se as medidas de distanciamento social proveniente da pandemia do coronavírus (Covid-19). Dessa forma, utilizou-se o modelo proposto por Moura (2016), presente no anexo A, fundamentando-se no referencial teórico, para atender aos objetivos desta pesquisa.

Dessa maneira, a metodologia utilizada foi virtualizada para atender ao ensino remoto emergencial (ERE), com aulas síncronas, ao vivo por videoconferência e assíncronas, aulas gravadas em vídeo, utilizando AC, AE e atividades diversificadas. Para isso, foi necessário produzir os materiais a serem utilizados como: roteiro para entrevista, *slides* sobre o conteúdo, AE, gravação em vídeo das aulas - vídeo aulas, atividades e Questionário para Avaliação dos Recursos utilizados na pesquisa.

##### **Materiais:**

**a) Roteiro para entrevista:** como técnica para levantamento de dados utilizou-se a entrevista semiestruturada, dessa maneira, foi necessário a construção de um roteiro composto por 10 perguntas abertas e discursivas divididas igualmente em processos de propagação de calor e a integração de AC e AE (apêndice A).

**b) Slides sobre o conteúdo:** com auxílio do *Powerpoint* foram construídos *slides* referentes às aulas sobre: condução, convecção e radiação térmica; visando a utilização de recursos visuais como imagens, cartuns<sup>2</sup>, animação de formas geométricas, trechos de animes<sup>3</sup> e memes<sup>4</sup> para representação de conceitos e exemplificações por meio de situações do cotidiano.

**c) Atividades experimentais (AE):** atendendo aos objetivos da pesquisa, foram construídas atividades experimentais com materiais de baixo custo para demonstrar experimentalmente cada processo de propagação de calor durante o desenvolvimento do conteúdo.

Devido a abordagem metodológica ser virtualizada e por questões de segurança, as AE foram manuseadas apenas pelos pesquisadores seguindo uma

---

<sup>2</sup> Gênero textual cartum. <https://www.todamateria.com.br/genero-textual-cartum/>

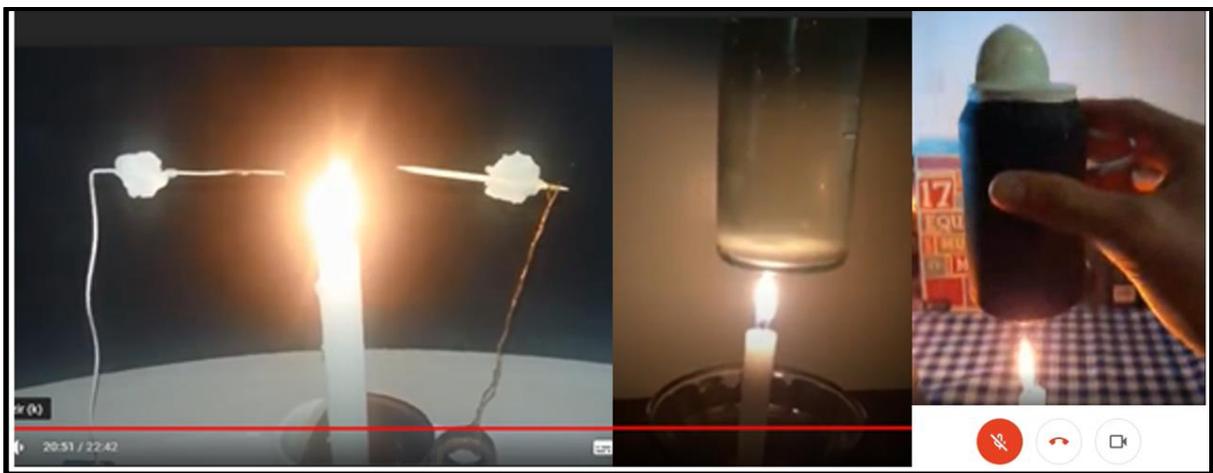
<sup>3</sup> Animação japonesa, anime. <http://www.japones.net.br/o-que-sao-animes/>

<sup>4</sup> Termo utilizado na internet, meme. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Meme\\_\(Internet\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Meme_(Internet))

abordagem qualitativa nas videoaulas de condução e convecção, caracterizando-se como demonstrativas pois foram utilizadas apenas para demonstrar o fenômeno físico sem solicitar a participação das alunas e investigativas durante a aula sobre radiação, pois houveram perguntas direcionadas para as alunas voluntárias, com objetivo de investigação sobre o tema abordado. (GASPAR, 2015).

A seguir serão apresentadas imagens dos experimentos utilizados no desenvolvimento das aulas:

Figura 7 - Imagens das AE reais utilizadas durante a intervenção.



Fonte: Dos autores, 2021.

**Simulação computacional do projeto *PhET* colorado:** a atividade experimental virtual utilizada nesta pesquisa foi uma simulação disponível pelo projeto *PhET* da universidade do Colorado, denominada Formas de Energia e Transformações.

A Figura 8 a seguir refere-se a interface da simulação acessada pelos pesquisadores.

Figura 8 - Interface da simulação computacional - Formas de energia e transformações.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html), print Dos autores, 2021.

**d) Gravação em vídeo das aulas:** para desenvolver as aulas sobre condução e convecção térmica, empregou-se como recurso a gravação em vídeo. Nesse sentido, foram utilizados: os *slides* elaborados, para as gravações e edições das videoaulas os *softwares* *oCam*<sup>5</sup> e *Sony Vegas*<sup>6</sup> respectivamente.

Seguindo as etapas da sequência didática, as gravações foram disponibilizadas no *Google Classroom*<sup>7</sup>, visando tornar os materiais mais acessíveis para os participantes.

**e) Elaboração das atividades:** como forma de identificar possíveis indícios de aprendizagem e acompanhar o desenvolvimento das participantes, foram propostas atividades que possibilitaram a expressão criativa das ideias desenvolvidas por elas, até o momento da proposição, como mapa conceitual e a produção de vídeo.

As atividades mencionadas acima, foram propostas, não para atribuir notas, mas para análise de aprendizagem. Nessa perspectiva, o mapa conceitual foi escolhido como instrumento avaliativo devido sua abrangência em abordar e conectar os conceitos desenvolvidos nas aulas e como maneira de registrar o que estava sendo exposto, como os pontos chaves das aulas sobre condução e convecção térmica.

Moreira (2011, p. 49) comenta sobre estratégias e instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa, os quais podem ser: “os organizadores prévios, a

<sup>5</sup> Software para gravação de tela. <https://ohsoft.net/eng/ocam/intro.php?cate=1002>

<sup>6</sup> Software para edição de vídeo. <https://www.vegascreativesoftware.com/br/vegas-pro/#productMenu>

<sup>7</sup> Sistema de gerenciamento de conteúdo. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Google\\_Classroom](https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Classroom)

diferenciação progressiva, a reconciliação integradora”, além desses, o autor comenta sobre instrumentos didáticos, mencionando o mapeamento conceitual, destacando-o como “diagramas hierárquicos que relatam conceitos sobre um determinado campo conceitual e suas relações”.

Enquanto a produção de vídeo, teve como finalidade a explicação de um ou mais PPC por meio de situações do cotidiano, exemplificando e conceituando cada processo identificado. Pois de acordo com Moreira (2011, p. 51 e 52) "a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido" e ainda que “é importante que ele externalize os significados que está captando, que explique, justifique, as suas respostas" (MOREIRA, 2011).

**f) Elaboração do questionário de avaliação dos recursos utilizados na pesquisa:** para verificar as opiniões das participantes sobre o desenvolvimento da SD, acerca das AE, AC, a integração destas e abordagem nas aulas, elaborou-se um questionário estruturado com cinco perguntas abertas por meio do *Google Forms*<sup>8</sup> (Apêndice B).

#### 4.2.2 Sondagem

Para cumprimento desta etapa, adotou-se a entrevista semiestruturada com auxílio do roteiro mencionado no item a) do tópico materiais. A finalidade da sondagem foi identificar os conhecimentos prévios e a necessidade de realizar possíveis adaptações na SD.

A entrevista, destaca-se como um diálogo flexível entre o pesquisador e entrevistado, como é explanado por Manzini (2004), ela é composta por um roteiro com perguntas abertas, que devem ser flexíveis quando aplicadas, pois assim poderão ser realizadas perguntas complementares, com finalidade de entender um determinado fenômeno que se pretende analisar.

Durante a entrevista, foi apresentado o Termo de Consentimento e Esclarecimento para as alunas, (apêndice D). Ressalta-se que cinco estudantes possuíam menor idade penal, com isso, seus responsáveis concordaram com a participação das mesmas na presente pesquisa, possibilitando assim dar continuidade

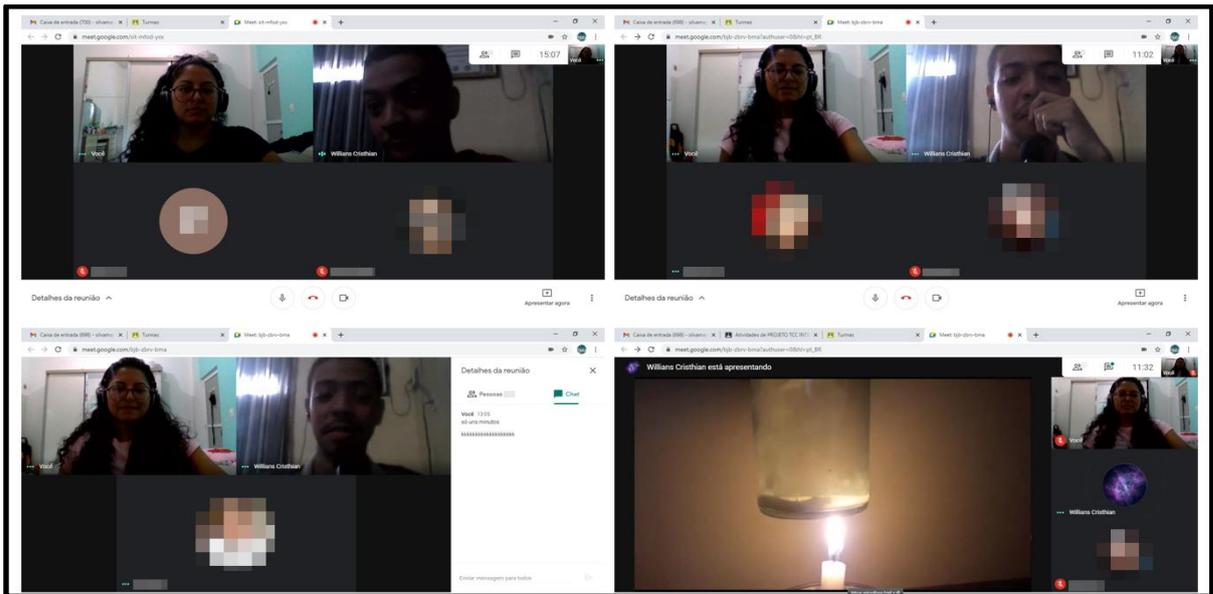
---

<sup>8</sup> Questionário *online* do Google. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Google\\_Forms](https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Forms)

na realização das atividades. Devido às restrições resultantes da pandemia, o termo foi entregue por meio de arquivos digitalizados e assinados.

Na Figura 9 apresenta-se as voluntárias respondendo à entrevista semiestruturada.

Figura 9 - Voluntárias respondendo à entrevista semiestruturada.



Fonte: Dos autores, 2021.

Os procedimentos detalhados desta etapa encontram-se no apêndice A, caracterizando-se com um dos encontros que compõem a proposta de sequência didática.

#### 4.2.3 Adaptação da SD

A partir da sondagem, os ajustes referentes a SD centralizaram-se na abordagem da aula sobre radiação térmica, nela resgatou-se conceitos sobre condução e convecção, pois foram trabalhados através de videoaulas, e em seguida desenvolveu-se o conceito de radiação térmica. Essa adaptação foi devido a necessidade de haver interação entre as participantes e os pesquisadores.

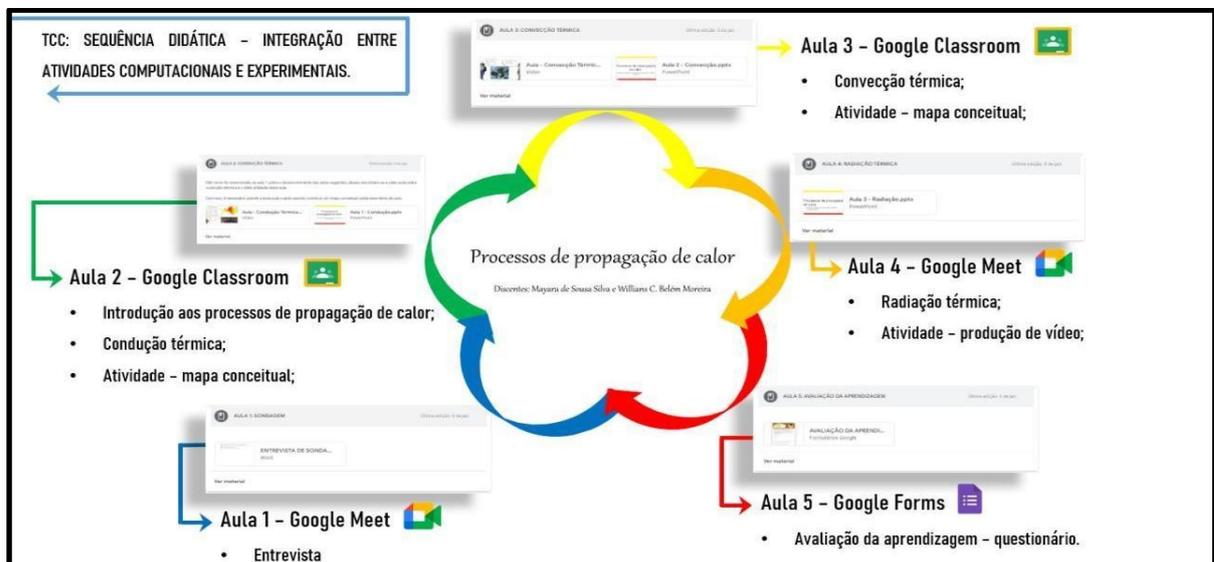
#### 4.2.4 Aplicação da SD

Os recursos utilizados para aplicação e desenvolvimento das aulas foram o *Google: Classroom e Meet*<sup>9</sup>. Sendo assim, através do *Google Classroom* que é um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), foi possível incluir os materiais das aulas e dessa forma, as participantes tiveram acesso a sala virtual após o cadastramento de seus *e-mails* e liberação dos materiais pelos pesquisadores.

**A sequência didática foi constituída de encontros os quais foram: aula 1 - Sondagem; aula 2 - Videoaula: condução térmica; aula 3 - Videoaula: convecção térmica; aula 4 - radiação térmica e aula 5 - Questionário de Avaliação dos Recursos utilizados na Pesquisa.** A descrição detalhada do desenvolvimento de cada encontro da SD encontra-se no apêndice C.

O infográfico a seguir representa os encontros e ferramentas para o desenvolvimento da SD.

Figura 10 - Infográfico sobre os encontros da SD.



Fonte: Dos autores, 2021.

Nesse sentido, os encontros apresentados no infográfico seguiram um cronograma de desenvolvimento, os quais estão descritos no Quadro 1.

<sup>9</sup> *Google Meet*. Aplicativo para reuniões. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Google\\_Meet](https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Meet)

Quadro 1: cronograma de desenvolvimento das atividades- data, atividade e local.

<b>CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</b>		
<b>DATA</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>LOCAL/ MEIO</b>
28/01/2021	Realização de videoconferência: entrevista com o público do ensino superior.	<i>Google Meet</i>
29/01/2021	Realização de videoconferência: entrevista com o público do ensino médio.	
01/02/2021	Liberação do vídeo aula: condução térmica + solicitação de um mapa conceitual.	<i>Google Classroom</i>
02/02/2021	Liberação do vídeo aula: convecção térmica + solicitação de um mapa conceitual.	
04/02/2021	Realização de videoconferência - aula: radiação térmica + solicitação de produção de vídeo.	<i>Google Meet</i>
06/02/2021	Entrega das atividades solicitadas.	<i>Google Classroom/ WhatsApp</i>
08/02/2021	Avaliação de aprendizagem.	<i>Google Classroom/ Forms</i>

Fonte: Dos autores, 2021.

Para o cumprimento das atividades referentes ao cronograma do Quadro 1, foram criados dois grupos de *WhatsApp* com as alunas voluntárias da pesquisa. O grupo teve como finalidade a comunicação e exposição de informações referentes ao desenvolvimento das etapas da sequência didática.

Nesse viés, os grupos denominaram-se TCC ENSINO MÉDIO e TCC ENSINO SUPERIOR, assim, o horário de cada encontro foi estabelecido a partir de diálogos com as participantes.

A seguir é apresentado o cronograma do desenvolvimento da pesquisa.

## 5 CRONOGRAMA

ETAPAS	2020												2021			
	F E V	M A R	A B R	M A I	J U N	J U L	A G O	S E T	O U T	N O V	D E Z	J A N	F E V	M A R	A B R	
Escolha do tema e definição do problema.	X															
Elaboração da justificativa e dos objetivos.		X	X	X												
Elaboração da metodologia e do cronograma de atividades.		X	X	X							X	X				
Levantamento bibliográfico.		X	X	X							X	X	X	X		
Elaboração da fundamentação teórica.				X	X											
Entrega do pré-projeto.					X											
Qualificação do projeto						X										
Levantamento bibliográfico complementar.						X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Continuidade da fundamentação.						X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elaboração dos instrumentos de coleta de dados.						X	X	X			X	X				
Construção da SD.							X				X					
Sondagem.												X	X			
Aplicação da SD.												X	X			
Avaliação da aprendizagem.												X	X			
Coleta de dados.												X	X			
Análise dos dados.													X	X		
Sistematização dos resultados obtidos e conclusão.													X	X		
Revisão de texto.													X	X		
Entrega do trabalho.														X		
Defesa do trabalho.															X	

Fonte: Dos autores, 2021.

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão analisadas as respostas das participantes, sobre as atividades propostas e os recursos utilizados. Esta análise foi descritiva e cronológica e buscou analisar o *feedback* de 10 participantes voluntárias. Ressalta-se que as soluções apresentadas são amostras das demais resoluções das alunas envolvidas nesta pesquisa.

As atividades foram desenvolvidas entre os dias 28 de janeiro a 8 de fevereiro de 2021, utilizando-se de recursos virtualizados como videoconferências via *Google Meet*, sala de aula no *Google Classroom*, *Google Forms* e grupo no *WhatsApp*.

A sequência didática foi composta por cinco aulas desenvolvidas através de encontros síncronos e assíncronos, as quais foram executadas com auxílio de *slides*, AE e AC sobre os processos de propagação de calor e videoaulas. Como instrumentos avaliativos para cada aula desenvolvida, solicitou-se das participantes a elaboração de mapa conceitual e vídeo.

Para a verificar os conhecimentos prévios, utilizou-se da entrevista semiestruturada, com roteiro e atividade experimental demonstrativa sobre convecção térmica, a qual foi apresentada pelos pesquisadores por meio de vídeo. Além disso, perguntou-se a respeito das atividades computacionais e experimentais com intuito de identificar as implicações desses recursos no ensino de Física.

Com objetivo de averiguar as percepções das alunas em relação aos recursos da pesquisa, elaborou-se com auxílio do *Google Forms* o Questionário estruturado de avaliação dos recursos da pesquisa, que foi aplicado no dia 08 de fevereiro de 2021. Nesta análise apresentou-se os pontos positivos e negativos da sequência didática na visão das alunas e dos pesquisadores.

Nesse contexto, a partir de agora, apresentaremos a análise dos dados obtidos por meio da entrevista semiestruturada.

### 6.1 Análise dos dados obtidos na entrevista

Para Ausubel (2003) o fator imprescindível para que ocorra a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio, dessa forma, é necessário descobrir o que o aprendiz sabe e ensiná-lo a partir disto.

Nesse sentido, como possibilidade de identificar os conhecimentos das participantes desta pesquisa, utilizou-se a sondagem para coleta de dados. Esta foi composta por uma entrevista semiestruturada.

Para a execução das entrevistas, foi necessário um diálogo através dos grupos de *WhatsApp*, com objetivo de organizar um cronograma de horários individuais, e também horários em comum, pois dentre as 10 voluntárias existiam 5 participantes do nível médio e 5 do superior de instituições federais de ensino. Assim, conforme o cronograma, as entrevistas aconteceram através do *Google Meet*.

As 5 alunas do ensino superior são dos cursos de Letras Português/Inglês, Teatro e Enfermagem; através do diálogo, estas relataram que estudaram Física no ensino médio. As outras 5 alunas são do 2º ano do ensino médio, as quais relataram que não haviam estudado todos os processos de propagação de calor devido a paralisação das aulas resultante da pandemia.

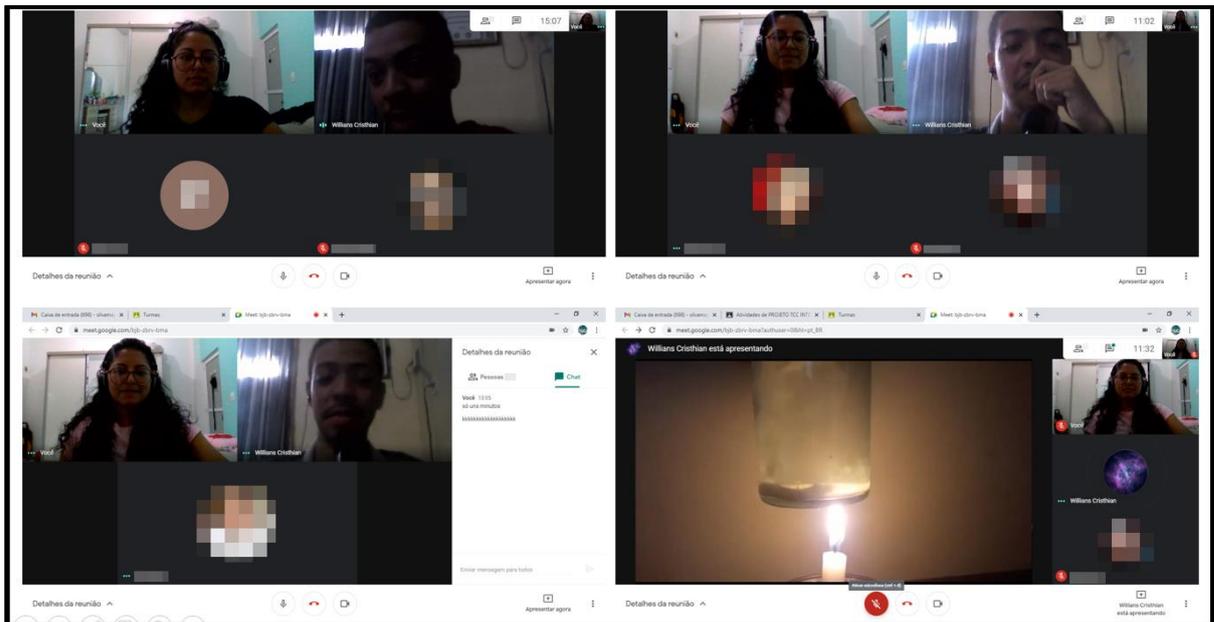
Manzini (2004) comenta que a entrevista é um diálogo flexível e que deve ser seguido conforme o que se busca identificar. Dessa forma, adotou-se um roteiro (apêndice A) com perguntas abertas e discursivas visando identificar os conhecimentos prévios de 10 alunas voluntárias, as quais ocorreram nos dias 28 e 29 de janeiro de 2021.

Para o desenrolar das entrevistas, disponibilizou-se o *link* da reunião na sala de aula do *Google Classroom* e nos grupos de *WhatsApp*. Inicialmente explicou-se para todas as participantes presentes, as etapas e objetivos da pesquisa. Dessa forma, após essa explicação, seguiu-se o cronograma de horários das entrevistas individuais.

De início, foi apresentando os procedimentos da entrevista, e em seguida, com auxílio de um vídeo com duração de dois minutos de uma atividade experimental demonstrativa sobre convecção térmica, construída e manuseada pelos pesquisadores, foi possível iniciar a entrevista. No vídeo da AE apresentou-se somente a execução do experimento, sem explicações a respeito do conteúdo envolvido.

Deste modo, após a reprodução do vídeo, iniciou-se um diálogo seguindo o roteiro com perguntas. Na Figura 11 destaca-se o desenvolvimento das entrevistas de sondagem.

Figura 11 - Imagens das entrevistas.



Fonte: Dos autores, 2021.

Vale destacar que para análises das respostas, as entrevistas foram gravadas por meio do *software* oCam. Assim, como forma de identificar as respostas das participantes, as mesmas foram denominadas de PM para o ensino médio e de PS para o ensino superior.

Nesse cenário, as respostas apresentadas trazem consigo três características: conceituações que englobam aspectos científicos, as que não expressam cientificidade, e aquelas que as participantes não sabiam responder. Assim, houve a transcrição na íntegra das respostas a partir da análise das gravações de cada entrevista.

A Questão 1 trouxe uma indagação a respeito do fenômeno da convecção térmica em líquidos contidos em um recipiente de vidro. Nesse contexto, na Figura 12 observa-se a resposta de cinco participantes.

Figura 12 - Respostas da Questão 1 pelos participantes P1M, P2M, P1S, P2S e P3S.

Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Como você pode descrever o fenômeno físico?	“Não consigo relacionar o que aconteceu”	“Acho que ocorreu convecção térmica”	“O calor vai se unindo nesse vidro e vai causando o fenômeno”	“Não”	“Aconteceu a propagação de calor. O fogo fez com que a água expandisse”

Fonte: Dos autores, 2021.

As participantes P1M e P2S não conseguiram, naquele momento, identificar e descrever o fenômeno físico demonstrado na AE, exprimindo a ausência de indícios de conhecimentos prévios sobre este tipo de processo de propagação de calor (PPC); P2M citou a convecção térmica; P1S relata que o calor é causa do fenômeno observado; e P3S afirma que ocorreu a propagação do calor, tentando descrever o fenômeno, contextualizando a ideia de que a água teria expandido por causa do fogo.

Com base nessas proposições, atrelando à TAS, pode ser observado que por meio de linguagem coloquial as participantes P2M, P1S e P3S apresentam seus conhecimentos prévios em relação ao fenômeno em discussão. Moreira (2011) menciona que o conhecimento prévio é a variável isolada mais importante, ideia ou conceito específico pertencente à estrutura cognitiva do indivíduo que pode ter maior ou menor estabilidade sendo capaz de promover a interação com o novo conhecimento apresentado ou por ele descoberto.

Dessa forma, Martini *et al.* (2016), Halliday e Resnick (2016), expõem que a convecção térmica é o processo de propagação de calor que ocorre em fluidos - líquidos e gases devido a diferença de densidade resultante da mudança de temperatura em diferentes regiões do fluido, fenômeno presente no desenvolvimento da AE.

A Questão 2 pede para as participantes contextualizarem sobre situações vivenciadas no cotidiano, que fazem alusão à AE apresentada no início da entrevista individual, conforme Figura 13.

Figura 13 - Respostas da Questão 2.

Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Cite situações do seu cotidiano em que esse fenômeno ocorre.	“Eu acho que não. Nunca tinha visto isso”	“No momento não”	“Panela com água fervente”	“Se eu soubesse qual o fenômeno...”	“Quando a gente põe o papeiro pra fazer mingau”

Fonte: Dos autores, 2021.

Observa-se que apenas P1S e P3S apresentaram respostas que trazem situações do cotidiano correlacionadas com a AE. Vale ressaltar que na apresentação da atividade experimental, não foi frisado sobre qual PPC a AE estava relacionada e nem quais materiais estavam contidos no recipiente.

Nessa perspectiva, percebeu-se que as participantes estavam confusas quanto às perguntas iniciais relacionadas aos experimentos, diante disso, foi necessário a intervenção dos pesquisadores para explicar quais materiais constituíam a AE. A Questão 3 versou sobre a identificação e conceituação de Calor e Temperatura em relação a AE observada, conforme Figura 14.

Figura 14 - Respostas das participantes acerca da Questão 3.

Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Você consegue identificar os conceitos de calor e temperatura?	“O calor seria o fogo da vela, passando da chama da vela <u>pro</u> leite. Temperatura maior do fogo e temperatura menor do leite, passando calor de um canto <u>pro</u> outro”	“Temperatura é uma forma de medir o calor e o calor seria uma fonte de energia”	“O calor seja o fator e a temperatura é o que vai mediar o fenômeno”	“Calor da vela, fervura, temperatura do copo frio”	“Temperatura é a quantidade de calor que o corpo tem e calor é energia”

Fonte: Dos autores, 2021.

De acordo com o observado nas respostas das participantes, P1M conseguiu identificar empiricamente quais elementos da AE possuíam maior e menor Temperatura, e em contrapartida, P2M, P1S, P2S e P3S enfatizaram que Temperatura é quantidade de Calor e uma forma de medi-lo.

Neste sentido, Martini *et al.*, (2016, p. 16), apresentam o conceito de Temperatura, expressando que “é a grandeza física macroscópica associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo ou de um sistema”. Percebe-se que as respostas apresentadas diferenciam-se do que os autores mencionam, o que indica a existência de equívoco no significado de Temperatura.

Quanto ao calor, apenas P3S externou uma ideia que converge à que é aceita cientificamente, enquanto P2M responde que calor é uma fonte de energia, porém calor não é uma fonte de energia, mas sim “energia em trânsito de um corpo para outro, devido unicamente à diferença de temperatura entre eles” (MARTINI *et al.*, 2016, p. 17).

Diante das respostas sobre a questão 4, nota-se que os conceitos de Calor e Temperatura apresentados nas respostas divergem do que é aceito cientificamente, isto pode estar atrelado ao que fora exposto no decorrer das aulas de Física, pois

durante a entrevista e diálogos pelo Whatsapp, as alunas enfatizam que não lembravam os conceitos já estudados anteriormente.

Passando para a Questão 5, após a observação da AE e intervenções dos pesquisadores as participantes foram indagadas novamente acerca dos PPC, conforme Figura 15.

Figura 15 - Respostas da Questão 5.

Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Comente sobre seus conhecimentos em relação aos processos de propagação de calor.	“Que se propaga de um objeto de maior temperatura para outro de menor, até os dois estabilizarem a mesma temperatura”	“Lembro vagamente, o que lembro não consigo explicar no momento”	“Lembrei de fermentação, calor como energia”	“Não”	“Quando a gente põe uma panela para ferver. Garrafa térmica. Condução, irradiação, convecção”

Fonte: Dos autores, 2021.

Nesse cenário, observa-se que P1M comenta que o calor: “se *propaga de um objeto de maior temperatura para outro de menor temperatura, até estabilizarem a mesma temperatura*”. Nota-se a construção de conhecimentos acerca dos PPC, logo, os subsunçores foram alimentados com novas informações.

A partir da resposta apresentada pela P3S e pela forma gradual como a expressou pode-se inferir que houve interações entre ideias presentes em sua estrutura cognitiva e apresentação do experimento de modo a ser possível resgatar os subsunçores referentes aos PPC.

Esse resgate foi externalizado de maneira acentuada após a participante citar o termo garrafa térmica. É importante destacar que o objetivo de uma garrafa térmica é conservar a temperatura do líquido que se encontra em seu interior, para isso, seu funcionamento é fundamentado nos PPC, de modo a minimizar a propagação do calor do líquido para o ambiente por condução, convecção e radiação térmica, que ocorrem simultaneamente (DIEFENTHÄLER; AVI, 2016).

Pode-se evidenciar por meio da Questão 5 que a P2S não consegue descrever seus conhecimentos sobre os PPC. Em conversa durante a entrevista, visto que os pesquisadores não poderiam intervir naquele momento para explicar quais são e como ocorrem os PPC, foi questionado se no ensino médio o professor (a) de Física

havia explicado sobre o tema da pergunta, e como resposta, a aluna disse que lembrou das aulas de eletricidade, corrente elétrica.

Além disso, perguntou-se sobre as atividades experimentais reais e virtuais com objetivo de identificar se as participantes conheciam esses recursos, se em algum momento o professor fez uso e qual a visão acerca da utilização nas aulas de Física.

As indagações realizadas sobre essas atividades que são classificadas como não interativas, interativas e demonstrativas, baseiam-se no objetivo geral desta pesquisa, que visa identificar quais implicações conceituais significativas surgiram após o uso de uma sequência didática que integra atividades computacionais e experimentais acerca dos processos de propagação de calor com alunas de instituições federais de ensino. Dessa forma, esses recursos utilizados foram disponibilizados no *Google Classroom* por meio de vídeo.

### 6.1.1 Perguntas sobre AC e AE

Deste modo, as duas primeiras perguntas abordaram os conhecimentos iniciais das participantes em relação às AE e AC. Em decorrência disso, obtivemos respostas positivas como da P3S - “*atividades que utilizam experimentos*” e P2M - “*a gente utiliza meios tecnológicos, aplicativos*”. A Figura 16 aborda as perguntas sobre as atividades experimentais reais e virtuais.

Figura 16 - Perguntas relacionadas às ferramentas da pesquisa e respostas das alunas P1M; P2M; P1S; P2S e P3S.

Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Você sabe o que uma atividade experimental? Comente.		“Trazer a prática de algo estudado na teoria”	“Experimento. Fixar o conteúdo por meio da prática”	“Pegar a teoria e aplicar na prática”	“Atividades que realizam experimentos”
Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Você sabe o que uma atividade computacional? Comente.	“Utilizar um meio computacional, pra visualizar o que acontece direito”	“A gente utiliza meios tecnológicos, aplicativos”	“Atividade via online, por meio de equipamentos eletrônicos”	“Quando usamos a tecnologia ao nosso favor”	“Atividades desenvolvidas em computadores”

Fonte: Dos autores, 2021.

Dorneles, Araújo e Veit (2012) destacam que as AC e AE são recursos que se complementam e ao serem utilizados integrados as dificuldades em aprender o assunto apresentado podem ser minimizadas e para Moro, Neide e Rehfeldt (2016) quando há a integração dessas atividades, espera-se que os alunos formulem e respondam determinados questionamentos conforme suas percepções acerca do que está sendo abordado.

Por meio da Questão 2 e 3 buscou-se conhecer sobre a utilização das AE e AC pelos professores de Física das participantes, e como objetivo, verificar a importância do desenvolvimento dessas atividades, pois dessa forma pode-se evidenciar as implicações que estes recursos promovem no ensino de Física.

Nas respostas obtidas, as participantes P1S, P2S e P3S responderam “não” para as AC e “sim” para as AE. Observa-se que a resposta da P2S está relacionada com uma atividade experimental na qual comenta que “*Sim, limão pra fazer corrente elétrica e arco-íris de gelatina*”, porém, não foi o professor que usou para explicar o conteúdo e sim, os alunos, como relatou na entrevista.

Nesses termos, na Figura 17 analisa-se qual posicionamento das participantes a respeito da inclusão das atividades experimentais e computacionais voltadas para o ensino de Física.

Figura 17 - Terceira pergunta: Inclusão de AE e AC voltadas para o ensino de Física.

Pergunta	Respostas dos participantes (súmula)				
	P1M	P2M	P1S	P2S	P3S
Você gostaria que durante as aulas de Física houvessem experimentos e simulações computacionais para explicar o conteúdo?	“Sim, porque temos contato”	“Sim. Me lembro do que estudamos devido a parte prática do projeto que participei”	“Acredito que sim. Uma forma de integralizar pessoas com diferentes modos de aprender”	“Absolutamente, porque com os experimentos eu lembrei da corrente elétrica”	“Sim, porque conseguimos observar melhor o que está por trás das fórmulas”

Fonte: Dos autores, 2021.

Com base nas respostas, é possível dizer que independentemente da não familiarização com as AC, mas por saberem o que são, reagem positivamente a essa pergunta, como comenta a P2S que conseguiu lembrar da corrente elétrica devido a experimentação.

A P3S ressalta que é possível observar o que as fórmulas abordam, dando um significado para as expressões matemáticas presentes nos conceitos físicos. Nesse

viés, utilizando-se das AC e AE os alunos tornam-se mais ativos no processo de construção do seu conhecimento (MORO, 2015).

Com base nas análises das respostas sobre o conteúdo, evidenciou-se ideias que possuem potencial para serem aceitas cientificamente e que possivelmente após as intervenções com o material potencialmente significativo, podem ter mais estabilidade na estrutura cognitiva das alunas voluntárias no decorrer das aulas ministradas.

Nessa vertente, à luz da TAS podemos perceber que:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2011, p. 23).

Nesse sentido, para ensinar um novo conteúdo é necessário fazer a verificação dos conhecimentos prévios, visto que eles são a variável que mais influencia na aprendizagem, descobrindo o que o aprendiz sabe e ensinando a partir disso, a aprendizagem tem grande potencial para ser significativa (MOREIRA, 2011).

Após as análises das respostas obtidas na sondagem, adaptou-se a SD com base nos conhecimentos prévios apresentados pelas alunas e então postou-se as aulas de condução e convecção térmica na sala de aula do *Google Classroom*.

A aula de condução térmica foi disponibilizada no dia 1 e a de convecção no dia 2 de fevereiro por meio de vídeo com utilização de *slides*, atividades experimentais: virtuais interativas, visto que os pesquisadores manipularam as variáveis para melhor exploração (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012) dentre elas a simulação computacional denominada Formas de energia e transformações como forma de demonstração, e reais demonstrativas construídas com materiais de baixo custo e manuseadas pelos pesquisadores por questões de segurança.

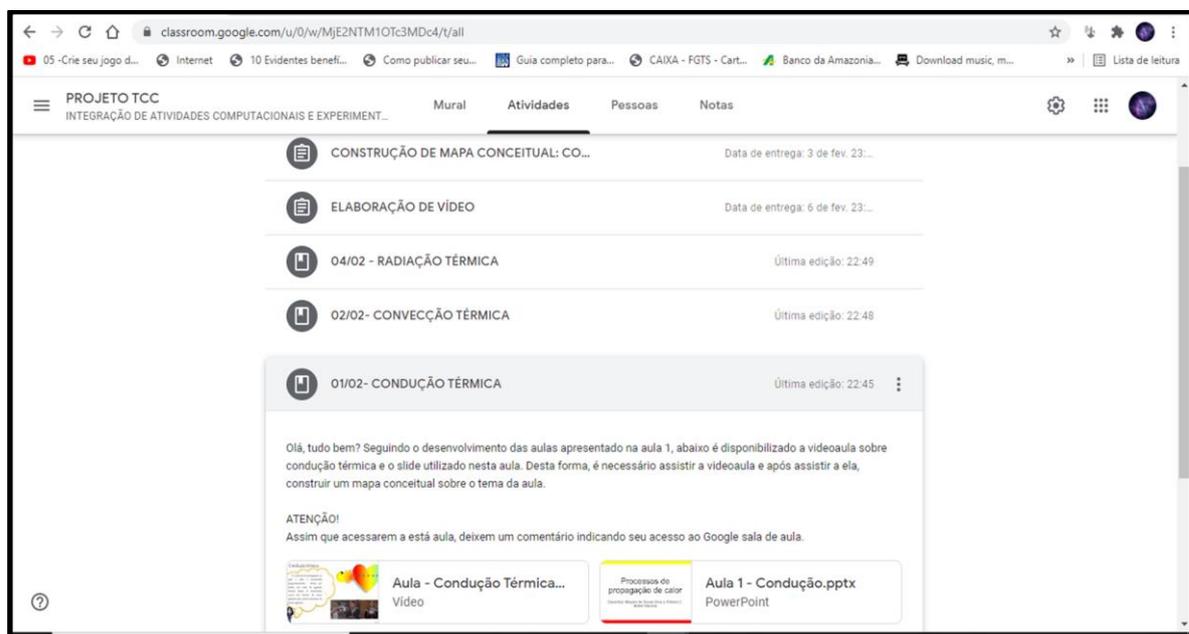
Como forma de verificar os indícios de aprendizagem, solicitou-se a construção de mapa conceitual referente às aulas assistidas, condução e convecção. Para informar a disponibilização das videoaulas, tirar dúvidas sobre as aulas, atividades e entrega dos mapas, utilizou-se os grupos de *WhatsApp* e a sala de aula no *Classroom*. Na sequência serão apresentados os mapas construídos pelas alunas participantes.

## 6.2. Análise dos mapas conceituais

Nesta seção aborda-se as análises sobre os mapas conceituais elaborados individualmente pelas alunas voluntárias, buscando indícios de aprendizagem significativa. Nesse sentido, destaca-se quatro mapas conceituais nos quais objetivou-se interpretar os principais pontos de cada um, sob a visão dos pesquisadores.

Com isso, para verificar os indícios de aprendizagem das alunas foi proposto a construção de um mapa conceitual sobre a aula de condução e convecção térmica, com data de entrega no dia 6 de fevereiro de 2021. Como base para construção, na sala do *Google Classroom* foi adicionado um *link* de um vídeo sobre como construir um mapa conceitual. Vale destacar que a aula de condução térmica teve a duração de 23 minutos e a de convecção 13 minutos. Na Figura 18 a seguir é apresentada a interface da sala de aula e os materiais postados.

Figura 18 - Interface da sala no *Google Classroom* com aulas, materiais e orientações para a construção de mapas conceituais.

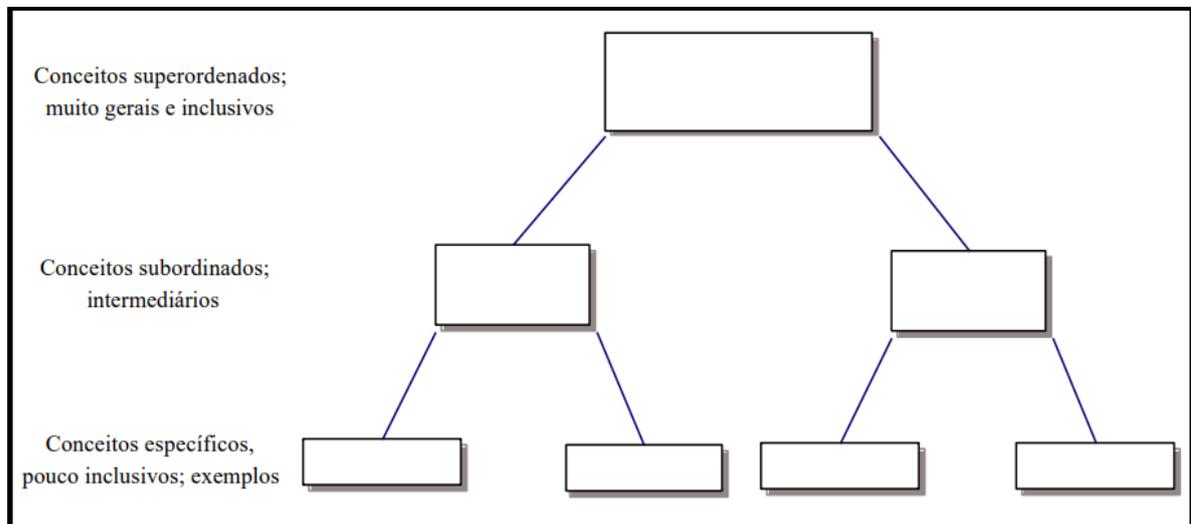


Fonte: Dos autores, 2021.

Dessa maneira, teve-se como referência o modelo proposto por Moreira (2006), o qual descreve que os mapas são diagramas hierárquicos que buscam refletir sobre a organização de conceitos apresentados em uma disciplina, presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Na Figura 19 apresenta-se o modelo adotado por Moreira

(2006) acerca do mapeamento conceitual baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Figura 19 - Modelo de mapa conceitual segundo a TAS de Ausubel.



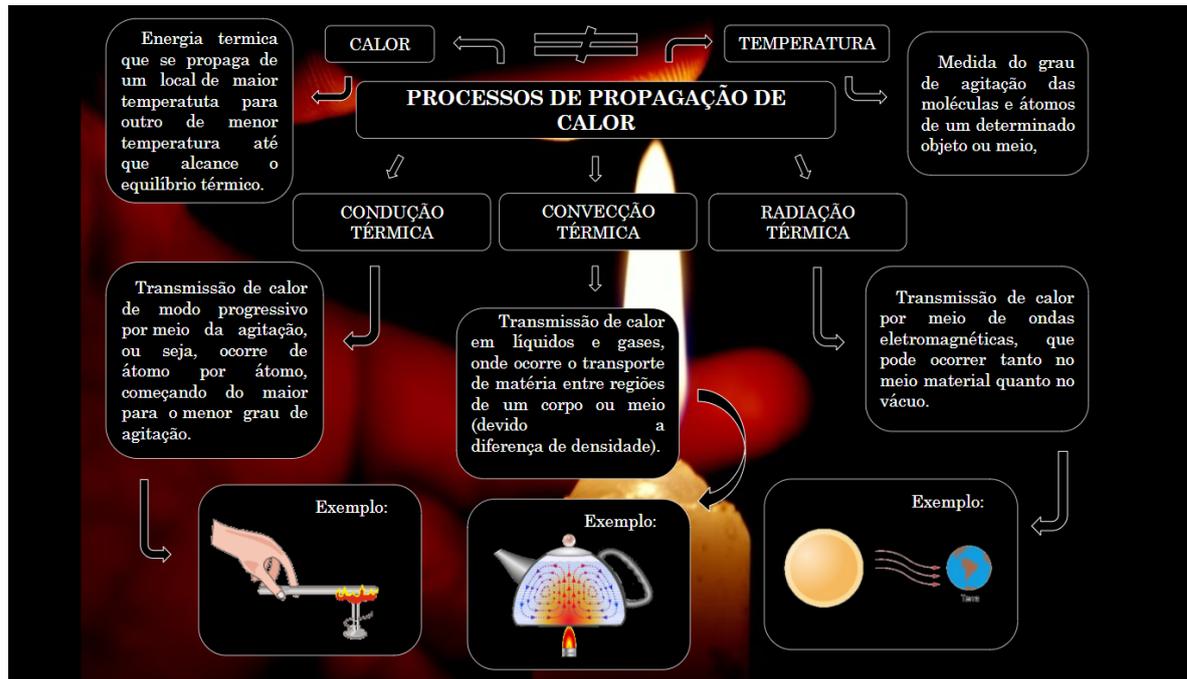
Fonte: Moreira, 2006.

Moro (2015) explica que para a construção de um mapa conceitual, não existe uma regra fixa, mas ele tem que evidenciar os significados atribuídos. Na visão da autora citada anteriormente, os mapas buscam verificar como encontra-se a organização dos conceitos na estrutura cognitiva dos alunos após a abordagem utilizada em uma aula, assim, “os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento didático e de avaliação, no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos” (MORO, 2015, p.103).

Os mapas construídos pelas participantes foram analisados, totalizando 10 mapas, dentre estes, seis apresentaram estrutura hierárquica vertical como mencionada na proposta de Moreira (2006) e quatro como teia de aranha. Conforme Tavares (2007), esse tipo de mapa teia de aranha tem um conceito gerador que localiza-se no centro do mapa e os demais conceitos aparecem à medida que se afastam do centro, são fáceis de estruturar, mas são difíceis de fazer relações entre conceitos.

Para análise dos mapas, adotaremos a mesma denominação utilizada na identificação dos participantes na entrevista de sondagem P1S, P2S e P1M e assim por diante. Na Figura 20 apresenta-se o mapa da aluna voluntária P1S.

Figura 20 - Mapa conceitual da aluna P1S.



Fonte: Dos autores, 2021.

Analisando este mapa conceitual observa-se a organização dos conceitos, havendo uma hierarquização entre eles. De início, a aluna faz a distinção entre Calor e Temperatura através da apresentação dos conceitos. Após essa distinção, comenta sobre as formas com que o calor pode se propagar, preocupando-se em colocar frases inteiras para descrever cada processo.

No entanto, ao colocar frases longas para conceituar condução, convecção e radiação os pontos chave para conectar cada processo podem não se destacar, nesse sentido, o que se entende por meio do mapa apresentado e baseando-se na TAS é que os conceitos presentes na estrutura cognitiva da participante não estão totalmente conectados, mas no decorrer das demais aulas, esses déficits podem ser amenizados, pois a aprendizagem significativa é progressiva.

Em contrapartida, nota-se que na explicação sobre Calor a aluna consegue expressar que este seria: *“Energia térmica que se propaga de uma região de maior temperatura para outra de menor temperatura até que alcance o equilíbrio térmico”*, proposição destacada na primeira videoaula, nesse sentido, pode-se dizer que houve modificação do subunçor inicial apresentado na sondagem, citando que calor é energia.

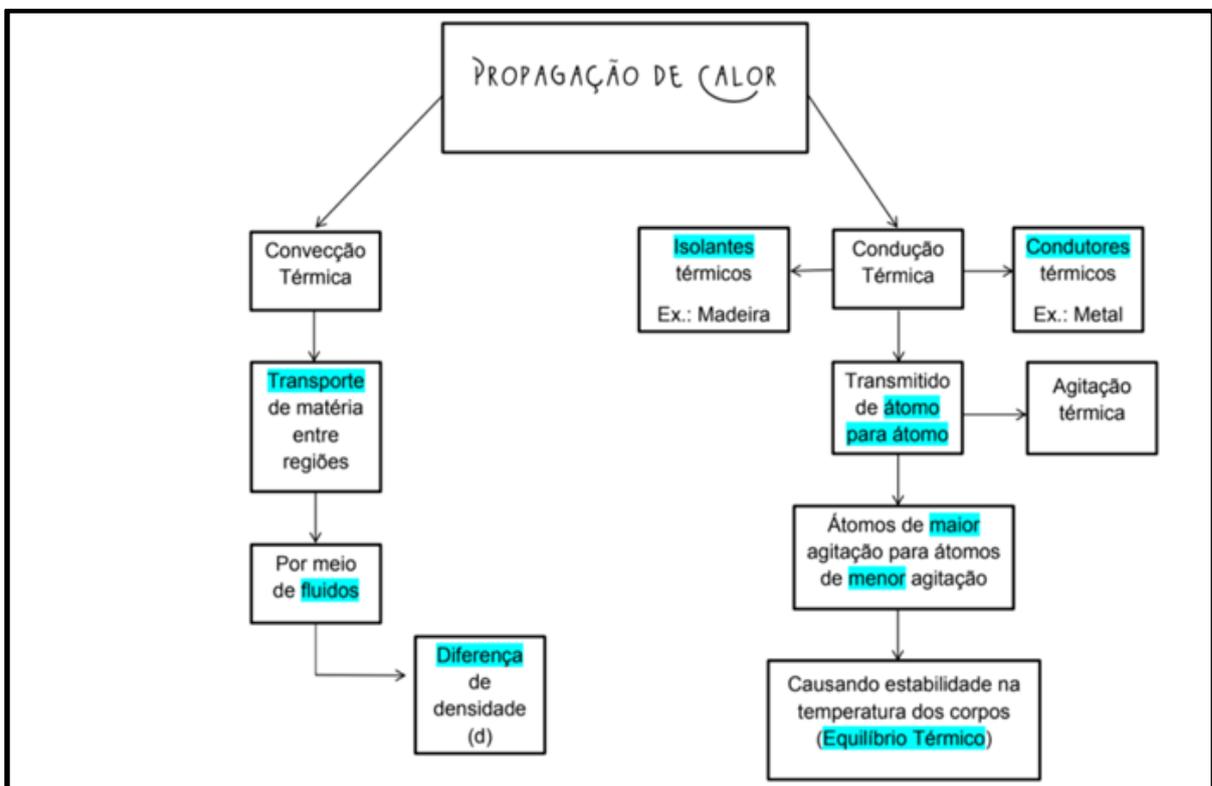
Moreira (2011) diz que o subunçor pode ter maior ou menor estabilidade e ser mais ou menos diferenciado na estrutura cognitiva do aprendiz, pois pode ser

modificado a cada interação com um novo conhecimento, caracterizando assim o processo de diferenciação progressiva.

Na entrevista, quando foi perguntado sobre os conhecimentos das alunas sobre os PPC, a P1S relatou que lembrava das aulas de Química, especificamente sobre fermentação, sendo assim, por meio das videoaulas a aluna foi construindo seus conhecimentos, dando significados aos conceitos apresentados e ressignificando os que ela já possuía em sua estrutura cognitiva.

Em contrapartida, o mapa da P1M aborda frases curtas conectando os conceitos como demonstra a Figura 21.

Figura 21 - Mapa conceitual elaborado pelo participante P1M.



Fonte: Dos autores, 2021.

A P1M está cursando o 2º ano do ensino médio, e devido a paralisação das aulas presenciais não estudou sobre todos os PPC e segundo ela, não lembrava dos conceitos específicos para explicar como ocorrem, esta percepção foi possível ser verificada na sondagem.

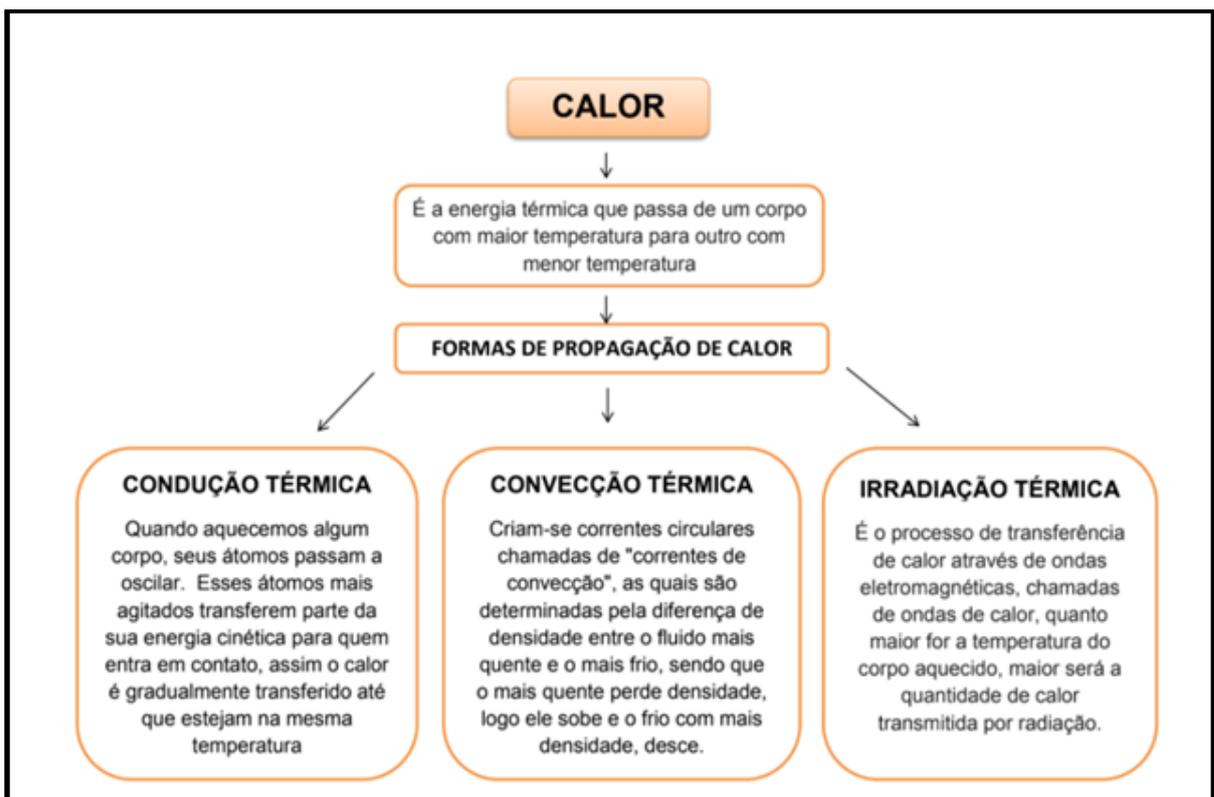
No entanto, percebe-se por meio do mapa conceitual que foi utilizada a cor azul, provavelmente para enfatizar as palavras ou frases chaves principais sobre como a

propagação de energia térmica acontece, assim como o conceito de condução térmica, ocorrendo de átomo para átomo. Martini *et al.*, (2016) e Halliday e Resnick (2016) ressaltam que a condução acontece quando o calor é transmitido progressivamente, molécula por molécula, por meio da agitação térmica destas.

Vale destacar que os mapas foram construídos após assistirem as videoaulas e sem consulta a outros materiais além dos quais foram disponíveis na sala do *Google Classroom*, para tanto, nota-se que ao apresentar o mapa, os conceitos estão apresentados com mais clareza e hierarquizados.

Essa hierarquia pode ser observada no mapa quando refere-se à condução, exemplificando condutores e isolantes de energia térmica, como metal e madeira. Na Figura 22 apresenta-se o mapa da participante P2S.

Figura 22 - Mapa conceitual elaborado pela participante P2S.



Fonte: Dos autores, 2021.

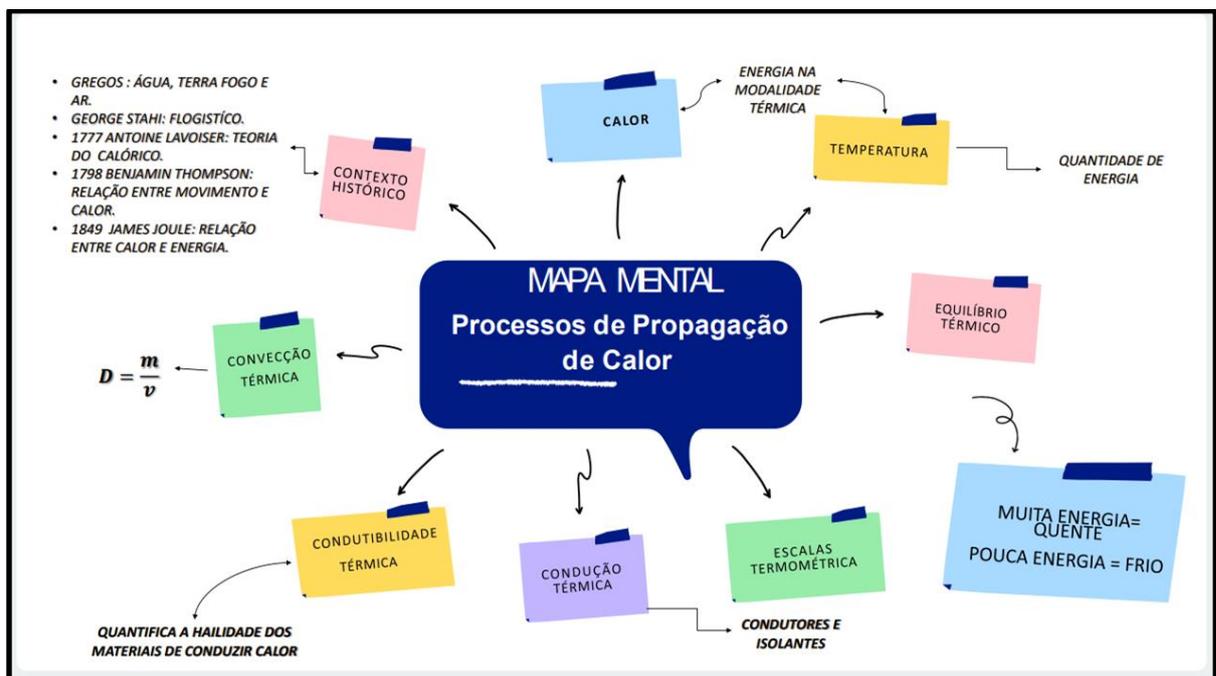
A P2S apresenta em seu mapa uma estrutura hierarquizada constituída de 2 níveis os quais são representados pelos termos, em maiúsculo, "CALOR" e "FORMAS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR" que remetem a ideia de serem mais inclusivos; os quais são interligados pela definição de calor. Quanto ao segundo termo, este ramifica-se em conceitualizações, por meio de frases longas, acerca de cada PPC.

Nesse viés, conforme a teoria de Ausubel (2003), tal fato parece estar relacionado com a organização da estrutura cognitiva dos alunos, na qual o conceito de transferência de energia térmica pode ainda não estar claro e estável, com elementos que ainda não foram diferenciados efetivamente, isso explica os conceitos longos.

Neste ponto, realizando uma comparação entre as respostas externalizadas durante a sondagem e as ideias transcritas neste mapa conceitual, pode-se dizer que as videoaulas sobre condução e convecção térmica auxiliaram a aluna na construção dos conhecimentos relacionados ao conteúdo abordado, pois nas perguntas da entrevista relacionadas ao conteúdo, a aluna pouco argumentou haja vista que não recordava dos PPC.

No mapa elaborado pela aluna P3S há uma estrutura diferente em relação aos anteriores, como observado na Figura 23.

Figura 23 - Mapa conceitual elaborado pela participante P3S.



Fonte: Dos autores, 2021.

Diferente do mapa conceitual anterior, neste apresentado pela P3S pode-se identificar que foi organizado seguindo a estrutura teia de aranha e que os conceitos são representados por palavras ou frases curtas, dentro de formas como balão de fala e retângulos, com cores alternadas.

Tavares (2007) menciona que esse tipo de mapa proporciona a fácil exposição de ideias, porém, não facilita a identificação de relações entre suas ramificações, pois o tema gerador é centralizado e os demais conceitos são apresentados a partir dele, sem mostrar conexão entre eles.

No entanto, na proposição de Moreira (2012) os mapas conceituais devem promover a possibilidade, de quem o vê, estabelecer associações frente ao que é exposto. Nesse sentido, a aluna consegue expor que os demais conceitos estão contidos no central, porém não consegue exibir conexões entre as ramificações.

Nessa vertente houve apenas a diferenciação progressiva, visto que atribuiu-se significado ao subsunçor inicial que é apresentado no mapa como PPC, porém não ocorreu a reconciliação integradora para identificar relações entre os significados (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011).

É importante destacar que a aluna P3S expressa que muita energia corresponde a sensação térmica quente e o contrário ao frio, o que leva a inferir que houveram interações entre subsunçores relacionados às sensações térmicas e a nova ideia - energia térmica.

Finalmente, analisando os mapas conceituais, pode-se dizer que de uma forma geral os mapas apresentados abordam conceitos e exemplos relevantes sobre o conteúdo. Evidencia-se ainda que naquele momento, algumas ideias não estavam organizadas na apresentação dos mapas e que possivelmente podem ser ordenadas a partir da aula de radiação térmica, visto que as duas aulas iniciais foram por videoaula.

Além disso, evidenciou-se a presença da diferenciação progressiva nos mapas conceituais apresentados, uma vez que são exibidos conceitos breves sobre condução, convecção e radiação térmica e essa diferença pode estar atrelada ao contato com o conteúdo por meio das videoaulas. Segundo Ausubel (2003) a diferenciação progressiva corresponde a assimilação sequencial de significados devido às sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, com objetivo de fornecer a melhor ancoragem.

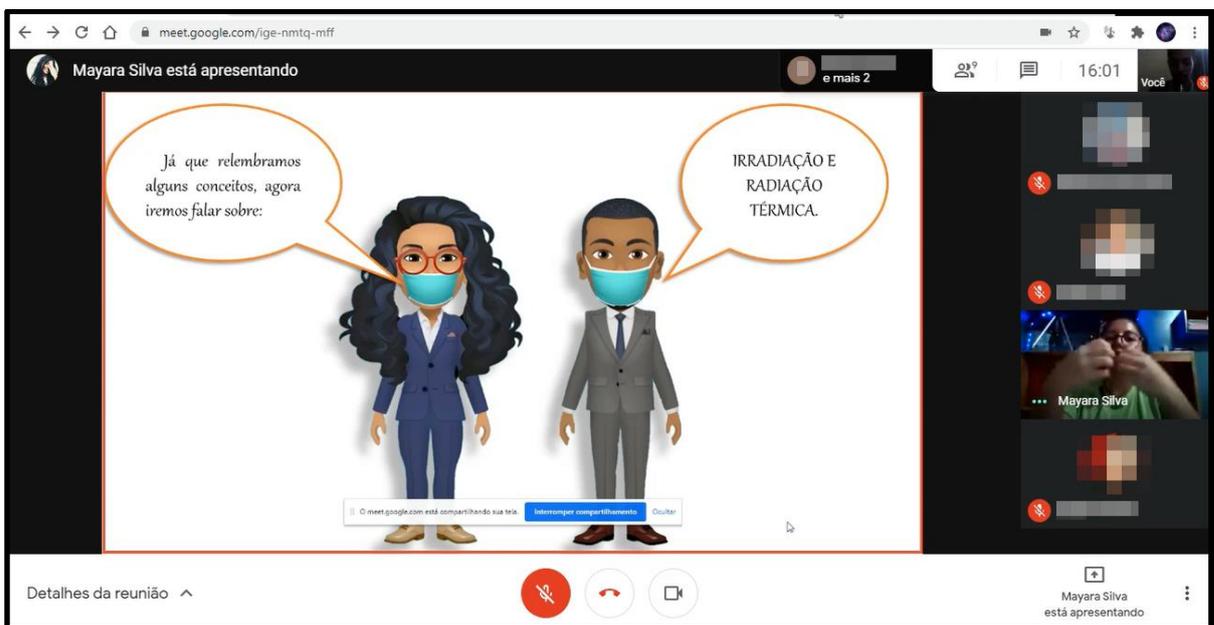
### **6.3 Análise dos vídeos elaborados pelas participantes**

Com base na visão de Moreira (2011) sobre a TAS proposta por Ausubel é necessário apresentar aos alunos uma nova forma de avaliação que seja radical, uma

maneira em que o aprendiz externalize o que aprendeu, explicando com clareza para não haver simulação de aprendizagem significativa.

No final da aula sobre radiação térmica as participantes foram instruídas à elaboração de vídeo, com base nas aulas, abordando os processos de propagação de calor (condução, convecção e radiação térmica). A Figura 24 a seguir está relacionada com o desenvolvimento da aula síncrona pelo *Google Meet*.

Figura 24 - Aula 4: Radiação térmica.



Fonte: Dos autores, 2021.

Nesse sentido, o vídeo solicitado deveria conter explicações de situações do cotidiano em que um ou mais processos de propagação de calor estivessem presentes. Com isso, as participantes encaminharam as gravações aos pesquisadores no dia 6 de fevereiro de 2021 por meio do *Google Classroom* e *WhatsApp*.

Deste modo, foram analisados os vídeos nos quais buscou-se por indícios de aprendizagem com significados, porém foram destacadas apenas análises de três gravações, duas com a mesma estrutura, isto é, elaboração de uma situação hipotética construída em aplicativos de edição de vídeo, na versão *mobile*, como demonstra a Figura 25 a seguir.

Figura 25 - Print de trechos do vídeo apresentado pela aluna P1M.



Fonte: Dos autores, 2021.

Percebe-se que durante a explicação abordada no vídeo, há indícios de aprendizagem significativa, pois a P1M diferencia os processos de propagação de calor à medida em que desenvolve o questionamento por ela apresentado, destacando conceitos sobre condução e radiação.

Dentro desta linha, Moreira (2011) ressalta que a aprendizagem significativa (AS) ocorre através da interação não arbitrária e não literal entre os conhecimentos prévios relevantes e os novos.

Assim, na abordagem deste vídeo parece haver indícios de diferenciação progressiva, pois em relação aos significados iniciais nota-se um novo significado em cada subsunçor, como exemplo: condução como ideia mais geral, chegando à mais específica enfatizando por meio de exemplos como “*queimou as mãos devido a fôrma ser de metal, um bom condutor de energia*”.

Como problemática, a participante faz o seguinte questionamento: “*por que ela se queimou ao tocar na fôrma de metal?*” Em resposta, ela diz que deve-se utilizar um material que seja um bom isolante térmico para pegar metais quentes.

Apesar de mencionar como solução um bom isolante térmico como luvas, não conceitua o que é: um isolante, condução e radiação térmica. Porém, na aprendizagem significativa deve-se avaliar o contexto e não o “sabe e não sabe”, pois

isso se restringiria ao comportamentalismo, a aprendizagem mecânica e não é o que buscamos. O que deve-se considerar é a compreensão, a aplicação dos conhecimentos diante às situações desconhecidas e expressar mediante a certas situações o que aprendeu, pois, este tipo de aprendizagem é progressiva (MOREIRA, 2011).

Em adição, a P2M em seu vídeo conceitua e exemplifica condução, convecção e radiação térmica, conforme a Figura 26, representando uma situação em que há uma introdução ao questionamento com duas personagens, a mãe e o filho.

Figura 26 - Print de trechos do vídeo da aluna P2M.



Fonte: Dos autores, 2021.

Na figura 26 percebe-se que o filho está com dúvidas em relação a exemplos sobre os PPC, mas sabe os conceitos, por isso solicita a ajuda de sua mãe. Em resposta aos conceitos, a mãe responde:

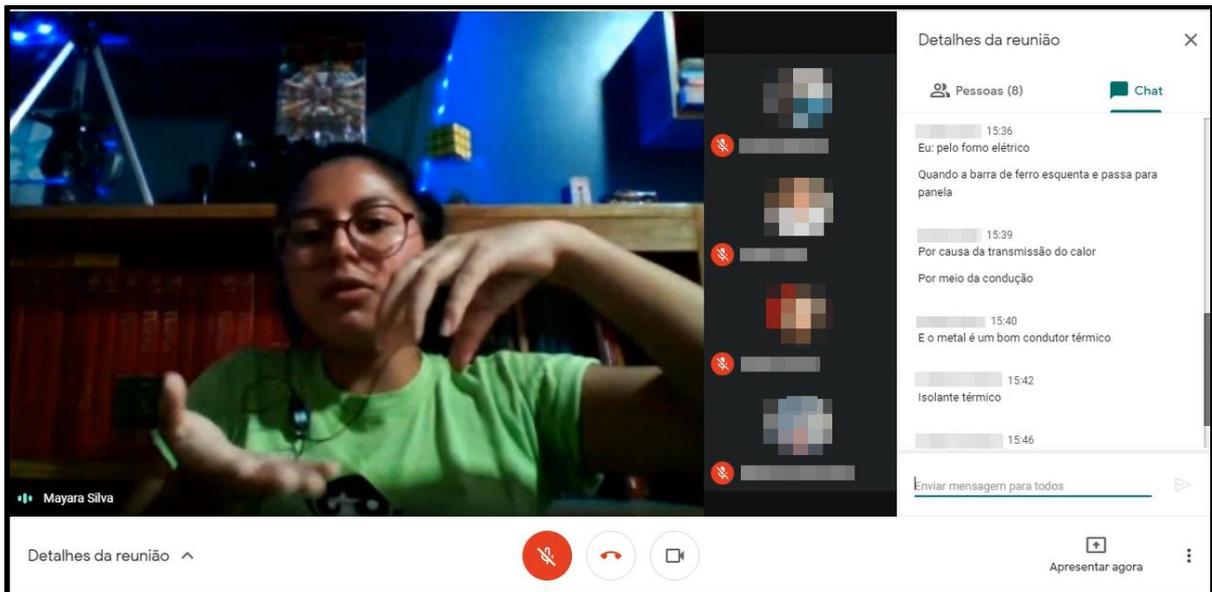
- *“Você sabe quando eu boto a frigideira no fogo e ela esquenta? Isso é condução”;*
- *“Sabe quando eu boto a água pra ferver, para fazer café? Isso é convecção”;*
- *“Sabe quando você pega aquele Sol, quando vai para escola? Então, está ocorrendo a irradiação”;*

Nos exemplos citados pela aluna P2M, percebe-se a relação entre o conceito e aplicações do cotidiano sobre os processos de propagação de calor. Vale destacar que na sondagem, quando perguntou-se sobre aplicações dos PPC, as respostas apresentadas divergiram das aceitas cientificamente, mesmo tendo estudado conceitos introdutórios sobre o tema no decorrer das aulas de Física no ensino médio a pouco tempo.

Sobre essa análise relacionada ao conhecimento prévio, Moreira (2011) menciona que nem sempre ele é um facilitador da aprendizagem significativa, podendo ser um bloqueador, mesmo sendo a variável isolada mais importante nesse tipo de aprendizagem. Um exemplo disso é adotar a ideia de corpúsculo como sendo uma bolinha invisível, que ocupa pouco espaço e posteriormente tentar explicar o que é uma partícula elementar. Nesse exemplo, a explicação é dificultada pela definição de corpúsculo apresentada inicialmente, e com isso, o subsunçor seria um bloqueador para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Nesse sentido, pode-se dizer que no decorrer das aulas ministradas nesta pesquisa, a SD utilizada demonstrou ser recurso instrucional potencialmente significativo e assim, as alunas apresentaram-se dispostas a aprender, ou seja, por meio das relações e interações dos conhecimentos prévios com os novos apresentados em cada encontro, e dessa forma, no decorrer da aula de radiação térmica, houve a participação ativa da aluna P2M através do *chat* de mensagens.

Figura 27 - Interações entre alunas e pesquisadores pelo *chat* durante a aula.



Fonte: Dos autores, 2021.

Por isso, na gravação em vídeo, notou-se indícios de diferenciação progressiva, pois houve a atribuição de novos significados aos subsunçores iniciais apresentados na sondagem, já que no vídeo os três PPC são destacados diferenciados. De acordo com Moreira (2011, p. 20) "através de sucessivas interações, um dado subsunçor, de forma progressiva, vai adquirindo novos significados, ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas".

Além disso, pode-se notar a presença da reconciliação integradora à medida em que as explicações, abordagem utilizada e exemplificações são destacadas, visto que na ideia geral do vídeo, pretendeu-se eliminar as diferenças aparentes, resolver inconsistências apresentadas, e assim integrar os novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Em contrapartida, o vídeo apresentado pela P2S é explicado através de situações do seu cotidiano e com materiais pertencentes à sua casa, exemplifica os três PPC, sendo assim nota-se que há a conceituação de todos os processos, Condução, utilizando o ferro elétrico para passar roupas; Convecção, explicando através do ar-condicionado e Radiação, utilizando-se a lâmpada fluorescente; e vai além explicando o motivo do tecido desamassar ao ser aquecido pelo ferro de passar e que os insetos buscam lâmpadas para se aquecer pelo fato de parte da energia elétrica utilizada por elas ser convertida em energia térmica.

Na Figura 28 a seguir destacam-se trechos do vídeo da P2S.

Figura 28 - *Print* de trechos do vídeo da aluna P2S.



Fonte: Dos autores, 2021.

Vale mencionar que na sondagem a aluna em questão demonstrou dificuldades em responder as perguntas do roteiro da entrevista e não soube exemplificar os processos de propagação de calor, no entanto, conforme foi exposto no vídeo, é possível verificar indícios de aprendizagem pautados na TAS proposta por Ausubel.

Sendo assim, com base nas observações dos pesquisadores, pode-se dizer que o material utilizado foi potencialmente significativo e contribuiu para a aprendizagem devido proporcionar a interação entre os subsunçores iniciais da P2S verificados na sondagem com os novos conceitos apresentados na SD.

Conforme Moreira (2011) o material de aprendizagem só pode ser potencialmente significativo, pois o significado está nas pessoas. Com isso, pode-se dizer que a P2S construiu seus conhecimentos ao longo do desenvolvimento das aulas propostas na SD e por meio das atividades. Nesse caso é imprescindível comentar sobre a predisposição em aprender expressa pela aluna, pois, além das atividades solicitadas, ela apresentou entusiasmo na aula de radiação pelo *Meet*, respondendo aos questionamentos apresentados pelos pesquisadores e buscando saber mais sobre o tema abordado, mesmo sem a solicitação.

Na proposição de Moreira (2011) as duas condições para ocorrer aprendizagem significativa são que o material seja potencialmente significativo e o aprendiz tenha a predisposição em aprender.

Nesse sentido, a sequência didática com integração de AC e AE se mostrou potencialmente significativa, visto que, as participantes a partir do desenvolvimento das aulas com esses recursos construíram seus conhecimentos. Com as elaborações dos mapas conceituais e vídeos notou-se a presença de diferenciação progressiva visto que houve a atribuição de significados a um subsunçor devido a sucessiva utilização deste para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Por meio das análises, identificou-se a reconciliação integradora, pois houve a realização de exploração de relações entre significados, com intuito de identificar aparentes semelhanças e diferenças, tendo como objetivo integrá-los (AUSUBEL, 2003). Vale destacar que a aprendizagem significativa é progressiva e esses dois processos são simultâneos, pois não se pode haver somente a diferenciação, assim acaba-se percebendo tudo diferente (MOREIRA, 2012).

Na sondagem perguntou-se sobre as atividades computacionais e experimentais visando identificar se as alunas conheciam essas ferramentas e quais eram suas percepções sobre a implementação nas aulas de Física. Nesse sentido, ao final das aulas sobre os processos de propagação de calor, como último instrumento de coleta de dados utilizou-se um Questionário de Avaliação dos Recursos da Pesquisa por meio do *Google Forms* com objetivo de verificar as percepções das alunas após o desenvolvimento das aulas com AC e AE.

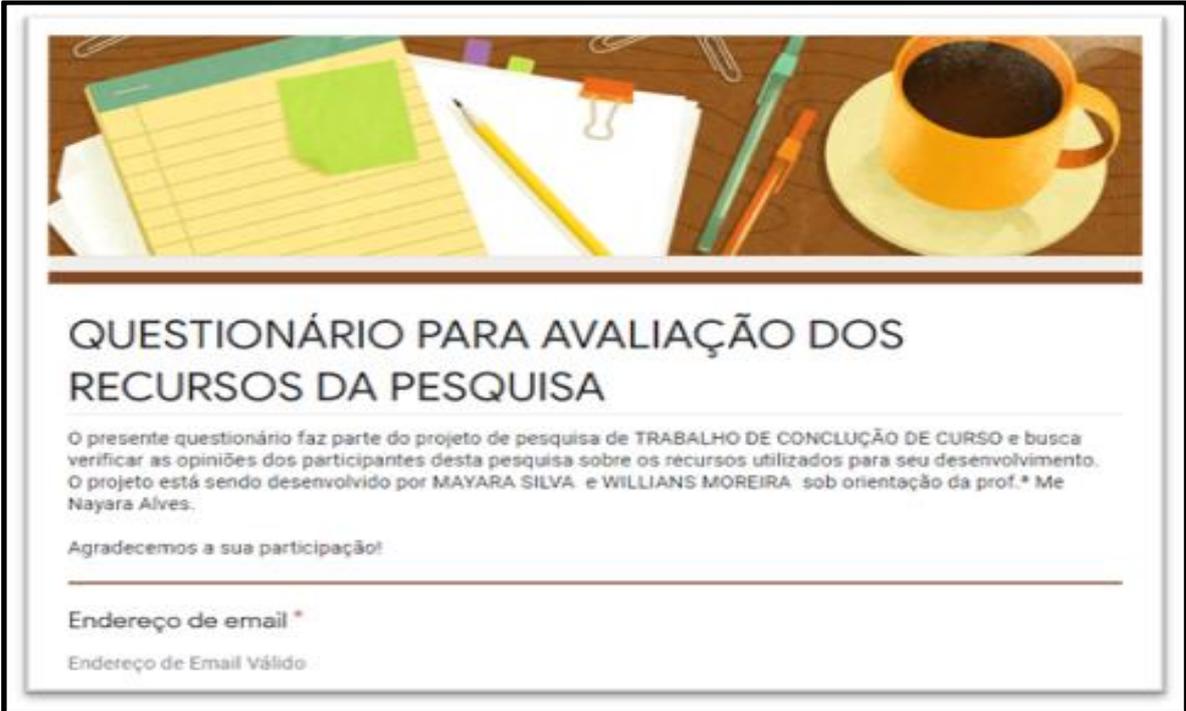
Frente às respostas abordou-se os pontos positivos e negativos expostos pelas alunas e pelos pesquisadores sobre o desenvolvimento da sequência didática. Com isso, a seguir são apresentadas as análises do último instrumento para coleta de dados.

#### **6.4 Análise do questionário estruturado de avaliação dos recursos da pesquisa**

Como análise do último instrumento avaliativo, considera-se as respostas obtidas no questionário *online* que tem como objetivo verificar as percepções das alunas voluntárias sobre a utilização dos recursos que constituíram a sequência didática.

Esta análise foi realizada conforme as respostas das participantes, mediante questionário, (apêndice B), aplicado pelo *Google Forms* no dia 8 de fevereiro de 2021, como pode ser observado o layout inicial contendo o objetivo desta ferramenta de avaliação na Figura 29.

Figura 29 - Parte inicial do Questionário *online* de Avaliação dos Recursos da Pesquisa.



**QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DA PESQUISA**

O presente questionário faz parte do projeto de pesquisa de TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO e busca verificar as opiniões dos participantes desta pesquisa sobre os recursos utilizados para seu desenvolvimento. O projeto está sendo desenvolvido por MAYARA SILVA e WILLIANS MOREIRA sob orientação da prof.ª Me Nayara Alves.

Agradecemos a sua participação!

Endereço de email \*

Endereço de Email Válido

Fonte: Dos autores, 2021.

A seguir serão destacadas as respectivas análises das respostas fornecidas pelas alunas voluntárias desta pesquisa. Na Figura 30, encontra-se a 1<sup>o</sup> questão sobre o desenvolvimento da SD por meio dos recursos tecnológicos.

Figura 30 - Primeira questão sobre a AC no questionário estruturado.

1. Durante as aulas ministradas foram utilizadas atividades computacionais (AC), dentre elas uma simulação computacional para explicar e demonstrar os processos de propagação de calor. Dessa forma, em relação a AC, você considera que com a sua utilização foi possível compreender melhor os conteúdos abordados? Por quê?

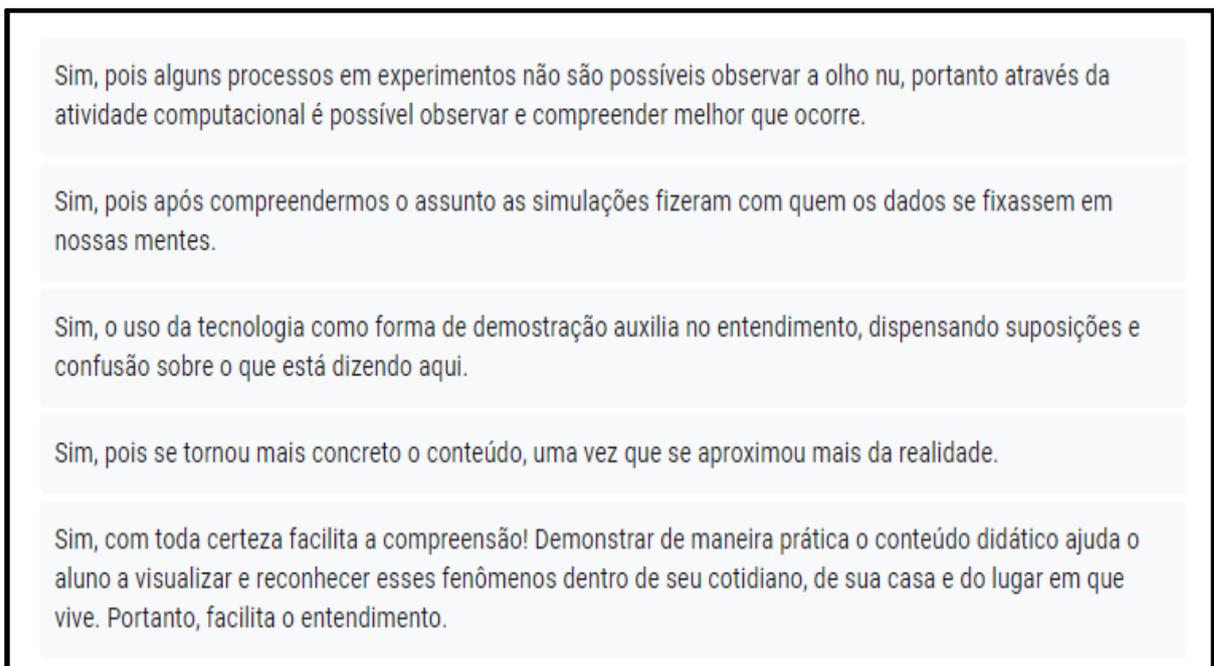
Your answer

Fonte: Dos autores, 2021.

Em resposta a essa questão, percebeu-se que as cinco participantes responderam e expressaram opiniões positivas, com “sim” para a compreensão dos conteúdos abordados através da utilização das AC.

Com base na figura anterior serão apresentadas a seguir as respostas das participantes.

Figura 31 - Respostas das participantes para a questão 1.



Fonte: Dos autores, 2021.

Voltada para esta questão, percebe-se que a participante P1M responde que - *“Sim, pois alguns processos em experimentos não são possíveis observar a olho nu, portanto através da atividade computacional é possível observar e compreender melhor o que ocorre”*.

Frente às respostas obtidas, observa-se pontos que foram cruciais para haver aprendizagem com significados através da simulação computacional, visto que, só por meio da AE não foi possível observar com precisão o que ocorria em determinados experimentos, como enfatiza a P1S.

Em consonância às respostas, pode-se dizer que as simulações proporcionaram a facilidade na compreensão do conteúdo, visto que permitiram a semelhança com a realidade das alunas, possibilitando a associação com o conteúdo. Ademais, este recurso foi capaz de demonstrar por meio da interatividade as três

formas de propagação de calor. Na Figura 32 apresenta-se a segunda questão sobre o desenvolvimento da SD com integração, abordando a utilização da AE.

Figura 32 - Questão 2 do questionário estruturado.

2. Além das AC, foram utilizadas nas aulas atividades experimentais (AE) construídas com materiais de baixo custo. Em relação a utilização das AE, você considera que com a sua utilização foi possível compreender melhor os conteúdos abordados? Por quê?

Your answer

---

Fonte: Dos autores, 2021.

As atividades experimentais utilizadas nas aulas foram construídas com materiais que são encontrados com facilidade e com baixo custo, como vela, fósforo, leite, entre outros, e com procedimentos capazes de serem reproduzidos com praticidade. Em resposta ao questionamento da Figura 33, obteve-se os respectivos comentários apontados na Figura a seguir.

Figura 33 - Respostas à questão 2.

Sim, pois atividades experimentais sempre são boas para complementar o estudo. E sendo de baixo custo é o melhor pois em casa mesmo podemos fazer e aprender, sem precisar de laboratórios e materiais caros.

Sim, pois assim como as simulações computacionais, as atividades experimentais nos proporcionaram uma melhor absorção do assunto e integraram o teórico com o cotidiano.

Sim, atua de forma muito mais exigente quando essa exemplificação ou é aplicada no nosso cotidiano ou é transmitida com a linguagem do aluno.

Sim, porque a visualização tornou visível a teoria em prática.

Não só hierarquizar na compreensão, como deixar a aula mais interativa e o conteúdo mais leve para absorver os conhecimentos sobre o tema em questão.

Fonte: Dos autores, 2021.

Como base nas respostas, observa-se que foi possível haver entendimento sobre o conteúdo, visto que após as explicações dos conceitos, utilizou-se as AE como

demonstração de cada processo. Dessa forma, pode-se enfatizar a partir do *feedback* fornecido pela P1M que os experimentos foram complementos nas aulas. Essa observação destaca que esse recurso pode ser construído e executado sem a presença de um laboratório com materiais de custo elevado.

Vale ressaltar que as atividades não foram manuseadas pelas participantes, mas apresentadas como demonstrativas/investigativas, pois devido a mudança na metodologia decorrente da pandemia ficou impossibilitada a execução destas atividades pelas colaboradoras.

No entanto, um dos objetivos das atividades experimentais é a investigação e a formulação de hipóteses por meio de problemáticas (BATISTA; FUSINATO; BLINI, 2009), por isso, na aula de radiação térmica utilizou-se das AE investigativas, as quais abordaram conceitos de condução e convecção por meio de uma situação hipotética: O que acontece quando esquecemos uma colher de metal em um recipiente com líquido aquecido. Ex: Ao fazer café e esquecer a colher na panela enquanto a água começa a aquecer devido o fornecimento de energia térmica?

Conforme Borges (2002) quando a abordagem experimental é direcionada para a verificação de determinados pontos mencionados pelo docente, pode-se notar que:

O estudante logo percebe que sua 'experiência' deve produzir o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deve ser encontrada. Quando ele não obtém a resposta esperada, fica desconcertado com seu erro, mas, se percebe que o 'erro' pode afetar suas notas, ele intencionalmente 'corrige' suas observações e dados para obter a 'resposta correta', e as atividades experimentais passam a ter o caráter de um jogo viciado. Infelizmente este é daquele tipo de jogo que se aprende a jogar muito rapidamente. (BORGES, 2002 p. 299).

Através do exemplo, foi perguntado ainda qual a solução mais viável para essa indagação? Em resposta, surgiram as seguintes propostas:

P2S e P1M: “*primeiramente, não deixar a colher dentro do recipiente, pois ela é boa condutora e vai queimar a mão*”; “*usar um pano para pegar a colher*”; “*usar uma colher de pau, madeira, ela não conduz muito bem calor*”.

A partir da observação dos pesquisadores, a aula demonstrou-se mais interativa, mesmo diante de ensino virtualizado e com o distanciamento entre os participantes, nesse sentido, houve dinamicidade na exposição de argumentos entre as alunas.

Como terceira pergunta, destaca-se a implementação desses recursos integrados nas aulas de Física e qual seria sua importância. A Figura 34 menciona a estruturação da pergunta.

Figura 34 - Questão 3 do questionário estruturado.

3. Nas aulas foram utilizadas AC e AE para explicar um mesmo conteúdo, assim, denominamos que estas foram integradas. Para tanto, você considera importante a implementação dessas atividades nas aulas de Física? Por quê?

Texto de resposta longa

.....

Fonte: Dos autores, 2021.

Em relação a esta pergunta, obteve-se as seguintes respostas representadas na Figura 35.

Figura 35 - Respostas à questão 3.

Sim; pois Física por ser uma matéria das exatas, e por boa parte dos alunos terem dificuldade de absorver os conteúdos, principalmente por não entenderem onde esse conteúdo se aplica, esses tipos de atividades fazem com que mais seja fácil absorver a parte teórica.

Sim, haja vista ser um componente curricular de cálculo, muitos alunos têm dificuldade em executar o cálculo, pois não assimilam ou captam a teoria em prática.

Sim, o fato da física ser uma ciência que explica muito da nossa vida, do que acontece no nosso dia a dia que, por vezes, passa despercebido, a demonstração sempre tende a clarear ideias e o uso de experimentos é indispensável no seu ensino, visto que está sendo explicado exatamente isso, não haveria sentido não exemplificar.

Sim, pois podemos ver de duas formas como esses processos ocorrem, pois podemos observar onde elas ocorrem no nosso cotidiano, como experimentais, e como elas podem ser mais "científicas e acadêmicas", as computacionais.

Os livros sempre serão o material principal na metodologia de ensino, porém a utilização das AC's juntamente com AE's facilita de fato a aprendizagem, bem como deixam as aulas mais dinâmicas, onde o aluno tem a participação mais ativa nas aulas, não somente enquanto ouvinte, mas como um contribuinte na transmissão de conhecimentos. Logo, seria bem interessante e importante a implementação das AC e AE's como metodologia de ensino nas escolas.

Fonte: Dos autores, 2021.

Observa-se que através das atividades computacionais e experimentais integradas houve a facilidade em compreender determinados conceitos, proporcionando a participação ativa das alunas no processo de aprendizagem.

Em resposta, P2M comenta que: *“muitos alunos têm dificuldades em executar o cálculo, pois não assimilam ou captam a teoria em prática”* essa resposta pode estar atrelada a ausência de atividades práticas, dessa forma, quando se utiliza as AE e AC integradas essas dificuldades podem ser reduzidas ou sanadas, pois há a complementação entre esses recursos.

Nessa visão, através dos recursos computacionais integrados aos experimentos utilizados no desenvolvimento das aulas, percebeu-se entusiasmo, principalmente durante a intervenção sobre radiação. Essa afirmação baseia-se na resposta da P3S que menciona: *“podemos ver de duas formas quando esses processos ocorrem”*, neste caso, a aluna faz menção às formas como os processos de propagação de calor podem ser apresentados.

Conforme Testoni, Paula e Prevot (2014, p. 242) *“o ensino da Física, particularmente, devido à diversidade e possibilidade de experimentação, possibilita ao docente a oportunidade de experimentar diferentes estratégias de ensino”*, nesse caso, os recursos experimentais virtuais e reais mostraram-se capazes de proporcionar um ambiente propício à aprendizagem com significados.

Na Questão 4 solicitou-se a avaliação das alunas sobre a SD utilizada, considerando o contexto de pandemia.

Figura 36 - Questão 4 do questionário estruturado.

4. Considerando o ensino remoto emergencial (ERE) imposto pelo período de pandemia da Covid-19, como você avalia a sequência em que as aulas foram ministradas neste projeto?

Texto de resposta longa

---

Fonte: Dos autores, 2021.

Em resposta a essa questão adotaremos dois quadros que apresentam alguns pontos da sequência didática. Nesse viés, durante as intervenções percebeu-se algumas implicações dos procedimentos da SD, por isso, nos quadros a seguir são relatados, com base nas observações dos pesquisadores e das alunas voluntárias, os principais pontos positivos e negativos da sequência didática com a metodologia virtualizada utilizada nesta pesquisa.

Quadro 2 - Percepções das alunas voluntárias.

Pontos positivos	Pontos negativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>“Foram ótimas, super interativas, interessantes”;</i></li> <li>- <i>“Foram formidáveis, pois não se tornou maçante e foi de fácil acesso”;</i></li> <li>- <i>“Democráticas, com solicitação de horários pessoais dos presentes no projeto, sequência excelente para assegurar entendimento do assunto, intercalando com atividades”;</i></li> <li>- <i>“Muito boas. As vídeo aulas bem explicativas, fáceis e rápidas, contendo o assunto, os experimentos e até charges. Com a disponibilização dos materiais. Muito bom”;</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>“Confesso que senti falta da parte literária, apostilados”;</i></li> <li>- <i>“Problemas com minha internet. ”</i></li> </ul>

Fonte: Dos autores, 2021.

Dentre os comentários observados no Quadro 2, a P1S relata a ausência de apostilas, materiais que possam proporcionar consulta aos conteúdos além dos pertencentes na sala de aula do *Google Classroom*. Frente a esta proposição, vale destacar que além das videoaulas com AC e AE, foi disponibilizado os *slides* em formato pdf das aulas de condução e convecção térmica na sala de aula.

Além das respostas mencionadas, em adição destaca-se o seguinte comentário da aluna voluntária P1S:

*“A proposta foi bem interessante e participativa, gostei bastante da utilização dos avatares, memes, tirinhas engraçadas, tudo isto trouxe bastante humor em grande parte das aulas remotas e isto foi bem legal, excelente sacada. Desta forma, a compreensão é obtida de forma mais branda e eficaz, é interessante ressaltar também que as atividades experimentais podem ser feitas com objetos encontrados em casa, sem necessidade de gastos. A metodologia utilizada possibilita ao aluno um melhor envolvimento melhor nas aulas, estreita a relação entre professor e aluno de modo positivo, ou seja, transforma a aula em um processo colaborativo no qual o APRENDER é feito de maneira divertida e interativa”.*

Nesse sentido, observa-se que as respostas foram positivas para o desenvolvimento da sequência didática com integração de atividades experimentais reais e virtuais, através de metodologia virtualizada. A aluna P1S menciona:

“adversidades à parte, foi uma experiência muito edificante para mim, foi positiva e entusiástica, espero que essa metodologia possa ser implementada nas escolas”.

Essas respostas podem estar relacionadas às dinâmicas das aulas, em certos momentos através do *WhatsApp*, houve interação, perguntas referentes ao tema, sobre conceitos ou dúvidas como: “*calor, é aquilo que sentimos? Tipo, quando eu digo, estou com calor, me refiro a energia?*”.

Além das atividades experimentais virtuais e reais serem atrativas como mencionou a aluna P2M, no ponto de vista desta que se dispôs a participar, esses recursos foram importantes para desenvolver a aula, além da dinâmica na abordagem dos conteúdos, caso contrário, ficaria muito entediante, então, as aulas proporcionaram boas experiências.

Embora as participantes tenham apresentado boas percepções acerca da SD com integração, os pesquisadores, em complemento ao exposto, explanaram suas percepções sobre a construção e aplicação da sequência didática, as quais são apresentadas conforme o Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Percepções dos pesquisadores sobre a SD com integração de atividades experimentais reais e virtuais.

Pontos positivos	Pontos negativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordou recursos virtuais que facilitaram a aprendizagem dos alunos;</li> <li>- Flexível, pois possibilitou ajustes e abordou exemplos do cotidiano;</li> <li>- Facilidade em acessar os materiais e conteúdos na sala virtual do <i>Google Classroom</i>;</li> <li>- Participação ativa dos alunos nas aulas mediante as perguntas norteadoras feitas pelos pesquisadores;</li> <li>- Incentivo para os alunos em aprender com essa metodologia, mesmo sendo virtualizada;</li> <li>- Gerou possíveis indícios aprendizagem com significados;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldades em gravar os vídeos devido aos diversos ruídos externos e internos;</li> <li>- Dificuldades em conseguir alunos para participar, pelo fato de poucos possuírem acesso à internet;</li> <li>- Problemas relacionados a conexão de internet: alunos e pesquisadores;</li> <li>- Período curto de intervenções devido ao cansaço resultante das horas em frente ao computador;</li> </ul>

Fonte: Dos autores, 2021.

Conforme exposto no quadro, as percepções dos pesquisadores levaram em consideração as respostas das alunas e as dificuldades para construção e aplicação da SD, além disso, foram retratados os pontos positivos em utilizar essa metodologia.

O ponto negativo em comum destacado nas percepções das alunas e dos pesquisadores é o problema com a conexão de internet, visto que o acesso às ferramentas na sala de aula do *Google Classroom*, dependem do acesso à internet, assim como os demais recursos, já que houve a adaptação da metodologia devido a pandemia do Covid-19.

Em consonância com a Questão 4, foi perguntado na Questão 5 sobre a motivação das alunas voluntárias no decorrer das aulas como demonstra a Figura 37 a seguir.

Figura 37 - Questão 5 do questionário estruturado.

<p>5. Você considera que com o auxílio dos recursos utilizados durante as aulas você se sentiu mais disposto(a) a aprender o conteúdo ministrado?</p> <p>Texto de resposta longa</p> <hr/>
--

Fonte: Dos autores, 2021.

Ao analisar a Questão 5 observa-se que houve menção à pandemia e às dificuldades na aprendizagem nesse período. Por isso, a realização desta pesquisa foi através de metodologia com recursos virtualizados, abordando de maneira descontraída os conteúdos. As respostas dessa Questão são destacadas na Figura 38.

Figura 38 - Respostas à questão 5

Sim, se tornou mais divertido e fácil de aprender Física, o que sempre foi um problema pra mim.
Sim, os recursos fizeram com que a aula ficasse mais convidativa ...
Sim, absolutamente.
Sim, me senti mais disposta.
Com toda certeza, principalmente agora em tempos de pandemia, pois já é fatigante demais não poder sair de casa, viver de maneira monótona é frustrante, causa estresse e desânimo, ter uma educação dinâmica ajudaria nesse aspecto também, pois ocuparia meu tempo de maneira divertida durante o processo de aprendizagem.

Fonte: Dos autores, 2021.

Nesse contexto, observa-se ainda que as respostas foram positivas para o desenvolvimento da sequência didática. A aluna P2M diz que: “*os recursos fizeram com que a aula ficasse mais convidativa*”, por isso, ao elaborar a sequência didática, pensou-se nos pontos positivos e negativos, pois nesse período de pandemia, a motivação, o estresse e monotonia devem ser levadas em consideração, como cita P1S.

Já a P1M diz que se tornou mais divertido e fácil aprender Física, essa resposta pode estar relacionada aos materiais, atividades e abordagens utilizadas para o desenvolver da pesquisa.

Dessa forma, por meio do questionário estruturado foi possível avaliar as contribuições provenientes da utilização da sequência didática como recurso potencialmente significativo capaz de proporcionar o surgimento de indícios de aprendizagem significativa mediante as intervenções desenvolvidas pelos pesquisadores e identificar as opiniões das alunas acerca desse instrumento de ensino.

Conforme afirma Zabala (1998, p. 64) a SD visa “ser motivadora da interação com os recursos tecnológicos; Favorecer novas aprendizagens contribuindo para a competência de aprender a aprender” e as atividades experimentais reais e virtuais integradas na visão de Moro, Neide e Rehfeldt (2016), os quais comentam que essas atividades podem ser uma possibilidade para explicar o conteúdo, buscar envolver e motivar o aluno e pode ser uma alternativa para não se prender às aulas centralizadas no ensino tradicional.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os avanços tecnológicos é corriqueiro observarmos o uso de ferramentas que podem ser utilizadas em prol do ensino e da aprendizagem, assim implementar esses recursos, em especial no ensino de Física, considerando a realidade local e dos alunos é imprescindível, no entanto, esses aspectos são considerados um desafio se levado em conta o contexto em que se encontra educação durante a pandemia do Covid-19 e em aulas destacadas como tradicionais, expositivas e com ênfase no uso de quadro.

Nesse sentido, os alunos não vêem as aulas como atrativas perante a utilização de ferramentas que pouco se adequam às suas vivências. Com isso, por meio desta pesquisa foi possível apresentar para 10 alunas de duas instituições federais uma sequência didática com a integração de atividades computacionais e experimentais baseada na Teoria de Aprendizagem Significada de David Ausubel para explicar os processos de propagação de calor, na SD foram utilizados recursos virtualizados que visaram proporcionar diálogo e apresentação do conteúdo.

Desta forma, o papel dos pesquisadores foi mediar o processo de aprendizagem e por meio da SD possibilitar um ambiente propício à ocorrência de aprendizagem significativa. Com isso, as simulações e experimentos devem ser escolhidas baseadas nos pressupostos de que, para se obter uma aprendizagem com significados, o envolvimento do aprendiz deve ser ativo dependendo dos objetivos a serem alcançados, a interatividade passa a ser uma característica essencial.

Por meio da sequência didática com a integração de atividades computacionais e experimentais percebeu-se que esta é favorável para ocorrência de aprendizagem significativa, obedecendo aos princípios fundamentais da TAS proposta por Ausubel, visto que as alunas mostraram-se motivadas em aprender e o material desenvolvido foi potencialmente significativo, como foi observado nas respostas da P2S: *“agora eu entendo como usar o papel alumínio para fazer mechas”*; *“Entendi porque o ar condicionado fica na parte superior do quarto”*; *“Se as aulas fossem dessa forma no ensino médio, eu teria aprendido mais” (P2S)*.

Ressalta-se, que algumas alunas voluntárias apresentaram ao final da intervenção conhecimentos que divergem dos que são aceitos cientificamente, porém um dos objetivos desta pesquisa foi identificar indícios da ocorrência de aprendizagem significativa, o qual foi alcançado por meio da elaboração dos mapas conceituais e

vídeos, independentemente do conhecimento construído ser classificado como correto ou incorreto, visto que a atribuição de significados cabe somente ao indivíduo.

É importante destacar as dificuldades enfrentadas para aplicação da SD, como conseguir público para realizar as intervenções e a instabilidade da conexão de internet utilizada pelos pesquisadores e participantes. Porém, pode-se dizer que os objetivos foram alcançados, visto que a SD promoveu reconhecer os conhecimentos prévios, construir atividades com desafios alcançáveis, favorecendo aprendizagem de novos conceitos, além de ser motivadora e propensa a ocorrência de aprendizagem significativa.

No entanto, para outras pesquisas a serem realizadas futuramente através de uma SD com integração entre AC e AE, seria oportuno abranger um número maior de alunos do sexo feminino e masculino, utilizá-la em sala de aula, implementando outras abordagens, ajustando conforme a realidade local, já que esta pesquisa foi desenvolvida através metodologia virtualizada devido a pandemia e com isso a impossibilidade de ser presencial.

Portanto, espera-se que a sequência didática apresentada possa contribuir com outras pesquisas e ser ajustada, visando promover a participação dos alunos por meio da execução das atividades experimentais reais e virtuais, para que os alunos possam ser instigados, levantar hipóteses e respondê-las com a mediação do professor da componente curricular.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, N. F. **A Integração de Atividades Experimentais e Computacionais no Ensino de Óptica Geométrica: uma abordagem sobre a construção dos conhecimentos fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2018.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2010.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva.** Tradução: TEOPISTO, Lígia. 1ª ed. Lisboa: Paralelo editora, LDA.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences.** Maringá, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias (PNC).** Brasília: MEC, 2000.
- CANZONIERI, A. M. **Metodologia da pesquisa qualitativa na saúde**, Petrópolis: RJ, 2010.
- CARLOS, J. G.; MONTEIRO, J. F. N.; AZEVEDO, H. L.; SANTOS, T. P. dos; TANCREDO, B. N. Análise de artigos sobre atividades experimentais de física nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-VII Enpec**, 2009.
- DIEFENTHÄLER, A. T. AVI, P. C. Determinação da curva de resfriamento da água em ampolas de garrafas térmicas. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão.** Curitiba, PR, v. 1, n. 2, 21, jul./dez., 2016.
- DORNELES, P. F. T.; ARAÚJO, I. S. VEIT, E. A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências** – V10(2), pp. 227-254, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física 2: Gravitação, ondas e termodinâmica**. Tradução: BIASI, Ronaldo Sérgio de. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEIDEMANN, L. A.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 2: p.965-1007, out. 2012.

IFAP, Instituto Federal do Amapá. **Regulamentação das atividades de ensino, pesquisa, extensão e estágio para as turmas concluintes de 2020 durante o período de pandemia**. Pró-reitoria de Extensão, Pesquisa, pós-graduação e Inovação. Resolução 64/2020 conselho superior/RE/IFAP.

LEAL, P. C. S. A EDUCAÇÃO DIANTE DE UM NOVO PARADIGMA: ENSINO A DISTÂNCIA (EAD) VEIO PARA FICAR!. **Gestão & Tecnologia Faculdade Delta Ano IX**, V. 1 Edição 30 jan/jun 2020.

LIMA, D. F. A Importância da Sequência Didática como Metodologia no Ensino da disciplina de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**. Uberaba, MG v.11 n.1 p.151 - 162 Jan./Abr. 2018 ISSN 2175-1609.

LOPES, E. E. F. O uso do computador em sala de aula como prática cultural dos universitários. **Revista Ibero-americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 9, n. 1, p. 164–176, 2014. DOI: 10.21723/riaee.v9i1.6866. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/6866>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MACÊDO, J. A. de; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Cad. Bras. Ens. Fís.** v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MANZINI, E. J. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros**. In: Seminário internacional sobre pesquisas e estudos qualitativos. 2, 2004, Bauru. Disponível em:

[https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EduardoManzini/Manzini\\_2004\\_entrevista\\_semi-estruturada.pdf](https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EduardoManzini/Manzini_2004_entrevista_semi-estruturada.pdf). Acesso em: 15 mar. 2021.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C.; S'ANT ANNA, B. **Conexões com a Física**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M.S.G. de. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2402 (2012).

MOURA, F. P. **Utilização do livro da terra à lua no processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Física**. Universidade Federal Rural do Semi-árido Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física, Polo Mossoró. 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Revisado, atualizado e ampliado em 2006. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro\\_Mapas\\_conceituais\\_e\\_Diagramas\\_V\\_COMPLETO.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf). Acesso em: 07 mar. 2021.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Revisado em 2012. Disponível em: [Prof. Marco Antonio Moreira \(ufrgs.br\)](http://www.ufrgs.br/~marcoantonio.moreira). Acesso em: 08 mar. 2021.

MORO, F. T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015, 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado.

MORO, F. T.; NEIDE, Í.; REHFELDT, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 33, nº. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

PASTORIO, D. P.; SAUERWEIN, R. A. O papel do computador em atividades didáticas: um olhar para o ensino de Física. V. 13 No 1, julho, 2015. **Novas Tecnologias na Educação**. CINTED-UFRGS.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio, **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química XIV ENEQ, 2008**.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição 2007**; Vol 12: 72-85, 3 dez. 2007. Disponível em:  
<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>. Acesso em 7 mar. 2021.

TESTONI, L. A. PAULA, S. M.; PREVOT, F. B. A utilização de simuladores computacionais no ensino de Física para cursos de Engenharia. **XIII International Conference on Engineering and Technology Education**. March 16 - 19, 2014, Guimarães, PORTUGAL.

ZABALA, A. Tradução: ERNANI, F. da F. Rosa. **A prática educativa: como ensinar**. 1º ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

**ANEXO A – MODELO PARA CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.**

**AULA - TEMA DA AULA**

**OBJETIVO:**

**TEMPO:**

**RECURSOS E MATERIAIS:**

**DESENVOLVIMENTO:**



## APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA SONDAEM

**Objetivo:** identificar os conhecimentos prévios sobre os processos de propagação de calor (condução, convecção e radiação térmica) e sobre as ferramentas da pesquisa (AC e AE).

### Passos para iniciar a entrevista:

**Passo 1:** realizar chamada de vídeo com os alunos pelo *Google Meet*;

**Passo 2:** apresentação do projeto e explicação dos procedimentos das aulas;

Inicialmente, apresenta-se para os participantes o objetivo geral da pesquisa e através do cronograma de encontros os procedimentos para seu desenvolvimento.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES		
DATA	ATIVIDADE	LOCAL/ MEIO
28/01/2021	Realização de videoconferência: entrevista com o público do ensino superior.	<i>Google Meet</i>
29/01/2021	Realização de videoconferência: entrevista com o público do ensino médio.	
01/02/2021	Liberação do vídeo aula: condução térmica + solicitação de um mapa conceitual.	<i>Google Classroom</i>
02/02/2021	Liberação do vídeo aula: convecção térmica + solicitação de um mapa conceitual.	
04/02/2021	Realização de videoconferência - aula: radiação térmica + solicitação de produção de vídeo.	<i>Google Meet</i>
06/02/2021	Entrega das atividades solicitadas.	<i>Google Classroom/ WhatsApp/ E-mail</i>
08/02/2021	Avaliação de aprendizagem.	<i>Google Classroom/ Forms</i>

Fonte: Dos autores, 2021.

Para o passo 3 que se inicia com a entrevista individual, é necessário que permaneça na sala somente o primeiro a ser entrevistado. Os outros participantes devem acessar a sala novamente após o pesquisador chamá-los pelo grupo de *WhatsApp*.

**Passo 3:** demonstração do experimento;

**Passo 4:** aplicação do questionário semiestruturado;

Após apresentar e o experimento através de vídeo, realiza-se as perguntas descritas abaixo:

A partir do fenômeno observado no experimento:

1. Como você pode descrever o fenômeno físico?
2. Cite situações do seu cotidiano em que esse fenômeno ocorre.
3. Você consegue identificar conceitos de calor e temperatura?
4. No decorrer das aulas de Física, você estudou os processos de propagação de calor? Quais?
5. Comente sobre seus conhecimentos em relação aos processos de propagação de calor.

Perguntas sobre os instrumentos da pesquisa:

1. Você sabe o que é uma atividade experimental?
2. Você sabe o que é uma atividade computacional?
3. No decorrer das aulas, o professor utiliza experimentos?
4. O professor utiliza simulações computacionais nas aulas?
5. Você gostaria que durante as aulas de Física houvesse experimentos e simulações computacionais para explicar o conteúdo estudado?

Fonte: Dos autores, 2021.

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS RECURSOS UTILIZADOS NA PESQUISA.

**Objetivo:** Verificar através de questionário *online* as percepções dos participantes sobre a utilização dos recursos da SD.

**Link de acesso ao questionário no Google Forms:**

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqi9ButKoDGSW6KTfQMEcOwnnEm5hEitLadLO2zxAXCQNCeQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqi9ButKoDGSW6KTfQMEcOwnnEm5hEitLadLO2zxAXCQNCeQ/viewform?usp=sf_link)

Perguntas sobre os instrumentos da pesquisa:

1. Durante as aulas ministradas foram utilizadas atividades computacionais (AC), dentre elas uma simulação computacional para explicar e demonstrar os processos de propagação de calor. Dessa forma, em relação a AC, você considera que com a sua utilização foi possível compreender melhor os conteúdos abordados? Por quê?
2. Além das AC, foram utilizadas nas aulas atividades experimentais (AE) construídas com materiais de baixo custo. Em relação a utilização das AE, você considera que com a sua utilização foi possível compreender melhor os conteúdos abordados? Por quê?
3. Nas aulas foram utilizadas AC e AE para explicar um mesmo conteúdo, assim, denominamos que estas foram integradas. Para tanto, você considera importante a implementação dessas atividades nas aulas de Física? Por quê?
4. Considerando o ensino remoto emergencial (ERE) imposto pelo período de pandemia da Covid-19, como você avalia a sequência em que as aulas foram ministradas neste projeto?
5. Você considera que com o auxílio dos recursos utilizados durante as aulas você se sentiu mais disposto (a) a aprender o conteúdo ministrado?

## **APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DIDÁTICA**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ –  
IFAP

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DOS PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO  
DE CALOR**

Macapá-AP

2021

## APRESENTAÇÃO

Caro professor (a),

A sequência didática apresentada é o resultado de uma pesquisa de conclusão de curso desenvolvida por discentes do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Amapá, IFAP - Campus Macapá e contou com orientação da professora Ma. Nayara França Alves. O conteúdo abordado na sequência didática são os processos de propagação de calor: condução, convecção e radiação térmica. As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento dessa sequência didática foram: atividades experimentais reais e virtuais, *Google App* – *Classroom*, *Meet* e *Forms* e o *WhatsApp* para comunicação por meio de grupos. O seu desenvolvimento foi por meio de metodologia virtualizada, devido a pandemia do Covid-19, além disso, foi embasada pela teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, utilizando-se a abordagem de Marco Antônio Moreira. Dessa maneira, esperamos que a sequência didática contribua para a sua prática pedagógica no ensino de Física proporcionando uma experiência com atividades computacionais integradas às experimentais.

Grande abraço,

Discentes: Mayara Silva e Willians Moreira.

## **ENSINO COM ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS**

No processo investigativo, a Física desde que denominada como Ciência, se propôs a desvendar os segredos do universo. No entanto, para que ela se concretize é necessário a intervenção humana, com os seus diversos questionamentos e emoções que perpassam a razão. Nesse viés, através do ensino de Física são impostos diversos questionamentos, com o propósito de despertar a criticidade dos educandos por meio do saber científico e suas relações cotidianas, não limitando-se a matematização (ALVES, 2018).

Carlos *et al* (2009, p.2) menciona que "em muitos desses estudos, a realização de experimentos em laboratório, ou fora desse ambiente, tem sido apresentada como uma maneira de se colaborar efetivamente para esse propósito". Com isso, busca-se através da execução da AE questionamentos sobre a Física presente no fenômeno analisado.

Além disso, no decorrer dos anos, a chegada da tecnologia trouxe mudanças consideráveis no comportamento da sociedade, sendo elas positivas e ou negativas, com isso é corriqueiro observarmos nos locais públicos, nas escolas e no ambiente de trabalho, a grande quantidade de pessoas utilizando recursos que até pouco tempo eram privilégio de poucos (TESTONI; PAULA; PREVOT, 2014).

Nesse contexto, Alves (2018) menciona sobre a invasão dos recursos digitais no contexto escolar e que com o decorrer dos anos se destacam com mais facilidade devido suas relevâncias em pesquisas educacionais. Assim, com as atividades computacionais, é possível explicar fenômenos físicos e observar o que não é possível por meio das AE.

## PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

Os processos de propagação de calor correspondem às formas como o calor é transferido de um corpo para outro, que pode ser por condução, convecção ou radiação. Antes de apresentar esses processos é necessário entender dois conceitos fundamentais para a Termologia: calor e temperatura.

Na Física, o calor pode ser entendido como a energia, na modalidade térmica, que é transferida de uma região com maior temperatura para outra com menor temperatura. Estas regiões podem estar num mesmo corpo ou em corpos diferentes. Essa transferência ocorre devido a existência de uma diferença de temperatura entre essas regiões, até que atinjam a mesma temperatura, o equilíbrio térmico, como propõem Martini, et al., (2016) e Halliday e Resnick (2016).

A temperatura, por sua vez, é a grandeza física que corresponde ao grau de agitação média de partículas, átomos ou moléculas; ou seja, a energia cinética média destas, como afirmam Martini, et al., (2016), Halliday e Resnick (2016) e Moro (2015). Esta grandeza é medida por meio de termômetros, que podem estar graduados em três escalas principais: Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) ou Kelvin (K).

Diante do exposto, segue-se para os processos de propagação de calor, os quais, segundo Martini, et al., (2016) e Halliday e Resnick (2016), são: condução, no qual o calor é transmitido progressivamente, molécula por molécula, por meio da agitação térmica destas; a convecção ocorre nos fluidos, em que a diferença de temperatura ocasiona a diferença de densidade de algumas regiões do fluido, essas diferenças de densidade resulta num deslocamento de matéria, em que o calor é transferido, formando as correntes de convecção; e a radiação é o processo no qual o calor é transmitido por meio das ondas eletromagnéticas.

## **SEQUÊNCIA DIDÁTICA E TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL**

Embora a Sequência Didática (SD) seja discutida por professores, ela ainda é confundida com um plano de aula devido às semelhanças. Pois assim como a SD, o plano de aula tem como objetivo a descrição das etapas de uma aula e o que deverá ser ensinado. No entanto, a SD vai além disso, engloba diversas propostas que podem ser desenvolvidas no contexto educacional e permite a avaliação das etapas que estão sendo desenvolvidas, ou seja, o professor poderá retornar e modificar os objetivos dependendo da necessidade e estes são conhecidos pelo professor e alunos.

Com isso, a Sequência Didática segundo Zabala (1998, p. 18) “é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Ou seja, uma sequência lógica de atividades que ao serem desenvolvidas em aula atingirão objetivos específicos.

Dessa forma, a SD busca aprendizagem e engloba diversas atividades para se chegar ao objetivo esperado e na SD apresentada, busca-se a construção desta com levando em consideração a aprendizagem significativa, na visão de Moreira (2011).

Sobre a teoria de aprendizagem significativa (TAS) é aquela na qual uma nova ideia ou um novo conhecimento apresentado interage de forma genérica e abstrata com um conhecimento específico presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Este conhecimento, já existente, foi chamado de subsunçor, o qual corresponde àquilo que o indivíduo já sabe (MOREIRA, 2011).

No entanto, para a ocorrência de uma aprendizagem significativa é necessário o cumprimento de duas condições, que segundo Moreira (2011), são: 1ª) utilização de um material potencialmente significativo para o aluno e 2ª) a disposição do aluno para aprender. Ou seja, o material deve proporcionar a possibilidade de o aluno relacionar os novos conhecimentos aos que ele já sabe, os conhecimentos prévios, os subsunçores.

Para isso, a abordagem metodológica deste projeto se baseou na aprendizagem por recepção, pois esta pesquisa ocorreu de maneira remota. Com isso, Moreira (2011, p. 33) descreve a aprendizagem por recepção como “aquela em

que o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento a ser aprendido em sua forma final”.

Dessa forma, a SD desenvolvida seguiu os seguintes passos:



No entanto, aborda-se a seguir a sequência de aulas que fazem parte da aplicação.

Quadro 1 - cronograma de desenvolvimento das atividades - data, atividade e local.

<b>CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</b>		
<b>DATA</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>LOCAL/ MEIO</b>
28/01/2021	Realização de videoconferência: entrevista com o público do ensino superior.	<i>Google Meet</i>
29/01/2021	Realização de videoconferência: entrevista com o público do ensino médio.	
01/02/2021	Liberação do vídeo aula: condução térmica + solicitação de um mapa conceitual.	<i>Google Classroom</i>
02/02/2021	Liberação do vídeo aula: convecção térmica + solicitação de um mapa conceitual.	
04/02/2021	Realização de videoconferência - aula: radiação térmica + solicitação de produção de vídeo.	<i>Google Meet</i>
06/02/2021	Entrega das atividades solicitadas.	<i>Google Classroom/ WhatsApp</i>
08/02/2021	Avaliação de aprendizagem.	<i>Google Classroom/ Forms</i>

Fonte: Dos autores, 2021.

## **DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: APLICAÇÃO**

## AULA 1 - SONDAGEM

**OBJETIVO:** Verificar os conhecimentos prévios dos alunos voluntários sobre os processos de propagação de calor: condução, convecção e radiação térmica e apresentação das etapas da sequência didática.

**RECURSOS:** Computador com acesso à internet, *Google Meet*, vídeo da atividade experimental sobre o conteúdo processos de propagação de calor e roteiro da entrevista.

**MATERIAIS:** Os materiais necessários para o desenvolvimento do experimento são: recipiente de vidro, recipiente para colocar a vela caso seja necessário, vela e seringa, como demonstram as figuras a seguir.



Fonte: Dos autores, 2020.

Além dos materiais citados, precisa-se de água, leite e fósforo ou isqueiro.

### **Procedimentos para gravação de vídeo do experimento:**

Antes de apresentar a atividade experimental é necessário a gravação dos procedimentos contidos para visualização da convecção térmica que acontecerá nos fluidos pertencentes ao recipiente.

### **Gravador de vídeo:**

Adicione os líquidos no recipiente de vidro: primeiramente a água, aproximadamente pela metade do recipiente em uso, com auxílio da seringa, adicione o leite na parte inferior do recipiente, mas atenção! Cuidado para não despejar rapidamente, pois é necessário que o leite não se misture com a água, caso contrário, não notará o efeito causado após o aquecimento.

**DESENVOLVIMENTO:**

Explicar os procedimentos das aulas, destacando os objetivos e temas a serem desenvolvidos, pois é necessário que os alunos conheçam todas as etapas da pesquisa. Seguir as etapas abaixo:

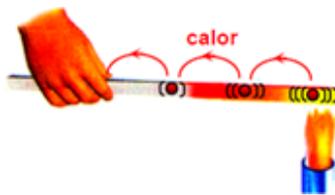
- 1º) Realizar videoconferência com os alunos, já que se trata de uma entrevista;
- 2º) Neste momento deve-se realizar uma breve apresentação sobre o projeto (ou tema em questão) e os procedimentos que serão adotados para a realização da entrevista, que foi selecionada como instrumento para identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes durante a etapa da sondagem;
- 3º) Iniciar de forma individual as entrevistas conforme o cronograma de horário discutidos por meio do grupo de *WhatsApp*;
- 4º) Demonstração do experimento sobre os processos de propagação de calor. O experimento deve ser apresentado em forma de vídeo e demonstrado para os alunos, no entanto, vale destacar que o vídeo da atividade experimental não possui explicação, somente os procedimentos experimentais;
- 5º) Após a demonstração, deve-se iniciar um diálogo entre mediador e aluno, onde sugerimos direcionar as perguntas do questionário de sondagem.

**Questionário de sondagem****A partir do fenômeno observado no experimento:**

1. Como você pode descrever o fenômeno físico?
2. Cite situações do seu cotidiano em que esse fenômeno ocorre.
3. Você consegue identificar conceitos de calor e temperatura?
4. No decorrer das aulas de Física, você estudou os processos de propagação de calor? Quais?
5. Comente sobre seus conhecimentos em relação aos processos de propagação de calor.

**Perguntas sobre os instrumentos da pesquisa:**

1. Você sabe o que é uma atividade experimental?
2. Você sabe o que é uma atividade computacional?
3. No decorrer das aulas, o professor utiliza experimentos?
4. O professor utiliza simulações computacionais nas aulas?
5. Você gostaria que durante as aulas de Física houvesse experimentos e simulações computacionais para explicar o conteúdo estudado?



## AULA 2 - PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: CONDUÇÃO

**OBJETIVO:** abordar conceitos introdutórios sobre os processos de propagação de calor como: calor, temperatura e o primeiro processo, condução.

**RECURSOS:** *Google Classroom*.

**MATERIAIS NECESSÁRIOS:** computador, *slides* sobre o conteúdo: condução térmica, simulação computacional: Formas de energia e transformações, experimento sobre condução térmica, *softwares* para gravação e edição da videoaula.

**TEMPO ESTIMADO:** 22 minutos (videoaula).

### DESENVOLVIMENTO:

Nesta aula será apresentado o processo de propagação de calor: condução térmica. Como o desenvolvimento desta aula foi no período de pandemia, adotou-se a metodologia virtualizada devido o distanciamento social e interrompimento das aulas presenciais, assim, é necessário construir *slides* sobre o conteúdo, tendo como indicação de aportes teóricos os livros: *Conexões com a Física: Estudo do calor, Óptica geométrica e Fenômenos ondulatórios*, 3ª edição, 2016, de Martini *et al*, e *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*, 10ª edição, 2016, de Halliday e Resnick;

Dessa maneira, gravar em vídeo a apresentação desta aula e disponibilizá-la no *Google Classroom*. Sendo assim, a seguir serão apresentados os procedimentos da aula desenvolvida pelos pesquisadores.

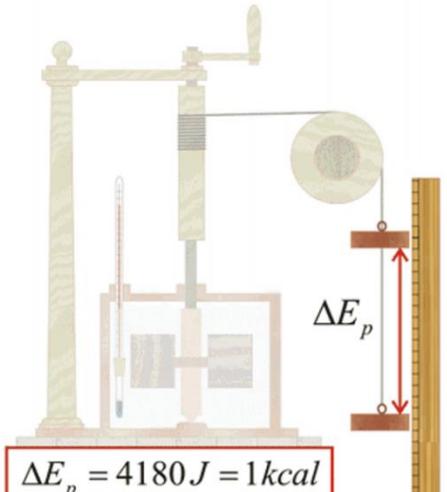
### APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO

Tratando-se da primeira aula, é recomendado iniciar o conteúdo abordando-se do geral para o específico de forma gradual. Neste sentido, inicia-se a aula a partir de um breve contexto histórico sobre o conceito de calor desde a antiguidade até o aceito na atualidade. É importante destacar que foram utilizados trechos de animes e memes relacionados ao conteúdo explicado, em momentos oportunos, para proporcionar momentos de descontração e para que a videoaula não se resuma apenas na explicação do conteúdo por meio da oratória. A seguir é apresentado uma imagem do *slide* referente ao contexto histórico do calor:

Figura 1 - Contextualização sobre calor.

**Contexto histórico:**

- 1843 - James Prescott Joule:  
Relação entre calor e energia.
- 1798 - Benjamin Thompson:  
Relação entre movimento e calor.
- 1777 - Antoine Laurent Lavoisier:  
Teoria do calórico.
- Georg Stahi:  
Flogístico.
- Gregos:  
Elementos: ar, água, terra e fogo.



$\Delta E_p = 4180 J = 1 kcal$

Ilustração: experimento de Joule sobre calor

Fonte: Dos autores, 2021.

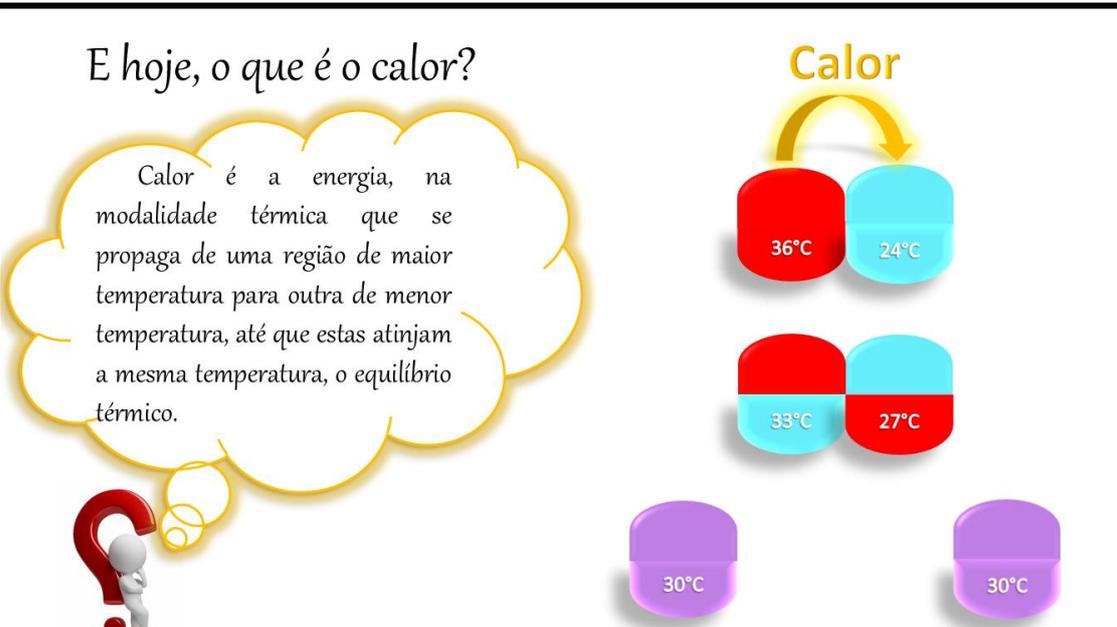
Para um melhor entendimento, durante a explicação sobre o conceito de calor na atualidade, foi utilizado uma representação por meio de uma animação de formas geométricas, a qual foi produzida com as ferramentas disponíveis no *Powerpoint* como apresenta a Figura 2.

Figura 2 - Conceito de calor na atualidade.

**E hoje, o que é o calor?**

Calor é a energia, na modalidade térmica que se propaga de uma região de maior temperatura para outra de menor temperatura, até que estas atinjam a mesma temperatura, o equilíbrio térmico.

**Calor**



36°C 24°C

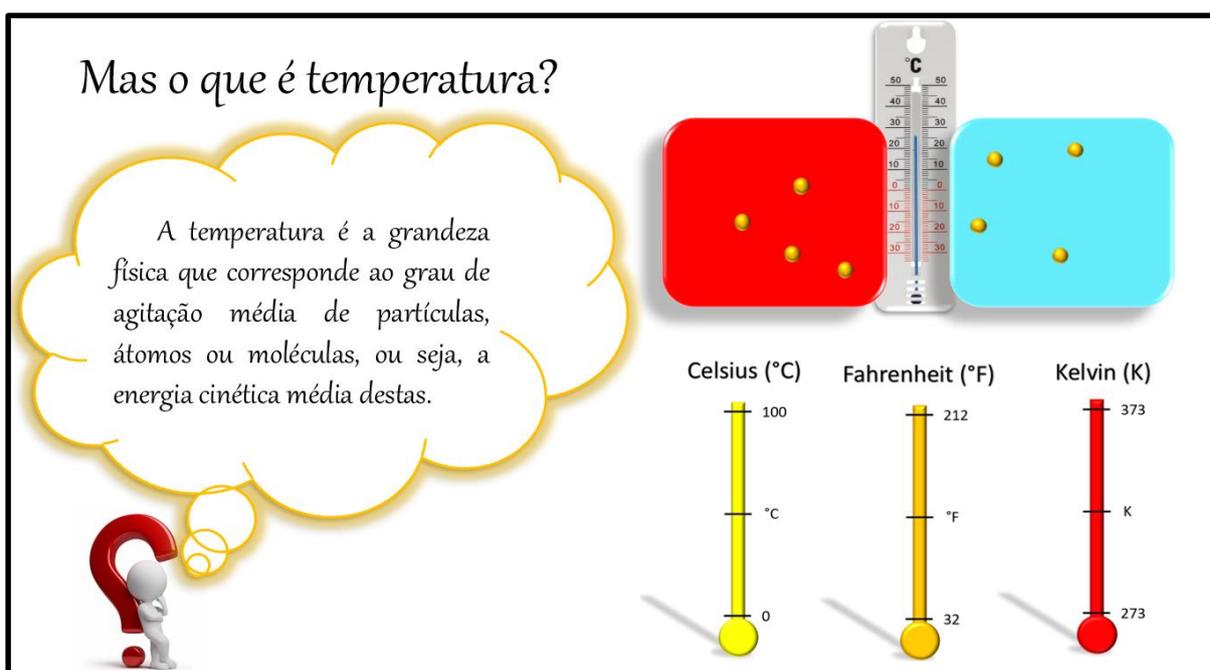
33°C 27°C

30°C 30°C

Fonte: Dos autores, 2021.

Em meio a explicação sobre conceito de calor é citado o termo temperatura e a partir desta abertura é iniciada a explicação acerca do conceito mencionado, também com auxílio da animação de formas, e sobre o termômetro, o instrumento utilizado para temperatura e que pode ser graduado nas três principais escalas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin; como apresenta a Figura 3.

Figura 3 - Conceito de temperatura.



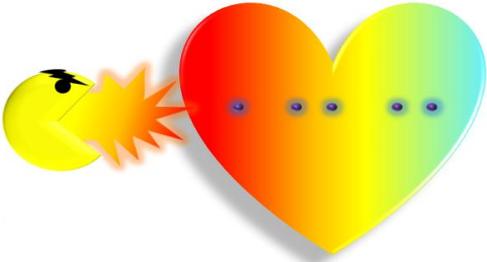
Fonte: Autores,2021.

Com a apresentação de calor e temperatura, inicia-se a explicação sobre a condução térmica, na qual, além da representação por meio da animação de formas, foi utilizada imagem estática e *gif* de uma situação relacionada ao processo de propagação de calor por condução térmica, apresentada no seriado Chaves. Ao contextualizar a situação apresentada nas imagens é possível adentrar na explicação sobre materiais condutores e isolantes térmicos e condutibilidade térmica:

Figuras 4, 5 e 6: Slides sobre condução térmica.

## Condução térmica

É o processo de propagação, no qual o calor é transmitido progressivamente, átomo por átomo, por meio da agitação térmica destes. A transmissão ocorre dos átomos de maior agitação para outros próximos, de menor agitação.






Fonte: google imagens, 2020.

## Condutores e isolantes térmicos

Condutores térmicos são materiais capazes de conduzir calor com facilidade.





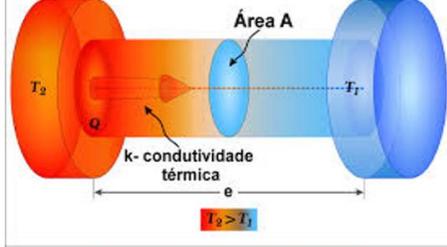
Isolantes térmicos são materiais que não são capazes de conduzir calor com facilidade.



Fonte: google imagens, 2020.

## Condutibilidade térmica

Condutibilidade térmica é a grandeza física que quantifica a capacidade de um material conduzir calor.



$$K = \frac{Q \cdot e}{t \cdot A \cdot \Delta T}$$



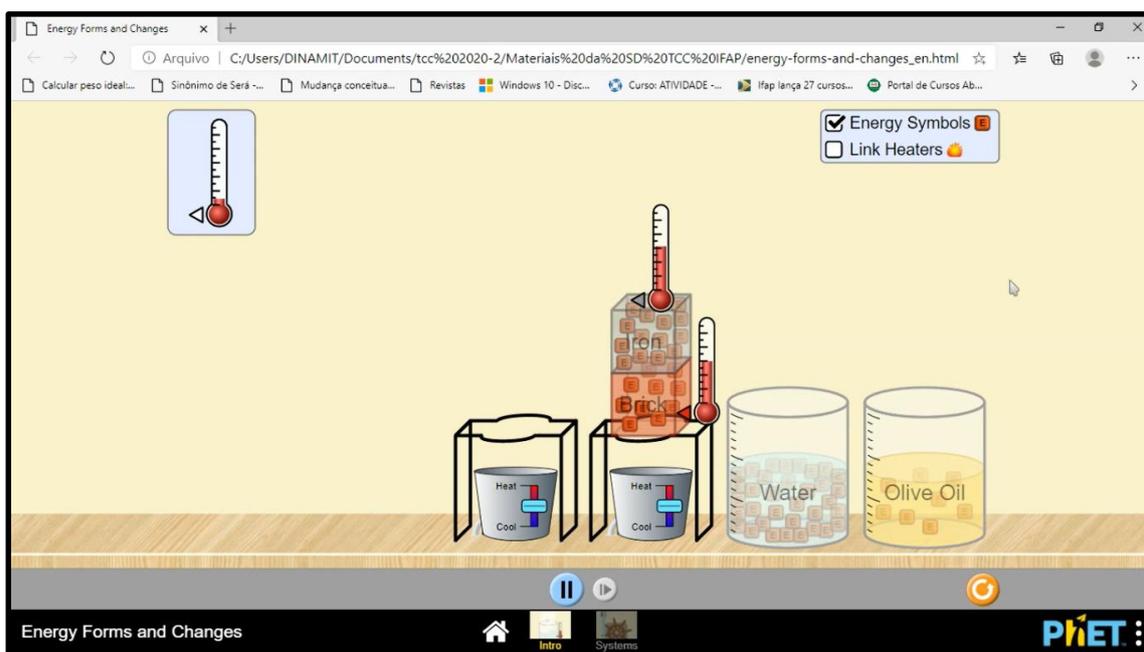
Material	k [W/(m · °C)]
Alumínio	210
Aço	50
Tijolo	0,80
Água	0,64
Lã	0,034
Espuma	0,023
Ar	0,023

Fonte: google imagens, 2020.

## APRESENTAÇÃO DA SIMULAÇÃO (AC)

Para representar a condução térmica do ponto de vista micro, foi utilizada a simulação computacional: Formas de energia e transformações, do projeto *PhET Colorado*, disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html), na qual foi realizado um experimento virtual sobre a condução térmica:

Figura 7 - Interface da simulação computacional – Formas de energia e transformação.

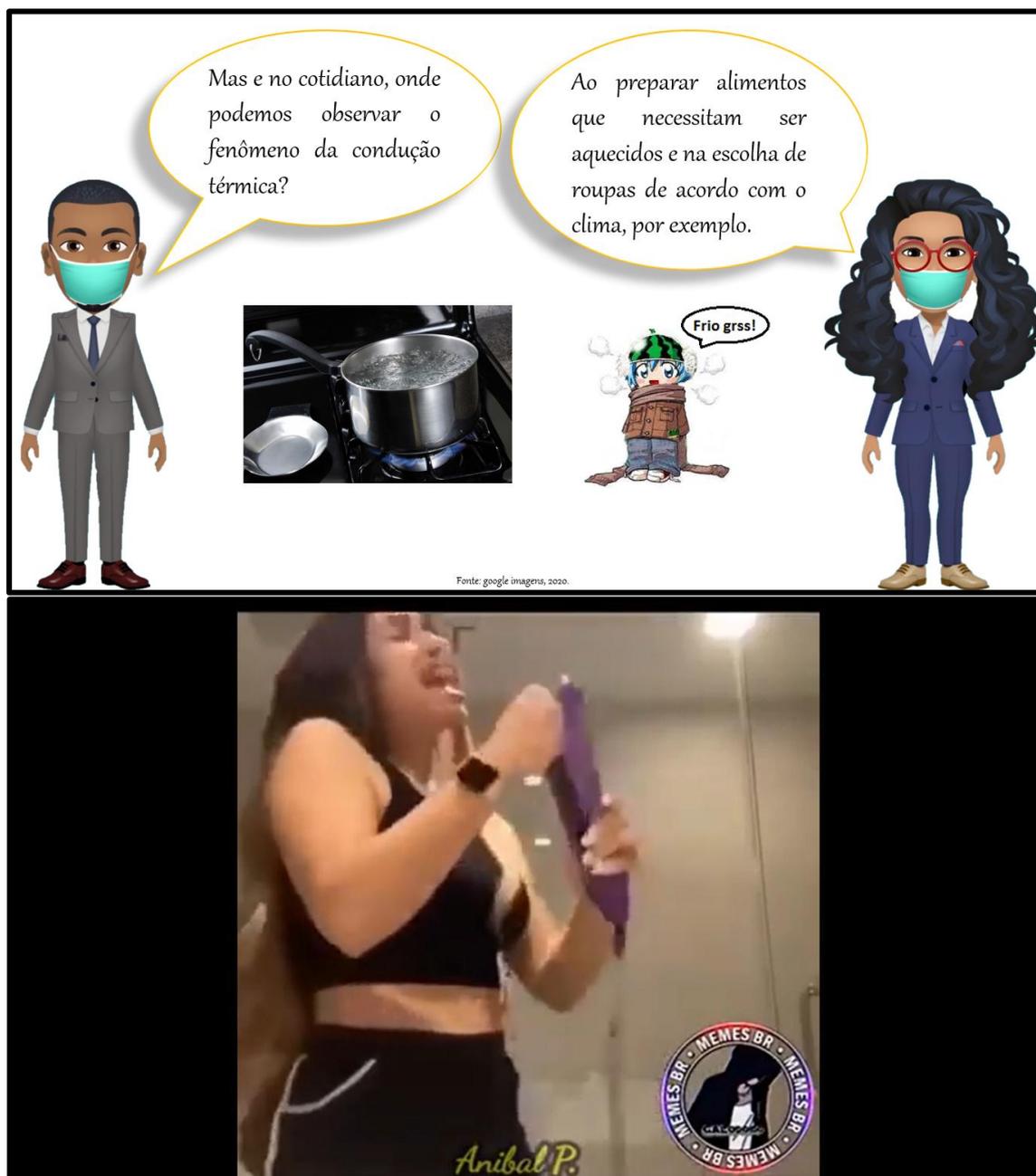


Fonte: Dos autores, 2021.

## EXEMPLIFICAÇÃO A PARTIR DE SITUAÇÕES DO COTIDIANO

Para a exemplificação foram utilizadas imagens referentes a situações do cotidiano como: aquecer alimentos com auxílio de panela, vestir roupas de acordo com o clima e por meio de meme em vídeo no qual uma mulher está cantando enquanto faz chapinha em seu cabelo, porém ela acaba se empolgando e utiliza a chapinha aquecida como microfone e neste momento por condução térmica ela queima a mão:

Figuras 8 e 9 - Exemplos sobre condução térmica.



Fonte: Autores, 2021.

### APRESENTAÇÃO EXPERIMENTAL (AE)

Para representar a condução térmica do ponto de vista macro, utilizou-se um experimento com um material condutor (arame de alumínio) e um isolante térmico (palito de dente), nos quais havia em uma de suas extremidades uma pequena porção de cera de vela (parafina). Durante a execução do experimento, as extremidades dos materiais mais afastadas da parafina foram aquecidas pela chama de uma vela e por condução térmica o calor foi propagado até a parafina derretendo-a depois de um tempo:

Figura 10 - Atividade experimental real sobre condução térmica.



Fonte: Dos autores, 2021.

### **ATIVIDADE AVALIATIVA**

Para identificar possíveis indícios de aprendizagem sobre o conteúdo desenvolvido na videoaula, adotou-se como instrumento avaliativo o mapa conceitual. Neste sentido, solicita-se aos alunos a produção de um mapa conceitual acerca do conteúdo. Para isso, anexou-se um *link* na sala do *Classroom* sobre como construir um mapa conceitual, com duração de quatro minutos e 45 segundos, o qual é possível acessar através do *link*: <https://www.youtube.com/watch?v=vLFVLMUhSQo&t=16s>.



### **AULA 3 - PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: CONVECÇÃO TÉRMICA**

**OBJETIVO:** Desenvolver conceitos relacionados ao processo de propagação de calor por convecção.

**TEMPO:** 11 minutos de videoaula.

**RECURSOS:** *Google Classroom.*

**MATERIAIS:** Computador, *slides* sobre o conteúdo: convecção térmica, simulação computacional: Formas de energia e transformações, experimento sobre convecção térmica, *softwares* para gravação e edição da videoaula.

Os materiais necessários para o desenvolvimento do experimento são: recipiente de vidro, recipiente para colocar a vela caso seja necessário, vela e seringa. Além dos materiais citados, precisa-se de água, leite e fósforo ou isqueiro.



Fonte: Dos autores, 2020.

### **DESENVOLVIMENTO**

Nesta segunda aula será apresentado o processo de propagação de calor: convecção térmica, a qual foi desenvolvida seguindo os mesmos procedimentos da aula anterior, sobre condução térmica.

### **APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO: CONVECÇÃO**

Nesta aula, assim como a anterior, recomenda-se ser iniciada do geral para o específico. Desta forma, inicia-se com a análise de uma tirinha que trata de uma situação hipotética que envolve a convecção térmica, a qual revela uma característica desse processo de propagação de calor e a partir dela foi explicado o conceito de convecção térmica:

Figuras 11 e 12 - Tirinha sobre a convecção térmica.



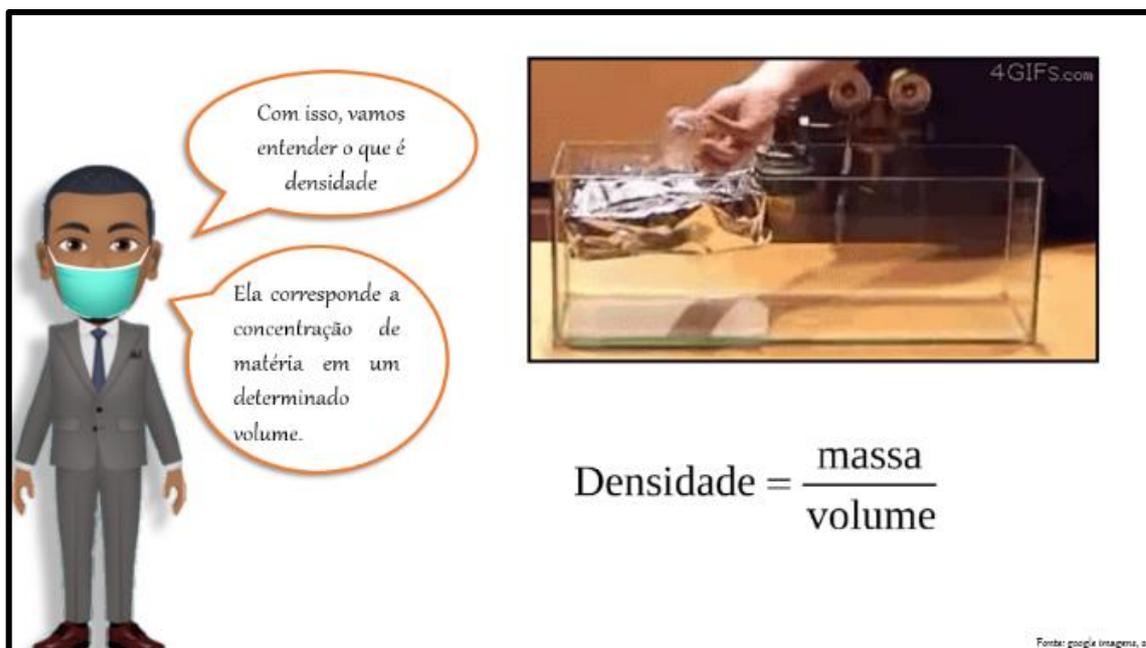
Então, podemos descrever que :

“ A convecção térmica é um processo de propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de matéria entre regiões de um sistema( corpos ou meio) e que acontece apenas em fluidos( líquidos e gases), pois o movimento de matéria se dá pela diferença de densidade”

Fonte: Dos autores, 2021.

Em meio a explicação sobre conceito de convecção térmica é citado o termo densidade e a partir desta abertura é iniciada a explicação acerca do conceito em destaque, com auxílio de um gif , no qual é apresentado um barquinho de papel alumínio que inicialmente flutua sobre um gás incolor, dentro de um recipiente de vidro, e após alguns segundos uma pessoa com auxílio de um copo adicione porções do gás no barquinho, aumentando sua densidade e fazendo com que ele afunde em seguida, como apresenta a Figura a seguir:

Figura 13 - Interface de um *gif* e fórmula sobre densidade.



Com isso, vamos entender o que é densidade

Ela corresponde a concentração de matéria em um determinado volume.

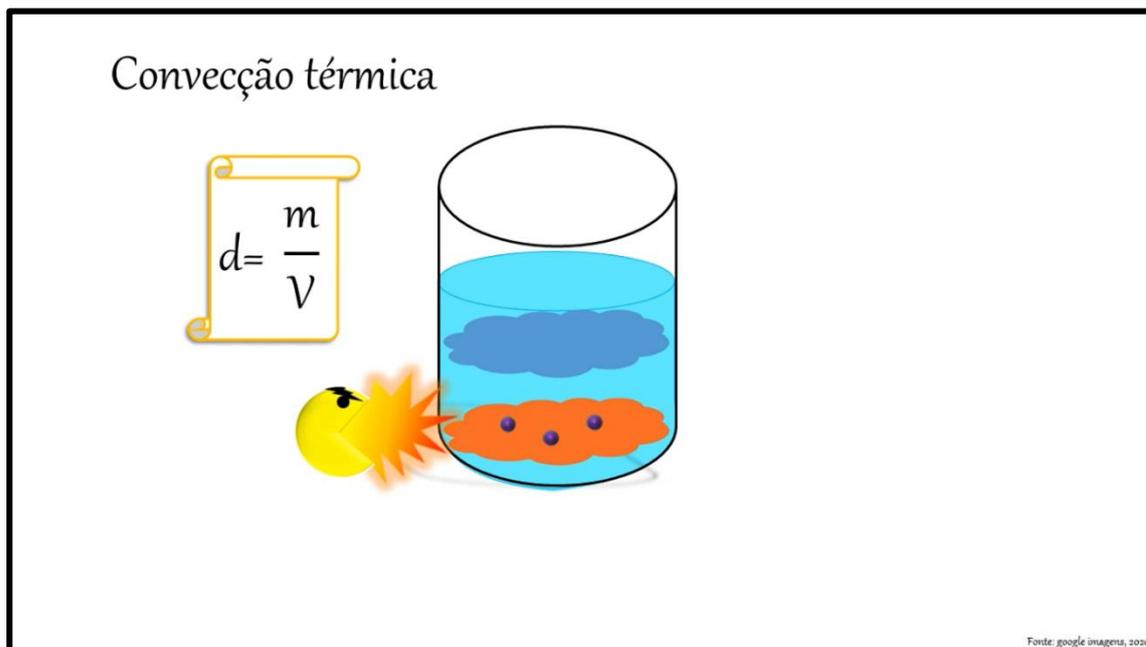
Densidade =  $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

Fonte: google imagens, 2020

Fonte: Dos autores, 2021.

Tendo apresentado isto, é retomada a explicação sobre a convecção térmica, agora, utilizando-se de uma representação por meio da animação de formas:

Figura 14 - Representação de animação sobre convecção.



Convecção térmica

$d = \frac{m}{V}$

Fonte: google imagens, 2020

Fonte: Dos autores, 2021.

## APRESENTAÇÃO DA SIMULAÇÃO (AC)

Para representar a convecção térmica do ponto de vista micro, foi utilizada a simulação computacional: Formas de energia e transformação, do projeto *PhET Colorado*, disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html), na qual foi realizado um experimento virtual sobre a convecção térmica:

Figura 15 – Interface da simulação computacional.



Fonte: Dos autores, 2021.

## EXEMPLIFICAÇÃO A PARTIR DE SITUAÇÕES DO COTIDIANO

Para a exemplificação foram utilizadas imagens referentes a situações do cotidiano como os ventos que nos refrescam e uma situação inusitada sobre dúvida ao preparar um café, representada por um meme:

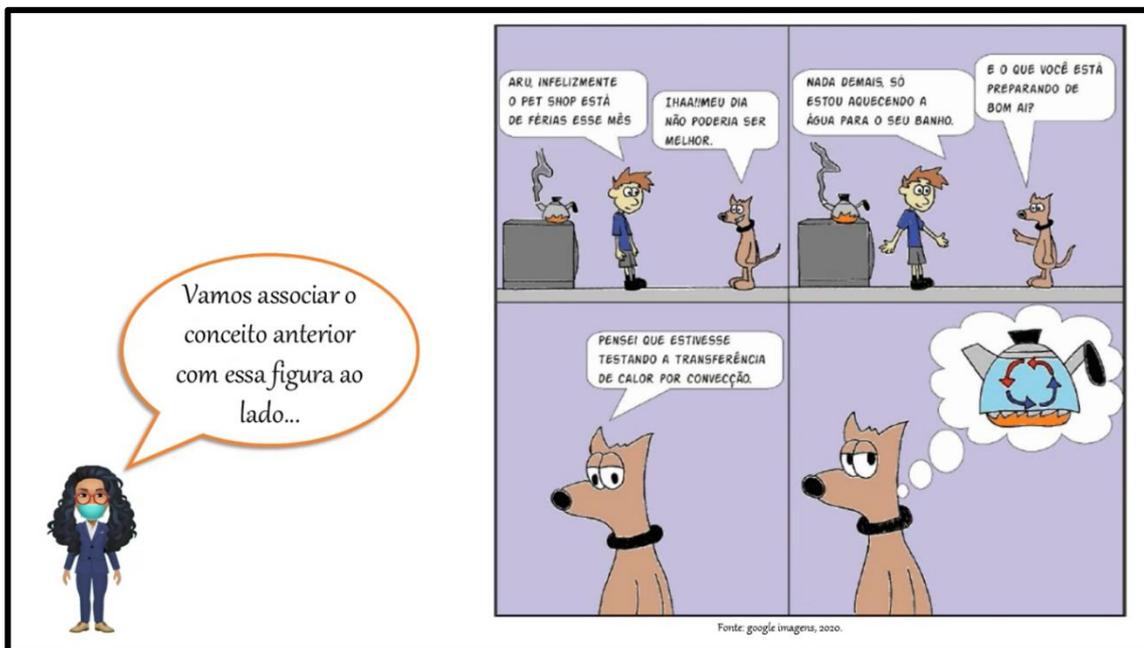
Figuras 16 e 17 - Exemplos do cotidiano e meme sobre convecção térmica.



Fonte: Dos autores, 2021.

Em seguida, é utilizada mais uma tirinha relacionada ao conteúdo, na qual a situação retratada é sobre a convecção térmica e é possível ir além, resgatando a ideia sobre as correntes de convecção:

Figura 18 - Tirinha sobre a convecção.



Fonte: Dos autores, 2021.

### APRESENTAÇÃO EXPERIMENTAL (AE)

Para representar a convecção térmica do ponto de vista macro, foi utilizado um experimento com auxílio de um recipiente de vidro, verticalmente longo, água, seringa, uma pequena porção de leite e uma vela. Durante a execução do experimento, a chama da vela aquece o fundo do recipiente de vidro, com isso a porção do fluido (água e leite) próxima a ele é aquecida, se expande, sua densidade é reduzida, tornando-a mais leve e com isso essa porção sobe; chegando em uma região superior ela esfria, se torna mais densa e desce, e então o ciclo se repete, caracterizando as correntes de convecção:

Figura 19 - Atividade experimental real sobre convecção.



Fonte: Dos autores, 2021.

### **ATIVIDADE AVALIATIVA**

Para identificar possíveis indícios de aprendizagem sobre o conteúdo desenvolvido na videoaula, adotou-se como instrumento avaliativo o mapa conceitual. Neste sentido, vale destacar que na aula de condução térmica, solicitou-se a produção de um mapa conceitual, nesta aula, no mapa deverá conter os conceitos referentes às duas aulas: condução e convecção.



## **AULA 4 - PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: RADIAÇÃO TÉRMICA**

**OBJETIVO:** desenvolver conceitos relacionados ao processo de propagação de calor por radiação.

**RECURSOS:** *Google Meet*.

**MATERIAIS:** computador, *slides* sobre o conteúdo: radiação térmica, simulação computacional: Formas de energia e transformações, experimento sobre radiação térmica e para a atividade experimental: uma latinha de refrigerante; vela; fósforo e balão.

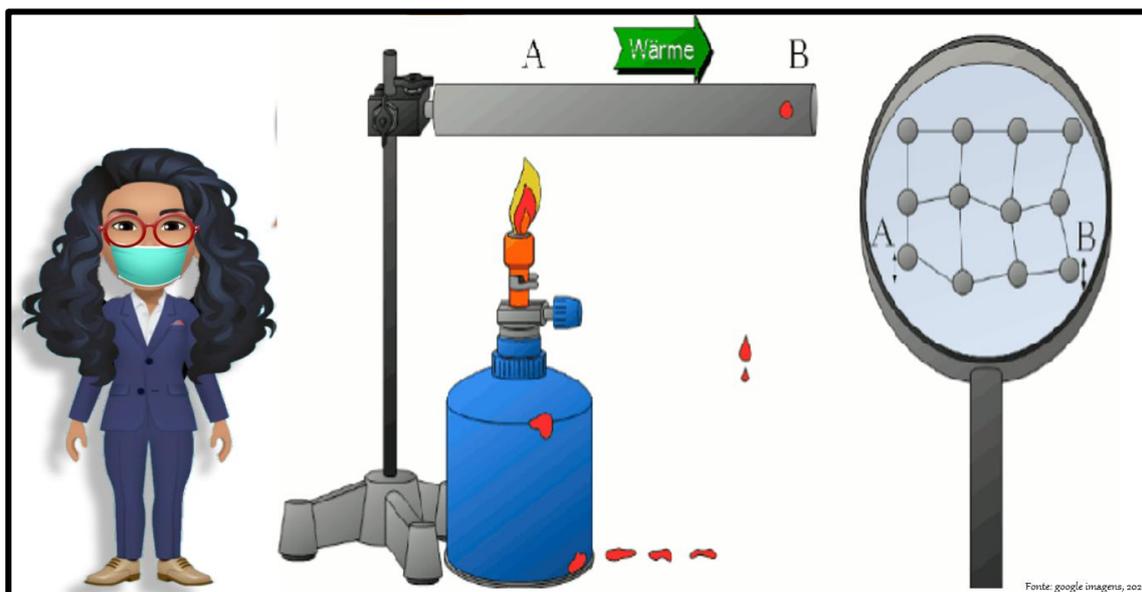
### **DESENVOLVIMENTO:**

Nesta aula será apresentado o processo de propagação de calor: radiação térmica, a qual desenvolve-se através de *slides*, tendo como aportes teóricos os livros: *Conexões com a Física: Estudo do calor, Óptica geométrica e Fenômenos ondulatórios*, 3ª edição, 2016, de Martini, e *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*, 10ª edição, 2016, de Halliday e Resnick. No entanto, diferente das duas aulas anteriores, esta será realizada pelo *Google Meet* de forma síncrona.

### **DESENVOLVIMENTO E APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO: RADIAÇÃO**

Como esta é a última aula, recomenda-se realizar um breve resgate dos conteúdos desenvolvidos nas aulas anteriores, visto que elas foram realizadas de forma assíncrona. A seguir são apresentadas imagens dos *slides* referentes a esse resgate:

Figuras 20 e 21 - Apresentação sobre condução e convecção térmica.



### Convecção térmica

É o processo de propagação que ocorre somente nos fluidos, no qual o calor é propagado por meio do deslocamento de matéria, devido a uma diferença de densidade entre regiões do fluido.

$$d = \frac{m}{V}$$

The diagram shows a yellow sun heating a beaker of water. The bottom of the beaker is orange, and the top is blue. A yellow bird is shown flying above the beaker. Below the beaker is a photograph of a pot of water boiling on a stove.

Fonte: Dos autores, 2021.

Nesta aula foi demonstrado por meio de uma situação do cotidiano a condução térmica como nota-se na Figura a seguir.

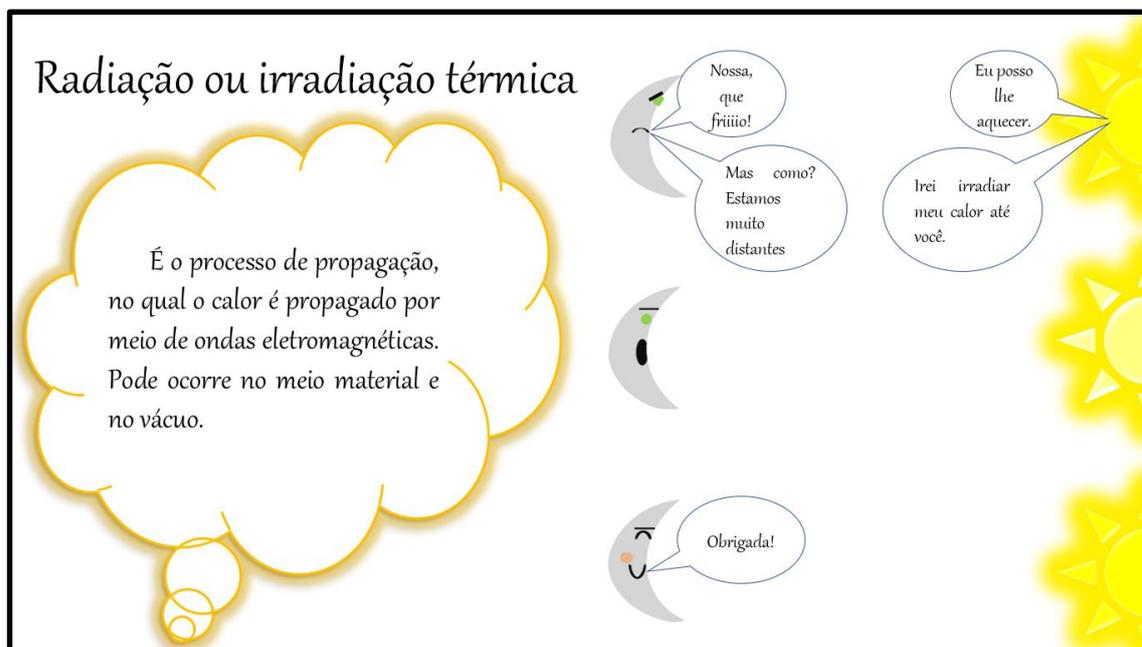
Figura 22 – Situação do cotidiano: preparar café.



Fonte: Dos autores, 2021.

Após a realização do resgate, inicia-se a explicação sobre a radiação térmica, utilizando como auxílio uma representação por meio da animação de formas e imagens:

Figura 23 - Apresentação conceitual sobre radiação térmica.

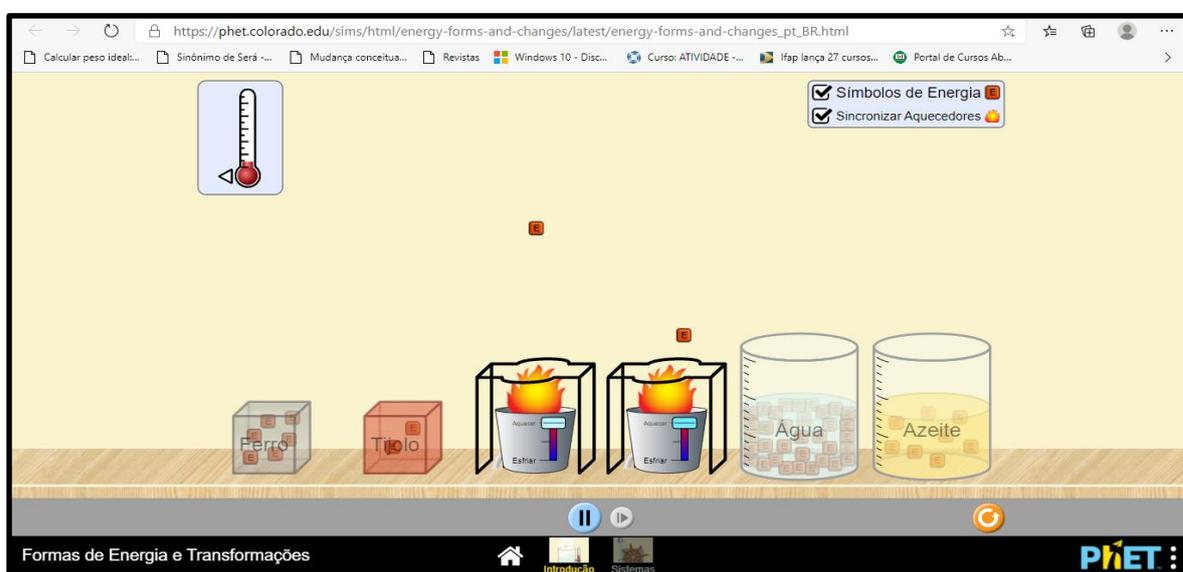


Fonte: Dos autores, 2021.

## APRESENTAÇÃO DA SIMULAÇÃO (AC)

Para representar a radiação térmica do ponto de vista micro, utiliza-se a simulação computacional: Formas de energia e transformações, do projeto *PhET Colorado*, disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html), na qual pode-se realizar um experimento virtual sobre a radiação térmica:

Figura 24 – Interface da simulação computacional.



Fonte: Dos autores, 2021.

## EXEMPLIFICAÇÃO A PARTIR DE SITUAÇÕES DO COTIDIANO

Para a exemplificação cita-se o Sol, utilizando-se um meme relacionado ao conteúdo, seguido de uma breve explicação:

Figura 25 – Situação hipotética sobre radiação térmica.

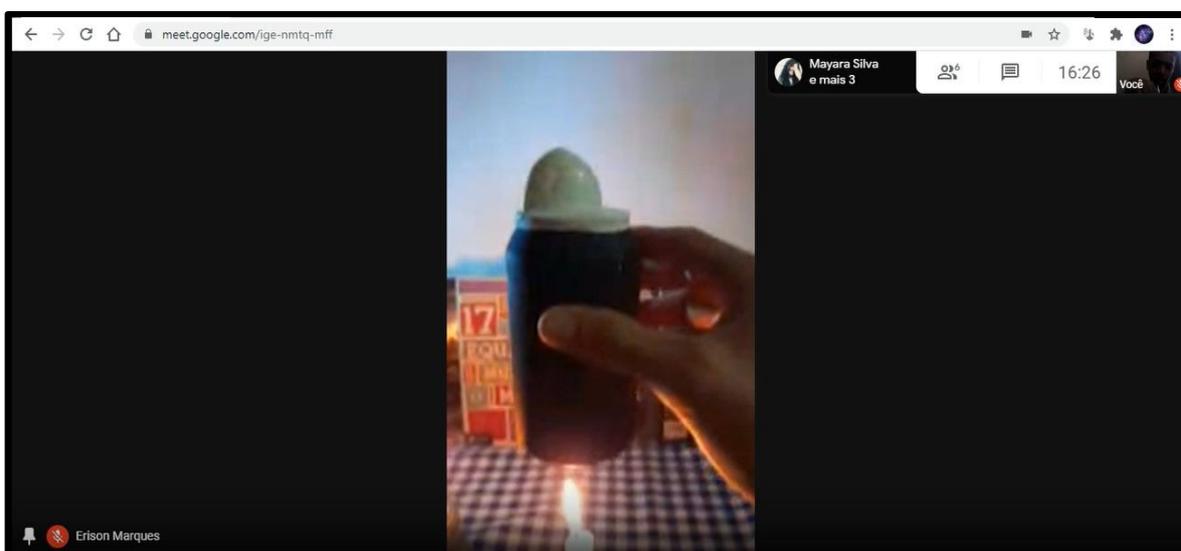


Fonte: Dos autores, 2021.

### APRESENTAÇÃO EXPERIMENTAL (AE)

Para representar a radiação térmica do ponto de vista macro, utiliza-se um experimento com auxílio de uma ou duas latas de refrigerante, dois balões e uma vela. Durante a execução do experimento a chama da vela não toca a lata, tenta-se manter uma distância entre elas para demonstrar que o calor irá se propagar por radiação até a lata que contém ar em seu interior, este é aquecido, se expande e faz com que um balão que está na boca da lata seja inflado:

Figura 26 – Atividade experimental sobre radiação térmica.



Fonte: Dos autores, 2021.

Durante a execução da AE busca-se fazer questionamentos que abordem a radiação térmica, pois é necessário promover a participação dos alunos nesse processo de ensino que busca promover uma aprendizagem repleta de significados.

### **ATIVIDADE AVALIATIVA**

Para identificar possíveis indícios de aprendizagem sobre o conteúdo desenvolvido nas aulas, adota-se como instrumento avaliativo a produção de um vídeo com a explicação de uma situação do cotidiano do aluno que envolva os processos de propagação de calor. Propõe-se que a entrega seja um dia após esta aula por meio do *Google Classroom* ou *WhatsApp*.

## **AULA 5 - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS RECURSOS UTILIZADOS NA PESQUISA.**

**OBJETIVO:** Verificar através de questionário *online* as percepções dos participantes sobre a utilização dos recursos da sequência didática.

**TEMPO:** 24 horas.

**RECURSOS:** Questionário *online*.

**MATERIAIS:** *Google Forms*.

**DESENVOLVIMENTO:** Para a avaliação da sequência didática e as ferramentas que a compõem, necessita-se criar um questionário no *Google Forms*- formulário. Para indicação acessar o *link* do questionário formulado pelos pesquisadores: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqi9ButKoDGSW6KTfQMEcOwnnEm5hEitLadLO2zxAXCQNCeQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqi9ButKoDGSW6KTfQMEcOwnnEm5hEitLadLO2zxAXCQNCeQ/viewform?usp=sf_link)

No questionário estão disponíveis perguntas sobre o conteúdo como indicação e sobre a SD, nesse caso, utilizaremos as perguntas sobre o desenvolvimento da SD. A seguir são apresentados os questionamentos pertencentes ao questionário.

Perguntas sobre os instrumentos da pesquisa:

1. Durante as aulas ministradas foram utilizadas atividades computacionais (AC), dentre elas uma simulação computacional para explicar e demonstrar os processos de propagação de calor. Dessa forma, em relação a AC, você considera que com a sua utilização foi possível compreender melhor os conteúdos abordados? Por quê?
2. Além das AC, foram utilizadas nas aulas atividades experimentais (AE) construídas com materiais de baixo custo. Em relação a utilização das AE, você considera que com a sua utilização foi possível compreender melhor os conteúdos abordados? Por quê?
3. Nas aulas foram utilizadas AC e AE para explicar um mesmo conteúdo, assim, denominamos que estas foram integradas. Para tanto, você considera importante a implementação dessas atividades nas aulas de Física? Por quê?

4. Considerando o ensino remoto emergencial (ERE) imposto pelo período de pandemia da Covid-19, como você avalia a sequência em que as aulas foram ministradas neste projeto?
  
5. Você considera que com o auxílio dos recursos utilizados durante as aulas você se sentiu mais disposto (a) a aprender o conteúdo ministrado?

## APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você foi convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: **A UTILIZAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS E EXPERIMENTAIS NO ENSINO DOS PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

#### DADOS SOBRE A PESQUISA:

Pesquisadores Responsáveis: Mayara de Sousa Silva e Willians Belém Moreira.

Cargo/ Função: discentes do curso de Física do IFAP

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>.Me Nayara França Alves

Avaliação do risco da pesquisa: (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo):

Risco mínimo (x) Risco baixo ( ) Risco médio ( ) Risco maior ( ).

Duração da pesquisa - intervenção: 2 semanas.

**Objetivo Geral:** identificar quais implicações conceituais significativas surgiram após o uso de uma sequência didática que integra atividades computacionais e experimentais acerca dos processos de propagação de calor com alunas de instituições federais de ensino.

#### ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

Você terá acesso a qualquer momento em que desejar aos dados e andamentos da pesquisa, riscos e benefícios, inclusive poderá entrar em contato para quaisquer dúvidas e esclarecimentos. Você possui autonomia de retirar seu termo de consentimento e assim retirar sua filha desta pesquisa. Seu nome, bem como os dados obtidos que indiquem a sua participação não serão divulgados sem sua permissão.

Entrar em contato com: Mayara de Sousa Silva - pesquisadora responsável e discente do 8º semestre de licenciatura em Física/IFAP.

E-mail: [silvamaya2207@gmail.com](mailto:silvamaya2207@gmail.com)

Eu \_\_\_\_\_  
declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto o (a) aluno (a) \_\_\_\_\_  
em participar do presente Projeto de Pesquisa e Ensino.

Eu \_\_\_\_\_  
declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado aceito participar como voluntário do presente Projeto de Pesquisa.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura dos pesquisadores:

\_\_\_\_\_  
Mayara de Sousa Silva

\_\_\_\_\_  
Willians Cristhian Belém Moreira