

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**TIAGO GUERÇON DA SILVA**

**ENSINO SOBRE PROPAGAÇÃO DE CALOR POR MEIO DA APRENDIZAGEM  
BASEADA EM EQUIPES (TBL) E O USO DE ARDUÍNO**

Vitória – ES

2022

TIAGO GUERÇON DA SILVA

**ENSINO SOBRE PROPAGAÇÃO DE CALOR POR MEIO DA  
APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES (TBL) E O USO DE  
ARDUÍNO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola.

Vitória – ES

2022

## Ficha Catalográfica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGENFis) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 07 de Outubro de 2022.

### **COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

Profa. Dra. Márcia Regina Santana Pereira  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Membro Interno

Profa. Dra. Isaura Alcina Martins Nobre  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Membro Externo

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, a Deus pela minha vida. À minha família, meus pais e minha irmã, que sempre estiveram comigo nos momentos difíceis, em especial à minha esposa, Fabíola Barcelos Risso, por estar sempre ao meu lado dando-me total apoio.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFis/Ufes), pelo aprendizado, por apresentarem novos métodos de ensinar e aprender, e que fazem parte da realização deste projeto de vida.

Aos colegas de turma, que hoje são meus amigos, que guardo para vida, em especial André Oakes, Karoline Gonzaga e Nayara Scarlet, participamos de todo processo juntos e que sempre ajudaram com apoio e conselhos, contribuindo muito no desenvolvimento deste trabalho. E ao meu amigo, Thiago Pereira da Silva, que tive a oportunidade de conhecer sua prática em 2019, na escola que atuo, sendo um exemplo e inspiração para ingressar e concluir o mestrado.

Aos alunos do Centro Estadual de Ensino Fundamental e Médio em Tempo Integral (CEEFMTI) Profa. Maura Abaurre pela colaboração neste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola, pelo apoio, dedicação e paciência.

## RESUMO

Este trabalho relata a aplicação de uma Sequência Didática (SD) que aborda conceitos relacionados aos tipos de Propagação do Calor. Ela foi desenvolvida observando os pressupostos da Teoria Sociocultural, na perspectiva de Lev Vygotsky e para uma abordagem colaborativa utilizamos o *Team Based Learning* (TBL), atribuído a Larry K. Michaelsen. A SD propõe a utilização dos seguintes recursos didáticos: material para estudar em casa, testes conceituais, experimentos, aplicativo EscoLAR, *Google* Sala de Aula, simulador, atividades em equipes, raspadinha e vídeos. A investigação dos impactos da utilização da SD foi realizada seguindo um delineamento do tipo experimental, na perspectiva de Alberto Gaspar. Assim, o estudo foi desenvolvido com uma turma da 2ª série do Ensino Médio, com 23 alunos, que receberam aulas baseadas na SD incluindo os recursos didáticos propostos, pertencentes ao CEEFMTI Professora Maura Abaurre, localizada na cidade de Vila Velha - ES. Como instrumento de coleta de dados foram utilizados Teste de Preparação Individual (TPI) e Teste de Preparação em Equipes (TPE), três questionários, quatro relatórios de observação dos experimentos e cinco Testes Conceituais, utilizando **raspadinhas**, todos aplicados na turma. Foi realizada uma análise qualitativa a partir das respostas às questões dos questionários, relatórios e os testes. A análise das avaliações realizadas por meio da escala *Likert* e um questionário com seis questões abertas, bem como a interação e participação dos discentes, mostraram evidências de aprendizagem e de que os materiais e recursos utilizados contribuíram para melhorar a compreensão dos fenômenos físicos relacionando com o dia a dia do alunado. O questionário aplicado (Escala Likert) obteve 100% de concordância, não havendo necessidade de se reavaliar nenhuma questão, na avaliação dos estudantes. Os resultados deste teste, bem como a análise qualitativa das respostas dos alunos, apresentam indícios que a SD e seus recursos propostos contribuíram para a motivação dos alunos e a promoção da aprendizagem sobre o conceito de Propagação do Calor para o grupo de alunos desta Escola Estadual.

**Palavras-chave:** Team Based Learning. Metodologias Ativas. Experimentos no Ensino de Física. Arduíno.

## ABSTRACT

This work reports the application of a Didactic Sequence (DS) that addresses concepts related to the types of Heat Propagation. It was developed observing the presuppositions of the Sociocultural Theory, in the perspective of Lev Vygotsky and for a collaborative approach we used the Team Based Learning (TBL), attributed to Larry K. Michaelsen. SD proposes the use of the following teaching resources: material for studying at home, conceptual tests, experiments, EscoLAR app, Google Classroom, simulator, team activities, scratch cards and videos. The investigation of the impacts of using the SD was carried out following an experimental design, from the perspective of Alberto Gaspar. Thus, the study was developed with a class of the 2nd grade of high school, with 23 students, who received classes based on the SD including the proposed didactic resources, belonging to the CEEFMTI Professor Maura Abaurre, located in the city of Vila Velha - ES. As a data collection instrument, the Individual Preparation Test (TPI) and the Team Preparation Test (TPE), three questionnaires, four observation reports of the experiments and five Conceptual Tests were used, using **scratch cards**, all applied in the class. A qualitative analysis was carried out from the answers to the questions in the questionnaires, reports and tests. The analysis of the evaluations carried out through the Likert scale and a questionnaire with six open questions, as well as the interaction and participation of the students, showed evidence of learning and that the materials and resources used contributed to improve the understanding of physical phenomena relating to the day. the student's day. The applied questionnaire (Likert Scale) obtained 100% agreement, with no need to reassess any question in the students' assessment. The results of this test, as well as the qualitative analysis of the students' answers, show evidence that the SD and its proposed resources contributed to the motivation of the students and the promotion of learning for the concept of Propagation of Heat for the group of students of this State School .

**Keywords:** Team Based Learning. Active Methodologies. Experiments in Physics Teaching. Arduíno.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	11
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>2</b>	<b>CONCEITOS E EXPERIMENTOS SOBRE PROPAGAÇÃO DE CALOR.....</b>	<b>12</b>
2.1	CALOR .....	12
2.2	MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR .....	13
2.3	CONVECÇÃO .....	17
2.4	IRRADIAÇÃO .....	19
2.5	RADIAÇÃO .....	21
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
4.1	CONTEXTO DO ESTUDO E SUJEITOS.....	28
4.2	MÉTODO <i>TEAM-BASED LEARNING</i> (TBL) .....	33
4.3	TESTES CONCEITUAIS E A SUA IMPORTÂNCIA NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	39
4.4	UTILIZANDO O GOOGLE SALA DE AULA COMO RECURSO NO ENSINO APRENDIZAGEM .....	40
4.5	UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA.....	41
4.6	UTILIZAÇÃO DO ARDUÍNO NA CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS NO ENSINO APRENDIZAGEM .....	43
4.7	AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELOS ALUNOS .....	44
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>46</b>
5.1	FASE PREPARAÇÃO .....	48
<b>5.1.1</b>	<b>Fase Preparação – Extraclasse.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Fase Preparação – Em Classe.....</b>	<b>53</b>
5.2	FASE APLICAÇÃO .....	59
<b>5.2.1</b>	<b>Fase Aplicação – Extraclasse.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Fase Aplicação – Em Classe.....</b>	<b>61</b>
5.3	AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	74
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>78</b>



<b>REFERÊNCIAS</b> .....	80
<b>APÊNDICES</b> .....	82
<b>APÊNDICE I</b> - Termo de Consentimento Livre Esclarecido.....	83
<b>APÊNDICE II</b> - Questionário Conhecendo Você.....	84
<b>APÊNDICE III</b> - Texto Propagação do Calor Utilizado no <i>Google</i> Sala de Aula.....	86
<b>APÊNDICE IV</b> -Texto A Radiação do Corpo Negro Disponibilizado na Plataforma <i>Google</i> Sala de Aula.....	88
<b>APÊNDICE V</b> - Questionário Inicial Antes da Primeira Aula.....	89
<b>APÊNDICE VI</b> - Feedback para o Professor.....	91
<b>APÊNDICE VII</b> - Manual para cada Experimento.....	92
<b>APÊNDICE VIII</b> - Questionário da Escala <i>Likert</i> - Avaliação das Atividades - Aplicação do Produto.....	95
<b>APÊNDICE IX</b> - Questionário de Avaliação das Atividades - Aplicação do Produto.....	97
<b>APÊNDICE X</b> - Instrumentos Utilizados na Execução da Etapa em Classe e Aplicação.....	98
<b>PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	116

## 1 INTRODUÇÃO

Analisando as impressões que tive enquanto estudante e como professor de Física e Matemática do Ensino Médio identifiquei que a maior dificuldade que os alunos enfrentavam neste componente curricular era a abstração dos cálculos e a memorização das fórmulas. Neste contexto, grande parte deles se desinteressavam pelos fenômenos estudados, o que culminava numa espécie de bloqueio na apropriação dos conteúdos envolvidos, trazendo uma enorme dificuldade ao longo dos anos para o processo de ensino e aprendizagem da Física, o que pode ser comprovado pelas avaliações externas da Rede Estadual. A Física trata-se de uma ciência cujos fenômenos estudados se apresentam no dia-a-dia do aluno e deve ser abordada sob esta perspectiva pelo professor.

O projeto consistiu na elaboração e implementação de uma Sequência Didática (SD) embasada em Vygotsky, caracterizada por Alberto Gaspar (2014), como práticas que envolvam metodologias ativas, experimentos e testes conceituais. Na teoria de mediação de Vygotsky o trabalho em equipes contribui na aprendizagem e se dá por um longo processo de apropriação e transformação de conhecimentos, que ocorre na atividade mediada, na relação com os outros, destacando a importância da interação social (Formação Social da Mente).

Para Monteiro e Gaspar (2002) trazer atividades experimentais para o ensino de Física pode contribuir para condições pedagógicas favoráveis devido às atividades de experimentação serem atreladas aos conteúdos de Física, mesmo com fundamentos conceituais científicos abstratos e formais, possuem sua própria singularidade quando são compartilhadas com adultos ou parceiro mais capaz, se refere à ZDP e a possibilidade de haver ajuda do professor ou de um colega.

E de acordo com a teoria sociocultural de Vygotsky, de acordo com Gaspar (2014), as atividades experimentais no ensino da Física dependem de colaboração, que é uma ideia ligada à necessidade do ser humano.

Analisamos a importância da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como documento norteador a ser estudado em todas as escolas públicas e privadas, que

estabelece as aprendizagens essenciais que devem ser desenvolvidas ao longo de cada etapa de ensino. Focando nos resultados no ensino de física nas unidades de ensino, sendo na escola que atuamos ou não, fica nítido que as práxis pedagógicas precisam ser modificadas, pois analisando o último resultado do Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (Paebes), realizado em 2019, a proficiência média em Física é 268,2.

Sendo que 43% dos estudantes se encontram no índice Abaixo do Básico, 41% no índice Básico, 10% no índice Proficiente e 6% no índice Avançado. Espera-se que ao término do Ensino Médio o aluno da Educação Básica estejam em sua maioria, no índice Proficiente.

Os resultados do Paebes variam de 0 a 500 pontos e são descritos e organizados em escalas de proficiência estruturadas em níveis, de modo crescente, os quais descrevem as competências e habilidades que os estudantes demonstram ter aprendido.

Estudamos uma revisão da literatura sobre o uso do Arduíno no ensino de Física, realizada por meio da consulta a artigos publicados nas principais revistas de ensino de Ciências do Brasil. A pesquisa teve foco nas contribuições do uso do Arduíno direcionados ao ensino de Física e resultou numa amostra de 20 artigos. Os trabalhos consultados foram classificados em duas categorias: **Propostas didáticas testadas em sala de aula** e **Propostas didáticas para aplicação em sala de aula**.

Conforme Moreira *et al.* (2018), dos quais, apenas três práticas foram testadas em ambientes didáticos, apresentando resultados satisfatórios quanto ao uso da tecnologia. Foi evidenciado que estas práticas contribuíram para despertar a motivação, autonomia e interação entre os alunos. Além disso, intensificou o processo de aprendizagem por meio da contextualização e interdisciplinaridade.

O restante dos trabalhos trouxeram propostas didáticas de experimentos de Física utilizando o Arduíno, voltados para o ensino médio. Dos ramos da Física mais abordados nos artigos, temos: 40% termologia, 25% mecânica, 15% Física Moderna, 15% eletromagnetismo e 5% ondas. Dentre estes, os assuntos mais

recorrentes foram Queda livre e Condução de calor. Enfatizando a escolha do conceito físico e o arduíno.

As propostas experimentais em sala de aula, tanto atividades comuns de laboratório realizadas por grupos de alunos com a mediação do professor, apresentam dificuldades comuns para a sua prática, desde a falta de equipamentos até pouca orientação pedagógica apropriada.

A partir do uso de tecnologias nos meios educacionais de acordo com Moreira *et. al.* (2018) crescem e surgem diversas propostas como o uso do Arduíno para aplicação na sala de aula, porém existem poucos relatos.

A importância de se planejar uma sequência didática que pudesse motivar o interesse do estudante e do professor veio da prática observada em sala de aula. A Secretaria do Estado de Educação do Espírito Santo (Sedu) publicou a Portaria Nº 107-R de 12 de Agosto de 2016, estabelecendo critérios para a utilização do telefone celular como ferramenta didático-pedagógica nas salas de aula das instituições de ensino da rede pública estadual.

O desafio foi proporcionar o novo, despertando o interesse do aluno em pesquisar e aprender. Por isso utilizamos o *Google Sala de Aula* e o Aplicativo *EscoLAR*, como ferramentas para despertar o interesse do aluno e ajudar na dinâmica das atividades propostas. Assim sendo, trabalhamos uma metodologia que favoreceu atividades em equipes, interação entre os alunos, possibilidades de aprendizagem com os pares e a mediação do professor. A adoção da metodologia *Team Based Learning (TBL)* possibilitou o autodidatismo e a troca de experiências.

Estudamos os resultados da avaliação externa- Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (Paebes) e por meio da Plataforma Educação em Foco conseguimos identificar que os descritores referentes ao conteúdo processos de propagação de calor vêm tendo uma queda e uma defasagem muito grande ao longo do Ensino Médio, evidenciando a importância de apresentar tal conteúdo nessa proposta de SD.

Esse plano de trabalho buscou a aproximação dos estudantes com os conceitos de Física, investigando e analisando os dados gerados, com a intenção de construir o conhecimento, sem comparações, dando um sentido e um significado mais lógico em consonância com as habilidades propostas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) elencando com as competências do século XXI.

O Currículo do Espírito Santo mantém em sua estrutura a área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como disposto na BNCC, a partir do novo currículo, elaborado no Espírito Santo para o Ensino Fundamental (2018), podemos observar profundas alterações na distribuição dos objetos de conhecimento, os quais refletem diretamente no Ensino Médio.

O conteúdo Propagação do Calor é trabalhado na 2ª série do EM, desenvolvendo as seguintes competências e habilidades:

- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global;

- Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das ciências da natureza.

Dando ênfase nesse plano de trabalho para as seguintes competências:

1. **o conhecimento:** valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade;
2. **o pensamento crítico, científico e criativo:** exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a

investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, na utilização do arduíno e do *googleclassroom*;

3. **a cultura digital:** compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais incluindo as escolares e como o aluno registrará dados nas experiências, analisaremos;
4. **a argumentação:** argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias; e
5. **a autonomia:** agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as contribuições da aplicação de uma sequência didática sobre Termologia, elaborada a partir da aprendizagem baseada em equipes, realização de experimentos e uso de arduíno.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Elaborar uma Sequência didática sobre Termologia a partir da aprendizagem baseada em equipes, realização de experimentos e uso de arduíno.
- II. Exemplificar os três processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação através da experimentação utilizando o arduíno, dialogando com o cotidiano do aluno;
- III. Investigar a interação dos alunos em atividades em equipes com experimentos relacionados ao tema.

## 2 CONCEITOS E EXPERIMENTOS SOBRE PROPAGAÇÃO DE CALOR

As características e situações Termodinâmicas semelhantes a toda Física estão altamente ligadas ao nosso cotidiano, onde é fácil observar nos mais diversos setores da vida como na indústria, na tecnologia, nos afazeres domésticos, nos locais de trabalhos entre outros. O complicado é pensar nossas vidas sem as mais diversas observações desses fenômenos termodinâmicos.

Sendo facilmente identificado a partir da ideia a seguir:

A minha intenção principal é mostrar que a Física não é algo que tem de ser realizado num departamento de Física. A Física e seus problemas existem no mundo real e cotidiano onde vivemos, trabalhamos, amamos e morremos (WALKER, 2001, p. 21).

Os processos de transmissão de calor, conteúdo proposto na aplicação da Sequência Didática dessa pesquisa, são tópicos que estão atrelados aos fenômenos da Termodinâmica e que possuem uma importante contribuição para a compreensão das mais diversas situações do cotidiano que envolve propagação de calor como por exemplo, quando esquentamos água numa panela ou quando ligamos o ar condicionado em dias de temperaturas elevadas.

Neste capítulo discorreremos sobre a evolução e aprofundamento dos conhecimentos a respeito dos processos de propagação do calor no dia a dia do aluno, analisando quatro experimentos realizados em sala de aula (laboratório).

### 2.1 CALOR

Definido então, o conceito de calor **Q** sendo a energia transferida de um sistema para o ambiente ou do ambiente para um sistema por causa de uma diferença de temperatura. O calor é medido em *joules (J)*, calorias (**cal**) ou *British thermal units (Btu)*; entre essas unidades, existem as seguintes relações:  $1 \text{ cal} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu}$ ;  $1 \text{ Btu} = 4,1868 \text{ J}$ .

Se você pega uma lata de refrigerante na geladeira e a deixa na mesa da cozinha, a temperatura do refrigerante aumenta, a princípio rapidamente e depois mais devagar, até que se torne igual à do ambiente (ou seja, até que os dois estejam em equilíbrio térmico). Da mesma forma, a temperatura de uma xícara de café quente deixada na mesa diminui até se tornar igual à temperatura ambiente.

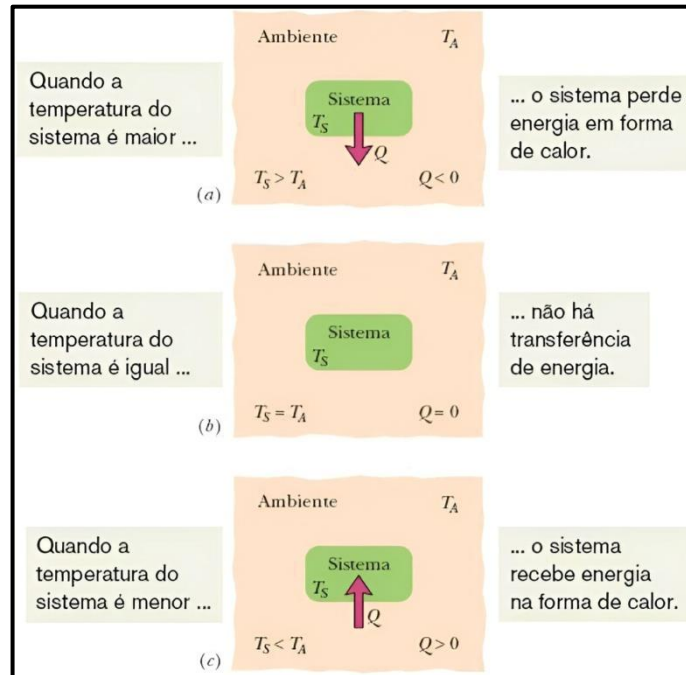
Essa variação de temperatura se deve a uma mudança da energia térmica do sistema por causa da troca de energia entre o sistema e o ambiente. (Lembre-se de que a energia térmica é uma energia interna que consiste na energia cinética e na energia potencial associadas aos movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos que existem no interior de um objeto.)

A energia transferida é chamada de calor e simbolizada pela letra **Q**. O calor é positivo se a energia é transferida do ambiente para a energia térmica do sistema (dizemos que o calor é absorvido pelo sistema). O calor é negativo se a energia é transferida da energia térmica do sistema para o ambiente (dizemos que o calor é cedido ou perdido pelo sistema).

Essa transferência de energia está ilustrada na figura 1, na qual  $T_s > T_A$ , a energia é transferida do sistema para o ambiente, de modo que **Q** é negativo. Na figura, em que  $T_s = T_A$ , não há transferência de energia, **Q** é zero e, portanto, não há calor cedido nem absorvido. Na figura, na qual  $T_s < T_A$ , a transferência é do ambiente para o sistema e **Q** é positivo.



Figura 1 - Troca de energia entre sistema e o ambiente.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (1999).

Se a temperatura de um sistema é maior que a temperatura do ambiente, como em (a), certa quantidade  $Q$  de calor é perdida pelo sistema para o ambiente para que o equilíbrio térmico (b) seja restabelecido. (c) Se a temperatura do sistema é menor que a temperatura do ambiente, certa quantidade de calor é absorvida pelo sistema para que o equilíbrio térmico seja restabelecido.

Chegamos, portanto, à seguinte definição de calor: Calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura.

## 2.2 MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Agora, analisamos os modos de transferência desse calor. Existem três maneiras de transmissão de calor: Condução, convecção e irradiação. Onde cada experimento realizado com os alunos discutimos essas definições e diferenças de cada processo de propagação do calor.

Para entender melhor como ocorre esse modo de transferência de calor, analisamos o experimento Condução: nesse experimento temos um suporte com dois tipos de

barras (alumínio e ferro), uma diferença na composição do material e calor específico. Cada barra por vez, é dividida em três partes com sensores e uma vela na ponta servindo como fonte de energia. Analisamos a propagação do calor sendo medida através do arduíno, de dois em dois minutos, percebemos no decorrer da observação que o calor vai passando de um sensor para o outro, de forma bem lenta e sofrendo a influência do meio externo, como observamos na figura 2, a seguir:

Figura 2 - Experimento: Condução.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os elétrons e átomos vibram intensamente por causa da alta temperatura ao qual o sensor da ponta está exposto. Essas vibrações são transferidas para cada sensor. Dessa forma, uma região de temperatura crescente se propaga em direção ao primeiro sensor, próximo ao centro.

Considere uma placa de área  $A$  e de espessura  $L$ , cujos lados são mantidos a temperaturas  $T_q$  e  $T_f$  por uma fonte quente e uma fonte fria, como na figura 2 como Experimento Condução. Seja  $Q$  a energia transferida na forma de calor através da placa, do lado quente para o lado frio, em um intervalo de tempo  $t$ . As experiências mostram que a taxa de condução  $P_{cond}$  (a energia transferida por unidade de tempo) é dada pela fórmula do quadro 1.

Quadro 1 – Taxa de condução ( $P_{cond}$ ) – Energia transferida por unidade de tempo. Fórmula.

$$P_{cond} = \frac{Q}{t} = kA \frac{T_Q - T_F}{L}$$

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Em que **k** (condutividade térmica) é uma constante que depende do material de que é feita a placa. Um material que transfere facilmente energia por condução é um bom condutor de calor e tem um alto valor de **k**. A tabela 1 mostra a condutividade térmica de alguns metais, gases e materiais de construção.

Tabela 1 – Condutividade térmica de alguns metais, gases e materiais de construção.

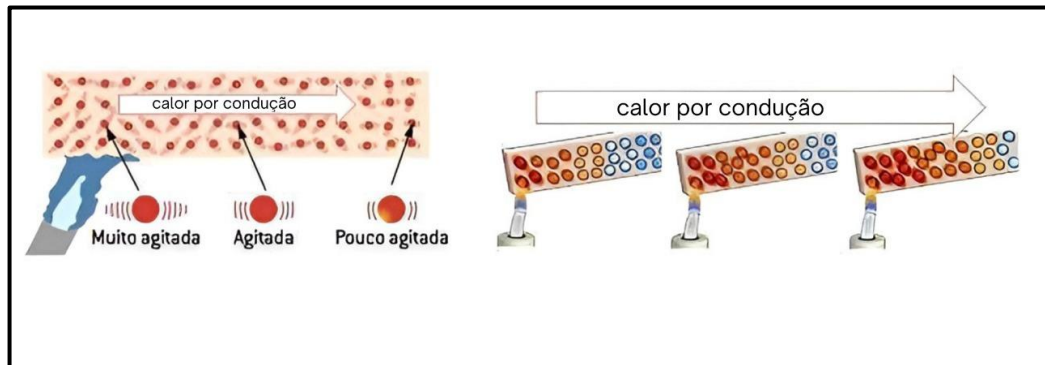
SUBSTÂNCIA	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA (k (W/m · K))	
	Aço inoxidável	14
	Chumbo	35
	Ferro	67
<b>Metais</b>	Latão	109
	Alumínio	235
	Cobre	401
	Prata	428
	Ar (seco)	0,026
<b>Gases</b>	Hélio	0,15
	Hidrogênio	0,18
	Espuma de poliuretano	0,024
	Lã de pedra	0,043
<b>Materiais de Construção</b>	Fibra de vidro	0,048
	Pinho	0,11
	Vidro de janela	1,0

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A condução do calor só pode ocorrer através de um meio material, mas ao contrário da convecção, sem que haja movimentos das moléculas desse meio. Ocorre tanto nos fluidos como nos sólidos, sob o efeito de diferenças de temperatura. O calor

passa de molécula para molécula, onde cada uma transfere sua energia para as outras adjacentes. Dessa forma, quanto mais próxima as moléculas estiverem umas das outras, a condução se torna mais eficiente, daí o fato dela acontecer de forma mais efetiva nos meios sólidos, como podemos observar na figura 3.

Figura 3 - Representação do calor se propagando por condução na parede da panela, passando de partícula para partícula.



Fonte: Modificado da página [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br) <sup>1</sup>.

Quando colocamos sobre uma chama uma panela com água, o calor se transmite da chama para a água passando pela parede da panela por condução. A qual observamos na figura 4.

Figura 4 - Representação de uma panela sendo aquecida.



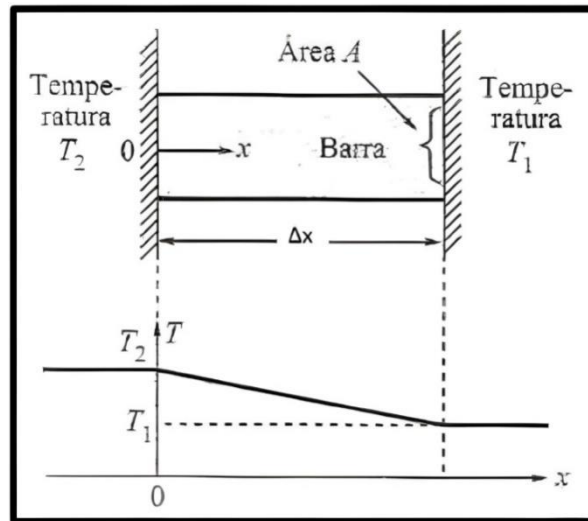
Fonte: Página [fisicailustrada.blogspot.com](http://fisicailustrada.blogspot.com) <sup>2</sup>.

Todas as leis básicas da condução de calor podem ser ilustradas neste exemplo, mostrado na figura 5, a seguir.

<sup>1</sup> Disponível em: < <https://www.fisicailustrada.blogspot.com> >. Acesso em: 21 jun. 2022.

<sup>2</sup> Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br> >. Acesso em: 30 jun. 2022.

Figura 5 - Ilustração da condução do calor em uma barra.



Fonte: Modificado de Nussenvieg (2013).

O calor sempre flui espontaneamente sempre do ponto 1 a temperatura mais alta para o ponto 2 a temperatura mais baixa. A quantidade de calor  $Q$  transportada durante um intervalo de tempo  $\Delta T$  é proporcional a diferença de temperatura  $\Delta T = T_2 - T_1$ , a água ferve mais depressa se a temperatura da chama for mais alta.

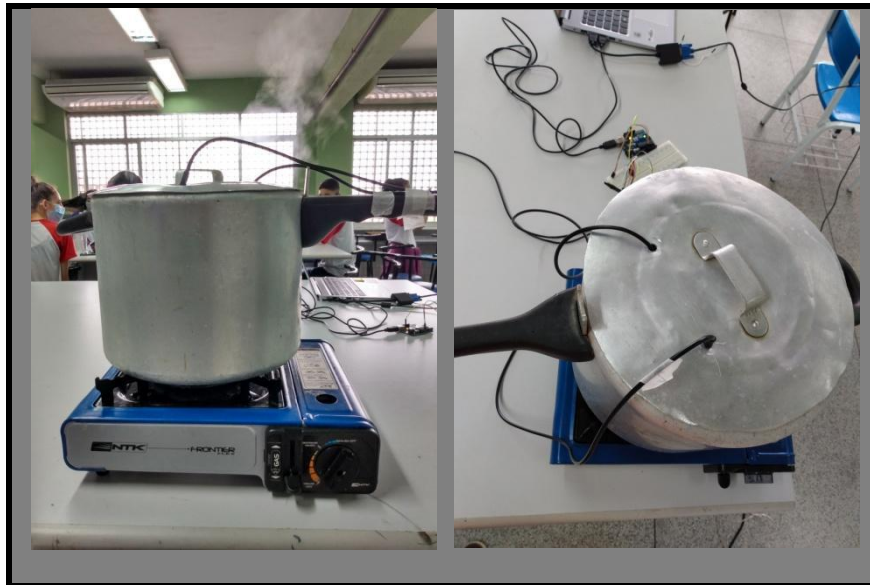
Inversamente proporcional a espessura  $\Delta x$  da chapa metálica, quanto mais espesso o fundo da panela mais tempo leva para ferver a água.

### 2.3 CONVECÇÃO

Para Halliday (2006), quando olhamos para a chama de uma vela ou de um fósforo, vemos a energia térmica ser transportada para cima por convecção. Esse tipo de transferência de energia acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta, e, na maioria dos casos, essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como o fluido expandido é mais leve do que o fluido que o cerca, que está mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe e o processo pode continuar indefinidamente.

Na figura 6, a seguir, mostramos o Experimento Convecção, onde utilizamos uma panela funda com tampa, dois sensores (um na borda da parte interior da tampa e outro no fundo da panela em contato direto com a água), um fogareiro, o arduíno para análise das temperaturas e dialogamos sobre o que estava acontecendo no interior da panela.

Figura 6 - Experimento Convecção.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A convecção está presente em muitos processos naturais. A convecção atmosférica desempenha um papel fundamental na formação de padrões climáticos globais e nas variações do tempo a curto prazo.

Tanto os pilotos de asa-delta como os pássaros usam térmicas (correntes de convecção de ar quente) para se manterem por mais tempo no ar. Grandes transferências de energia ocorrem nos oceanos pelo mesmo processo. Finalmente, no Sol, a energia térmica produzida por reações de fusão nuclear é transportada do centro para a superfície através de gigantescas células de convecção, nas quais o gás mais quente sobe pela parte central da célula e o gás mais frio desce pelos lados.

## 2.4 IRRADIAÇÃO

Podemos dizer que a irradiação térmica é o processo mais importante, pois sem ela seria praticamente impossível haver vida na Terra. É por irradiação que o calor liberado pelo Sol chega até a Terra. Outro fator importante é que todos os corpos emitem radiação, ou seja, emitem ondas eletromagnéticas, cujas características e intensidade dependem do material de que é feito o corpo e de sua temperatura. Portanto, o processo de emissão de calor através de ondas eletromagnéticas é chamado de irradiação.

Figura 7 -Representação da as ondas eletromagnéticas propagando calor do Sol para Terra.



Fonte: Página [fisicailustrada.blogspot.com](https://www.fisicailustrada.blogspot.com)<sup>3</sup>.

Para o experimento Irradiação adaptamos um suporte com uma lâmpada incandescente, dois sensores (um dentro do recipiente e outro fora), um cubo de vidro/acrílico transparente e o arduíno, para simular o processo de propagação do calor e coletamos dados a respeito do tempo, tipo de materiais envolvidos e análise de dados, como demonstramos a seguir, na figura 8.

---

<sup>3</sup>Disponível em: < <https://www.fisicailustrada.blogspot.com> >. Acesso em: 21 jun. 2022.

Figura 8 - Experimento Irradiação.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Observamos, então, que como a irradiação é uma emissão de ondas eletromagnéticas, esse processo de transmissão de calor pode ocorrer no vácuo e nos meios transparentes a radiação eletromagnética que o leva. A garrafa térmica é um bom exemplo da aplicação da transmissão de calor no nosso cotidiano. A figura 9 mostra um esquema de garrafa térmica.

Figura 9 - Representação de uma garrafa térmica.



Fonte: Página [formulasdefisica.org](https://www.formulasdefisica.org) <sup>4</sup>.

<sup>4</sup>Disponível em: < <https://www.formulasdefisica.org> >. Acesso em: 18 ago. 2022.



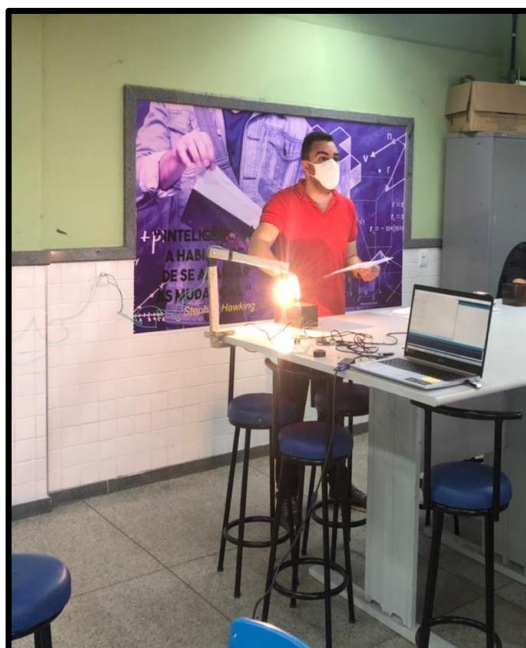
A parte interna é uma garrafa de vidro com paredes duplas, havendo quase vácuo entre elas. Isso dificulta a transmissão de calor por convecção e condução. As partes, interna e externa, da garrafa são espelhadas para evitar a transmissão de calor por irradiação.

## 2.5 RADIAÇÃO

Segundo Halliday (2006) um sistema e o ambiente também podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas (a luz visível é um tipo de onda eletromagnética). As ondas eletromagnéticas que transferem calor são muitas vezes chamadas de radiação térmica para distingui-las dos sinais eletromagnéticos (como, por exemplo, os das transmissões de televisão) e da radiação nuclear (ondas e partículas emitidas por núcleos atômicos) - Radiação, no sentido mais geral, é sinônimo de emissão.

No experimento Radiação de Corpo Negro utilizamos um suporte com uma lâmpada incandescente, dois sensores (um dentro do recipiente e outro fora), um cubo de vidro/acrílico revestido de preto tinta/fita e o arduíno, para simular o processo de absorção, transmissão e reflexão porque nenhum objeto consegue ter absorção e emissão perfeitas. A seguir, na figura 10 ilustramos o experimento.

Figuras 10 - Experimento Radiação de Corpo Negro.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quando você se aproxima de uma fogueira, você é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui. Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação. O calor do Sol, por exemplo, chega até nós através do vácuo.

A taxa  $P_{rad}$  com a qual um objeto emite energia por radiação eletromagnética depende da área  $A$  da superfície do objeto e da temperatura  $T$  dessa área (em *kelvins*) e é dada pela equação representada no quadro 2.

Quadro 2 - Taxa  $P_{rad}$  fórmula.

$$P_{rad} = \sigma \epsilon AT^4$$

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Em que  $\sigma = 5,6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  é uma constante física conhecida como constante de *Stefan-Boltzmann*, em homenagem a Josef Stefan, que descobriu a equação  $P_{rad}$  experimentalmente em 1879 e Ludwig Boltzmann, que a deduziu teoricamente, logo depois.

O símbolo  $\epsilon$  representa a emissividade da superfície do objeto, que tem um valor entre 0 e 1, dependendo da composição da superfície. Uma superfície com a emissão máxima de 1,0 é chamada de radiador de corpo negro, mas uma superfície como essa é um limite ideal e não existe na natureza. Note que a temperatura da equação do quadro 2 deve estar em kelvins para que uma temperatura de zero absoluto corresponda à ausência de radiação.

A taxa  $P_{abs}$  com a qual um objeto absorve energia da radiação térmica do ambiente, que supomos estar a uma temperatura uniforme  $T_{amb}$  (em kelvins), é dada pela fórmula representada no quadro 3.

Quadro 3 – Equação Taxa  $P_{abs}$ .

$$P_{abs} = \sigma \epsilon AT_{amb}^4$$

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Figura 11 - Termograma em cores falsas mostra a taxa com a qual a energia é irradiada por um gato. O branco e o vermelho são cores?



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (1999).

A emissividade  $\epsilon$  que aparece na equação do quadro 3 é a mesma da equação do quadro 2. Um radiador de corpo negro ideal, com  $\epsilon = 1$ , absorve toda a energia eletromagnética que recebe (em vez de refletir ou espalhar parte da radiação) e podemos analisar, esse fenômeno, na figura 11.

Como um objeto irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo energia do ambiente, a taxa líquida  $P_{líq}$  de troca de energia com o ambiente por radiação térmica é dada pela equação representada no quadro 4.

Quadro 4 – Equação da taxa líquida  $P_{líq}$  de troca de energia com o ambiente por radiação térmica.

$$P_{líq} = P_{abs} - P_{rad} = \sigma \epsilon A T_{amb}^4 - T^4$$

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

$P_{líq}$  é positiva, se o corpo absorve energia, e negativa, se o corpo perde energia por radiação.

### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Analizamos a possibilidade de ensinar e aprender conceitos científicos em outros ambientes, em nível introdutório, e dessa aprendizagem vir a favorecer a compreensão e a aquisição formal e mais aprofundada desses mesmos conceitos, tendo como embasamento teórico-pedagógico a teoria sócio-cultural de Vygotsky (GASPAR, 2016).

O referencial teórico deste trabalho é a teoria sociocultural de Vygotsky, na qual a interação social é tratada como origem e motor necessário para o desenvolvimento da aprendizagem, cujo conhecimento resulta na interação do indivíduo com o meio em que está inserido, mas esse meio não é configurado como físico e sim como algo social e cultural.

Vygotsky (2001) teoriza sobre a intrincada relação entre desenvolvimento e aprendizagem, atribuindo importância crucial às práticas educacionais como propulsoras do desenvolvimento humano.

Para entender melhor Vygotsky foi necessário analisarmos quatro pensamentos chaves: interação, mediação, internalização e ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal).

**Interação:** Segundo Vygotsky, o indivíduo aprende quando interage com o meio e com as pessoas. Sendo assim, a criança desenvolve suas ideias e aprende quando interage com o outro. Esta interação é feita por meio da linguagem, de símbolos e signos.

[...] As crianças, geralmente, não crescem isoladas, interagem com os pais, com outros adultos da família, com outras crianças e assim por diante. Adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados, estão permanentemente interagindo socialmente, em casa, na rua, na escola etc. Para Vygotsky, esta interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo (MOREIRA, 2015, p. 110).

**Mediação:** A relação do homem com o mundo é uma relação mediada, algo interposto entre duas coisas. Essa mediação pode ser feita por meio de instrumentos, já que nos relacionamos através de instrumentos ou signos que são formas posteriores ou simbólicas de interagir.

[...] Segundo Vygotsky, a construção de uma nova estrutura mental se inicia quando ela é exigida. E o ensino formal é uma dessas ocasiões, certamente a mais relevante em relação aos conceitos científicos. A gênese dessa construção se inicia pela imitação – o aluno imita seu parceiro mais capacitado, quase sempre o professor, e procura fazer como ele faz, até apropriar-se da estrutura cognitiva do professor. No ser humano a imitação é um processo cognitivo... É a forma pela qual uma pessoa se apodera do saber de outra. A aprendizagem é essencialmente um processo de imitação, pois, como afirma Vygotsky, o ser humano só imita o que quer e pode compreender (GASPAR, 2014, p. 21).

**Internalização:** Representação mental do ser humano dos símbolos, mesa, cadeira, ou seja, das representações do mundo em cada pessoa.

[...] instrumentos e signos são construções sócio-históricas e culturais; por meio da apropriação (internalização) destas construções, via interação social, o sujeito se desenvolve cognitivamente. Quanto mais o indivíduo vai utilizando signos, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações psicológicas das quais ele é capaz (MOREIRA, 2015, p. 109).

**Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD):** É o espaço que existe entre o que a criança já possui e o que a criança pode aprender desde que aprenda com alguém mais capaz (professor), que seria um mediador entre a criança e o mundo.

Vygotsky mostrou, por meio de experiências com crianças de mesmo nível de desenvolvimento mental, sob a orientação de um professor, que teriam diferentes capacidades de aprender, chegando a concluir que elas tinham idades mentais distintas e como consequência, o rumo de seus aprendizados seriam distintos.

Então, Vygotsky estabeleceu o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) ou desenvolvimento potencial, como sendo

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 2007, p. 97).

As propostas experimentais em sala de aula, tanto atividades comuns de laboratório realizadas por grupos de alunos com a mediação do professor, apresentam dificuldades comuns para a sua prática, desde a falta de equipamentos até pouca orientação pedagógica apropriada.

Para Gaspar (2016) outros fatores favorecem a demonstração experimental, sendo a possibilidade de realizar com um único equipamento para todos os estudantes, trabalhamos os conceitos propostos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, consideramos a possibilidade da utilização em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que foi trabalhada e a motivação que desperta, preparando os estudantes para a aprendizagem.

### **Alguns trabalhos recentes na área de Ensino de Física que utilizaram a teoria de Vygotsky**

Vários trabalhos atuais na área de Ensino de Física utilizaram e aplicaram a teoria de Vygotsky como referencial teórico. Citamos alguns.

De acordo com Moreira (2015) em sua dissertação **Experimentos de baixo custo no ensino de Mecânica para o ensino médio:**

A aplicação de experimentos de baixo custo no ensino de Física impulsionaria a transição entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos abordado por Vygotsky, pois possuem objetos pertencentes ao dia-a-dia dos alunos, promoveria uma experiência pessoal do discente com o fenômeno observado, tornando a atividade significativa, ou seja, atingiria um novo desenvolvimento real no aluno (MOREIRA, 2015, p. 109).

Marengão (2011) em sua dissertação **O Ensino de Física no Ensino Médio: descrevendo um Experimento Didático na perspectiva históricocultural:**

A teoria de Vygotsky tem sido de grande valia para todos aqueles que buscam alternativas para melhor ensinar. No caso específico do ensino da física, ela pode ser vista como uma teoria que possibilita a aprendizagem sem recorrer a recursos tecnológicos, métodos de descoberta ou sofisticadas técnicas de ensino (MARENGÃO, 2011, p. 27).

Para Silva (2014) em sua dissertação:

A necessidade de uma colaboração próxima entre um parceiro mais capaz, que geralmente é o professor na sala de aula, bem como o reconhecimento de que os conceitos são historicamente e socialmente desenvolvidos como função direta das interações sociais, serão pontos fundamentais que buscaremos identificar na nossa análise sobre o uso de AO no ensino (SILVA, 2014, p. 51).

Os principais pontos da Teoria de Vygotsky auxiliaram no desenvolvimento da sequência didática aplicada.

- A linguagem e o pensamento se diferenciam em raízes genéticas.
- Os desenvolvimentos da linguagem e dos pensamentos não dependem um do outro.
- Em determinado ponto as linhas do pensamento e da linguagem se encontram.

Em nosso trabalho, nas etapas de execução dos experimentos de Física e nas atividades propostas de acordo com a metodologia do TBL, na construção de conceitos sobre Propagação do Calor pelos alunos, com orientação do professor, a teoria de Vygotsky foi aplicada, sobretudo no sentido da interação que ocorre entre os alunos, trabalho em equipe, experimentação, colaboração com o parceiro mais capaz por meio da mediação do professor.

Analisamos que o ensino e aprendizagem dos alunos aconteceu pela interação, na construção dos experimentos e nas atividades em equipes, onde os alunos participavam ativamente da aula e deixaram de ser meros receptores de informações sem confirmar na prática aquilo que o professor explicou sobre fenômenos da natureza que muitas vezes fazem parte do seu cotidiano. Durante a aula os discentes internalizaram as relações entre teoria e prática, construíram novos conceitos e alcançaram um desenvolvimento real do aprendizado dos alunos.

#### 4. METODOLOGIA

Neste capítulo descrevemos as etapas desta pesquisa e as estratégias utilizadas para realizá-la. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, na perspectiva de um tipo de intervenção pedagógica apoiada pela elaboração e aplicação de uma sequência didática, por evidenciar, conforme Santos (2012), dados/informações, que serão coletados por meio dos testes conceituais, relatórios de cada experimento, avaliação da Sequência Didática e registros no *Google Sala de Aula*, com os conteúdos descritos no resumo e produto. Retratamos o perfil dos alunos e da escola onde foi feita a pesquisa.

Segundo Marconi e Lakatos (2002), a pesquisa sempre apresenta um tipo de problema ou fenômeno e seu objetivo é esclarecê-lo de acordo com a aplicação de métodos científicos. Investigar é analisar métodos diferentes para alcançar resultados sobre um determinado tema. O foco da nossa pesquisa é o ensino, com o objetivo na aprendizagem, não sendo abordados separadamente.

Segundo Santos e Candeloro (2006), a pesquisa qualitativa permite direcionar resultados diferentes do universo analisado, levando em conta a ideia de processo, organização, os significados e experiências dos indivíduos envolvidos no estudo, conduzindo as informações levantadas pelo pesquisador. Nessa ideia, podemos dizer que a pesquisa qualitativa é interpretativa e cabe ao pesquisador verificar os significados atribuídos pelo observador ao objeto estudado.

Sendo qualitativa devido ao uso de experimentos e atividades em equipes, que propiciam que o sujeito da pesquisa se expresse com seu vocabulário, e de atividades, tais como, testes conceituais, simulador e atividades individuais que necessitam de interpretação.

Aplicamos uma Sequência Didática com o objetivo de proporcionar ao estudante experimentar e conceituar fenômenos físicos, utilizando a metodologia ativa *Team Based Learning* (TBL) embasada na teoria sociocultural, capaz de oportunizá-lo a:



- a) Trabalhar os três processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação, através da experimentação, dialogando com o cotidiano do aluno;
- b) Desenvolver atividades experimentais com o auxílio do Arduíno aproximando o uso da tecnologia no contexto escolar.

Para Monteiro e Gaspar (2002) trazer atividades experimentais no ensino de Física contribui para condições pedagógicas favoráveis devido às atividades de experimentação estarem atreladas aos conteúdos de Física, mesmo com fundamentos conceituais científicos abstratos e formais, possuem sua própria singularidade quando são compartilhadas com adultos ou parceiro mais capaz.

#### 4.1 CONTEXTO DO ESTUDO E SUJEITOS

A escola possui 400 alunos e oferta a Educação em Tempo Integral para o Ensino Fundamental - Anos Finais e Ensino Médio, e Educação de Jovens e Adultos para o Ensino Médio. A unidade de ensino possui laboratórios de Arte, Química, Física, Matemática e Biologia; quadra e elevador, para garantir a acessibilidade.

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma turma da segunda série do Ensino Médio, contendo um total de 23 alunos. Para cumprir o planejamento da primeira aula da SD e seguir todos os passos para implementação da metodologia ativa *Team Based Learning* (TBL), criamos uma sala de aula virtual e utilizamos suas ferramentas, tais como *Google Sala de Aula*, grupo de whatsapp aplicativo e os materiais na forma impressa, para liberar conteúdos, como vídeos e os questionários: *Conhecendo Você* e o questionário para responder assistindo aos vídeos e após a Leitura dos arquivos, sobre os conteúdos que os alunos estudaram, assistiram e responderam em casa, antes da primeira aula.

Na aplicação desta pesquisa desenvolvemos uma Sequência Didática (SD) constituída em oito aulas de 50 minutos sobre os processos de transmissão de calor e aplicada em uma escola situada no município de Vila Velha- ES.

Cabe informar que para a realização desta pesquisa o projeto foi submetido a apreciação da Secretaria de Educação da Rede Estadual do Espírito Santo (SEDU), obtendo o parecer de aprovação Nº 2021-6BDGL4 que pode ser consultado via *e-Docs*, acesso público.

Elaboramos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que os responsáveis dos alunos assinassem, basicamente informando sobre a pesquisa e solicitamos autorização para que os dados pudessem ser utilizados (Apêndice I).

A importância de planejarmos uma SD que motivasse o interesse do estudante e do professor vem da prática observada em sala de aula. Nas pesquisas relacionadas é identificado que existe uma grande dificuldade em planejamento com metodologias ativas e tecnologia, principalmente o uso do celular em sala de aula. A Secretaria do Estado de Educação do Espírito Santo (Sedu) publicou a Portaria Nº 107-Rde 12 de Agosto de 2016, estabelecendo critérios para a utilização do telefone celular como ferramenta didático-pedagógica nas salas de aula das instituições de ensino da rede pública estadual. O desafio é levar e proporcionar o novo, despertando o interesse do aluno em pesquisar e aprender.

Por isso utilizamos o *Google Sala de Aula* e o Aplicativo *EscoLAR*, como ferramentas para ajudar na dinâmica das atividades propostas. Uma vez que trabalhamos a metodologia que favorece atividades em equipes, interação entre os alunos, possibilidades de aprendizagem com os pares e a mediação do professor. O TBL possibilitou o autodidatismo e a troca de experiências.

Garantimos estratégias para os estudantes que não têm acesso a esses meios, criamos grupos no *Whatsapp* Aplicativo e utilizamos o aplicativo *EscoLAR*, cujos dados móveis foram patrocinados pelo Governo Estadual. Oportunizamos leituras e/ou produções de textos, disponibilizamos no formato impresso os materiais utilizados no decorrer das atividades e apresentação de *PowerPoint* em formato PDF e as atividades foram enviadas em formato de formulários.

Utilizamos o aplicativo *EscoLAR* como ferramenta principal, por ser mais acessível nas escolas da Rede Estadual. Uma estratégia criada para minimizar os problemas

evidenciados na pandemia com as aulas suspensas e uma possibilidade que vem melhorando o acesso e o ensino-aprendizagem, surgido no momento que as escolas estavam fechadas.

#### 4.1.1 APLICATIVO ESCOLAR E GOOGLE SALA DE AULA

O app *EscoLAR* é o programa de Atividades Pedagógicas Não Presenciais (APNPs) instituído pela Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo. O programa, regulamentado pela Portaria Nº 048-R, de 02 de abril de 2020, contempla um conjunto de recursos capaz de apoiar as escolas e os professores a dar continuidade ao processo de ensino e aprendizagem por meio da complementação das aprendizagens já adquiridas e do desenvolvimento de novas aprendizagens por parte dos estudantes, favorecendo também o reforço escolar, uma vez que a SD foi aplicada no período da pandemia.

Buscando uma solução tecnológica para o acesso dos estudantes aos conteúdos das disciplinas neste período de distanciamento social causado pela pandemia do novo Coronavírus (Covid-19), a Sedu, em parceria com o Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado do Espírito Santo (Prodest), criou o aplicativo *EscoLAR*, para acesso ao *Google Sala de Aula*. A ferramenta garantiu a comunicação *on-line* entre professores e estudantes, por meio do celular, sem uso do pacote de dados, a qualquer tempo e local.

Com o aplicativo, cada escola contou com turmas criadas, automaticamente, no *Google Sala de Aula*, com os professores vinculados às salas e os alunos já enturmados. Além disso, os componentes curriculares estão organizados por tópicos, na aba **ATIVIDADES** das Salas, onde cada estudante terá acesso aos Componentes Curriculares específicos.

Quando o aluno acessa o aplicativo *EscoLAR*, usando sua conta institucional via celular, mesmo que não tenha internet em casa ou que seu pacote de dados móveis esteja zerado, poderá interagir na sua *Sala de Aula Google* para esclarecer dúvidas

com os professores (na aba **ATIVIDADES**) e também com seus colegas de classe (na aba **MURAL**), além de poder realizar atividades elaboradas via Formulários *Google* (testes, *quiz*, avaliações, revisões etc.).

O estudante, ao se conectar via aplicativo EscoLAR pode acessar todas as suas disciplinas em uma única sala virtual, se comunicar com seus professores de forma *on-line*, acompanhar as atividades postadas pelos professores em cada disciplina, esclarecer suas dúvidas, assim como trocar mensagens com seus colegas de turma. O projeto contou com o apoio de operadoras de telefonia e do *Google*.

No tópico a seguir apresentamos a descrição e o desenvolvimento da Sequência Didática para o ensino de Física do conteúdo escolhido para esta pesquisa sobre a Implementação da metodologia ativa *Team Based Learning* (TBL) embasada na teoria sociocultural no ensino de Calor utilizando a plataforma Arduíno como um recurso didático.

#### 4.2. MÉTODO *TEAM-BASED LEARNING* (TBL)

A estratégia que usamos no ensino-aprendizagem é focada no estudante, sendo um método analisado para grupos, com a orientação do professor, possibilitando a interação e o trabalho em equipe. Como analisaremos a seguir, dividido em quatro etapas: preparação (pré-classe) garantia de preparo por meio da aplicação dos questionários que asseguram a aprendizagem (em classe) e interações sobre as questões aplicadas em sala, aplicação dos conceitos. E ao final ocorre a auto avaliação e avaliação entre os estudantes para identificar o cumprimento dos objetivos da discussão do TBL.

Os alunos se envolvem em atividades de preparação individual e em equipe, que consistem em estudo prévio extraclasse; resolução de questões conceituais em sala de aula; e realização de tarefas de aplicação dos conceitos (resolução de problemas em equipe), também em classe. Para auxiliar no desenvolvimento das equipes, elas são estrategicamente montadas pelo professor e fixas, ou seja, é mantida a mesma formação das equipes durante a aplicação do método. Os alunos têm a possibilidade de avaliar seus colegas de equipe em determinados momentos ao longo do trabalho (MICHAELSEN, 2004, p. 965-966).

Justificando que essa etapa 1ª Fase – preparação – extraclasse é extremamente importante para aplicação da metodologia e andamento das aulas seguintes.

O método TBL, conforme Oliveira *et al.* (2016), também conhecido pelo termo em inglês *Team Based Learning* é uma metodologia que favorece o aprendizado ativo, construindo um ambiente cooperativo. Em equipes, os estudantes exercitam suas habilidades de comunicação e argumentação, progredindo em direção a uma maior autonomia e maturidade. Como resultado, a metodologia traz benefícios fundamentais para os alunos, como: proatividade, colaboração, pensamento crítico e trabalho em equipe.

Usar a metodologia requer três mudanças importantes em relação às abordagens tradicionais de ensino. O objetivo do aprendizado é ampliado, passando da memorização de conceitos-chave para a compreensão de como eles são aplicados em situações-problema reais; o papel do professor em sala de aula passa do centro do processo ensino-aprendizagem e se torna um mediador do conhecimento e gerenciador dos grupos e os estudantes se tornam responsáveis pelo seu próprio aprendizado, trabalhando de maneira colaborativa. Podendo ser aplicada com os seguintes passos:

- I. Preparação individual: os alunos precisam estar preparados previamente para a atividade em grupo. Por isso, o conteúdo a ser trabalhado deve ser estudado em casa, através de vídeos ou outros conteúdos. Essa preparação prévia é uma etapa muito importante do TBL, pois, se os alunos não realizarem as tarefas extraclasse, não serão capazes de contribuir com o trabalho em equipe. Se o aluno não fizer a sua parte os prejudicados serão os seus colegas de grupo, o que cria um incentivo social mais efetivo.
- II. Garantia de Preparo: etapa formada por avaliações individuais (Teste de Preparação Individual-TPi) e em grupo (Teste de Preparação em Equipes-TPe) sobre os assuntos estudados durante a preparação individual (em casa). No primeiro momento, os alunos serão avaliados individualmente.

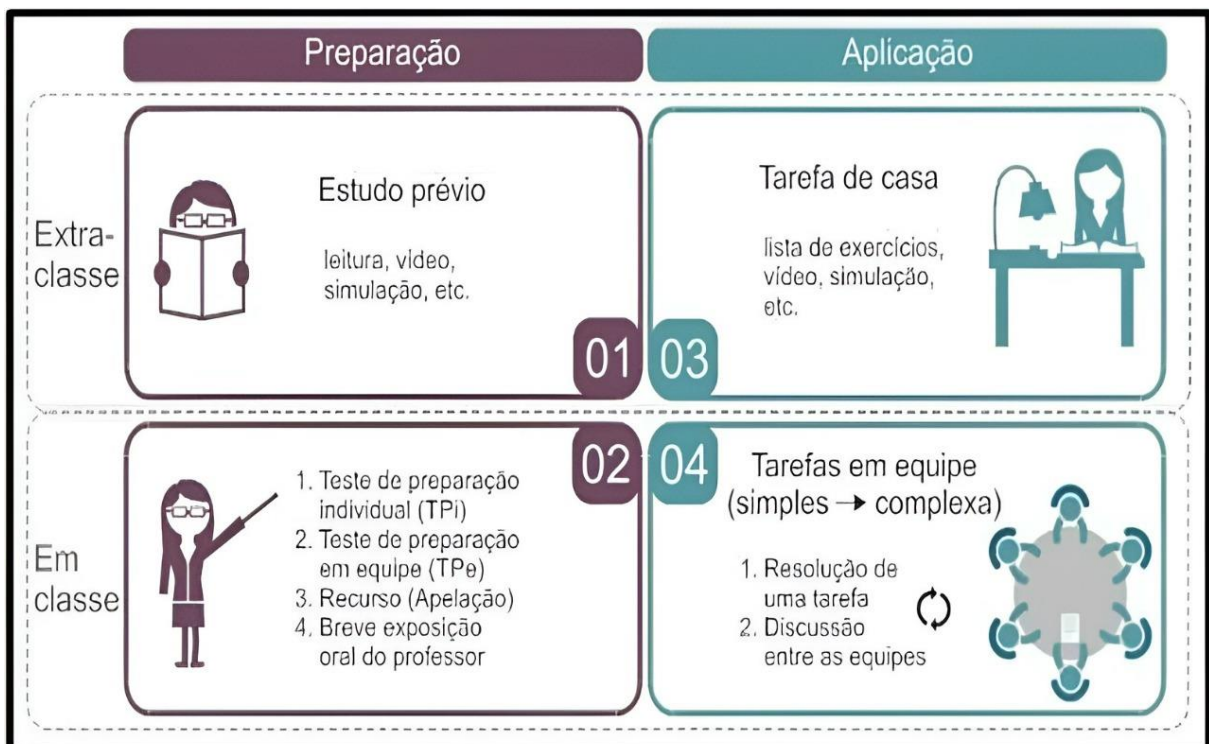
Depois da formação das equipas, o mesmo questionário é realizado, mas dessa vez os alunos devem discutir entre si e argumentar sobre a razão de escolha para cada resposta. Decidindo por uma resposta, o grupo deve receber um *feedback* imediato sobre qual é a alternativa correta, seja através da raspadinha.

Depois de finalizado, os estudantes podem solicitar uma revisão das questões que o grupo não acertou através de uma apelação, argumentando qual o motivo para considerarem a sua resposta a correta. No final, o docente reúne todos os grupos para um *feedback* geral com comentários sobre cada teste e apelações, analisando os conteúdos relevantes.

Na aplicação do método o professor deve observar os seguintes pontos de atenção: os grupos devem ser formados adequadamente, alunos responsáveis pelo progresso, às atividades devem promover interação e o *feedback* é constante.

Apresentamos na figura 12 as principais fases de cada módulo do Método *Team-Based Learning*(TBL).

Figura 12 - As principais fases de cada módulo do TBL.



A tabela 2, a seguir, apresenta em detalhes, a estruturação das aulas dentro de um trimestre. Sugerimos um quantitativo mínimo de oito aulas para execução desta SD. Assim o professor que fizer o uso do produto pode se organizar dentro da disponibilidade de tempo que tiver.

Tabela 2 – Propagação de Calor com TBL.

FASE	DESENVOLVIMENTO DAS AULAS	DURAÇÃO: MÍNIMA E TOTAL PREVISTA
<p><b>PREPARAÇÃO</b> <b>Extra-classe:</b> Preparação- Estudo Prévio- Processos de Propagação do Calor</p>	<p>Divulgação da proposta; Materiais disponibilizados no <i>Google</i> Sala de Aula; Organização do grupo de <i>WhatsApp</i> e materiais impressos; TPI e TPE e Questionário Inicial. Avaliação: responder o questionário de garantia do preparo em casa.</p> <p><b>1ª aula</b> Explicar como vai funcionar a <b>raspadinha</b> e o processo de cada etapa; Aplicação do TPI; Divisão dos grupos; Aplicação do TPE; Momentos para feedback, recurso e mediação do professor com as equipes; Avaliação: tentativas na raspadinha/acertos.</p> <p><b>2ª aula</b> Exposição dialogado com apresentação do professor sobre os conteúdos estudados; Realização do 1º Teste Conceitual em equipes; Interação e comparação entre as equipe. Avaliação: teste conceitual/raspadinha.</p> <p><b>3ª aula</b> No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 1º Experimento: Condução; As equipes respondem o 2º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p> <p><b>4ª aula</b> No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 2º Experimento: Convecção; As equipes respondem o 3º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p> <p><b>5ª aula</b> No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 3º Experimento: Irradiação; As equipes respondem o 4º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p> <p><b>6ª aula</b> No laboratório de Física e com as equipes formadas Apresentação em power point sobre: Radiação de Corpo Negro; Executar em Sala de Aula o Simulador (utilizando o chromebook) proposto na Fase de Aplicação Extraclasse; Aplicar o roteiro em equipes e mediar as repostas e discussões. Avaliação: correção do roteiro proposto.</p> <p><b>7ª aula</b> No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 4º Experimento: Radiação de Corpo Negro; As equipes respondem o 5º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p>	<p>Fase de preparação em casa.</p>
<p><b>Em classe</b></p>	<p><b>Extra-classe</b></p>	<p>Tarefa de casa</p>

Cada aula teve duração de 50 minutos

Aplicação- Radiação  
de Corpo Negro  
(Tarefa)

disponível no *link*:  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html)

Avaliação: pontuação extra.

**Em classe**  
Aplicação - Avaliação

**8ª aula**  
Análise dos resultados obtidos e avaliação da sequência didática pelos alunos, utilizando um questionário (AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES) e outro baseado na escala Likert (em anexo).

Uma aula de 50 minutos.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No Questionário Conhecendo Você apresentamos as seguintes informações: nome do aluno, telefone, e-mail e também dez perguntas que foram respondidas pelos alunos. A importância deste questionário para o professor, está relacionado a forma que foi planejada a aplicação da metodologia/etapa que é muito importante para fase de aplicação em classe na divisão das equipes (Figura 13). O questionário completo está no apêndice II.

Figura 13 – Questionário Conhecendo Você.

**Fase de Formação das Equipes:**  
**CONHECENDO VOCÊ!**

Atividade Extra-Classe- Fase de Preparação

tiagoquercon@gmail.com [Alternar conta](#)

**\*Obrigatório**

E-mail \*

Sua e-mail

Nome: \*

Sua resposta

Telefone: \*

Sua resposta

Você possui experiência de uso de grupos em sala de aula? \*

sim, muita.

sim, pouca.

não.

1. (UFSCAR-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão: \*

a) é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.

b) é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.

c) é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.

d) faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

e) faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

2. O congelador é colocado na parte superior dos refrigeradores, pois o ar se resfria nas proximidades dele. \_\_\_\_\_ a densidade e desce. O ar quente que está na parte de baixo, por ser \_\_\_\_\_, sobe e resfria-se nas proximidades do congelador. Nesse caso, o processo de transferência de energia na forma de calor recebe o nome de \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas. \*

a) aumenta – mais denso – convecção.

b) diminui – mais denso – condução.

c) aumenta – menos denso – condução.

d) diminui – menos denso – irradiação.

e) aumenta – menos denso – convecção.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O questionário da figura 13 também faz parte da fase de preparação em casa, os alunos são orientados a respondê-lo imediatamente após as leituras dos materiais.



No primeiro momento da primeira aula da sequência didática, entregamos aos alunos um Teste de Preparação Individual ( $T_{Pi}$ ) contendo 10 questões objetivas contendo alternativas, sendo que cada questão apresenta apenas uma alternativa correta. Aqui vamos ter a possibilidade para identificar a assimilação dos materiais de leitura pelos alunos.

Figura 14-Teste de Preparação Individual, em Equipes ( $T_{Pi}$  e  $T_{Pe}$ ) e a raspadinha utilizada como cartão resposta.

The image shows a test paper and a corresponding answer card. The test paper has three questions:

- Associação à existência de calor:
  - (A) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.
  - (B) apenas àqueles corpos que se encontram "quentes".
  - (C) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia.
- Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. A está mais "quente" do que B. Ambos estão mais "quentes" do que o ambiente. Após um certo tempo, a temperatura de A e B será:
  - (A) Igual à temperatura do ambiente.
  - (B) Igual à temperatura inicial de B.
  - (C) uma média entre as temperaturas iniciais de A e B.
- (UFES) O uso de chaminés para escape de gases quentes provenientes de combustão é uma aplicação do processo térmico de:
  - a) convecção.
  - b) condução.
  - c) absorção.
  - d) radiação.

The answer card (raspadinha) is a grid with 10 rows and 2 columns. The first column is labeled 'GABARITO' and the second is 'Pontuação'. The grid shows the correct answer for each question and the score assigned to it.

Questão	GABARITO	Pontuação
01	(C)	04
02	(C)	04
03	(C)	04
04	(C)	04
05	(C)	04
06	(C)	04
07	(C)	04
08	(A)	04
09	(A)	04
10	(A)	04

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No segundo momento da primeira aula a turma foi dividida em equipes de acordo com as respostas dos questionários propostos na fase de preparo realizada pelo estudante em casa e então responderam ao mesmo questionário ( $T_{Pe}$ ) em equipes, podendo mudar suas opiniões e respostas. Em seguida, utilizamos a raspadinha, como ficha para o gabarito das questões.

Nesse momento, os alunos passaram pelo *feedback* e recurso quando observamos divergência, onde tivemos a possibilidade de interagir com as equipes. Os estudantes foram avaliados pelos seus desempenhos individuais, em equipes e, também, se submeteram à avaliação aos pares, tendo a oportunidade de avaliação das contribuições individuais dos membros da equipe.

As metodologias ativas de aprendizagem focam no processo de aprendizagem e não no ensino, levando o aluno a aprender a aprender por meio de experiências reais ou simuladas. No teste de preparação em equipe, os estudantes discutiram em equipes e responderam o mesmo teste em uma cartela na raspadinha. Em caso de erro, os estudantes voltam a discutir, para encontrar a resposta correta.

Ao ser colocado diante de problemas e levado a resolvê-los, o aluno terá que mobilizar-se para compreendê-los, para tanto, necessitará buscar informações e soluções, o que contribuirá para o desenvolvimento de sua autonomia (GOMES, 2010).

#### 4.3 TESTES CONCEITUAIS E A SUA IMPORTÂNCIA NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os exercícios utilizados na Sequência Didática (SD) foram elaborados seguindo algumas recomendações.

Segundo Schell (2012) testes conceituais não óbvios para os estudantes, claros e concisos devem abordar um conceito por vez (por questão) e motivarem discussões entre os alunos.

Para elaborar esses testes, o professor deve se basear nas dificuldades dos estudantes, nos erros mais comuns e nas concepções alternativas, tendo o cuidado de selecionar testes adequados ao nível de dificuldade dos alunos (ROSENBERG; LORENZO; MAZUR, 2006).

Apresentamos na figura 15 um exemplo de teste conceitual utilizado na SD aplicada e estudada nesta pesquisa.

Figura 15- Teste conceitual Experimento Condução.

1. Ao visitar a praia durante um belo dia de sol, perceberemos que a areia estará bem quente, enquanto a água estará fria. Marque a alternativa que explica corretamente o motivo da diferença de temperatura entre as duas substâncias. \*

- a) O calor específico da água é muito menor que o da areia, por isso ela não se esquentar facilmente.
- b) O calor específico da areia é menor que o da água, por isso ela sofre variações de temperatura com maior facilidade.
- c) A quantidade de água é infinitamente superior à quantidade de areia, por isso a água nunca se esquentará.
- d) Por ser um líquido e apresentar maior proximidade das moléculas, a água sempre apresentará maior dificuldade para elevar sua temperatura.
- e) Todas as explicações acima estão incorretas..

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

#### 4.4 UTILIZANDO O GOOGLE SALA DE AULA COMO RECURSO NO ENSINO APRENDIZAGEM

Para desenvolver as etapas do TBL e as atividades propostas criamos uma sala de aula virtual, onde o aluno teve acesso pelo celular baixando o aplicativo ou através do *chromebook*, por onde foram disponibilizadas todas as etapas, além do material impresso na execução em sala de aula, como apoio às equipes, sendo de fundamental importância para orientação e organização.

Inserir a tecnologia no processo de ensino aprendizagem tornou-se necessário porque o período remoto e híbrido dentro da Rede Estadual de Ensino do Espírito Santo articulou várias parcerias e desenvolvimentos, desde o aplicativo EscolAR e a utilização do e-mail institucional do aluno e do professor para usar as ferramentas do *Google for Education*.

Entendemos que a escola precisa aproximar os alunos para que ocorra esse processo de integração/investigação da tecnologia na sala de aula. Devido a essa nova etapa imposta pela pandemia, toda a escola foi envolvida nesse processo de inserção e integração das tecnologias, que por sua vez foi consolidado no ambiente escolar.

O Aplicativo EscoLAR visa facilitar a comunicação entre professores e estudantes via *Google Sala de Aula* e também para acesso às videoaulas, notas e notícias. O aluno ao entrar na loja de aplicativo do seu celular, basta pesquisar por *Escolar Prodest*. A navegação é gratuita, mas precisa estar conectado à internet para baixar o aplicativo. O tutorial estava disponível no *link*, apresentado no quadro 5.

Quadro 5 – *Link* do Tutorial do Aplicativo EscoLAR.

**Link – Aplicativo EscoLAR**

<<https://sedudigital.edu.es.gov.br/infraestrutura/aplicativo-escolar>>

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na figura 16 apresentamos uma versão da página inicial do *Google Sala de Aula*.

Figura 16- Página inicial *Google Sala de Aula*.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os professores, ao utilizarem algumas tecnologias, criam ambientes de aprendizagem colaborativa. Moran, Masetto e Behrens (2006) afirmam que:

Uma das formas mais interessantes de trabalhar hoje colaborativamente é criar uma página dos alunos, como um espaço virtual de referência, onde vamos construindo e colocando o que acontece de mais importante no curso, os textos, os endereços, as análises, as pesquisas (MORAN; MASETTO BEHRENS, 2006, p. 49).

Além disso, Miranda (2007) considera que:

[...] a introdução de novos meios tecnológicos no ensino irá produzir efeitos positivos na aprendizagem, porque se pensa que os novos meios irão modificar o modo como os professores estão habituados a ensinar e os alunos a aprender. Considera-se também que novos programas, métodos e currículos são a senha que garante uma melhor aprendizagem (MIRANDA, 2007, p. 42).

#### 4.5 UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA

Na Sequência Didática (SD) utilizamos quatro experimentos para proporcionar a interação, troca de experiências e aproximação dos conceitos físicos na prática com o dia a dia, construindo as ideias e definições de forma direta com as equipes (Figura 17).

Figura 17 – Desenvolvimento do Experimento Condução.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Gaspar (2014) evidenciou a viabilidade de se ensinar e aprender conceitos científicos em ambientes informais, em nível introdutório, e dessa aprendizagem vir a favorecer a compreensão e a aquisição formal e mais aprofundada desses mesmos conceitos, tendo como embasamento teórico-pedagógico a teoria sócio-cultural de Vygotsky.

As principais características sinalizadas por Gaspar e Monteiro (2005) sobre o uso de atividades experimentais em salas de aula foi condicionada ao desenvolvimento social. Os discentes são levados a trabalharem em conjunto, a questionarem o seu conhecimento e o conhecimento de seus colegas e com isso, pode haver um verdadeiro aprendizado. Esse momento pode ser possibilitado por um experimento e ser fundamental, pois os alunos são levados a pensarem em conjunto, a manipularem ferramentas em conjunto, favorecendo a aprendizagem como um todo, caracterizando a prática científica.

Atividades experimentais proporcionam uma interação direta entre os conteúdos da disciplina e o aluno. Por meio da atividade experimental o aluno pode fazer suas abordagens sobre os temas, pode interagir com as variáveis que definem a teoria, o trabalho experimental é uma ponte que ocasiona ao aluno avaliar o seu conhecimento, suas idéias e os modelos científicos.

Analizamos os experimentos realizados com a turma, quando levamos os materiais e os equipamentos para demonstração, poucos alunos tinham uma certa noção do que poderia ser realizado com aquele material ou como funcionava aquele equipamento. Porém, alguns fizeram suposições ou previsões em relação ao que poderia acontecer. Em outras palavras, é bem provável que cada aluno crie a sua definição de situação, que dificilmente vai ser a mesma do professor (GASPAR, 2014).

#### 4.6 UTILIZAÇÃO DO ARDUÍNO NA CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS NO ENSINO APRENDIZAGEM

Os experimentos ajudam no ensino-aprendizagem, com a montagem de *kits* de experimentos de baixo custo usando o arduíno, cujo objetivo é proporcionar o ensino de experimental usando uma tecnologia mais avançada que faz conexão entre o aluno e realidade física, social e cultural.

Laboratórios de física quase nunca existiam, pois a maior parte dos aparelhos de demonstração podia ser levada à sala de aula. Os equipamentos eram construídos artesanalmente e em dimensões suficientemente grandes para que pudessem ser vistos a distancia – o que os tornava muitos caros. Por isso, poucas escolas podiam dispor de um acervo significativo deles (GASPAR, 2014, p.13).

Apresentamos na figura 18 o sistema Arduino utilizado na condução dos experimentos no ensino aprendizagem montado com o sensor.

Figura 18 - Sistema Arduino.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

#### 4.7 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELOS ALUNOS

Para avaliação da Sequência Didática por parte dos alunos foi utilizada a escala *Likert*. A Escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada comumente em questionários e a mais usada em pesquisas de opinião. Segundo Mattar (2005) a escala de *Likert* elaborada em 1932 por Rensis Likert, também conhecida como escala somatória, requer que os entrevistados indiquem seu grau de concordância ou discordância com declarações relativas à atitude que está sendo medida.

Uma justificativa para utilizar a Escala *Likert* ainda segundo Mattar (2005) é a simplicidade de construção e aplicação, o uso de afirmações que não estão explicitamente ligadas à atitude estudada, permitindo a inclusão de qualquer item que se verifique, empiricamente, ser coerente com o resultado final e ainda, a amplitude de respostas permitidas apresenta informação mais precisa da opinião do respondente em relação a cada afirmação (Figura 19).

Figura 19 - Questionário utilizando a Escala *Likert*.

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Questionário da Escala Likert/ AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES-Aplicação do Produto

1. Aprendo bastante com aulas expositivas, aquela em que o professor transmite todo o conhecimento necessário.

discordo totalmente;  
 discordo;  
 indiferente (ou neutro);  
 concordo;  
 concordo totalmente.

2. Achei que o uso de vídeos, slides e experimentos me fez aprender mais que com o simples uso de quadro branco.

discordo totalmente;  
 discordo;  
 indiferente (ou neutro);  
 concordo;  
 concordo totalmente.

3. Acho que trocar ideias com meus colegas pode ajudar na compreensão dos conteúdos expostos em aula.

discordo totalmente;  
 discordo;  
 indiferente (ou neutro);  
 concordo;  
 concordo totalmente.

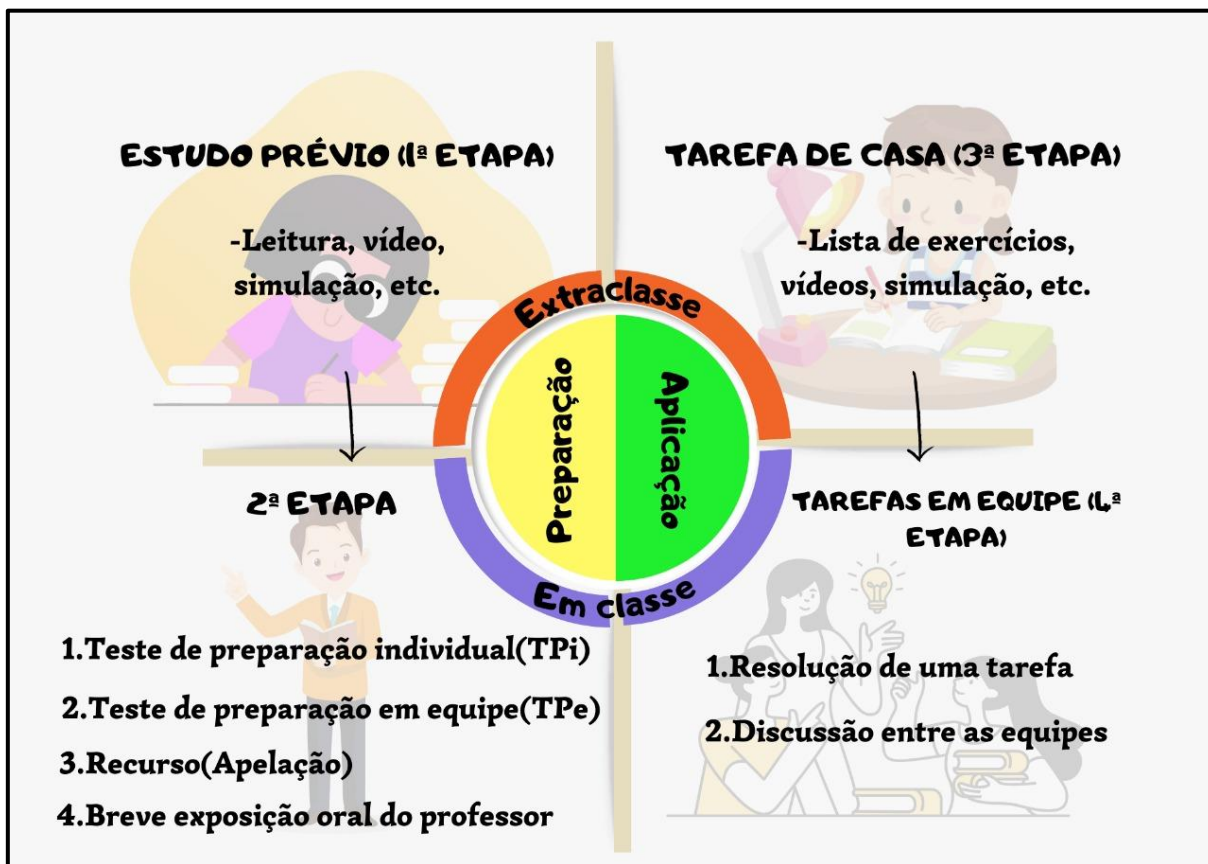
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentamos a análise dos dados produzidos por meio da metodologia *Team Based Learning* (TBL). Fizemos a comparação das respostas das questões do **Teste de Preparação Individual** ( $T_{Pi}$ ) e o **Teste de Preparação em Equipes** ( $T_{Pe}$ ) até a finalização da apropriação dos conhecimentos de física pelos estudantes com associação da teoria e prática (Figura 20).



Figura 20 - As principais fases de cada módulo do TBL.

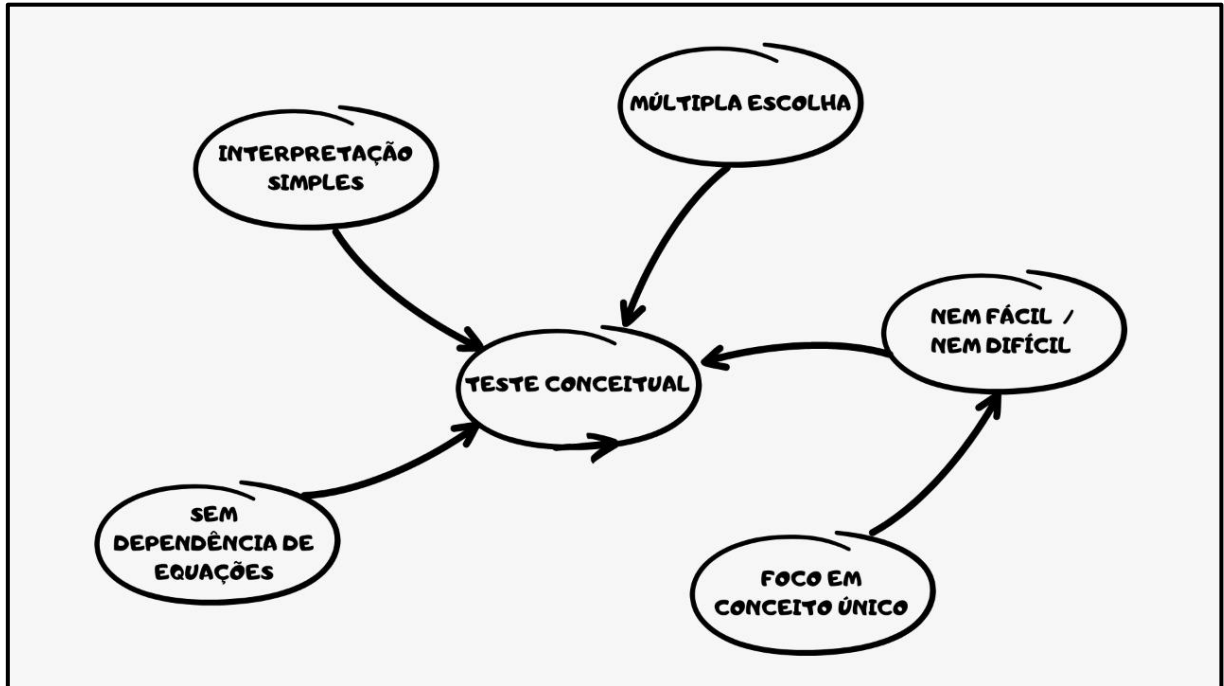


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Também utilizamos como forma de análise dos resultados, testes conceituais aplicados de forma coletiva em cada aula prática com a execução de um experimento relacionado ao conhecimento de física Propagação do Calor, onde a metodologia foi aplicada. Além da observação das aulas e todo processo de mediação com os estudantes.

Segundo Mazur (2015) os testes conceituais abordam os conceitos fundamentais para compreensão dos alunos acerca de determinado fenômeno, e estimular a aprendizagem através da interação dos alunos, como ilustramos no esquema da figura 21.

Figura 21 - Esquema Testes Conceituais X Conceitos Fundamentais.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Apresentamos os resultados do questionário Conhecendo Você que tinha como objetivo analisar o perfil do aluno com o qual trabalhamos a metodologia TBL, bem como analisamos os seus conhecimentos em relação ao conteúdo Propagação do Calor. Além disso, realizamos uma comparação entre as respostas fornecidas no  $T_{Pi}$  e  $T_{Pe}$ , de forma a avaliar se algum indício de aprendizado sobre o tema ocorreu. Acrescentamos ainda a opinião dos alunos e do professor, sobre a metodologia aplicada.

Dividimos o capítulo em seções conforme aplicação das fases do TBL. A primeira seção analisamos a fase Preparação, que foi realizada em duas etapas –Extraclasse e Em classe. Nessa fase tivemos como objetivo a discussão prévia, de forma individual e coletiva, dos conhecimentos relacionados à Propagação de Calor, mediadas ou não, pelo professor.

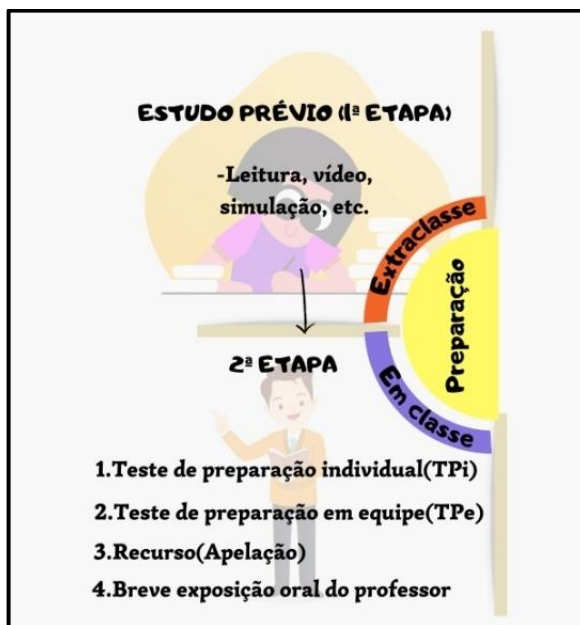
Na segunda seção discutimos a fase Aplicação, e que também realizamos em duas etapas: Extraclasse e Em classe. Nesse estágio realizamos a introdução do conteúdo pelo professor, que nessa pesquisa foi realizado por meio de experimentos com utilização do arduíno em que ocorreu a associação da teoria e prática.

E, por fim, temos a avaliação dos estudantes em relação da Sequência Didática e da metodologia aplicada nas aulas por meio de questionários e aplicação da escala *Likert*.

## 5.1 FASE PREPARAÇÃO

Dividimos essa fase em duas etapas: Extraclasse e Em classe. Na etapa Extraclasse propusemos aos estudantes materiais para leitura, vídeos sobre o conteúdo, o questionário Conhecendo Você e o questionário para identificar conhecimentos do cotidiano dos estudantes. E na etapa Em classe aplicamos o T<sub>Pi</sub>, com base nos materiais disponibilizados na etapa anterior, com base no questionário Conhecendo Você, os estudantes foram organizados em equipes para reflexão e discussão do questionário aplicado anteriormente (aplicação do T<sub>Pe</sub>). A seguir, na figura 22, detalhamos as duas etapas da fase de preparação – Extraclasse e Em classe.

Figura 22 – Detalhamento das duas etapas da fase de preparação (Extraclasse e Em classe).



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

### 5.1.1 Fase Preparação – Extraclasse

Para abordagem do conteúdo Propagação do Calor com utilização de Sequência Didática (SD) e a metodologia TBL iniciamos com a disponibilização de material

para leitura prévia dos estudantes. Disponibilizamos aos estudantes em formato digital, por meio da plataforma *Google Sala de Aula* o conteúdo de Propagação do Calor retirado do livro didático de Ramalho Júnior, Ferraro e Soares (2009).

Organizamos os textos na plataforma pelos tipos de propagação do calor: Condução, Convecção e Irradiação. Além dos textos, em formato digital, também distribuimos em formato impresso o texto Física: Propagação do Calor (Apêndice III) contido no livro didático Ser protagonista: Física adotado pela escola no qual a pesquisa foi realizada de autoria de Válio (2016).

Para ilustrar o conteúdo abordado nos textos indicados, disponibilizamos na plataforma *Google Sala de Aula*, dois vídeos que estão apresentados com seus respectivos *links* no quadro 6.

Quadro 6 - Vídeos e *links* disponibilizados na plataforma *Google Sala de Aula*.

VÍDEOS	LINKS
<b>Condução, Convecção e Irradiação Térmica</b>	< <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Hb-C2JUinVU">https://www.youtube.com/watch?v=Hb-C2JUinVU</a> >
<b>Nós podemos REALMENTE sentir TEMPERATURA</b>	< <a href="https://www.youtube.com/watch?v=JV0jy8PD3Yo">https://www.youtube.com/watch?v=JV0jy8PD3Yo</a> >

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A postagem do material na sala de aula virtual foi realizada com três dias de antecedência da primeira aula da SD com o tema Propagação do Calor. Tínhamos a expectativa de que todos os estudantes da turma tivessem contato prévio com o material disponibilizado.

Identificamos que nem todos os estudantes tinham acesso à internet em suas residências e disponibilizamos o material por outros meios, como: aplicativo de conversa (*Whatsapp*) e material impresso dos textos, garantindo que a fase de preparação extraclasse alcançasse todos os estudantes.

Para finalização da etapa de preparação extraclasse disponibilizamos nos canais de comunicação com os estudantes os questionários Conhecendo Você, Questionário

inicial antes da primeira aula (Apêndice III) e *Feedback* para o professor: 1ª fase (Apêndice IV).

Esses instrumentos tinham o objetivo de conhecer os estudantes e ter parâmetros para divisão das equipes na fase Preparação em Classe. O questionário Conhecendo Você foi composto de perguntas para identificar a frequência de estudo do estudante, sua relação com trabalhos em grupo, afinidade ou parentesco com algum estudante da turma e a área da física que ele mais gostava, o objetivo era conhecer melhor os estudantes da turma o que corrobora com a avaliação do estudante transcrita a seguir: “[...] o formulário conhecendo você foi super importante. Acho primordial que o educador conheça os seus alunos, as nossas dificuldades e os nossos talentos” (ESTUDANTE 1, 2021).

O Questionário Inicial antes da primeira aula continha cinco perguntas compostas por questões de Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), vestibulares e livros didáticos sobre o conteúdo que desenvolvemos na SD. O questionário intitulado *Feedback* para o professor: 1ª fase que tinha por objetivo verificar se os estudantes tiveram acesso aos materiais previamente disponibilizados, por qual canal e se foram importantes para a fase seguinte.

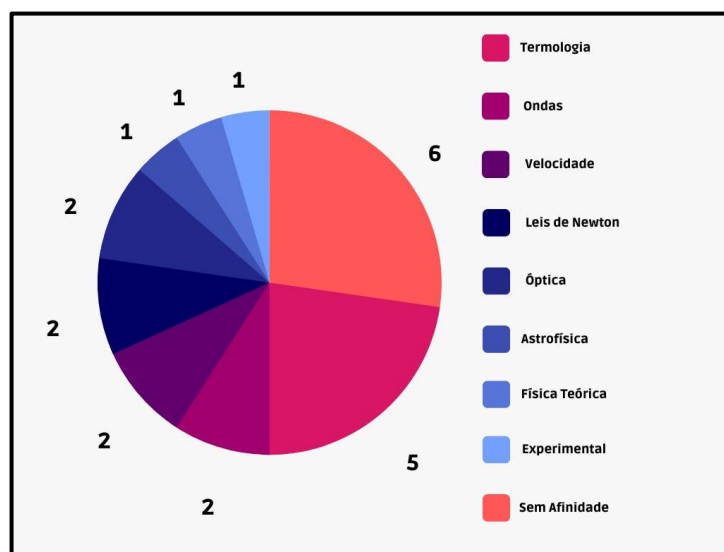
Sobre o questionário Conhecendo Você há alguns pontos que nos chamaram atenção e nos auxiliaram na organização dos grupos. Dos 23 estudantes matriculados na turma, 22 responderam ao formulário no formato digital. Apenas um estudante público alvo da Educação Especial não teve o acesso aos materiais no formato digital e, portanto, só conseguiu participar das atividades realizadas nas etapas em sala.

Uma das questões que destacamos é a declaração dos estudantes sobre a participação ou não de atividades em grupo, 19 estudantes declararam que já participaram de atividades em grupo, enquanto dois responderam não ter realizado atividades em grupo e um deles não respondeu a essa pergunta. Esse fato foi importante para definição de condutas ou combinados para realização da atividade **TPe** e os experimentos.

Outra questão relevante foi sobre as possíveis dificuldades que os estudantes possuíam com a Física e se poderiam identificar especificamente, em que área? Do total de respondentes, 17 estudantes responderam possuir alguma dificuldade, sendo que 13 deles indicaram o cálculo como principal dificultador no processo de aprendizagem.

Já na questão em que desejávamos identificar qual a área o estudante possuía maior afinidade podemos observar no gráfico da figura 23, que dos estudantes que identificaram um ramo da física com alguma afinidade a maior quantidade indicou a Termologia, como a área de estudo da Sequência Didática que seria desenvolvida com essa turma. Como o formulário foi disponibilizado junto com os materiais para leitura prévia da primeira aula pode ser que isso tenha influenciado a resposta dos estudantes.

Figura 22 - Afinidades com a Física.

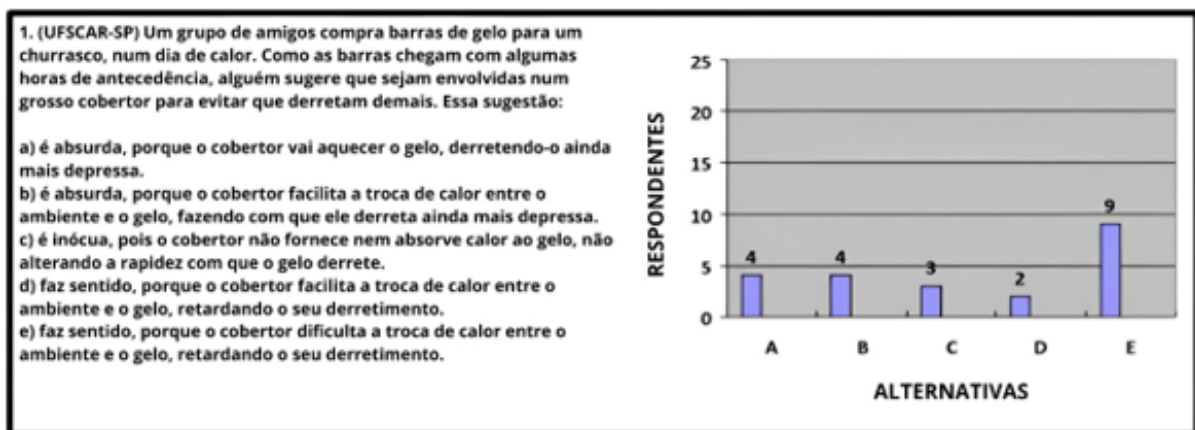


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Sobre o Questionário Inicial antes da 1ª aula, em que pressupomos que os estudantes tiveram apenas o material disponibilizado previamente pelo professor para resolução das questões, observamos que a primeira questão foi a que teve a menor taxa de assertividade. Essa questão abordava a temática do isolante térmico, discutindo se o tecido, no caso, o cobertor poderia dificultar a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

Do total de 22 respondentes, 11 não acharam possível que isso pudesse acontecer, dois indicaram como possível o cobertor retardar o derretimento do gelo, mas não compreenderam o conceito de isolante térmico. Somente nove estudantes indicaram a resposta correta. Considerando que a questão foi objetiva, também trabalhamos com a margem de erro, como pode ser visto na figura 24.

Figura 24 - Primeira questão do Questionário Inicial antes da 1<sup>o</sup> aula.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Ainda sobre a análise dos conhecimentos aprendidos pelos estudantes com os materiais prévios podemos inferir com base nas respostas que o conteúdo sobre Convecção foi melhor compreendido, visto que as duas questões que abordavam essa temática, questões 3 e 4, tiveram maior percentual de acerto, quase 61%, ou seja, 14 estudantes responderam corretamente.

No planejamento inicial da SD pensamos em unificar esses dois instrumentos, contudo identificamos a necessidade de ter mais informações sobre as características da turma e uma melhor composição das equipes de trabalho. Incluímos no planejamento inicial o instrumento *Feedback* para o professor: 1<sup>a</sup> fase, foi fator relevante à elaboração deste questionário para verificação da importância da disponibilização do material aos estudantes previamente.

Diferente dos questionários anteriores, o *Feedback* para o professor: 1<sup>a</sup> fase foi aplicado na etapa Preparação–Em classe, no formato impresso. Ao tabularmos os

dados deste instrumento nos chamou atenção à relevância do contato prévio dos estudantes com o conteúdo.

Dos 19 estudantes respondentes, 15 indicaram que fazer o estudo do conteúdo em casa antes da explicação do professor foi importante, quadro deles marcaram que foi mais ou menos importante e nenhum estudante indicou que não havia importância nessa dinâmica.

Destacamos inclusive a observação feita por um dos estudantes: “Para mim seria bom os professores disponibilizarem os cronogramas de conteúdo para estudo prévio” (ESTUDANTE 2, 2021). Ficando evidenciado o protagonismo dos alunos, que se sentiram responsáveis pela própria aprendizagem.

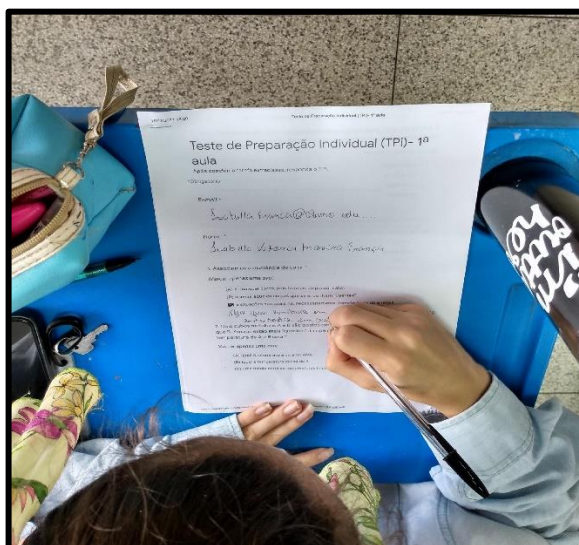
### **5.1.2 Fase Preparação – Em Classe**

Esta etapa da fase de Preparação teve o objetivo de verificar o estudo prévio dos materiais propostos na etapa Em casa. Momento em que testamos a metodologia do TBL considerando a essencialidade do cumprimento da etapa em casa pelos estudantes (garantia do preparo). Bem como analisamos as interações que devem ocorrer em equipes com a mediação do professor.

Nessa fase aplicamos a primeira aula da SD. A aula iniciou com a resolução do Teste de Preparação Individual ( $T_{Pi}$ ) com 10 questões. Levamos 23 *Chromebooks* e disponibilizamos o  $T_{Pi}$  no *Google Forms*, uma ferramenta do *Google for Education*, para facilitar a coleta dos resultados e comparações com o  $T_{Pe}$ , e, posteriormente, no *Google Sala de Aula* ou no aplicativo *EscoLAR*. Também providenciamos o  $T_{Pi}$  no formato impresso, conforme figura 25.



Figura 25 - Aplicação do T<sub>Pi</sub>.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

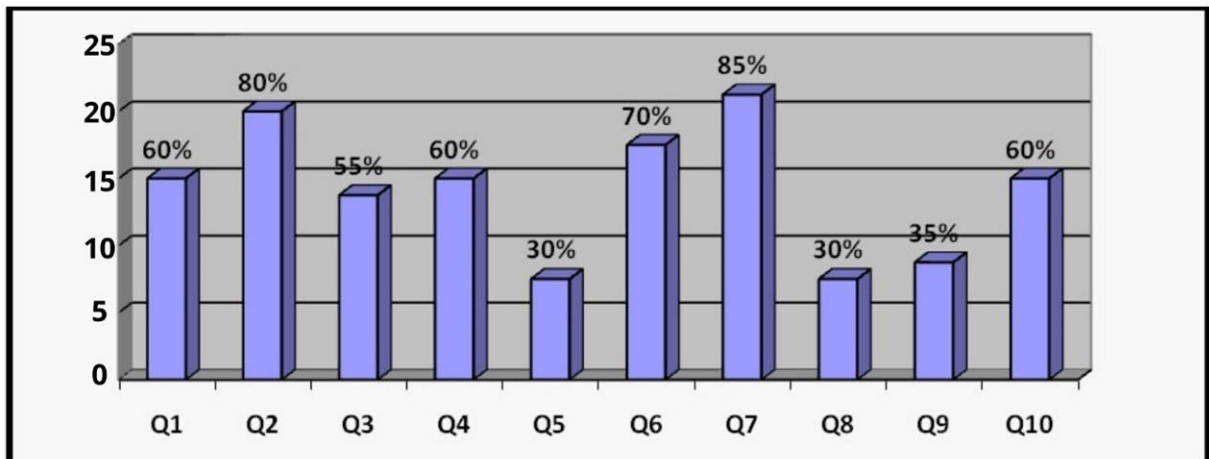
Dos 23 estudantes da turma, 20 responderam o T<sub>Pi</sub>. Todas as questões abordadas no T<sub>Pi</sub> eram questões já validadas por meio de vestibulares de âmbito nacional e não trabalhadas anteriormente com os estudantes.

Observamos que a leitura prévia do material foi fundamental para que os estudantes resolvessem as questões com segurança, conforme avaliação de alguns deles:

“Ainda não terminei o material de apoio, mas gosto da ideia e acho que vai facilitar muito. Nos deixa mais confiantes com o conteúdo ter o material de apoio” (ESTUDANTE 3, 2021). “[...] me ajudou bastante para entender algumas questões” (ESTUDANTE 4, 2021). “O material oferecido no *Google Sala de Aula* auxilia muito no momento das atividades e também em estudos futuros” (ESTUDANTE 5, 2021).

Ao analisarmos as respostas do T<sub>Pi</sub> identificamos que a taxa de acerto dos formulários variou de 30 a 90% e que as questões 5 e 8 tiveram a menor taxa de assertividade, em torno de 30% (Figura 26).

Figura 26 - Análise das respostas relacionadas ao T<sub>PI</sub>.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Conforme figura 27, a questão de número cinco abordava o conceito de Convecção, os estudantes deveriam ter a compreensão de que o ar frio torna-se mais denso, pois suas moléculas estão menos agitadas, ocupando assim um menor volume, diferentemente do ar quente, que é mais denso que o ar frio em razão da maior agitação de suas moléculas que ocupam um maior volume.

Figura 27 - Questões número 5 e 8 do T<sub>PI</sub>.

<p>5. (UFRS) No interior de uma geladeira, a temperatura é aproximadamente a mesma em todos os pontos graças a circulação de ar. O processo de transferência de energia causado por essa circulação de ar é denominado:</p> <p><input type="radio"/> a) radiação</p> <p><input type="radio"/> b) convecção</p> <p><input type="radio"/> c) compressão</p> <p><input type="radio"/> d) condução</p> <p><input type="radio"/> e) n.r.a</p>	<p>8. (PUCC-SP) Uma garrafa térmica é espelhada internamente e isolada de suas paredes externas para impedir que o calor se propague, respectivamente por:</p> <p><input type="radio"/> a) Irradiação e condução.</p> <p><input type="radio"/> b) condução e Irradiação.</p> <p><input type="radio"/> c) condução e convecção.</p> <p><input type="radio"/> d) Irradiação e convecção.</p> <p><input type="radio"/> e) convecção e condução.</p>
--	--

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

E a questão de número oito abordava os conceitos de irradiação e condução, na qual os estudantes deveriam ter a noção de que o vácuo entre as duas camadas tem o objetivo de evitar que ocorra a condução, pois esse processo de troca de calor necessita de um meio material para acontecer e as superfícies espelhadas das camadas internas evitam que aconteça troca de calor por irradiação térmica, pois elas refletem as ondas de calor novamente para que a temperatura seja mantida.

Acreditamos que a grande taxa de não assertividade nessas questões se deu pela não compreensão dos conceitos de convecção e irradiação térmica, somente com a leitura dos materiais disponibilizados sendo necessária uma maior exploração desses conteúdos na fase de Aplicação.

A questão com a maior taxa de assertividade (85%) foi a de número sete que abordava o conceito de radiação térmica com o uso de exemplo do cotidiano, conforme figura 28.

Figura 28 – Questão número 7 do **TPi**.

7. (U.São Leopoldo-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. As roupas claras, em relação às roupas escuras:

- a) absorvem mais a radiação térmica.
- b) refletem menos a radiação térmica.
- c) absorvem menos a radiação térmica.
- d) impedem mais a formação de correntes de convecção.
- e) n.r.a.

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A análise dessa questão foi importante porque mostrou o quanto é significativo relacionarmos os conteúdos da Física as experiências do cotidiano para maior apropriação dos conhecimentos pelos estudantes.

Após a finalização do **TPi** iniciamos a divisão das equipes com base no questionário Conhecendo Você para aplicação do Teste de Preparação em Equipes (**TPe**). O **TPe** consistiu na aplicação das mesmas questões do **TPi** no formato em equipes com o objetivo de discutirem, validarem ou refazerem as questões respondidas anteriormente, conforme ilustrado na figura 29.

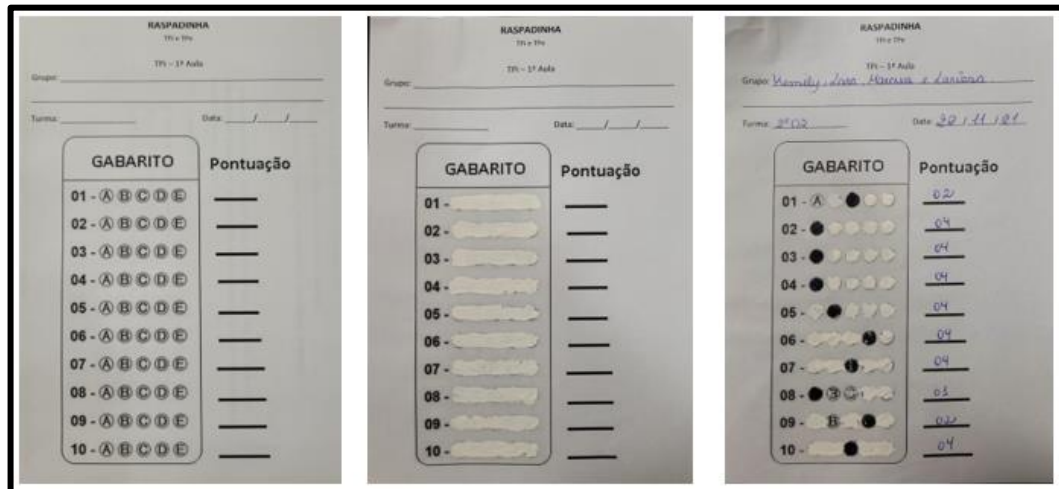
Figura 29 - Aplicação do TPe.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A análise do processo de *feedback* no TPe foi feito por meio de um gabarito de múltipla escolha do tipo raspadinha (Figura 30) para sinalizar a resposta correta e calcular os pontos. Seguindo a proposta de Oliveira *et al.*, (2016), com adaptação na pontuação, a raspadinha possuiu cinco alternativas e cada vez que a equipe chegava a conclusão de uma resposta, raspavam a opção escolhida. Se era a correta na primeira tentativa, ganhavam quatro pontos; se encontravam a correta na segunda tentativa, ganhavam dois pontos e, se fosse na terceira tentativa, ganhavam apenas um ponto, estimulando os estudantes por meio de um instrumento lúdico.

Figura 30 – Raspadinhas.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

De acordo com Oliveira, Araujo e Veit (2016) a avaliação do processo pode ser feita através do cartão de correção instantânea:

A avaliação pode ser feita pelo acerto das respostas. No caso de cinco alternativas, por exemplo, se os alunos acertarem na primeira tentativa, a equipe recebe quatro pontos na questão (pontuação correspondente ao número de retângulos não raspados), se acertarem na segunda tentativa, recebe três pontos e assim sucessivamente. Se todas as alternativas de resposta para uma determinada questão forem raspadas, a equipe não pontua (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016, p. 971).

Após a atividade com a marcação do gabarito, analisamos erro e acerto. Os alunos tiveram assim a oportunidade de justificar porque acreditavam que a correção ou formulação da questão estava incorreta. Tal fator acarretou explicações dos alunos e a nossa mediação.

Destacamos que esse instrumento foi utilizado em outras atividades na etapa em classe e foi observado que os estudantes utilizavam estratégias para burlar a metodologia, como identificaram no verso da raspadinha a alternativa correta sendo aquela pintada de preto (opção mais escura). Para lidarmos com essa situação nas atividades seguintes, colamos papel protetor no verso da raspadinha, na área que estavam às alternativas.

A aplicação do T<sub>Pe</sub> foi avaliada pelos estudantes como uma estratégia potente para compreensão do conteúdo abordado, como podemos observar nos relatos

seguintes: “Foi muito bom argumentar com os outros para ver onde estamos errados e entender o porquê de estar errado” (GRUPO 1, 2021). “É muito melhor trabalhos em grupos, ensinamos uns para os outros e compartilhamos o que sabemos”. (ESTUDANTE 6, 2021).

Acho legal o professor conhecer o aluno, e adaptar a turma o método que melhor se aplica a sala de aula. Gosto da idéia de ler um conteúdo resumido, fazer as atividades e depois ter uma explicação do professor. Debates e trabalhos em grupo são interessantes e coisas visuais também (ESTUDANTE 7, 2021).

Buscamos com essa metodologia melhorar os resultados de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades de trabalho colaborativo através de atividades de preparação prévia e resolução de problemas individualmente e em pequenos grupos (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016).

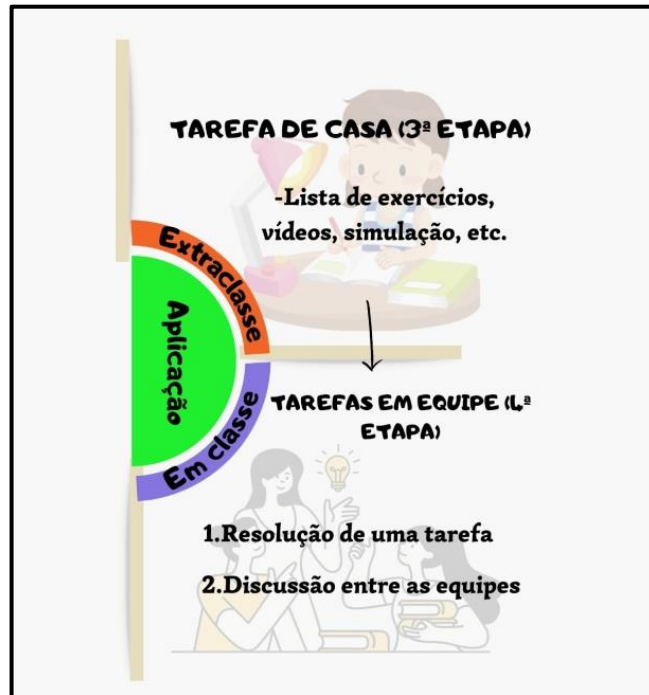
“O trabalho em pequenos grupos em sala de aula, ao propiciar um processo de argumentação e de contato com diferentes percepções, pode conduzir a um melhor entendimento dos conteúdos abordados” (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016, p. 965).

Nas próximas seções abordaremos como foi à continuidade da sequência didática na Fase da Aplicação, momento em que o conteúdo foi explorado pelo professor, tanto nas etapas em classe como extraclasse.

## 5.2 FASE APLICAÇÃO

A fase de aplicação consistiu na abordagem do conteúdo propriamente dito pelo professor. Em nossa Sequência Didática (SD) discutimos o conteúdo Propagação de Calor. Para o desenvolvimento desse conhecimento de Física nessa fase da metodologia TBL planejamos sete aulas presenciais, sendo cinco delas realizadas no laboratório, visto que nosso foco era a associação da teoria à prática (Figura 31).

Figura 31 – Fase de Aplicação do TBL.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Nesta fase tem-se maior visibilidade a etapa Em classe em detrimento da etapa Extraclasse, sendo realizadas de forma concomitante. Nas seções seguintes abordaremos o detalhamento da SD e como foi à exploração do conteúdo Propagação do Calor.

### 5.2.1 Fase Aplicação – Extraclasse

Diferente da etapa Extraclasse na fase Preparação, nesta fase o recurso Extraclasse é realizado de forma concomitante à etapa Em classe. O objetivo nesta etapa é complementar e avançar os conhecimentos que estão sendo desenvolvidos nas aulas em classe.

A exploração desse conteúdo em classe aconteceu na 6ª e 7ª aula da SD, momentos em que além da exposição do conteúdo pelo professor foram realizadas experiências no laboratório de Física e aplicação do teste conceitual em grupos.

Nessa etapa o recurso da plataforma destinada às postagens dos materiais extraclasse, no nosso caso, o *Google Sala de Aula*, foi utilizado a cada abordagem de conteúdo para complementação da abordagem em sala de aula.

No nosso estudo avaliamos que não seria positiva a inclusão dos materiais referentes a todos os tipos de propagação de calor que nos propusemos a explorar. Priorizamos o conteúdo Irradiação de corpo negro, pois avaliamos se tratar de um conteúdo mais denso e complexo.

Dessa forma, disponibilizamos na plataforma *Google Sala de Aula* o texto A Radiação do Corpo Negro (Apêndice III) disponível no livro Fundamentos da Física (RAMALHO, JÚNIOR; FERRARO; SOARES, 2009). O texto foi incluído na plataforma com um questionário composto por três atividades relacionadas ao conteúdo, bem como o *link* de acesso a um simulador de Espectro do Corpo Negro (Quadro 7).

Quadro 7 - *Link* de acesso a um simulador Espectro do Corpo Negro.

---

**LINK**

---

[<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/blackbody-spectrum>](https://phet.colorado.edu/pt/simulations/blackbody-spectrum)

---

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Os alunos apresentaram dificuldades para acessar e entender o simulador em casa e na sala de aula tivemos que explorar melhor a plataforma. Na execução e interação do roteiro de atividades em grupos não apresentaram pontos específicos como dificuldade.

Na próxima seção exploraremos a abordagem de cada tipo de propagação do calor que trabalhamos nessa sequência didática.

## **5.2.2 Fase Aplicação – Em classe**

Para o desenvolvimento desta etapa utilizamos seis aulas presenciais com a exploração dos diferentes tipos de Propagação do Calor. Para a apresentação dos



conteúdos aos estudantes utilizamos aulas expositivas, realização de experimentos no laboratório e aplicação de Testes Conceituais referentes aos conhecimentos abordados.

Segundo Gaspar e Monteiro (2005), demonstrações experimentais, desde que adequadamente apresentadas, proporcionam situações específicas e momentos de aprendizagem que dificilmente aparecem nas aulas tradicionais.

Alguns fatores favoreceram a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos [...] os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que foi trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que despertou e que pode predispor os alunos para a aprendizagem (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Para melhor detalhamento da nossa pesquisa apresentaremos a dinâmica de cada aula.

## **2ª aula - Propagação do Calor**

Nesta aula fizemos a explanação de todo o conteúdo referente à Calor e Propagação do Calor. Para realização da aula utilizamos como recurso apresentação em *PowerPoint*, com detalhamento dos seguintes conhecimentos: Calor sensível, Calor latente, Condução, Convecção e Irradiação térmica e conforme (Figura 32).

Figura 32 - Exposição dos conteúdos.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Após a apresentação do conteúdo os estudantes foram organizados em quatro grupos com as mesmas equipes que fizeram o  $T_{Pe}$ , para a realização do Teste Conceitual – Tipos de Calor. Segundo Oliveira *et al.*, (2016) durante a aplicação do método TBL as equipes mantiveram os mesmos integrantes, desenvolvendo, assim, a confiança entre os membros e o comprometimento individual para o bom rendimento do grupo.

O objetivo nessa atividade foi o de promover a discussão dos estudantes e a resolução de cinco questões sobre o conteúdo abordado (Figura 33).

Figura 33 - Teste Conceitual Tipos de Calor.



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Conforme apontado pelos estudantes, a dinâmica proposta contribuiu para apropriação do conteúdo e facilitou a execução das atividades. “Após a explicação ajudou sim nas atividades, pois, com a explicação conseguimos entender a matéria” (GRUPO 3, 2021). “A explicação da aula ajudou muito na hora da resolução” (GRUPO 1, 2021). “A aula explicativa ajudou para o entendimento do conteúdo” (GRUPO 2, 2021).

Após abordagem do conteúdo de forma expositiva planejamos a execução de quatro experimentos no laboratório de Física com associação de cada tipo de Propagação do Calor: Condução, Convecção, Irradiação e Irradiação de corpo negro.

Ao longo dos experimentos incentivamos os estudantes a refletirem, debaterem e analisarem os pontos específicos de cada experimento, com o objetivo de elaborarem um relatório em equipe sobre a estrutura e planejamento de cada experimento. Além do relatório elaborado ao final de cada experimento, os estudantes resolveram um teste conceitual em equipe.

Observamos bastante interação dos alunos sobre as dúvidas surgidas no decorrer do estudo prévio dos materiais e conceitos discutidos na resolução do **T<sub>Pe</sub>**.

As aulas subsequentes apresentam, detalhadamente, os experimentos.

### 3ª aula -**Experimento Condução**

Para a realização das aulas no laboratório com a execução dos experimentos foi fundamental estabelecer combinados com a turma no primeiro experimento que se seguiu para os próximos da mesma forma, descreveremos a seguir:

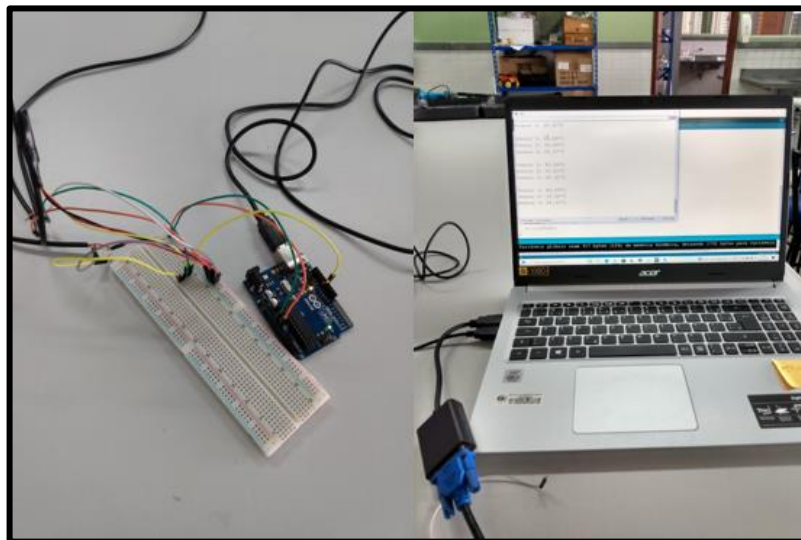
1. Os estudantes foram organizados em seus respectivos grupos, definidos desde o início da realização desta sequência didática;
2. Foram distribuídos e apresentados os roteiros que foram utilizados por cada grupo para observação e avaliação do experimento: **Orientações para os**

**grupos na elaboração do relatório para cada experimento; Observação e Execução do Experimento e Teste Conceitual;**

3. Apresentação dos recursos: arduíno e seus componentes (1 Placa Arduino UNO com cabo USB; 1 sensor de temperatura DS18B20, com proteção à prova d' água; 1 resistor - 4,7 ohm; 1 protoboard; 5 Cabos *jumper* macho-macho) e os itens de cada experimento (Apêndice V).
4. Definida a dinâmica ao longo da realização do experimento, com o acompanhamento de ao menos, um membro de cada grupo das ações realizadas pelo professor, e o monitoramento dos dados produzidos pelo arduíno e projetado no quadro pelos outros componentes do grupo para produção dos relatórios.

No primeiro experimento, foi necessária a apresentação e explicação da funcionalidade do arduíno na produção dos dados ao longo da realização dos experimentos (Figura 34).

Figura 34 - Arduíno e seus componentes.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

De acordo com Moreira (2015) a aplicação de experimentos de baixo custo no ensino de Física impulsionaria a transição entre os conceitos espontâneos e os

conceitos científicos abordados por Vygotsky, pois possuem objetos pertencentes ao dia-a-dia dos alunos, o que promoveria uma experiência pessoal do discente com o fenômeno observado, tornando a atividade significativa, ou seja, atingiria um novo desenvolvimento real no aluno.

Para melhor compreensão dos estudantes, produzimos vídeo instrucional sobre a utilização do arduíno com a ênfase que se desejava para a realização dos experimentos. O vídeo de curta duração está disponível no *link* apresentado no quadro 8.

Quadro 8 - Vídeo com o passo a passo para instalação do sensor DS18B20 com objetivo de medição simples de temperaturas.

---

**LINK**

---

<[https://www.youtube.com/watch?v=RcKicA\\_defU](https://www.youtube.com/watch?v=RcKicA_defU)>

---

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O vídeo disponibilizado no *link* do quadro 8 encontra-se hospedado em um canal do *Youtube* e foi produzido pelo professor Tiago Guerçon da Silva, autor dessa pesquisa. Além desse vídeo, também há outras produções relacionadas aos demais experimentos realizados ao longo desta SD com a finalidade de complementar as apresentações ocorridas em classe, todos disponíveis no mesmo canal do *Youtube*.

No experimento referente à Condução, o objetivo foi mostrar a diferença de temperatura entre o sensor, mais próximo e o outro, mais distante da fonte de calor, analisando a distância e a natureza de material envolvido. Para tal experimento foi utilizado um suporte onde foi possível inserir duas barras com materiais diferentes e uma fonte de calor - neste caso foi utilizada uma barra de ferro e outra de alumínio - e uma vela como fonte de calor (Figura 35).

Figura 35 - Materiais para o Experimento Condução.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Realizando os experimentos identificamos a diferença nos materiais e analisamos o coeficiente linear, fazendo observações. Para verificar as respectivas temperaturas foi utilizado o arduino e seus respectivos componentes.

O experimento teve uma duração de aproximadamente 20 minutos e foi dividido em dois momentos de 10 minutos para aquecimento de cada material testado. À medida que a barra era aquecida e os sensores captavam o calor ali propagado, esses dados eram projetados no quadro para os estudantes realizarem suas observações e reflexões.

Destacamos que o suporte utilizado no experimento já estava montado previamente e o sistema de medição de temperatura devidamente instalado, para agilizar a realização da atividade e alcançarmos nosso objetivo sem a necessidade de utilizar mais de uma aula.

Ao final do experimento os grupos apresentaram suas observações e, principalmente, uma curiosidade identificada por eles com a execução/observação do experimento, como observamos nos comentários que se seguem: “No ferro o calor ficou mais tempo concentrado na ponta dele enquanto no alumínio o calor se propagou pelo resto do corpo com mais rapidez” (GRUPO 2, 2021). “No alumínio o calor se propagou e já no ferro o calor se concentrou mais na ponta” (GRUPO 3,

2021). “Mesmo alcançando 43,31°C ao tocarmos no alumínio não nos queimamos imediatamente” (GRUPO 4, 2021).

O objetivo com o experimento era que os estudantes tivessem condições de verificar que cada objeto possui seu calor específico, dessa forma aquecem em diferentes tempos. O outro objetivo era demonstrar como o calor se propaga com uma fonte de energia aquecendo o início do corpo do objeto, sendo necessária as observações do tempo e da forma que esse calor se propaga.

Nesse sentido podemos afirmar que os estudantes se apropriaram de tais conhecimentos, como é possível perceber pelo trecho do relato de um dos grupos transcrito, logo abaixo.

Alumínio – melhor condutor de calor. Quando coloco a mão não parece tão quente quanto os sensores dizem. Você consegue colocar a mão entre os três sensores; Ferro – se concentra mais calor em um espaço. No ferro o calor já se concentra no primeiro sensor, alcançando uma temperatura mais elevada. Enquanto no segundo e no terceiro sensor quase não tem temperatura (GRUPO 2, 2021).

No próximo tópico apresentaremos como foi o experimento sobre a Propagação de Calor do tipo Convecção, para explicar o transporte de matéria em um recipiente aquecido e fechado.

#### 4ª aula - **Experimento Convecção**

Nessa aula utilizamos o mesmo kit Arduíno, porém com dois sensores, um dentro da panela em contato com a água e outro na borda interna da tampa, apenas em contato com o vapor, e as mesmas composições para analisar o transporte de energia térmica de uma região para outra com transporte de matéria que ocorre dentro de uma panela comum.

É necessário escolher uma panela funda para analisar em seu interior a presença das correntes de convecção circulares que se formam por conta da diferença de

densidade entre os fluidos, para este experimento selecionamos uma panela de pressão (Figura 36).

Figura 36 - Materiais para o Experimento Convecção.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Analisamos o fenômeno da transmissão de calor através da convecção térmica e exploramos fenômenos do nosso cotidiano para explicar o transporte de energia térmica.

Conforme relato do Grupo 1 podemos afirmar que os objetivos traçados foram alcançados e superados, uma vez que os estudantes além de se apropriarem do conceito discutido nessa aula fizeram relação com conceito abordado na aula anterior:

No momento em que o fogo entra em contato com a panela ocorre à condução, e o que acontece com a água é a convecção, quando a panela chega a um certo calor começa a fazer ebulição da água e começa a ferver. O calor aumenta muito rápido em uns três minutos mais ou menos (GRUPO 1, 2021).



Ao final do experimento além dos relatórios de observação os grupos também apresentaram curiosidades e reflexões sobre o experimento, como observamos na figura 37.

Figura 37- Experimento Convecção.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No que tange a observação sobre a quantidade de água e a profundidade da panela os grupos indicaram a seguinte relação: “Sim, pois a quantidade de água dita quanto tempo vai demorar a ferver e a profundidade vai indicar quão quente o vapor vai chegar no sensor” (GRUPO 3, 2021). “Sim, quanto mais água, maior a temperatura deverá ser para aquecê-la” (GRUPO 4, 2021).

Sobre a curiosidade identificada pelo grupo destacamos a observação de um deles em relação ao movimento no interior da panela “A temperatura do ambiente mudar de acordo com que a água esquenta” (GRUPO 2, 2021).

No próximo tópico apresentaremos como foi o experimento sobre a Propagação de Calor do tipo Irradiação, para explicar a reflexão e absorção de calor.

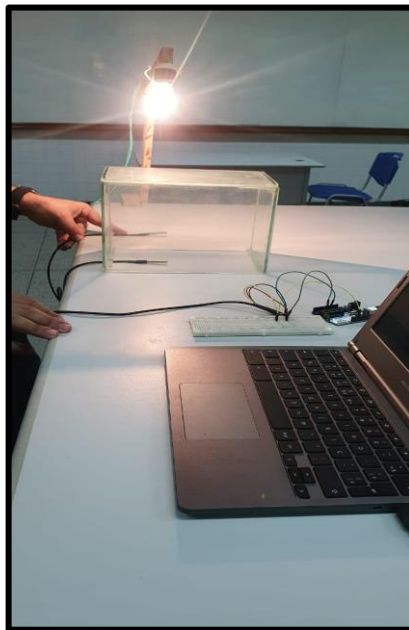
### 5ª aula- **Experimento Irradiação**

Nessa aula simulamos o processo físico que acontece na estufa, utilizando o mesmo *kit* arduíno, uma lâmpada incandescente ou de estufa, e, um cubo de vidro ou

acrílico. Para este experimento utilizamos lâmpada incandescente e um cubo de acrílico (Figura 38). Foram analisados dois sensores, um dentro e outro fora do cubo.

Evidenciamos a irradiação da lâmpada, que ocorreu por meio da emissão de ondas eletromagnéticas, destacamos também o fenômeno da reflexão, onde as cores claras absorvem menos calor, pois elas têm maior poder de reflexão e baixo de absorção. Ficando nítida a comparação entre as temperaturas analisadas.

Figura 38 - Materiais para o Experimento Irradiação.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Ao longo do experimento observamos que os grupos apresentaram curiosidades, principalmente em relação a pouca absorção de calor pelo sensor no interior do cubo uma vez que o objeto de barreira era transparente, o que numa suposição anterior não impactaria na absorção de calor, como destacado por um dos grupos. “Achamos interessante o fato de o vidro não absorver tanto calor por ele ser transparente” (GRUPO 1, 2021).

O mesmo grupo destaca a contribuição do uso dos materiais para os resultados observados, também identificados na figura 39. “Sim, o vidro está impedindo o calor

da lâmpada chegar ao sensor 2, o que faz o sensor 1 esquentar mais rápido, pois está do lado externo” (GRUPO 1, 2021).

Outro ponto a ser destacado foi o relato do Grupo 3. Foi ressaltado por eles em suas suposições - ao analisar o experimento e associá-lo com o conteúdo abordado nas aulas consecutivas -Radiação do Corpo Negro, e que descreveremos nos próximos tópicos. “Se fosse um vidro escuro o vidro esquentaria bem mais” (GRUPO 3, 2021).

Figura 39 - Experimento Irradiação.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

### 6ª aula - **Radiação de Corpo Negro**

Considerando que analisamos se tratar de conteúdo mais denso e complexo, utilizamos diversas estratégias e apresentamos aos estudantes. Disponibilizamos os materiais no *Google Sala de Aula*, conforme descrito na Fase de Aplicação Extraclasse, aula expositiva com utilização do simulador **Phetcolorado**, e experiência no laboratório de Física.

Apresentamos o conteúdo disponibilizado na fase de preparação sobre Radiação de Corpo Negro e executamos em Sala de Aula o Simulador, com a utilização do *chromebook* (Figura 40). A partir dos materiais disponibilizados no *Google Sala de Aula*, os estudantes trouxeram dúvidas que foram discutidas e mediadas nas equipes e pelo professor. Foram abordados também os conteúdos: Absorvidade, Refletividade e Transmissividade.

Para ampliação da discussão realizada nessa aula organizamos um experimento sobre o conteúdo Radiação de Corpo Negro, em que foi explorado os conhecimentos sobre absorvidade, refletividade e transmissividade.

Figura 40 - Discussão sobre o conteúdo Radiação de Corpo Negro.

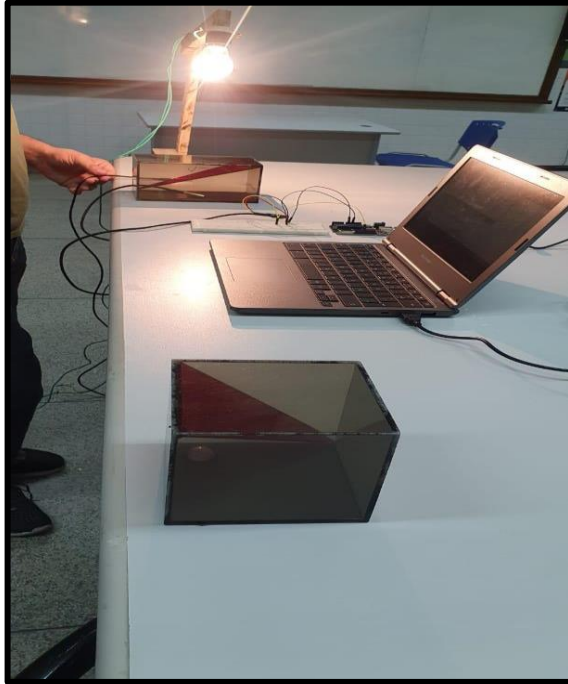


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

### 7º aula - **Experimento Radiação de Corpo Negro**

Com objetivo de ampliação dos conceitos de absorvidade, refletividade e transmissividade foi realizado um experimento com a utilização dos mesmos materiais do experimento da irradiação térmica, porém com o cubo escuro. Para essa experiência utilizamos sólidos geométricos disponíveis na escola cobertos com fita adesiva (Figura 41).

Figura 41 - Materiais Experimento Radiação do Corpo Negro.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Para realização do experimento posicionamos dois sensores, um dentro e outro fora do cubo. Suas paredes de vidro ou acrílico permitem que a luz e as ondas de infravermelho entrem na estufa, onde são absorvidas pelo fundo escuro, aquecendo-o. Esse fundo passa a emitir ondas de infravermelho de frequências mais baixas, que não conseguem atravessar a parede de vidro. Desse modo, o interior da estufa fica mais quente do que o seu exterior (Figura 42).

Figura 42 - Experimento Radiação do Corpo Negro.



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Com esse experimento fizemos a comparação com o experimento anterior, em que a grande diferença entre os dois foi o poder de absorção de um objeto escuro (corpo negro). No primeiro tínhamos um objeto transparente que absorveu pouco calor em relação ao exterior e, no segundo, um objeto de cor escura, que por ter essa característica concentrou mais calor no seu interior.

A seguir trouxemos transcritas algumas reflexões apresentadas pelos grupos em seus relatórios produzidos no momento de análise dos materiais para o resultado apresentado: “[...] a fita preta absorve mais calor que um vidro normal transparente” (GRUPO 1, 2021). “[...] a caixa revestida com material preto prova que a propagação com objeto escura é muito maior” (GRUPO 2, 2021). “A fita ajuda a absorver calor” (GRUPO 3, 2021).

Após a realização desse experimento, finalizamos a abordagem dos conteúdos relativos à Propagação do Calor. A aula subsequente foi destinada à realização do processo de avaliação da SD e da aplicação da metodologia TBL com os estudantes.

### 5.3. TBL: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após aplicação da SD distribuídas nas sete aulas ministradas nos tópicos anteriores realizamos mais uma aula com o objetivo de avaliar a SD e a metodologia TBL.

Os alunos avaliaram as metodologias aplicadas por meio de dois questionários: **Questionário da Escala Likert - Avaliação das Atividades- Aplicação do Produto** (Apêndice VI) e **Questionário de Avaliação das Atividades- Aplicação do Produto** (Apêndice VII) nos quais eles registraram suas opiniões sobre os testes conceituais, as tarefas de leitura, as atividades experimentais, expressaram suas opiniões sobre a metodologia utilizada e a contribuição para o processo de aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

O **Questionário de Avaliação das Atividades- Aplicação do Produto** foi composto por seis questões discursivas que tinha como objetivo identificar as

contribuições da metodologia, dos instrumentos e recursos utilizados, bem como a mediação do professor e dos colegas, nas atividades em equipe para aprendizagem dos conteúdos de física trabalhados.

Em relação à disponibilização de materiais aos estudantes no desenvolvimento da fase de Preparação Extraclasse observamos uma avaliação positiva em relação à contribuição para desenvolvimento da SD por parte de alguns estudantes. “Acho uma ótima forma de aprender, chego na sala já com uma ideia do assunto, o que ajuda muito” (ESTUDANTE 7, 2021). “Uma ótima idéia porque você se prepara para as aulas, e quando chega já está preparado para elas” (ESTUDANTE 8, 2021). “Eu gosto, me sinto mais confiante, só é difícil conseguir tempo para isso em casa” (ESTUDANTE 1, 2021).

Sobre a contribuição dos momentos em equipe e a discussão com os colegas para a consolidação do conteúdo também foi ponto de avaliação positiva pelos estudantes como foi possível perceber nos relatos transcritos a seguir: “Boa sim, pois quando você discuti com o colega sua perspectiva sobre o assunto muda” (ESTUDANTE 9, 2021). “Gostei bastante, a aula não ficava chata e era interessante sabe o porquê de eles acharem que aquela resposta é a certa” (ESTUDANTE 10, 2021). “Foi útil para ajudar na compreensão das atividades e para sanar minhas dúvidas” (ESTUDANTE 11, 2021).

O que corrobora com a teoria de Mazur (2015), ao afirmar que muitas vezes os estudantes ensinam os conteúdos entre si de forma mais eficiente do que o próprio professor, isso pelo fato de que acabaram de aprender e sabem das dificuldades que encontraram para entender.

**O Questionário da Escala Likert - Avaliação das Atividades- Aplicação do Produto** foi composto de sete afirmações com base na escala *Likert*, habitualmente usada em pesquisas qualitativas, as quais ao serem respondidas no questionário os estudantes especificavam o seu nível de concordância ou não com a afirmação. Para a pesquisa foram usados cinco níveis de concordância: **discordo totalmente, discordo, indiferente/neutro, concordo e concordo totalmente.**

Para análise dos resultados foram atribuídos valores para cada concordância, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3- Valor Crescente de Concordância.

VALOR CRESCENTE DE CONCORDÂNCIA				
Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente ou Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
1	2	3	4	5

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Após aplicação do questionário os dados foram tabulados, sendo o valor da concordância multiplicado pelo número de respostas recebido e, por fim, a média das concordâncias (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultado do Questionário Escala *Likert*.

QUESTÕES	NÍVEL DE CONCORDÂNCIA					Média
	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente ou Neutro	Concordo	Concordo Totalmente	
1		1	-	10	8	4,3
2		1	-	8	10	4,6
3		-	1	5	13	4,6
4		-	1	10	8	4,3
5		-	1	6	12	4,5
6		6	5	4	4	3,3
7		1	6	8	4	4,0
Total		9	14	51	59	4,2

Fonte: Dados da pesquisa(2021).

Segundo Mattar (2005), a escala *Likert* verifica o grau de concordância ou não das afirmativas, obtendo-se os resultados através da pontuação atribuída a cada resposta, com base na escala proposta de cinco pontos, as afirmativas com valor de média menor que três são consideradas discordantes, e devem ser trabalhadas, para as afirmativas com média maior que três são consideradas concordantes e devem manter uma manutenção constante.



Corroborando com Mattar (2005) o questionário que aplicamos obteve 100% de concordância, não havendo necessidade de se reavaliar nenhuma questão, na avaliação dos estudantes.

## 6. CONCLUSÃO

A construção dessa SD, como produto deste Mestrado Profissional, atrelada a uma linguagem de programação mais simples, bem como experimentação e problematização para movimentar Arduíno e a utilização de metodologias ativas foi uma alternativa na qual identificamos, de fato, a ocorrência da aprendizagem, sendo proporcionada pela interação entre alunos e professor mediador.

Nessa abordagem conseguimos valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, ouvi-los, motivá-los e dar a eles autonomia e autoconfiança. Por meio de várias formas e métodos, proporcionamos um aprendizado mais adequado aos discentes, pois eles se identificaram com os métodos utilizados e tiveram um maior aproveitamento do intelecto de cada um, devido à forma concreta demonstrar-se mais atraente.

Identificamos que ao utilizar diferentes metodologias de ensino como tecnologias e experimentos para o ensino de conteúdos físicos foi possível aproximar um pouco mais a Física do mundo real do estudante e motivá-los fortemente a compreensão desses conteúdos, principalmente na compreensão dos processos de propagação de calor que foi o foco neste trabalho.

Analisamos os instrumentos de coleta de dados e por meio deles tivemos várias evidências da ocorrência da aprendizagem: pela ampliação dos conceitos dos educandos e pela possibilidade de aplicabilidade destes conceitos em outros contextos.

No decorrer da aplicação da SD tivemos dificuldades com um aluno autista para realizar as atividades propostas e concentração nas etapas de aplicação, aluno que não gosta muito da socialização e trabalhos em equipes. Mas realizou algumas atividades sozinho, acessou alguns materiais inseridos na sala de aula virtual e teve interesse no resultado dos experimentos.

Conseguimos aprimorar a nossa didática e fica nítido o crescimento profissional, durante a trajetória no mestrado profissional, bem como na aplicabilidade desta

pesquisa, na mediação, na interação, na socialização de suas leituras, pesquisas e resultados através de publicações e outras oportunidades para seu processo de formação continuada.

Verificamos, também, que as estratégias utilizadas, permitiram aos alunos se tornarem protagonistas do processo ensino e aprendizagem. O ponto alto da nossa intervenção foi a participação, interação e interesse dos alunos.

Esperamos que esse trabalho venha a contribuir para o ensino de Física no Ensino Médio e que possa auxiliar na prática de ensino dos professores.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. S. de. **Robótica educacional com Arduíno como ferramenta didática para o ensino de Física**. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Sobral, 2018.
- ARAÚJO, M. S. T. de; ADIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais: Física**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION SHAREALIKE. **Arduíno**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 23 jul. 2022.
- FRANCISCA, J. K. K. **Um estudo sobre as concepções alternativas de calor e temperatura**. UFSC, 2001.
- GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vygotsky**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades Experimentais de Demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n. 2, p. 227-254, 2005.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.
- MARENGÃO, L. A. **O Ensino de Física no Ensino Médio: descrevendo um experimento didático na perspectiva historicocultural**. Dissertação (Mestrado em educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2011.
- MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team-based learning: a transformative use of small groups in college teaching**. 1. ed. Sterling - VA: Stylus, 2004.
- MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 2, 2005.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contextodas interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 1, 2007.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de baixo custo no ensino de Mecânica para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de baixo custo no ensino de Mecânica para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

OLIVEIRA, T. E. de; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem baseada em equipes (team- based learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

OLIVEIRA, T. S. D.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team- Based Learning): um método ativo para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, p. 962-986, dezembro 2016.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da Física**: física óptica. ed. 10. São Paulo, 2009.

ROSENBERG, J. L.; LORENZO, M.; MAZUR, E. Peer Instruction: making science engaging. *In*. **Handbook of College Science Teaching**, edited by MINTZES, J. J.; LEONARD, H. W., p. 77-85, 2006.

SANTOS, V. D.; CANDELORO, R. J. **Trabalhos acadêmicos**: uma orientação para a pesquisa e normas técnicas. Porto alegre: [s.n.], 2006.

SCHELL, J. **Big Ideas about Flipped Classrooms**. Disponível em: <[HTTP://blog.peerinstruction.net/2012/11/16/5-big-ideas-about-flipped-classrooms/](http://blog.peerinstruction.net/2012/11/16/5-big-ideas-about-flipped-classrooms/)>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SCHELL, J. **How to write and evaluate effective questions**: best practices in peer instruction. Disponível em: <<http://blog.peerinstruction.net/2012/05/05/how-to-write-and-evaluate-effective-questions-best-practices-in-peer-instruction/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SILVA, V. S. P. **Objetos de aprendizagem**: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva Vygotskyana. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

VÁLIO, A. B. M. **Ser protagonista**: Física. São Paulo: Edições SM, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

## APÊNDICES

## APÊNDICE I - Termo de Consentimento Livre Esclarecido



Universidade Federal do Espírito Santo  
Centro de Ciências Exatas

### Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física Mestrado Profissional

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Processo de validação a priori da sequência de ensino investigativo titulado "Implementação da metodologia ativa Team Based Learning (TBL) embasada na teoria sociocultural no ensino de Calor utilizando a plataforma Arduino como um recurso didático". Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do processo, assine ao final deste documento. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis: prof<sup>o</sup> Tiago Guerçon da Silva; e-mail: tiagoguercon@gmail.com e com o orientador da pesquisa prof<sup>o</sup>. Dr Gustavo Viali Loyola (UFES); e-mail: gustavoviali@gmail.com.

Nesse trabalho, buscaremos a validação da sequência de ensino investigativo elaborada para o estudo da Propagação do Calor na 2<sup>a</sup> série do ensino médio. A sequência didática de Física por meio da metodologia Team-Based Learning (TBL), juntamente com o auxílio do cartão de feedback ("em uma tradução mais simplificada as raspadinhas"), Testes Conceituais fundamentados na teoria de Vigotski e relatórios dos experimentos, no qual o docente com suas práticas diárias posiciona-se no papel de mediador com o intuito de levar os discentes a internalizarem novos conhecimentos com a comparação e testes explorando as vivências anteriores. Os dados serão utilizados e analisados unicamente com intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros.

Aclaremos ainda que ao participar dessa pesquisa o voluntário não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira. Garantimos total sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais coletados para a pesquisa.

---

#### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que fui informado e esclarecido sobre o presente documento, entendendo todos os termos acima expostos, e que voluntariamente aceito participar desta pesquisa. Estou ciente dos procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso interromper minha participação e retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Vila Velha, 18 de Outubro de 2021.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

## APÊNDICE II - Questionário Conhecendo Você

### Fase: **Preparação - Extraclasse**

Conhecendo você!

Nome completo:

Idade:

### Fase de Formação das Equipes

1 - Você possui experiência de uso de grupos em sala de aula?

sim, muita.

sim, pouca.

não.

2- Você participa de grupos de estudos? Se sim, com que frequência?

Descrever brevemente alguma experiência que tenha tido.

3 - Com que frequência você costuma estudar na semana? Se sim, quantos dias na semana?

3 - Você tem mais afinidade em que área da Física?

(Teoria/modelos, os experimentos, sobre os cientistas, algum conteúdo...)

4 - (UFSCAR-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão é correta? Justifique a sua resposta.

5 - Quando se coloca uma colher de metal dentro da água fervendo em uma panela e se segura a ponta do cabo, nota-se que esta extremidade torna-se cada vez mais quente, podendo até queimar a mão. Isto, apesar da mão estar distante da água fervendo. Por que a mão queima se não está em contato com a água fervendo?



6 - Considerando a mesma situação anterior, só que com uma colher de madeira, a mão não queimará com a mesma rapidez, por quê?

7 - (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. Porque escolher roupas claras ?

8 - (UNITAU – SP) Num dia quente você estaciona o carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Quando volta, nota que **o carro parece um forno**. Porque isso acontece?

9 - O aprendizado de física também se faz através da observação das situações que ocorrem no dia-a-dia. A experiência de se caminhar sobre um carpete, um piso de madeira ou de cerâmica, causa sensações térmicas diferentes. Como se explica esse fato?

10 - Você já viu um pássaro no inverno? Ele eriça suas penas e procura se encolher ao máximo. Por que ele faz isso?

## APÊNDICE III - Texto Propagação do Calor Utilizado no Google Sala de Aula

# FÍSICA: PROPAGAÇÃO DO CALOR

### FLUXO DE CALOR

Espontaneamente, o calor sempre se propaga de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura. O fluxo de calor é definido como sendo a razão entre o calor trocado e o intervalo de tempo decorrido:

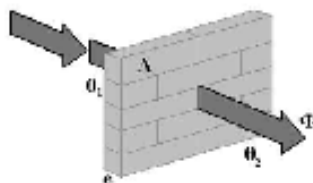
$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

### CONDUÇÃO TÉRMICA

Na transmissão de calor por *condução*, a energia se transfere de partícula para partícula (átomos, moléculas ou íons), através do material constituinte do corpo. A partícula, ao receber energia, aumenta seu grau de agitação, e esse aumento no grau de agitação se transmite para as partículas vizinhas.

#### LEI DA CONDUÇÃO TÉRMICA (LEI DE FOURIER)

O fluxo de calor que atravessa uma superfície é dada por:



$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot (\theta_1 - \theta_2)}{e}$$

Onde  $k$  é uma constante denominada coeficiente de condutibilidade térmica,  $A$  é a área,  $e$  é a espessura e  $\theta$  é a temperatura.

#### EXEMPLOS

As **panelas**, geralmente, são de metal e possuem cabo de madeira ou de baquelite. O metal, por ser bom condutor de calor, garante aquecimento mais rápido; a madeira ou a baquelite do cabo, não se aquece muito, por serem bons isolantes térmicos.

As **canecas de alumínio**, muito usadas antigamente, são pouco práticas, pois, ao se colocar dentro delas líquidos quentes, elas rapidamente se aquecem, tornando-se difícil tocá-las. Hoje em dia, são mais

usadas as canecas de vidro, de cerâmica, ou de acrílico, que são bons isolantes térmicos.

Os fabricantes de geladeira recomendam a limpeza do congelador quando a camada de gelo em seu interior atinge determinada espessura, pois o gelo é um bom isolante térmico e por isso dificulta as trocas de calor que devem ocorrer entre o congelador e o fluido operante dentro dos tubos do congelador. Pelo mesmo motivo, os iglus, habitação típica dos esquimós, são feitos de gelo, para diminuir as perdas de calor de seu interior, já que o gelo é um bom isolante térmico.

Nos países de invernos rigorosos, as vidraças das janelas das casas são montadas com vidros duplos separados por ar, um outro bom isolante térmico; isso diminui as perdas de calor da casa aquecida.

As geladeiras de piquenique e os porta-garrafas são feitos de **isopor**, também um bom isolante térmico, visando diminuir as trocas de calor com o meio externo.

### CONVECÇÃO TÉRMICA

Geralmente, os líquidos e gases não são bons condutores de calor. Nos líquidos e nos gases, o calor é transmitido mais rapidamente pelo processo de convecção. A *convecção* é o processo em que calor se transmite pela movimentação de matéria de um local para outro devido à diferenças de densidade.

Consideremos, inicialmente, o aquecimento de um líquido. Por exemplo, a água contida num recipiente e aquecida por uma chama à gás:

- O calor se transmite através do fundo do recipiente pelo processo de condução até a superfície interna do recipiente que está em contato com a água;
- A água que está em contato com a superfície do fundo do recipiente se aquece; esse aquecimento acarreta a dilatação da água e a consequente diminuição de sua densidade;

- A água do fundo do recipiente, mais quente e menos densa, sobe; e a água da parte superior, relativamente mais fria e mais densa, desce.

- Forma-se então, no interior do líquido, as denominadas correntes de convecção (uma ascendente, quente, e uma descendente, fria), originadas pelas diferenças de densidade.

Um aquecimento por convecção deve ser feito a partir da região inferior, de modo a facilitar a subida do material aquecido.

Um resfriamento por convecção deve ser feito a partir da região superior, de modo a facilitar a descida do material resfriado, mais denso.

### EXEMPLOS

Numa geladeira doméstica o congelador situa-se na arte superior, pois o ar próximo a ele se resfria, torna-se mais denso e desce. Isto obriga o ar da parte inferior da geladeira, relativamente mais quente e menos denso, a subir e resfriar-se junto ao congelador.

Em regiões litorâneas é comum a presença de brisas próximas ao mar. Para melhor entender a formação dessas brisas, devemos nos lembrar de que a água possui um alto calor específico quando comparada com outros materiais. Isso significa que a água sofre pequenas variações de temperatura em comparação, por exemplo, com a areia da praia.

- Ao amanhecer, o Sol aquece tanto a água do mar como a areia. Contudo a areia se aquece mais rapidamente do que a água; o ar junto à areia se aquece e, por ser menos denso, sobe e é substituído pelo ar que estava sobre a água (brisa marítima).
- Ao anoitecer a areia se resfria mais rapidamente que a água. O ar situado próximo à água, agora mais aquecido, sobe e é substituído pelo ar mais frio que estava junto à areia (brisa terrestre).

Esse mesmo mecanismo explica a formação dos ventos sobre a superfície da Terra.

## IRRADIAÇÃO TÉRMICA

Na transmissão de calor por condução, a energia é transmitida de partícula a partícula ao longo do material; na convecção, a energia é transmitida juntamente com porções de material aquecido. Assim, tanto a condução como a convecção são processos de transmissão de calor que requerem a presença de um meio material.

A *irradiação* é um processo de transmissão de calor que dispensa a presença de um suporte material para que ela possa se realizar, pois é um processo que ocorre por emissão de ondas eletromagnéticas, único tipo de onda que, pela sua natureza, pode se propagar no vácuo.

A irradiação é a emissão de ondas de infravermelho por um corpo. Essa emissão é tanto maior quanto mais alta é a temperatura do corpo emissor.

### EXEMPLOS

Os alimentos preparados num forno são assados por ação de calor radiante.

As lareiras aquecem o ambiente em que estão localizadas porque irradiam calor.

Em granjas, os pintinhos são mantidos aquecidos por lâmpadas incandescentes. Nas lâmpadas incandescentes, apenas uma pequena parcela da energia elétrica é convertida em energia luminosa, o restante é convertido em calor radiante. Pelo mesmo motivo, é comum o pipoqueiro manter um lampião à gás aceso próximos às pipocas em seu carrinho.

Chocolates e bombons são embrulhados em papel alumínio, cuja superfície polida possui alta refletividade, minimizando assim o amolecimento que o chocolate sofreria, sem essa proteção, pela absorção do calor radiante incidente.

As garrafas térmicas podem manter um líquido quente ou gelado, com variações pequenas de temperatura, por um longo tempo. Elas são fabricadas com vidro, que é um mau condutor de calor, e com paredes duplas entre as quais se faz o vácuo, o que reduz a níveis mínimos as trocas de calor por condução e convecção. As paredes de vidro são, ainda, espelhadas interna e externamente para que se dificulte ao máximo a irradiação tanto de dentro para fora como de fora para dentro.

## APÊNDICE IV – Texto A Radiação do Corpo Negro Disponibilizado na Plataforma Google Sala de Aula

*Os Fundamentos da Física – Temas Especiais*

### A radiação do corpo negro

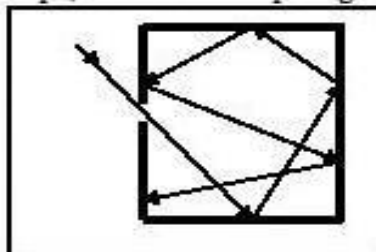
Um corpo em qualquer temperatura emite radiações eletromagnéticas. Por estarem relacionadas com a temperatura em que o corpo se encontra, freqüentemente são chamadas **radiações térmicas**. Por exemplo, “sentimos” a emissão de um ferro elétrico ligado, mas não enxergamos as ondas por ele emitidas. É que em baixas temperaturas a maior taxa de emissão está na faixa do infravermelho.



Aumentando-se gradativamente a temperatura de um corpo, ele começa a emitir luz visível, de início a luz vermelha, passando a seguir para a amarela, a verde, a azul e, em altas temperaturas, a luz branca, chegando à região do ultravioleta do espectro eletromagnético.



Para o estudo das radiações emitidas foi idealizado um corpo, denominado **corpo negro**. O modelo prático mais simples de um corpo negro é o de uma pequena abertura num objeto oco (figura 1): qualquer radiação que entra vai sendo refletida e absorvida nas paredes e acaba por ser completamente absorvida. Se o objeto oco for aquecido por uma fonte de calor no seu interior, há emissão de radiação pelo orifício.



Importante: Nesse modelo, é a abertura que constitui o corpo negro.

Figura 1  
Um modelo de corpo negro

O corpo negro absorve toda radiação que nele incide, isto é, sua absorvidade é igual a 1 ( $a = 1$ ) e sua refletividade é nula ( $r = 0$ ), decorrendo deste último fato seu nome (negro). O corpo negro não tem cor à reflexão mas pode ter cor à emissão.

Todo absorvente é bom emissor. Logo, o corpo negro, além de absorvedor ideal, é também um emissor ideal. Sua emissividade é igual a 1 ( $e = 1$ ). Um corpo negro, independentemente do material com que é confeccionado, emite radiações térmicas com a mesma intensidade, a uma dada temperatura e para cada comprimento de onda. Dai decorre o uso do corpo negro para o estudo das radiações emitidas. Através do orifício tem-se a emissão de radiação por aquecimento.

## APÊNDICE V - Questionário Inicial Antes da Primeira Aula

1 - (UFSCAR-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão:

- a) é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
- b) é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.
- c) é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.
- d) faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.
- e) faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

2 - O congelador é colocado na parte superior dos refrigeradores, pois o ar se resfria nas proximidades dele, \_\_\_\_\_ a densidade e desce. O ar quente que está na parte de baixo, por ser \_\_\_\_\_, sobe e resfria-se nas proximidades do congelador. Nesse caso, o processo de transferência de energia na forma de calor recebe o nome de \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) aumenta – mais denso – convecção.
- b) diminui – mais denso – condução.
- c) aumenta – menos denso – condução.
- d) diminui – menos denso – irradiação.
- e) aumenta – menos denso – convecção.

3. (UNIFENAS) A transmissão de calor por convecção só é possível:

- a) no vácuo
- b) nos sólidos
- c) nos líquidos
- d) nos gases
- e) nos fluidos em geral.

4 - (UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção
- b) radiação e condução
- c) convecção e radiação
- d) condução e convecção
- e) condução e radiação

5 - (PUC-RIO) O mecanismo através do qual ocorre a perda de calor de um objeto é dependente do meio no qual o objeto está inserido. No vácuo, podemos dizer que a perda de calor se dá por:

- a) Condução;
- b) Convecção;
- c) Radiação;
- d) Condução e Convecção;
- e) Convecção e Radiação.

**APÊNDICE VI - *Feedback* para o Professor**

## PRIMEIRA FASE – PREPARAÇÃO EM CASA – EXTRACLASSE

1 - Assistiu aos vídeos propostos?

- ( ) *Google* sala de aula
- ( ) Grupo de *Whatsaplicativo*
- ( ) Não Assistiu

2 – Leram os anexos (tarefa de leitura) em Pdf. Sobre condução, convecção e irradiação?

- ( ) *Google* sala de aula
- ( ) Grupo de *Whatsaplicativo*
- ( ) Impresso
- ( ) Não leu

3 - Respondeu o **Questionário Conhecendo Você?**

- ( ) *Google* sala de aula
- ( ) Grupo de *Whatsaplicativo*
- ( ) Impresso
- ( ) Não respondeu

4 - Respondeu o **Questionário Inicial antes da 1ª aula?**

- ( ) *Google* sala de aula
- ( ) Grupo de *Whatsaplicativo*
- ( ) Impresso
- ( ) Não respondeu

5 – Em sua opinião fazer o estudo dos conteúdos em casa antes da explicação (1ª aula) do professor foi importante?

- ( ) Sim
- ( ) Não
- ( ) Mais ou menos

## APÊNDICE VII - Manual Para Cada Experimento

### Procedimentos de montagem para cada experimento A exploração da montagem em sala de aula

#### Passo a passo...

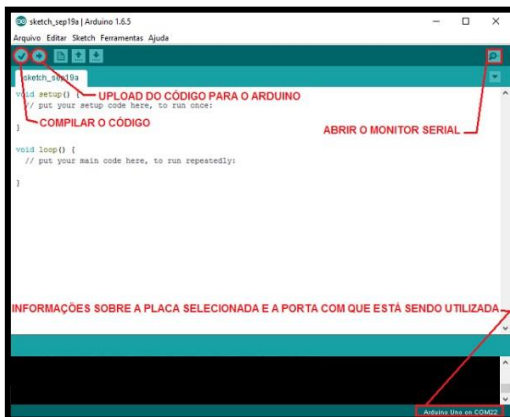
Baixar a versão atualizada da IDE do Arduino para Windows basta acessar <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> e efetuar a instalação. Depois de instalado, execute o **arduino.exe** para carregar a IDE (provavelmente um atalho foi criado na sua área de trabalho).

Sugestão de vídeo feito pelo autor.

#### VIDEOS

<https://www.youtube.com/watch?v=eenmjKTwsc4>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).



#### Passo a passo...

Baixar as bibliotecas **Onewire** e **Dallas temperature**, deixadas no *link* abaixo.

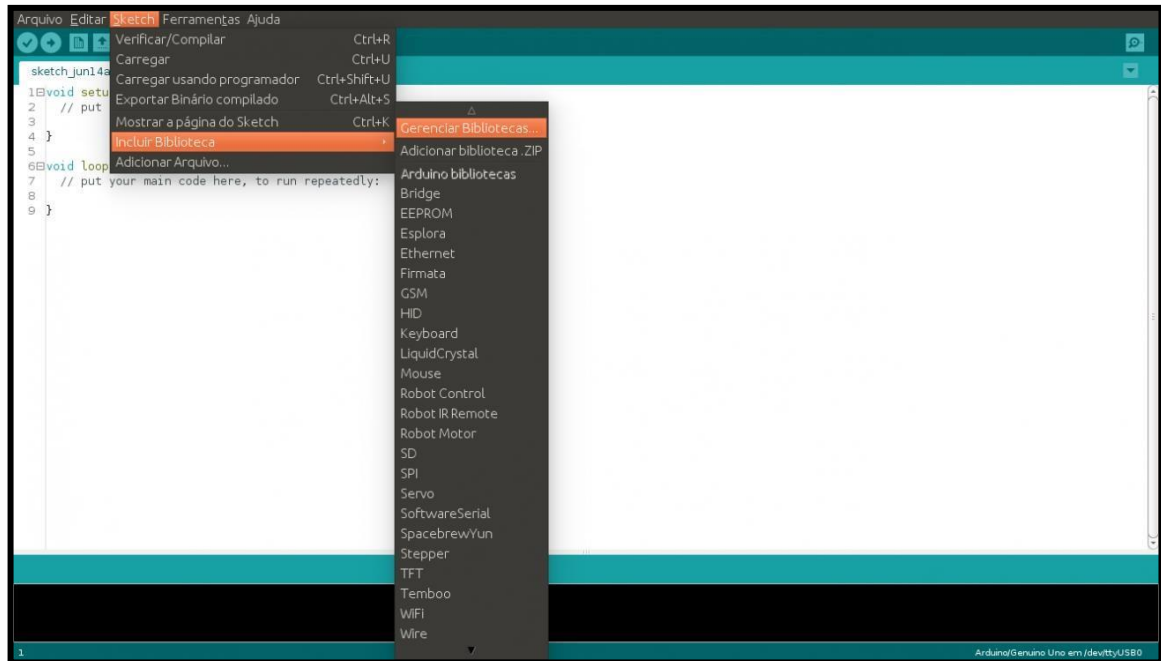
<https://www.arduinolibraries.info/libraries/dallas-temperature>

<https://www.arduinolibraries.info/libraries/one-wire>

#### Incluindo a Biblioteca

Para começar é necessário fazer a instalação de duas bibliotecas para a leitura dos dados do sensor. Na sua Arduino IDE, clique em Sketch, depois vá até **Incluir Biblioteca** e entre em **Gerenciar Bibliotecas**. Feito isso, digite no campo de pesquisa o nome das bibliotecas, **DallasTemperature** e **OneWire**, e selecione para realizar instalação como nas imagens a seguir.





### Código Arduíno sensor temperatura:

```

Constint PINO_ONEWIRE= 12; // Define pino do sensor
OneWire oneWire(PINO_ONEWIRE); // Cria um objeto OneWire
DallasTemperature sensor(&oneWire); // Informa a referencia da biblioteca dallas
temperature para Biblioteca onewire
DeviceAddress endereco_temp; // Cria um endereco temporario da leitura do sensor

```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inicia a porta serial
  Serial.println("Medindo Temperatura"); // Imprime a mensagem inicial sensor.begin();
  ; // Inicia o sensor
}

```

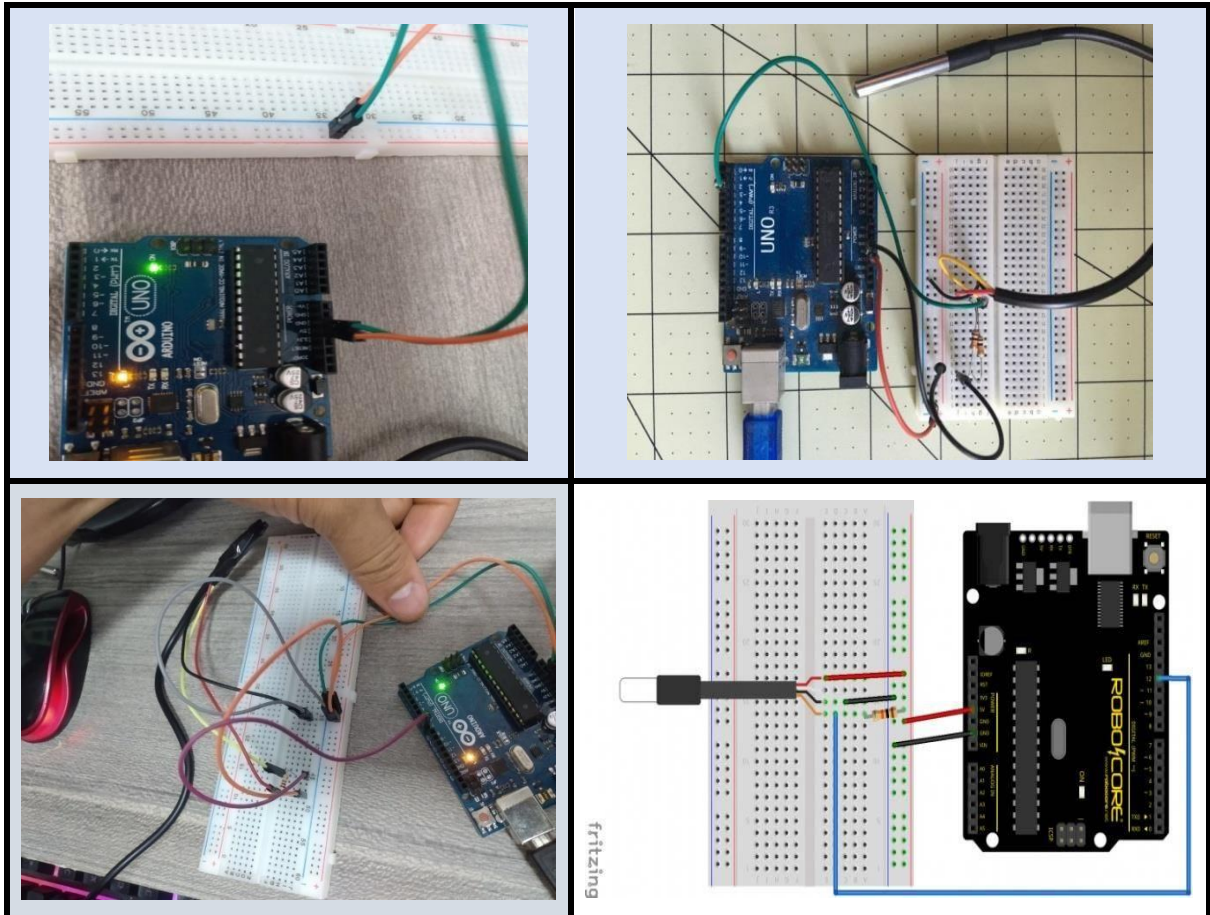
```

void loop() {
  sensor.requestTemperatures(); // Envia comando para realizar a conversão de
  temperatura
  if (!sensor.getAddress(endereco_temp,0)) { // Encontra o endereco do sensor no
  barramento
  Serial.println("SENSOR NAO CONECTADO"); // Sensor conectado, imprime
  mensagem de erro
  } else {
  Serial.print("Temperatura = "); // Imprime a temperatura no monitor serial
  Serial.println(sensor.getTempC(endereco_temp), 1); // Busca temperatura para
  dispositivo
  }
  delay(1000);
}

```

É necessário observar em qual porta digital esta configurado o seu código, para que o sensor seja conectado na mesma porta de configuração. Nosso código acima esta configurado na porta **12**.

**INÍCIO:** Construção da montagem do sensor na placa do Arduino Uno.



**APÊNDICE VIII - Questionário da Escala *Likert* - Avaliação das Atividades -  
Aplicação do Produto**

1 - Aprendo bastante com aulas expositivas, aquela em que o professor transmite todo o conhecimento necessário.

- ( ) discordo totalmente;
- ( ) discordo;
- ( ) indiferente (ou neutro);
- ( ) concordo;
- ( ) concordo totalmente.

2 - Achei que o uso de vídeos, slides e experimentos me fez aprender mais que com o simples uso de quadro branco.

- ( ) discordo totalmente;
- ( ) discordo;
- ( ) indiferente (ou neutro);
- ( ) concordo;
- ( ) concordo totalmente.

3 - Acho que trocar ideias com meus colegas pode ajudar na compreensão dos conteúdos expostos em aula.

- ( ) discordo totalmente;
- ( ) discordo;
- ( ) indiferente (ou neutro);
- ( ) concordo;
- ( ) concordo totalmente.

4 - Responder questões sobre o conteúdo durante a aula ajuda na sua compreensão.

- ( ) discordo totalmente;

- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

5 - Aprendo bastante com aulas onde troco ideias com colegas/equipe, ou seja, aquela onde pude analisar/comparar respostas que julgava corretas e, dependendo do resultado, podíamos discutir e mudar ou manter a opinião.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

6 - O colega foi flexível quando aconteceu alguma discordância ou conflito de opiniões na equipe.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

7 - Julgo que o colega, em diversos momentos, contribuiu com suas explicações para o aprendizado dos colegas de grupo.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

## APÊNDICE IX- Questionário de Avaliação das Atividades - Aplicação do Produto

1 - Em relação à parte de estudar os textos e assisti aos vídeos em casa, como preparação para a aula, qual é a sua opinião?

2 - E quanto à apresentação dos testes conceituais e a utilização das raspadinhas em sala de aula, o que achou?

3 - Qual a sua opinião sobre a discussão das respostas com os colegas? Acha que foi útil, que conseguiu aprender melhor? Justifique.

4 - Considera que aprendeu os conteúdos de Física trabalhados?

5 - Pensando que essa metodologia vai ser utilizada com outras turmas, o que pode ser feito para melhorar?

6 - Durante as atividades de aula foram utilizados dois sistemas de coleta de dados para a análise das respostas dos testes conceituais. Usando o *chromebook* com o *Google Forms* e utilizando o smartphone com o aplicativo EscoLAR, explorando o *Google Sala de Aula*, além das raspadinhas como *feedback* direto. Você poderia contar um pouco sobre essas experiências apontando aspectos positivos e negativos de cada sistema/etapa?

## APÊNDICE X - Instrumentos Utilizados na Execução da Etapa em Classe e Aplicação

### QUESTIONÁRIOS, TESTES CONCEITUAIS, ROTEIROS

#### TESTE DE PREPARAÇÃO INDIVIDUAL E EM EQUIPES (TPI E TPE) - 1ª AULA

1 - (FUVEST - SP) Têm-se dois corpos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado A e outro negro N, que ficam expostos ao sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, é mais provável que ocorra o seguinte:

- a) Ao fim de uma hora não se pode dizer qual temperatura é maior.
- b) As temperaturas são sempre iguais em qualquer instante.
- c) Após uma hora a temperatura de N é maior que a de A.
- d) De início a temperatura de A decresce (devido à reflexão) e a de N aumenta.
- e) As temperaturas de N e de A decrescem (devido à evaporação) e depois crescem.

2 - (PUC-RS) No inverno, usamos roupas de lã baseados no fato de a lã:

- a) ser uma fonte de calor.
- b) ser um bom absorvente de calor.
- c) ser um bom condutor de calor.
- d) impedir que o calor do corpo se propague para o meio exterior.
- e) n.d.a

3 - (ENEM) A sensação de frio que sentimos ao sair da água resulta: do fato de nos sentirmos frio.

- a) da perda de calor temperatura maior.
- b) da transferência de calor da atmosfera para o nosso corpo.
- c) da perda de calor temperatura menor.
- d) n.d.a.

4 - Uma carteira escolar é construída com partes de ferro e partes de madeira. Quando você toca a parte de madeira com a mão direita e a parte de ferro com a mão esquerda, embora todo o conjunto esteja em equilíbrio térmico:

- a) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor.
- b) a mão direita sente menos frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor
- c) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a convecção na madeira é mais notada que no ferro.
- d) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a convecção no ferro é mais notada que na madeira.
- e) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a madeira conduz melhor o calor.

5 - O efeito estufa, segundo as teorias mais aceitas pela comunidade científica, vem contribuindo para a elevação média das temperaturas no planeta. Esse fenômeno é um processo:

- a) Natural, após ondas de calor emitidas pelo sol sofrerem refração ao penetrar a atmosfera terrestre, porém intensificado pela ação humana.
- b) Artificial, ou seja, resultado direto da interferência humana sobre o meio ambiente.
- c) Recente, não havendo registros de sua existência em épocas geológicas antigas.
- d) Natural, apesar de o Sol emitir calor na forma de radiação para o nosso planeta, a potencialização desse fenômeno não tem relação com a ação humana.

6 - Em uma manhã de céu azul, um banhista na praia observa que a areia está muito quente e a água do mar está muito fria. À noite, esse mesmo banhista observa que a areia da praia está fria e a água do mar está morna. O fenômeno observado deve-se ao fato de que:

- a) a densidade da água do mar é menor que a da areia.
- b) o calor específico da areia é menor que o calor específico da água.

- c) o coeficiente de dilatação térmica da água é maior que o coeficiente de dilatação térmica da areia.
- d) o calor contido na areia, à noite, propaga-se para a água do mar.
- e) a agitação da água do mar retarda seu resfriamento.

7 - Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras calor e temperatura de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como algo quente e temperatura mede a quantidade de calor de um corpo. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura;

8 - (PUC-SP) - Analise as afirmações referentes à condução térmica:

I - Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

II - Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.

III - Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III estão corretas.



- b) I, II e III estão erradas.
- c) apenas I está correta.
- d) apenas II está correta.
- e) apenas I e II estão corretas.

9 - (UFCAR-SP) Nas geladeiras o congelador encontra-se na parte superior. Nos polos, as construções são feitas sob o gelo. Os viajantes do deserto do Saara usam roupas de lã durante o dia e à noite.

Relativamente ao texto acima, qual das afirmações abaixo não é correta?

- a) O gelo é mau condutor de calor.
- b) A lã evita o aquecimento do viajante do deserto durante o dia e o resfriamento durante a noite.
- c) A lã impede o fluxo de calor por condução e diminui as correntes de convecção.
- d) O gelo, sendo um corpo a  $0^{\circ}\text{C}$ , não pode dificultar o fluxo de calor.
- e) O ar é um ótimo isolante para o calor transmitido por condução, porém favorece muito a transmissão do calor por convecção.

10 - (ENEM-MEC) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica.

Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

- I - Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.
- II - Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.
- III - Limpar o radiador (“grade” na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor o ambiente.

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

- a) a operação I
- b) a operação II
- c) as operações I e II
- d) as operações I e III
- e) as operações II e III

## GABARITO

**T<sub>Pi</sub> e T<sub>Pe</sub>**

Prezado aluno,

Leia com bastante atenção analise todas as alternativas e marque apenas a que julgar correta. A interpretação das questões faz parte do processo de avaliação.

Não se esqueça de deixar os cálculos nas questões.

<b>GABARITO</b>					
Data: ___/___/___ Curso: _____ Ano: _____					
Disciplina: _____					
Nome: _____ Grupo N° _____					
<b>APÓS A ORIENTAÇÃO DO COORDENADOR DA ATIVIDADE RASPE A COBERTURA METÁLICA PARA EXPOR A RESPOSTA.</b>					
	A	B	C	D	Pontuação
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	___
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	___
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	___
10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___

## TESTE CONCEITUAL 1 - TIPOS DE CALOR (2ª AULA)

1 - Ao visitar a praia durante um belo dia de sol, perceberemos que a areia estará bem quente, enquanto a água estará fria. Marque a alternativa que explica corretamente o motivo da diferença de temperatura entre as duas substâncias.

- a) O calor específico da água é muito menor que o da areia, por isso ela não se esquentar facilmente.
- b) O calor específico da areia é menor que o da água, por isso ela sofre variações de temperatura com maior facilidade.
- c) A quantidade de água é infinitamente superior à quantidade de areia, por isso a água nunca se esquentará.
- d) Por ser um líquido e apresentar maior proximidade das moléculas, a água sempre apresentará maior dificuldade para elevar sua temperatura.
- e) Todas as explicações acima estão incorretas.

2 - Marque a alternativa correta a respeito do calor específico.

- a) Calor específico é a quantidade de energia fixa necessária para que 1g de uma determinada substância eleve sua temperatura em 1 °C.
- b) Calor específico é a quantidade de energia necessária para que 1 g de uma determinada substância sofra uma variação de 1,8 °F.
- c) Quanto maior for o calor específico de uma substância, mais fácil ele sofrerá variações de temperatura.
- d) Quanto menor for o calor específico de uma substância, mais difícil será para que ela sofra variações significativas de temperatura.
- e) Calor específico é uma grandeza característica apenas de sólidos e gases, e representa a quantidade de energia necessária para que 1 g de uma determinada substância sofra uma variação de 1 °C.

3 - Sabe-se que o calor latente de fusão da água é igual a 80 cal/g, enquanto o calor latente de fusão do chumbo é de 6 cal/g. Em relação a esse dado, assinale a alternativa correta.

- a) Durante o processo de fusão, o chumbo derrete mais lentamente que o gelo.
- b) Durante o processo de fusão, o chumbo derrete mais rapidamente que o gelo.
- c) O gelo precisa de uma menor quantidade de calor latente para derreter.
- d) O chumbo necessita de uma menor quantidade de calor para fundir-se, se comparado ao gelo.
- e) O gelo e o chumbo precisam absorver aproximadamente a mesma quantidade de calor para que se fundam.

4 - (UFAL) Considere as afirmações abaixo sobre a propagação de calor.

I - Em uma geladeira, as prateleiras não devem ser feitas de placas inteiriças.

II - Quando próximo a um forno muito aquecido recebem-se grande quantidade de calor.

III - Para mexer continuamente um alimento de cozimento demorado deve-se usar colher de pau.

Os processos de transmissão de calor, que justificam as afirmações são, respectivamente,

- a) condução, convecção e irradiação.
- b) irradiação, convecção e condução.
- c) condução, irradiação e convecção.
- d) convecção, irradiação e condução.
- e) convecção, condução e irradiação.

5 - Determine a capacidade térmica de um corpo que recebeu 2000 calorias de calor de uma fonte térmica e sofreu uma variação de temperatura de 40 °C.

- a) 10 cal/°C
- b) 20 cal/°C
- c) 30 cal/°C
- d) 40 cal/°C
- e) 50 cal/°C

## TESTE CONCEITUAL 2 - EXPERIMENTO 1- CONDUÇÃO (3ª AULA)

1 - Quando o calor se propaga num corpo sólido, temos:

- a) aumento da vibração das moléculas por condução.
- b) um aumento de moléculas no corpo.
- c) uma movimentação das moléculas do corpo.
- d) aumento de calor no corpo.
- e) N.R.A.

2 - Sobre a transmissão de calor por condução, é correto afirmar que:

- a) ocorre somente nos sólidos;
- b) pode ocorrer no vácuo;
- c) caracteriza-se pela transmissão de calor entre partículas em razão da diferença de temperatura;
- d) caracteriza-se pelo transporte de matéria entre regiões de um fluido em razão da diferença de densidade.

3 - (PUCC-SP) Em qual dos casos a seguir a propagação de calor se dá principalmente por condução?

- a) água quente que sai do chuveiro.
- b) A fumaça que sobe pela chaminé.
- c) o cigarro acendido com uma lente que concentra os raios solares.
- d) a xícara que se aquece com o café quente.
- d) água aquecida numa panela colocada sobre a chama, no fogão.

4 - (UFMG) Depois de assar um bolo em um forno a gás, Zulmira observa que ela queima a mão ao tocar no tabuleiro, mas não a queima ao tocar no bolo.

Considerando-se essa situação, é CORRETO afirmar que isso ocorre porque

- a) a capacidade térmica do tabuleiro é maior que a do bolo.

- b) a transferência de calor entre o tabuleiro e a mão é mais rápida que entre o bolo e a mão.
- c) o bolo esfria mais rapidamente que o tabuleiro, depois de os dois serem retirados do forno.
- d) o tabuleiro retém mais calor que o bolo.

5 - (PUC-SP) Analise as afirmações referentes à condução térmica:

I – Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

II – Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.

III – Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III estão corretas.
- b) I, II e III estão erradas.
- c) apenas I está correta.
- d) apenas II está correta.
- e) apenas I e II estão corretas.

### TESTE CONCEITUAL 3 - EXPERIMENTO 2- CONVECÇÃO (4ª AULA)

1 - Os aquecedores domésticos geralmente são instalados próximos do chão, entretanto, os aparelhos de ar-condicionado são instalados no alto. O motivo desses aparelhos serem dispostos dessas maneiras deve-se a:

- a) liquefação
- b) condução
- c) convecção

d) radiação

2 - Assinale quais dos processos listados a seguir envolvem a transferência de calor por convecção:

I – pisar sobre asfalto quente.

II – assar algo no forno a gás convencional.

III – fritar algo em uma panela antiaderente sem óleo. IV – ser aquecido pela luz do Sol.

a) I e II

b) II e III

c) Somente II

d) Somente III

e) I, II e III

3 - (UTF-Pr) Sobre trocas de calor, considere as afirmações a seguir.

I - Cobertores são usados no inverno para transmitir calor aos corpos.

II - A superfície da Terra é aquecida por radiações eletromagnéticas transmitidas pelo Sol.

III - Em geral, as cidades localizadas em locais mais altos são mais frias porque correntes de convecção levam o ar mais frio para cima.

Está correto apenas o que se afirma em:

a) I

b) II

c) III

d) I e II

e) II e III

4 - (UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção
- b) radiação e condução
- c) convecção e radiação
- d) condução e convecção
- e) condução e radiação

5 - (UNIFENAS) A transmissão de calor por convecção só é possível:

- a) no vácuo
- b) nos sólidos
- c) nos líquidos
- d) nos gases
- e) nos fluidos em geral.

#### TESTE CONCEITUAL 4 - EXPERIMENTO 3- IRRADIAÇÃO (5ª AULA)

1 - (UFMG) A irradiação é o único processo de transferência de energia térmica no caso:

- a) da chama do fogão para a panela.
- b) do Sol para um satélite de Júpiter.
- c) do ferro de soldar para a solta.
- d) da água para um cubo de gelo flutuando nela.
- e) de um mamífero para o meio ambiente.



2 - (ITA) Uma garrafa térmica, devido às paredes espelhadas, impede trocas de calor por:

- a) irradiação.
- b) convecção.
- c) reflexão.
- d) n.d.a.

3 - Marque a alternativa correta a respeito dos processos de propagação de calor.

- a) Os processos de propagação de calor por condução e convecção ocorrem em todos os tipos de meios.
- b) O processo de irradiação de calor ocorre somente no vácuo.
- c) A convecção é o processo de propagação de calor que proporciona o efeito das brisas marítimas.
- d) A condução térmica ocorre somente em líquidos.
- e) A irradiação é um processo de transferência de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas pertencentes ao espectro visível.

4 - Observe as afirmações a seguir:

I - O Sol aquece a Terra por meio do processo de \_\_\_\_\_ térmica;

II - As panelas são feitas de metal porque esses materiais têm maior capacidade de transmissão de calor por \_\_\_\_\_;

III - Os aparelhos de ar-condicionado devem ficar na parte superior de uma sala para facilitar o processo de \_\_\_\_\_.

As palavras que completam as frases acima corretamente de acordo com os princípios físicos dos processos de transmissão de calor são, respectivamente:

- a) condução, convecção, irradiação;
- b) convecção, irradiação, condução;
- c) irradiação, convecção, condução;
- d) irradiação, condução, convecção;

e) condução, irradiação, convecção.

5 - (Enem - 2013):



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- Convecção e condução.
- Convecção e irradiação.
- Condução e convecção.
- Irradiação e convecção.
- Irradiação e condução.

#### TESTE CONCEITUAL 5 - EXPERIMENTO 4- RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO (7ª AULA)

1 - (ENEM, 2017):



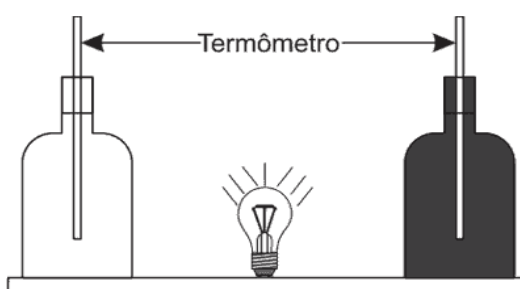
©APFS, J. Disponível em: <http://gerfekt.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como

- visível.
- amarela.
- vermelha.
- ultravioleta.
- infravermelha.

2 - (ENEM 2013) Em um experimento, foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas:

- enquanto a lâmpada permaneceu acesa e
- após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- maior no aquecimento e maior no resfriamento.

3 - (PUC-RJ 2008) O mecanismo através do qual ocorre a perda de calor de um objeto é dependente do meio no qual o objeto está inserido. No vácuo, podemos dizer que a perda de calor se dá por:

- Condução.
- Convecção.
- Radiação.
- Condução e Convecção.
- Convecção e Radiação.

## ORIENTAÇÃO PARA OS GRUPOS NA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO PARA CADA EXPERIMENTO

Esse trabalho deverá ser desenvolvido de acordo com as seguintes regras:

Em grupos de cinco alunos deverão apresentar um MATERIAL ESCRITO contendo:

**Descrição do experimento:** Deve conter a lista de materiais necessários para a construção do experimento e uma descrição sobre o processo de montagem do mesmo. O grupo deverá relatar também erros cometidos durante a montagem, resultados inesperados, as dificuldades encontradas, até alcançar a versão final do experimento.

**Explicação do experimento:** Esta seção deve apresentar um passo a passo para a execução do experimento e o conseqüente entendimento do fenômeno que ele pretende mostrar/reproduzir, tendo em vista os conceitos e princípios envolvidos nesta explicação. O grupo deve descrever também as aplicações dessa teoria em situações do dia a dia.

Os CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO utilizados são:

**Qualidade da apresentação:** Será avaliada a capacidade do grupo de explicar a questão básica articulando os conceitos e princípios envolvidos para sua compreensão, analisando o as questões propostas no teste conceitual.

**Qualidade do material escrito:** Será avaliado o cumprimento às regras estabelecidas no item 2 acima.



- 1 - A quantidade de água e a profundidade da panela influenciaram nas temperaturas observadas? Por quê?
- 2 - O tempo de aquecimento mostrou resultados diferentes de acordo com o sensor em contato com a água e outro embaixo da tampa? Por quê?
- 3 - Foi possível identificar a temperatura de ebulição?
- 4 - Descreva com as próprias palavras o que ocorreu no interior da panela.
- 5 - Cite alguma curiosidade identificada pelo grupo na execução/observação do experimento e o material utilizado.

#### OBSERVAÇÃO E EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO 3- IRRADIAÇÃO

Na tabela a seguir insira os dados observados a cada instante na observação do experimento:

<b>Sensor 1 (externo)</b>	<b>Sensor 2 (interno)</b>

- 1 - A distância entre os sensores e a lâmpada influenciou no aquecimento? Por quê?
- 2 - O sensor na parte interna do recipiente teve alguma alteração na temperatura? Por quê?
- 3 - Os materiais utilizados contribuíram para os resultados observados? Justifique sua resposta.
- 4 - Explique o processo de propagação do calor que ocorreu.

5 - Cite alguma curiosidade identificada pelo grupo na execução/observação do experimento e o material utilizado.

#### OBSERVAÇÃO E EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO 4- RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO

Na tabela a seguir insira os dados observados a cada instante na observação do experimento:

Sensor 1 (externo)	Sensor 2 (interno)

1- O recipiente com a parte externa preta influenciou no processo? Por quê?

2 - O sensor na parte interna do recipiente teve alguma alteração na temperatura em relação ao sensor da parte externa? Por quê?

3 - Por qual motivo foi usado uma lâmpada incandescente? Como influenciou o processo (no experimento)?

4 - Os materiais utilizados contribuíram para os resultados observados? Justifique sua resposta.

5 - Explique com suas próprias palavras os processos: absorção, reflexão e transmissividade em superfícies.

6 - Dê outros exemplos onde podemos observar ondas de infravermelho.

7 - Cite alguma curiosidade identificada pelo grupo na execução/observação do experimento e o material utilizado.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**TIAGO GUERÇON DA SILVA**  
**GUSTAVO VIALI LOYOLA**

**PROPAGAÇÃO DO CALOR – UTILIZAÇÃO DO ARDUINO  
NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM COM  
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA TEAM BASED  
LEARNING (TBL)**

Vitória – ES  
2022





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**TIAGO GUERÇON DA SILVA**  
**GUSTAVO VIALI LOYOLA**

**PROPAGAÇÃO DO CALOR – UTILIZAÇÃO DO ARDUINO  
NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM COM  
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA TEAM BASED  
LEARNING (TBL)**

Vitória – ES  
2022

## Sumário

	APRESENTAÇÃO .....	4
<b>1</b>	<b>MATERIAL</b> .....	8
1.1	DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	9
1.1.1	<b>Experimento: Condução</b> .....	10
1.1.2	<b>Experimento: Convecção</b> .....	11
1.1.3	<b>Experimento: Irradiação</b> .....	13
1.1.4	<b>Experimento: Radiação do corpo negro</b> .....	13
<b>2</b>	<b>CONCEITOS DE FÍSICA</b> .....	15
2.1	PROPAGAÇÃO DO CALOR .....	15
2.2	CONDUÇÃO TÉRMICA .....	16
2.2.1	<b>Lei da Condução Térmica</b> .....	17
2.2.2	<b>A condução do calor no dia a dia</b> .....	17
2.3	CONVECÇÃO TÉRMICA .....	18
2.4	NOÇÕES DE IRRADIAÇÃO TÉRMICA.....	20
2.5	LEI DE STEFAN-BOLTZMANN E LEI DE KIRCHHOFF .....	22
2.6	APLICAÇÕES E EFEITO DA IRRADIAÇÃO .....	24
<b>3</b>	<b>SEQUÊNCIAS DE AULAS DO PRODUTO</b> .....	26
3.1	PRIMEIRA FASE – PREPARAÇÃO .....	27
3.2	SEGUNDA FASE – APLICAÇÃO .....	30
<b>4</b>	<b>EXPERIMENTO</b> .....	37
4.1	METODOLOGIA UTILIZADA .....	38
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40
	ANEXO A – Fase de Preparação/ Extra-classe .....	41
	ANEXO B – Manual para cada experimento .....	47
	ANEXO C – Instrumentos utilizados na execução da etapa em classe e aplicação.....	50

## APRESENTAÇÃO

Apresentamos o Produto da Dissertação de Mestrado de Tiago Guerçon da Silva, orientado, pelo Professor Dr. Gustavo Viali Loyola, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo.

Propomos a sequência didática de Física por meio da metodologia *Team-Based Learning* (TBL), juntamente com o auxílio do cartão de *feedback* (em uma tradução mais simplificada as raspadinhas) e Testes Conceituais fundamentados na teoria de Vigotski intitulado **Propagação do Calor – Utilização do Arduino no processo de ensino e aprendizagem com a aplicação da metodologia ativa *Team Based Learning* (TBL)**, no qual o docente com suas práticas diárias posiciona-se no papel de mediador com o intuito de levar os discentes a internalizarem novos conhecimentos com a comparação e testes explorando as vivências anteriores.

O método TBL, conforme Oliveira *et al.* (2016), tem a característica de aprimorar o ensino e aprendizagem, desenvolvendo habilidades de trabalho em grupo por meio de estrutura que relacione resolução de problemas. Os discentes relacionam atividades individuais e em equipes, que abordam estudo em casa (prévio), resolução de questões conceituais em classe e tarefas para aplicar os conceitos em sala de aula. O docente tem liberdade para montar e relacionar as equipes e execução do método.

A essência é fundamental porque os alunos conseguem ser responsáveis pela própria aprendizagem, em que buscamos incentivar e contribuir com a linguagem mais próxima de sua realidade, com a utilização de experimentos.

A proposta deste estudo está pautada em uma pedagogia inspirada na teoria de Vigotski, em que o professor é peça chave do processo de ensino e aprendizagem, fazendo na maior parte do tempo o papel de parceiro mais capaz. É por meio da colaboração com o professor que os alunos começam aprender. Vigotski rejeita a hipótese levantada por outras teorias de aprendizagem de que o desenvolvimento é

sempre um pré-requisito para a aprendizagem. Ele propõe dois níveis de desenvolvimento para elaborar as dimensões do aprendizado escolar, o nível de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Em física, sua linguagem simbólica e conceitos próprios dessa ciência constituem um sistema de signos, da mesma maneira com que a fala para os humanos representa um sistema de signos (VIGOTSKI, 1999).

Analisando a importância da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como documento norteador a ser estudadas em todas as escolas públicas e privadas, focando nos resultados no ensino de física nas unidades de ensino, sendo na escola que atuamos ou não, fica nítido que as práticas pedagógicas precisam ser modificadas, pois analisando os resultados do Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (PAEBES), a proficiência média em Física é 268,2 e 43% dos estudantes se encontram no índice abaixo do básico.

Por isso, apresentamos neste produto uma Sequência Didática (SD) que foi elaborada e implementada embasada em Vigotski, caracterizada por Alberto Gaspar (2014), como práticas que envolvam metodologias ativas, experimentos e testes conceituais. Na teoria de mediação de Vigotski o trabalho em equipes contribui para o desenvolvimento do parceiro mais capaz dentro de cada equipe, e em sua totalidade o professor como mediador de todos.

A importância de planejar uma sequência didática que pudesse motivar o interesse do discente e do docente vem da prática observada em sala de aula. Pois, ainda existe uma grande dificuldade em planejar com metodologias ativas e tecnologia, principalmente o uso do celular em sala de aula, devido à equidade e dispersão. O desafio é levar e proporcionar o novo, despertando o interesse do aluno em pesquisar e aprender.

Nesse plano de trabalho vamos dar ênfase para as seguintes competências relacionadas com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o conhecimento, o pensamento crítico, científico e criativo, a cultura digital, a argumentação e a autonomia.

O nosso público alvo serão estudantes do Ensino Médio, da escola CEEFMTI Professora Maura Abaurre, da rede pública Estadual do estado do Espírito Santo, no 3º trimestre do ano de 2021, onde colocaremos em prática a metodologia ativa (TBL), fundamentada na teoria sociocultural de Vigotski, análise e execução dos testes conceituais e realização dos experimentos utilizando o arduíno uno.

Seguindo os seguintes passos:

1. Analisando os resultados do Primeiro trimestre e a baixa participação nas atividades propostas na escola, a turma escolhida para aplicar a sequência didática foi o 2º I02;
2. Apresentações das atividades e etapas aos estudantes (Segundo ano do Ensino médio);
3. Utilização dos seguintes recursos: App EscoLAR Prodest, celular, grupo de *WhatsApp*, *chromebook* ou computador e kit arduíno uno específico para os experimentos;
4. Apresentação mais detalhada dos conteúdos de física envolvidos e possibilidades de uso da tecnologia nos testes conceituais, na divisão das equipes e nos experimentos;
5. Apresentação e reprodução dos experimentos pelo professor (esse será um momento importante para estabelecer a mediação segundo o nosso referencial teórico).
6. Apresentação dos resultados em equipes.

No primeiro passo, analisamos a produtividade e os resultados no Conselho de Classe do primeiro trimestre, em que a sequência didática será aplicada como método para melhorar o ensino e aprendizagem dessa turma, fortalecendo a BNCC;

No segundo passo, enfatizando a fase de preparação extraclasse, o professor vai apresentar um vídeo com a proposta das atividades, recursos usados, conteúdos de física abordados e experimentos que serão explorados no desenvolvimento de toda a sequência didática;

No terceiro passo os alunos serão inseridos no *Google* Sala de Aula, na turma: Aplicação do Produto usando o e-mail institucional (criado pela Sedu Digital em parceria com o *Google*), onde o aluno poderá acessar, todo o material proposto ao longo das etapas do desenvolvimento das atividades, pelo app *EscoLAR Prodest*, *chromebook* ou computador e será criado um grupo de *WhatsApp*, para disponibilizar os materiais necessários e promover a interação entre os estudantes.

No quarto passo em diante será a execução das atividades propostas em sala de aula com a mediação do professor, sendo atividade individual e interação em equipes dos alunos. Com momentos para explanação de conteúdos pelo docente, testes conceituais e interação no desenvolvimento dos experimentos;

No quinto passo no laboratório de físico o professor vai desenvolver/analisar cada experimento por aula, entregar roteiro para a equipe refletir, gerando um debate entre eles e após essa interação (produzir um relatório). Após concluir o experimento o grupo vai responder um teste conceitual. Sendo quatro experimentos, quatro aulas com momentos e mediações diferentes;

No sexto passo apresentação dos resultados e avaliação dos alunos sobre a metodologia utilizada pelo docente para desenvolver a sequência didática, utilizando a escala *Likert* e o questionário de avaliação das atividades.

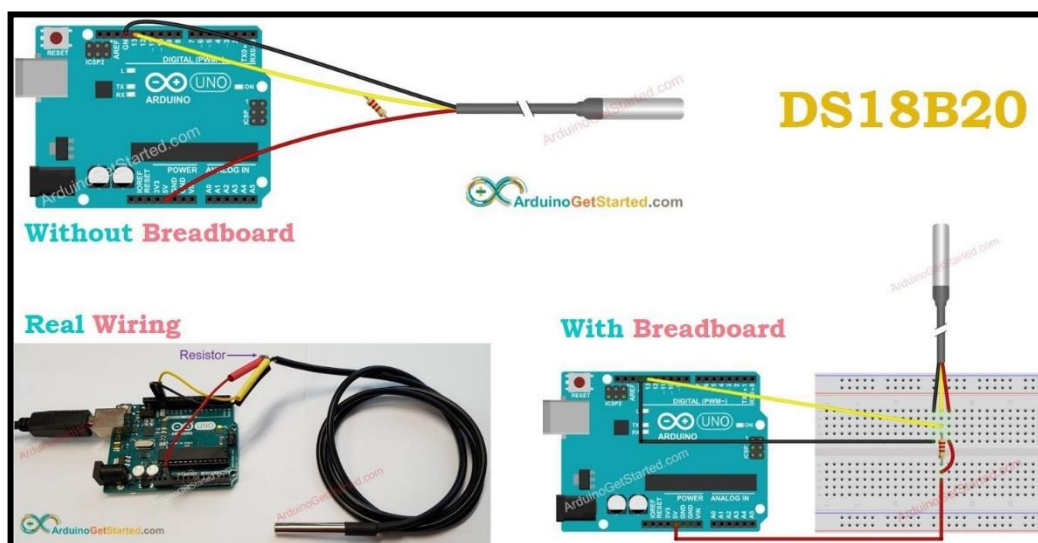
## 1 MATERIAL

O Centro Estadual de Ensino Fundamental e Médio em Tempo Integral (CEEFM TI) Professora Maura Abaurre possui 40 *chromebooks* e os seguintes materiais serão utilizados na composição do Kit Arduino para aplicação do produto, o que facilita a execução dessa proposta. **Arduino** é uma placa ou plataforma eletrônica baseada em *hardware* e *software* descomplicados de código aberto e de baixo custo, pode ser usada por qualquer pessoa para compor projetos interativos e para o desenvolvimento de protótipos. Por se tratar de um circuito eletrônico fácil de se usar, compacto e com boa capacidade de processamento é usado para o ensino de programação em escolas e universidades.

- Computadores/ *chromebook* para pesquisa em grupos;
- Kit Arduino;
- Livro didático/ apostilas de apoio;

A figura 1 apresenta o kit Arduino adquirido pela CEEFM TI Professora Maura Abaurre através desta proposta, com custo aproximado de R\$ 100,00 cada. Foram adquiridos cinco kits.

Figura 1 – kit Arduino adquirido pela CEEFM TI Professora Maura Abaurre.



Fonte: Página [arduinogetstarted.com](https://arduinogetstarted.com)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-temperature-sensor>>. Acesso em: 21 jun. 2022.

Para verificar as respectivas temperaturas vamos utilizar o Arduino com os seguintes itens:

- 1 placa Arduino UNO com cabo USB;
- 2 sensores de temperatura DS18B20 (com proteção à prova d'água);
- 1 resistor (4,7ohm);
- 1 protoboard;
- 5 Cabos jumper macho-macho.

### 1.1 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Vamos utilizar o arduino com o mesmo sensor, segue logo abaixo a descrição dos experimentos.

O primeiro experimento compara e tráz a análise entre diferentes materiais na condução de calor analisando um suporte com barras de materiais e massas diferentes, variações de distância e calor específico dos materiais envolvidos;

O segundo experimento analisa o transporte de matéria utilizando uma panela funda, tampa e dois sensores, um dentro em contato com o líquido e o outro na borda da parte interna da tampa;

O terceiro experimento podemos utilizar um aquário ou um cubo de vidro ou plástico, ambos transparentes, uma luminária com uma lâmpada de estufa ou incandescente, mais dois sensores, um interno ao cubo e outro próximo a lâmpada, tentando simular uma estufa, verificando a diferença de temperaturas (sem contato) e associando com o contexto;

No quarto experimento vamos utilizar todos os materiais do experimento anterior, porém vamos pintar o cubo ou aquário com tinta preta, para analisar a absorção, reflexão e transmissividade, comparando com fatos e fenômenos do dia a dia do aluno.



### 1.1.1 Experimento: Condução

Neste experimento se utilizará de um suporte onde será possível inserir duas barras com materiais diferentes e uma fonte de calor ou simplesmente analisar a temperatura com um material. A figura 2, logo abaixo, apresenta o suporte utilizado neste experimento.

Figura 2 – Suporte utilizado no experimento **Condução**.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Objetivos do experimento:

- Identificar a diferença nos materiais e analisar o calor específico, fazendo observações;
- Identificar calor como energia transferida entre corpos de temperaturas diferentes.

#### **Passo a passo...**

**Para realizar o experimento e tirar as dúvidas, assista, a seguir, aos vídeos do quadro 1 produzidos pelo autor para execução do experimento.**

---

 Quadro 1 – Vídeos relacionados ao experimento **Condução**.
 

---

 VIDEOS
 

---


<https://www.youtube.com/watch?v=TyaqzVsJhLU>
[https://www.youtube.com/watch?v=RcKicA\\_defU](https://www.youtube.com/watch?v=RcKicA_defU)


---

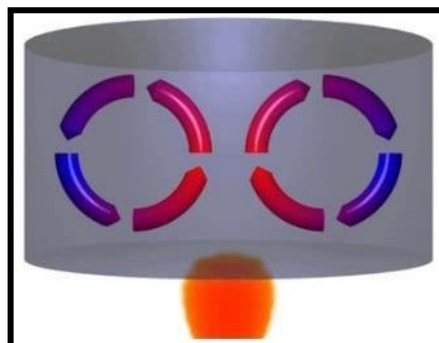
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

### 1.1.2 Experimento: Convecção

Objetivos do experimento:

- Explicar o fenômeno da transmissão de calor através da convecção térmica, utilizando um aparato experimental bem simples;
- Explorar fenômenos do nosso cotidiano para explicar o transporte de energia térmica/matéria;
- Utilizar o mesmo kit Arduino (a composição anterior), porém com 2 sensores, um dentro da panela em contato com a água e outro na borda interna da tampa, apenas em contato com o vapor, e as mesmas composições para analisar o transporte de energia térmica de uma região para outra com transporte de matéria (Figura 3) que ocorre dentro de uma panela comum.
- É necessário escolher uma panela funda para analisar, no interior, as correntes de convecção circulares que se formam por conta da diferença de densidade entre os fluidos.

Figura 3 - Transporte de matéria.


 Fonte: Página todamateria.com.br<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/conveccao-termica/> >. Acesso em: 21 jun. 2022.

Esse processo cria as correntes de convecção onde a água que está próxima do fogo torna-se menos densa e sobe, enquanto a que está fria torna-se mais densa e desce.

Analisando a panela com tampa, vamos fazer dois furos na tampa, inserir um sensor para encostar na água e outra para ficar na beira da tampa, em contato com as constantes correntes de calor. Em seguida, explicar o processo e coletar as diferentes temperaturas (Figura 4).

Figura 4 – Panela.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

**Passo a passo...**

**Para realizar o experimento e tirar as dúvidas, assista, a seguir, ao vídeo do quadro 2 produzido pelo autor para execução do experimento.**

Quadro 2 – Vídeo relacionado ao experimento **Convecção**.

---

VIDEO

---



<https://www.youtube.com/channel/UCD-6eIG5uimN495N45XGA2Q>

---

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

### 1.1.3 Experimento: Irradiação

Objetivos do experimento:

- Simular o processo físico que acontece na estufa, utilizando uma lâmpada incandescente ou de estufa e um cubo de vidro ou acrílico. Analisando dois sensores, um dentro e outro fora do cubo;
- Analisar a irradiação da lâmpada, ocorrendo por meio da emissão de ondas eletromagnéticas;
- Sendo analisado o fenômeno da reflexão, onde as cores claras absorvem menos calor, pois elas têm maior poder de reflexão e baixo de absorção. Ficando nítida a comparação entre as temperaturas analisadas.

**Passo a passo...**

**Para realizar o experimento e tirar as dúvidas, assista, a seguir, ao vídeo do quadro 3 produzido pelo autor para execução do experimento.**

Quadro 3 – Vídeo relacionado ao experimento **Irradiação**.

---

VIDEO

---



<https://www.youtube.com/channel/UCD-6eIG5uimN495N45XGA2Q>

---

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

### 1.1.4 Experimento: Radiação do corpo negro

Objetivo do experimento:

- Trabalhar os conceitos: absorvidade, refletividade e transmissividade. Utilizar os mesmos detalhes do experimento da irradiação térmica, porém pintar o fundo com tinta preta. Posicionar 2 sensores, um dentro e outro fora do cubo.
- Suas paredes de vidro ou acrílico permitem que a luz e as ondas de infravermelho entrem na estufa, onde são absorvidas pelo fundo escuro, aquecendo-o. Esse fundo passa a emitir ondas de infravermelho de frequências mais baixas, que não conseguem atravessar a parede de vidro.

**Passo a passo...**

**Para realizar o experimento e tirar as dúvidas, assista, a seguir, ao vídeo do quadro 4 produzido pelo autor para execução do experimento.**

Quadro 4 – Vídeo relacionado ao experimento **Radiação do corpo negro**.

---

VIDEO



<https://www.youtube.com/channel/UCD-6eIG5uimN495N45XGA2Q>

---

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

## 2 CONCEITOS DE FÍSICA

A Física abordada neste produto se refere aos conceitos de **calor, propagação do calor, radiação de corpo negro, Lei de Stefan-Boltzmann, Lei de Kirchhoff** e suas aplicações no dia a dia.

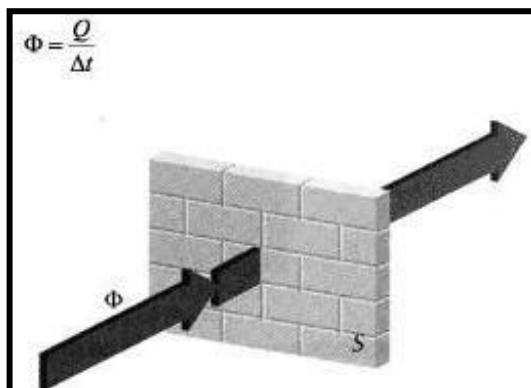
No desenvolvimento de todos os experimentos é possível verificar e tratar de diversos conceitos físicos, pois no cotidiano as relações não estão isoladas tornando então possível discorrer de vários conteúdos em quatro experimentos.

Reforçamos ainda, que, conforme a execução dos experimentos esses conceitos, serão evidenciados nas duas primeiras aulas um tempo específico para abordar os processos de propagação de calor com os alunos. Assumindo que os alunos dominem os conhecimentos prévios para introdução dos conteúdos propostos nessa sequência didática. Com o professor analisando e orientando, de modo que todos integrantes das equipes possam assimilar e acomodar com significado os tópicos a seguir.

### 2.1 PROPAGAÇÃO DO CALOR

Fluxo de calor: a propagação do calor pode ocorrer por três processos diferentes: condução, convecção e irradiação. Qualquer que seja o processo, a transmissão do calor obedece a lei geral apresentada na figura 5.

Figura 5 – O fluxo  $\phi$  de calor através de  $S$  é numericamente igual à quantidade de calor ( $Q$ ) transmitida na unidade de tempo ( $\Delta T$ ).



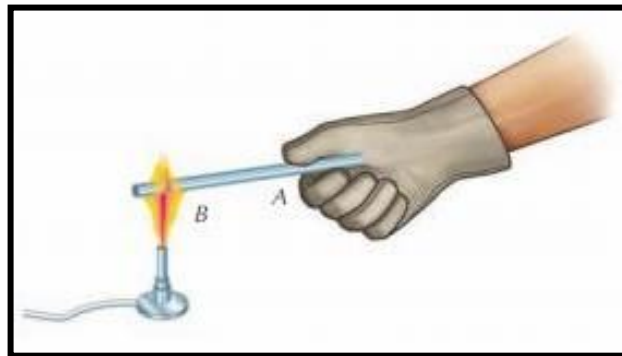
Fonte: Adaptado de Ramalho Júnior *et al.*, (2009).

As unidades usuais de fluxo de calor são cal/s e kcal/s. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade é o watt (W), que corresponde ao joule por segundo (J/s).

## 2.2 CONDUÇÃO TÉRMICA

Segure a extremidade **A** de uma barra de ferro **AB** (Figura 6) e leve a outra extremidade a uma chama. Após um intervalo de tempo relativamente curto, a extremidade que você segura estará quente, o que requer o uso de uma luva protetora.

Figura 6 - O ferro é bom condutor: o calor se propaga rapidamente da extremidade **B** à extremidade **A**.



Fonte: Adaptado de Ramalho Júnior *et al.*, (2009).

O processo pelo qual o calor se propagou da chama para a sua mão é denominado condução térmica. O calor é transmitido de uma extremidade a outra por meio da agitação molecular e dos choques entre as moléculas. A rapidez com que a extremidade **A** se apresentou aquecida caracteriza a condição de bom condutor do ferro. Se a experiência descrita fosse realizada com uma barra de vidro, somente depois de muito tempo a extremidade **A** estaria aquecida, pois o vidro é um mau condutor de calor, ou seja, é um isolante térmico. Para ocorrer à condução, deve existir um meio material. No entanto, é a energia que se propaga; as partes do corpo não se deslocam, havendo apenas transmissão da agitação molecular.

### 2.2.1 Lei da Condução Térmica

Em regime estacionário, o fluxo de calor ( $\varphi$ ) por condução num material homogêneo é diretamente proporcional à área (A) da seção transversal

atravessada e à diferença de temperatura entre os extremos ( $\Delta T$ ), e inversamente proporcional à espessura da camada considerada. A lei de Fourier, expressa pela fórmula da figura 7.

Figura 7 – Lei de Fourier: Fórmula.

$$\varphi = \frac{K.A.(\theta_b - \theta_a)}{e}$$

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A constante de proporcionalidade  $K$  depende da natureza do material, sendo denominada coeficiente de condutibilidade térmica. Seu valor é elevado para os bons condutores de calor (condutores térmicos), como os metais, e baixo para os isolantes térmicos.

### 2.2.2 A condução do calor no dia a dia

A preocupação com a condução do calor está presente em várias situações práticas:

- Os esquimós fazem suas casas, os iglus, com blocos de neve compactada que é, assim como o gelo, um excelente isolante térmico, mantendo o ambiente interno mais quente que o externo.
- As roupas de lã dos beduínos do deserto isolam seu corpo, de modo a minimizar as trocas de calor do ambiente para o corpo, durante o dia, e do corpo para o ambiente, à noite.
- Periodicamente, nas geladeiras mais antigas, o gelo que se forma sobre o congelador deve ser removido para não prejudicar as trocas de calor com o interior da geladeira.
- No inverno, os pássaros costumam eriçar suas penas para acumular ar entre elas. Sendo isolante térmico, o ar diminui as perdas de calor para o ambiente.

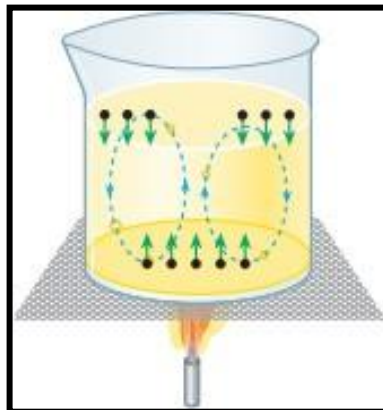


### 2.3 CONVECÇÃO TÉRMICA

A convecção consiste no transporte de energia térmica de uma região para outra por meio do transporte de matéria, o que só pode ocorrer nos fluidos (líquidos e gases). A movimentação das diferentes partes do fluido ocorre pela diferença de densidade que surge em virtude do seu aquecimento ou resfriamento.

Na figura 8 está representado um líquido sendo aquecido em sua parte inferior. As porções mais quentes das regiões inferiores, tendo sua densidade diminuída, sobem. As porções mais frias da região superior, tendo maior densidade, descem. Colocando-se serragem no líquido, é possível visualizar as correntes líquidas ascendentes quentes e descendentes frias. Essas correntes líquidas são denominadas correntes de convecção.

Figura 8 - Correntes de convecção num líquido em aquecimento.



Fonte: Adaptado de Ramalho Júnior *et al.*, (2009).

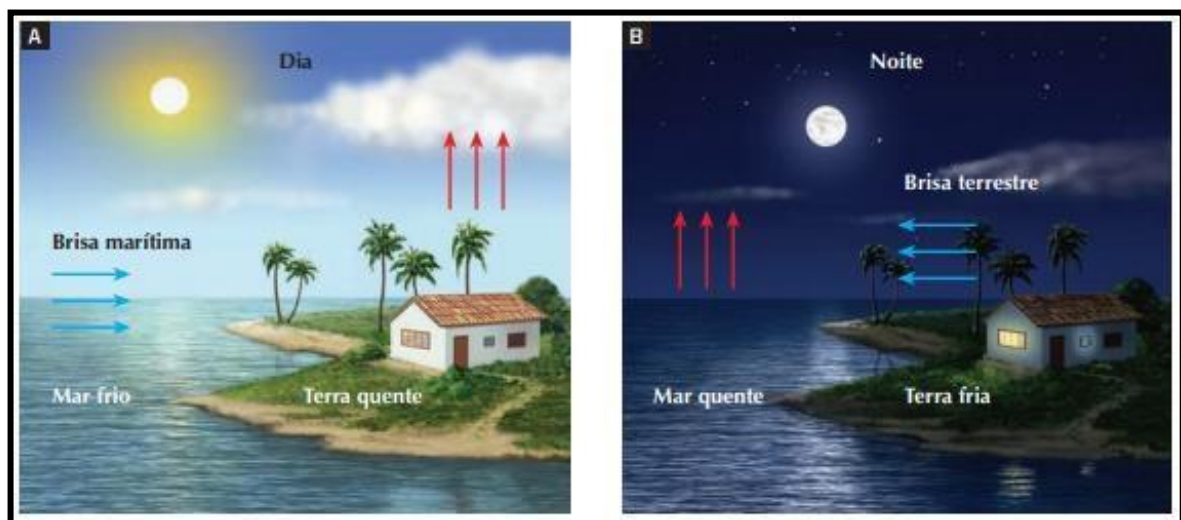
Citamos, a seguir, algumas aplicações e consequências da convecção térmica.

- Na retirada de gases pelas chaminés, os gases aquecidos, resultantes da combustão, têm densidade diminuída e sobem, sendo eliminados. Ao redor da chama, cria-se uma região de baixa pressão que **aspira** o ar externo, mantendo a combustão.
- Devido a diferenças de temperatura em diferentes pontos da atmosfera estabelecem-se correntes de convecção ascendentes, de ar quente e descendentes, e de ar frio. Planadores, asas-delta e outros veículos não

motorizados movimentam-se no ar graças a essas correntes. O veículo somente ganha altitude quando alcança uma corrente quente ascendente, pois em voo planado está sempre descendo.

- Nos radiadores de automóveis, a água quente aquecida pelo motor, sendo menos densa, sobe e a água mais fria da parte superior desce. Para melhor eficiência, a convecção pode ser forçada por uma bomba-d'água.
- Quando um ambiente é resfriado, esse resfriamento é feito a partir da região superior, porque o fluido frio tende a descer. Assim: o congelador das geladeiras de uma porta só é colocado na parte superior; o ar-condicionado de uma sala de cinema é localizado no teto; ao resfriar-se um barril de chope, o gelo é colocado sobre o barril.
- A água, tendo alto calor específico, sofre variações de temperatura relativamente pequenas. Desse modo, numa região litorânea, a terra se aquece mais do que o mar durante o dia. O ar aquecido, em contato com a terra, sobe e produz uma região de baixa pressão, aspirando o ar que está sobre o mar. Sopra a brisa marítima (Figura 9 - A). À noite, ao perder calor, a terra se resfria mais do que o mar. O processo se inverte e sopra a brisa terrestre (Figura 9 - B).

Figura 9 - Durante o dia, sopra a brisa marítima e, à noite, sopra a brisa terrestre.



Fonte: Adaptado de Ramalho Júnior *et al.*, (2009).

Nas grandes cidades, a convecção é um fenômeno muito importante para a dispersão dos poluentes atmosféricos. Estando os gases eliminados pelos veículos automotores e pelas indústrias mais quentes que o ar das camadas superiores, eles sobem e se diluem na atmosfera. No inverno, entretanto, é comum o ar poluído próximo ao solo estar mais frio que o ar puro das regiões mais elevadas.

Desse modo, deixa de ocorrer a convecção, aumentando a concentração dos poluentes no ar que a população respira, com graves consequências, sobretudo para crianças e pessoas idosas ou doentes. Essa ocorrência recebe o nome de inversão térmica e pode ser agravada na ausência de ventos e de chuva.

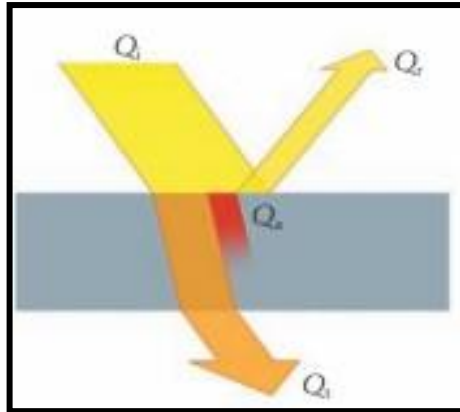
## 2.4 NOÇÕES DE IRRADIAÇÃO TÉRMICA

A transmissão de energia por meio de ondas eletromagnéticas (ondas de rádio, luz visível e raios ultravioleta, entre outras) é denominada irradiação ou radiação. Quando essas ondas são os raios infravermelhos, falamos em irradiação térmica. Ao contrário da condução térmica e da convecção térmica, a irradiação ocorre sem a necessidade de um meio material: o transporte é exclusivamente de energia, sob a forma de ondas. Por exemplo, quando colocamos a mão embaixo de uma lâmpada acesa, sem tocá-la, temos a sensação de calor.

Como o ar é mau condutor térmico, praticamente não ocorre condução. Também não há convecção porque o ar quente sobe. Então, o calor que nos atinge só pode ser originado de ondas que se propagam da lâmpada para nossa mão. Outro exemplo é o caso da energia que recebemos do Sol, que só pode nos atingir por irradiação, posto que no vácuo não exista meio material.

Quando a energia radiante incide na superfície de um corpo, ela é parcialmente absorvida, parcialmente refletida e parcialmente transmitida através do corpo. A parcela absorvida aumenta a energia de agitação das moléculas constituintes do corpo (energia térmica). Na figura 10, da quantidade total de energia  $Q_i$  incidente, é absorvida a parcela  $Q_a$ , reflete-se a parcela  $Q_r$  e é transmitida a parcela  $Q_t$ , de modo que:  $Q_i = Q_a + Q_r + Q_t$ .

Figura 10 – Irradiação térmica.



Fonte: Adaptado de Ramalho Júnior *et al.*, (2009).

Para avaliar a proporção da energia incidente que sofre os fenômenos de absorção, reflexão e transmissão, definimos as grandezas adimensionais apresentadas no quadro 5.

Quadro 5 – Grandezas adimensionais.

GRANDEZAS	FÓRMULAS
Absorvidade	$a = \frac{Q_a}{Q_i}$
Refletividade	$r = \frac{Q_r}{Q_i}$
Transmissividade	$t = \frac{Q_t}{Q_i}$
<u>Somando as três grandezas, obtemos: <math>a + r + t = 1</math></u>	

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Assim, por exemplo, um corpo ter absorvidade  $a = 0,8$  significa que 80% da energia nele incidente foi absorvida. Os restantes 20% da energia total devem se dividir entre reflexão e transmissão. Quando não há transmissão de energia radiante através do corpo, a transmissividade é nula ( $t = 0$ ). Nesse caso:  $a + r = 1$

As grandezas  $a$ ,  $r$  e  $t$  podem ainda ser denominadas, respectivamente, poder absorvedor, poder refletor e poder transmissor. Por definição, corpo negro é um corpo ideal que absorve toda a energia radiante nele incidente. Decorre daí que sua absorvidade é  $a = 1$  (100%) e sua refletividade é nula ( $r = 0$ ). O espelho ideal é um

corpo que reflete totalmente a energia radiante que nele incide, tendo absorvidade nula ( $a = 0$ ) e refletividade  $r = 1$  (100%).

Corpo Negro ( $a = 1$   $r = 0$ ) e Espelho ideal ( $a = 0$   $r = 1$ ).

Todos os objetos estão irradiando energia continuamente. No equilíbrio térmico, a potência irradiada ou emitida por um objeto é igual à potência que ele absorve, na forma de radiação, dos objetos vizinhos.

Está claro que, em um ambiente isolado, se houver um corpo polido e um corpo escuro, o corpo polido absorverá pouca energia, emitindo, portanto pouca energia, pois a maior parte é refletida. O corpo escuro, por sua vez, absorverá grande quantidade de energia e, em consequência, emitirá também grande quantidade de energia.

E o equilíbrio térmico entre eles será mantido. Dessa forma, todo corpo bom absorvedor é bom emissor e todo corpo bom refletor é mau emissor. O corpo negro, sendo o absorvedor ideal, é também o emissor ideal ou perfeito. Na prática há corpos que apresentam absorvidades quase unitárias, como a fuligem ( $a = 0,94$ ), que é excelente absorvedora e excelente emissora. Outros apresentam absorvidades quase nulas, sendo maus absorvedores e maus emissores, como a prata polida ( $a = 0,02$ ).

De modo geral, os corpos escuros apresentam absorvidade elevada e refletividade baixa, sendo bons absorvedores e emissores. Ao contrário, os corpos claros e polidos são maus absorvedores e emissores, pois possuem baixa absorvidade e elevada refletividade.

## 2.5 LEI DE STEFAN-BOLTZMANN E LEI DE KIRCHHOFF

Poder emissivo ( $E$ ) de um corpo é a potência ( $P$ ) irradiada (emitida) por unidade de área ( $A$ ), sendo expressa pela fórmula apresentada no quadro 6.

Quadro 6 – Poder emissivo.

FÓRMULA
$E = \frac{P}{A}$
Unidades usuais: W/m <sup>2</sup> ; cal/s .cm <sup>2</sup>

Dados da pesquisa (2022).

O poder emissivo de um corpo depende da sua natureza e da temperatura em que se encontra. Para cada temperatura, o maior poder emissivo é o do corpo negro, sendo seu valor estabelecido pela lei de Stefan-Boltzmann: o poder emissivo do corpo negro é proporcional à quarta potência da sua temperatura absoluta (Quadro 7).

Quadro 7 – Poder emissivo do corpo negro.

FÓRMULA
$E_{CN} = \sigma \cdot T^4$

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A constante de proporcionalidade k (constante de Stefan-Boltzmann) vale, em unidades do Sistema Internacional (Quadro 8).

Quadro 8 - Constante de Stefan-Boltzmann.

FÓRMULA
$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

É comum compararmos o poder emissivo E de um corpo qualquer com o do corpo negro ECN, por meio de uma grandeza denominada emissividade (e) (Quadro 9).

Quadro 9 – Grandeza emissividade.

FÓRMULA
$e = \frac{E}{E_{cn}}$

Fote: Dados da pesquisa (2022).

Evidentemente, o corpo negro apresenta emissividade unitária, ou seja  $\mathbf{E_{cn}=1}$ .

Para um corpo qualquer, a lei de Stefan-Boltzmann pode ser escrita algebricamente segundo a fórmula descrita no quadro 10.

Quadro 10 – A lei de Stefan-Boltzmann, para qualquer corpo.

<b>FÓRMULA</b>
$E = e \cdot \sigma \cdot T^4$

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Vimos que o corpo negro tem absorvidade  $\mathbf{acn = 1}$  e emissividade  $\mathbf{ecn = 1}$  ( $\mathbf{acn = ecn}$ ). Para um corpo qualquer, Kirchhoff estabeleceu que:  $\mathbf{e = a}$ , numa mesma temperatura (T), a emissividade e a absorvidade de um corpo são iguais, logo um bom absorvedor de calor é também um bom emissor.

## 2.6 APLICAÇÕES E EFEITO DA IRRADIAÇÃO

**Estufas** - uma estufa de plantas tem paredes e teto de vidro transparente à energia radiante proveniente do Sol. O chão da estufa normalmente é pintado de preto ou de uma cor escura. A energia radiante que penetra através do vidro é absorvida pelo fundo escuro e demais objetos do interior da estufa, sendo a seguir novamente irradiada. Entretanto, essa reemissão de energia se dá na forma de raios infravermelhos de baixa frequência, que o vidro não deixa passar. Em consequência, o interior da estufa permanece sempre mais quente que o exterior. A perda de calor para o ambiente externo é mínima, o que é especialmente importante durante o período em que não há ação direta do Sol.

No mesmo princípio da estufa é baseado o **coletor de energia solar** utilizado no aquecimento central de água em residências. O coletor consta basicamente de um recinto de paredes de vidro com fundo escuro. No seu interior está o encanamento que conduz a água a ser aquecida.

Uso dos **raios infravermelhos**, onde as ondas de calor, têm larga aplicação, a lâmpada de infravermelho (lâmpada de filamento com filtro que absorve a maior

parte da luz visível), usada em medicina, serve também para a secagem de tintas e vernizes e para o aquecimento de ambientes.

A **garrafa térmica** é um dispositivo feito para conservar, com alteração mínima de temperatura e por longo tempo, um líquido gelado ou quente. Na garrafa térmica são minimizadas as trocas de calor que ocorreriam pelos três processos de propagação. A garrafa é feita de vidro (mau condutor) com paredes duplas, entre as quais é feito o vácuo. Assim, retirando-se moléculas desse espaço, minimiza-se a ocorrência de condução.

A convecção é reduzida ao mínimo por meio da vedação da garrafa com uma tampa apropriada. As faces externa e interna da garrafa são espelhadas, a fim de minimizar a irradiação, tanto de dentro para fora como de fora para dentro.



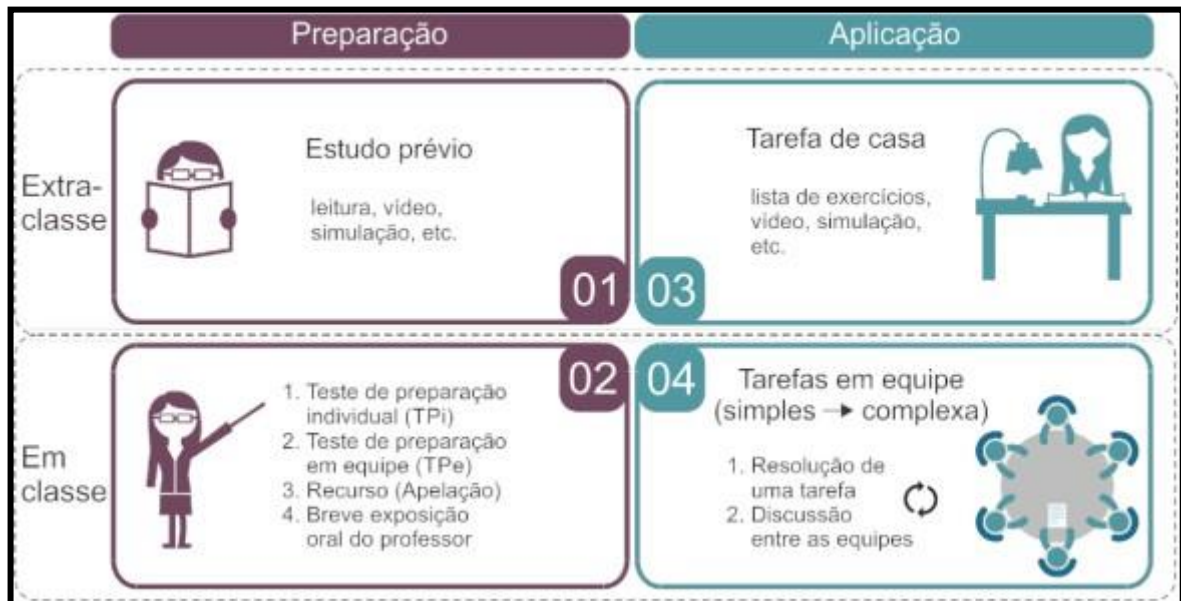
### 3 SEQUÊNCIAS DE AULAS DO PRODUTO

O *Team Based Learning (TBL)* ou Aprendizagem Baseada em Equipes é uma metodologia ativa com abordagem colaborativa, que se utiliza de uma estratégia de ensino focada no estudante, promovendo a autonomia e proatividade.

O Team-Based Learning, foi criado pelo professor de gestão e negócios Larry Michaelsen, no final dos anos 70, na universidade de Oklahoma (EUA). O método tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo, através de uma estrutura que envolve: o gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, feedback constante e avaliação entre os colegas. A idéia central é que os alunos se sintam responsáveis pela própria aprendizagem e pela dos colegas (MICHAELSEN, KNIGHT; FINK, 2004,p.07).

O processo de aplicação do TBL ocorre em fases. A figura 11 exemplifica as etapas.

Figura 11 - As principais fases de cada módulo do TBL.



Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2016).

A seguir vamos descrever a nossa sequência de aulas com o detalhamento das etapas evidenciando as principais fases do TBL, onde cada fase será descrita aula a aula.

### 3.1 PRIMEIRA FASE – PREPARAÇÃO

#### **Extraclasse:**

#### Objetivo:

- Estudar previamente o conteúdo e realizar a tarefa de leitura, fora da sala de aula, de forma individual;
- Assistir uma breve exposição do professor sobre os conteúdos;
- Apresentar recursos ao professor, em caso de discordância sobre as respostas;

#### Método avaliativo:

- Responder o questionário de garantia do preparo em casa.

#### Estudo Prévio:

- Processos de Propagação do Calor.

**Passo a passo...**

No *Google Sala de Aula*, no grupo de *whatsApp* e no App *EscoLAR* será disponibilizado um arquivo em PDF sobre: **Condução, Convecção e Irradiação**; Três vídeos do *YouTube* (Quadro 11).

#### Quadro 11 – Vídeos relacionados ao experimento **Propagação do calor**.

---

##### VIDEOS

---



<https://www.youtube.com/watch?v=Hb-C2JUinVU>

<https://www.youtube.com/watch?v=JV0jy8PD3Yo>

[https://www.youtube.com/watch?v=IQI9oJ0\\_VfE](https://www.youtube.com/watch?v=IQI9oJ0_VfE)

---

O primeiro vídeo exemplifica cada processo; o segundo aborda o conceito de calor e temperatura, com exemplos do cotidiano e o terceiro fala sobre a radiação de corpo negro. É solicitado que o aluno faça a leitura dos arquivos, assista aos vídeos e anote possíveis dúvidas para discussão na primeira aula, que será proposto um Teste de Preparação Individual e em equipes (**TPi** e **TPe**).

Após essa tarefa de leitura o aluno terá que interagir com o docente respondendo o questionário: *Conhecendo Você*, no *Google Forms*, sendo a primeira etapa para coletar informações para Fase em Equipes.

### **Em Classe:**

#### **Primeira Aula**

##### **1º Momento:**

- Responder, em sala de aula, ao TPi e após a divisão dos grupos o TPe, obtendo nesse o feedback necessário do professor, para a eventual correção de rotas na resolução das questões;
- De forma individual o professor aplica o Teste Preparação Individual, (TPi - EXERCÍCIOS: ENEM E VESTIBULARES), no Google Forms, usando o data show, o app EscolAR ou Chromebooks, sobre a Tarefa de Leitura (TL) proposta na Fase de Preparação. É solicitado que os alunos escrevam uma breve justificativa sobre cada resposta, demonstrando engajamento para resolver a questão. (TPi em anexo)- 15 minutos.
- Após é aplicado o teste de preparação em equipe, que é idêntico ao teste individual, porém a ser respondido pela equipe. Os estudantes recebem um feedback imediato das respostas a cada uma das questões, só passando para a questão seguinte depois de terem entrado em consenso com a equipe sobre a questão em pauta. (15 minutos)

**2º Momento:**

- TPe: (divisão da turma em grupos de 5 alunos, de acordo com as respostas obtidas no questionário **Conhecendo Você** e nos resultados apontados pelo forms, referente a Fase de Preparação). O processo de *feedback*, no TPe, será feito por meio de um gabarito de múltipla escolha, espécie de **raspadinha** (em anexo) para sinalizar a resposta correta e calcular os pontos. (10 minutos).
- Recurso (apelação): Após a atividade com a marcação do gabarito, analisando erro e acerto, os alunos têm a oportunidade de interpor um recurso verbal ou escrito justificando porque acreditam que a correção ou formulação da questão está incorreta. Breve exposição oral dos alunos e professor. (10 minutos).

**Método avaliativo:** tentativas na raspadinha/acertos.

**Segunda aula****1º Momento:**

- Terminando a aplicação dos testes (na aula anterior) o professor faz uma breve exposição oral com as principais ideias estudadas, esclarecendo aspectos relacionados às maiores dificuldades dos alunos identificadas durante as tarefas de leituras e aprofundando nos tipos de calor e exemplos. (apresentação em power point/anexo)- (25 minutos).
- Em seguida as equipes realizarão o primeiro Teste Conceitual, que será exposto no data *show* ou app EscolAR ou *Chromebooks*, onde os grupos irão utilizar um gabarito de múltipla escolha, espécie de **raspadinha** para sinalizar a resposta correta e calcular os pontos. (20 minutos).
- **Observando os seguintes detalhes:** Quanto mais casas são raspadas/reveladas pela equipe para encontrar a resposta correta, mais pontos ela perde. Assim, se o time: **Raspou ou revelou 1 alternativa e encontrou a resposta correta, receberá 4 pontos./Raspou ou revelou 2**

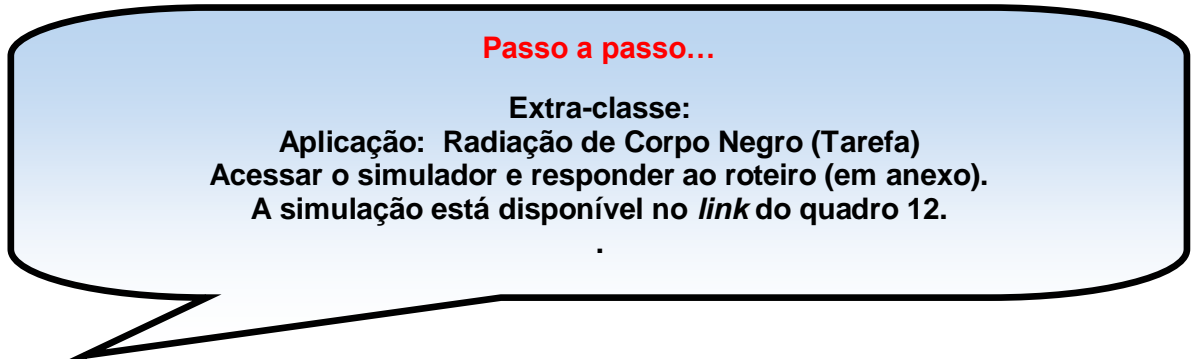
**alternativas e encontrou a resposta correta, receberá 2 pontos./Raspou ou revelou 3 alternativas e encontrou a resposta correta, receberá 1 ponto./Raspou ou revelou 4 alternativas e encontrou a resposta correta, receberá 0 ponto**

## **2º Momento**

- Interação e comparação entre as equipe, analisando e justificando as respostas e dúvidas, com a mediação do professor ao longo do processo. Troca de experiências entre os grupos, proporcionando o contato na montagem com cada experimento.

**Método avaliativo:** Teste conceitual/raspadinha.

### 3.2 SEGUNDA FASE – APLICAÇÃO



Quadro 12 – *Link* tarefa **Radiação do corpo negro.**

---

**VIDEO**

---

[https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html)

---

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

**Método avaliativo:** Pontuação extra.

**Instruções para cada experimento proposto a seguir de acordo com cada aula:**

Nessa fase (em classe) os alunos resolvem quatro atividades de aplicação em equipe (Testes Conceituais). Ao final de cada teste, eles discutem a solução da sua equipe com a de outras equipes.

O professor leva o aluno a refletir, debater e depois ao fechamento do experimento.

O aluno deve analisar os pontos específicos de cada experimento.

Ideia sobre a estrutura e planejamento da proposta de cada experimento.

Proposta discutida entre as equipes, para elaboração e apresentação.

Orientação para elaboração do relatório (em anexo).

### **Em classe:**

### **Terceira aula**

Ocorreu no laboratório de Física, com os grupos divididos e em fase de observação na bancada da sala (Preparação em Classe).

#### **1º Momento**

- Desafio aos grupos, executar os experimentos, o professor vai apresentar o primeiro experimento: Condução. Vamos utilizar um suporte onde posso inserir duas barras com materiais diferentes e a fonte de calor ou simplesmente analisar a temperatura com um material;
- Na verificação vamos identificar a diferença nos materiais e analisar o coeficiente linear, fazendo observações;
- Para verificar as respectivas temperaturas vamos utilizar o Arduino com os seguintes itens: 1 placa Arduino UNO com cabo USB;/1 sensor de temperatura DS18B20 (com proteção à prova d'água);/1 resistor (4,7 ohm);/1 *protoboard*;/5 Cabos jumper macho- macho.

- Na condução a ideia é mostrar a diferença de temperatura entre o sensor, mas próximo e o outro, mas longe da fonte de calor, analisando a distância e o tipo de material envolvido.
- O professor vai apresentar a proposta mostrando e realizando o experimento, cada grupo vai receber um roteiro (em anexo) para acompanhar e desenvolver o experimento em grupo, em seguida o grupo vai tirar dúvidas com o professor sobre as etapas na programação do arduíno, no computador, no aparato montado e na dinâmica do conceito com a prática, sendo essas etapas mediadas pelo professor (25 minutos).

### **2º Momento**

- O grupo vai realizar o experimento e realizar o Teste Conceitual (em anexo) proposto sobre o experimento. Buscando uma proximidade com os estudantes o professor vai atuar no papel de organizar e esclarecer sobre os conteúdos que serão investigados através da construção dos experimentos.

**Método avaliativo:** Teste conceitual/raspadinha.

### **Quarta aula**

Realizar os experimentos sobre convecção (Aula no laboratório de Física, com os grupos divididos e em fase de observação na bancada da sala). Observação: Será usado o mesmo sensor DS18B20.

### **1º Momento**

- O professor vai apresentar a proposta mostrando e realizando o experimento, cada grupo vai receber um roteiro para acompanhar e desenvolver o experimento em grupo, em seguida o grupo vai tirar dúvidas com o professor sobre as etapas na programação do arduíno, no computador, no aparato montado e na dinâmica do conceito com a prática, sendo essas etapas mediadas pelo professor (25 minutos).

## **2º Momento**

O grupo vai realizar o experimento e realizar o Teste Conceitual proposto sobre o experimento (20 minutos).

**Método avaliativo:** Teste conceitual/raspadinha.

## **Quinta aula**

Realizar os experimentos sobre Irradiação (Aula no laboratório de Física, com os grupos divididos e em fase de observação na bancada da sala). Observação: Será usado o mesmo sensor DS18B20.

### **1º Momento**

- O professor vai apresentar a proposta mostrando e realizando o experimento, cada grupo vai receber um roteiro para acompanhar e desenvolver o experimento em grupo, em seguida o grupo vai tirar dúvidas com o professor sobre as etapas na programação do arduíno, no computador, no aparato montado e na dinâmica do conceito com a prática, sendo essas etapas mediadas pelo professor (25 minutos).

### **2º Momento**

- O grupo vai realizar o experimento e realizar o Teste Conceitual proposto sobre o experimento (20 minutos).

**Método avaliativo:** Teste conceitual/raspadinha.



## Sexta aula

### 1º Momento

- Apresentação em power point sobre o conteúdo disponibilizado na fase de preparação sobre Radiação de Corpo Negro e executar em Sala de Aula o Simulador (utilizando o *chromeboock*) proposto na Fase de Aplicação Extraclasse. (20 minutos).

### 2º Momento

- Aplicar o roteiro em equipes e mediar as repostas e discussões (20 minutos).

**Método avaliativo:** Correção do roteiro proposto.

## Sétima aula

Realizar o experimento sobre radiação de corpo negro (Aula no laboratório de Física, com os grupos divididos e em fase de observação na bancada da sala).  
Observação: Será usado o mesmo sensor DS18B20.

### 1º Momento

- O professor vai apresentar a proposta mostrando e realizando o experimento, cada grupo vai receber um roteiro para acompanhar e desenvolver o experimento em grupo, em seguida o grupo vai tirar dúvidas com o professor sobre as etapas na programação do arduino, no computador, no aparato montado e na dinâmica do conceito com a prática, sendo essas etapas mediadas pelo professor (25 minutos).

## **2º Momento**

O grupo vai realizar o experimento e realizar o Teste Conceitual proposto sobre o experimento (20 minutos).

**Método avaliativo:** Teste conceitual/raspadinha.

## **Oitava aula**

Análise dos resultados obtidos e avaliação da sequência didática pelos alunos, utilizando um questionário (avaliação das atividades) e outro baseado na escala *Likert* (em anexo).

A tabela 2 apresenta detalhes de como está estruturada as aulas dentro de um trimestre. Sugerimos um tempo mínimo de execução (8 aulas) e um máximo (10 aulas), assim o professor que for fazer uso do produto pode se organizar dentro da disponibilidade de tempo que tiver.

Após a execução da sequência das aulas apresentadas na tabela 2 os alunos responderam a cinco perguntas propostas, assinalando uma escala *Likert* indo de 1 a 5, onde o significado da numeração é:

Dentre as opções de respostas, e considerando aqui a escala original de 5 pontos, teremos:

- 1) discordo totalmente;
- 2) discordo;
- 3) indiferente (ou neutro);
- 4) concordo;
- 5) concordo totalmente.

Tabela 2 – Estruturação das aulas dentro do trimestre.

FASE	DESENVOLVIMENTO DAS AULAS	DURAÇÃO: MÍNIMA E TOTAL PREVISTA
<p><b>Extra-classe:</b> Preparação- Estudo Prévio- Processos de Propagação do Calor</p>	<p>Divulgação da proposta; Materiais disponibilizados no <i>Google</i> Sala de Aula; Organização do grupo de <i>WhatsApp</i> e materiais impressos; TPI e TPe e Questionário Inicial. Avaliação: responder o questionário de garantia do preparo em casa.</p> <p><b>1ª aula</b></p> <p>Explicar como vai funcionar a <b>raspadinha</b> e o processo de cada etapa; Aplicação do TPI; Divisão dos grupos; Aplicação do TPe; Momentos para feedback, recurso e mediação do professor com as equipes; Avaliação: tentativas na raspadinha/acertos.</p> <p><b>2ª aula</b></p> <p>Exposição dialogado com apresentação do professor sobre os conteúdos estudados; Realização do 1º Teste Conceitual em equipes; Interação e comparação entre as equipe. Avaliação: teste conceitual/raspadinha.</p> <p><b>3ª aula</b></p> <p>No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 1º Experimento: Condução; As equipes respondem o 2º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p>	<p>Fase de preparação em casa.</p>
<p><b>Em classe</b></p>	<p><b>4ª aula</b></p> <p>No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 2º Experimento: Convecção; As equipes respondem o 3º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p> <p><b>5ª aula</b></p> <p>No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 3º Experimento: Irradiação; As equipes respondem o 4º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p> <p><b>6ª aula</b></p> <p>No laboratório de Física e com as equipes formadas Apresentação em power point sobre: Radiação de Corpo Negro; Executar em Sala de Aula o Simulador (utilizando o chromeboock) proposto na Fase de Aplicação Extraclasse; Aplicar o roteiro em equipes e mediar as repostas e discussões. Avaliação: correção do roteiro proposto.</p> <p><b>7ª aula</b></p> <p>No laboratório de Física e com as equipes formadas O professor vai apresentar o 4º Experimento: Radiação de Corpo Negro; As equipes respondem o 5º Teste Conceitual; Elaboram e discutem sobre as orientações para o roteiro proposto. Avaliação: teste conceitual e o relatório proposto.</p>	<p>Cada aula teve duração de 50 minutos</p>
<p><b>Extra-classe</b> Aplicação- Radiação de Corpo Negro (Tarefa)</p>	<p>Acessar o simulador e responder ao roteiro (em anexo). A simulação está disponível no <i>link</i>: &lt;<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html</a>&gt;. Avaliação: pontuação extra.</p>	<p>Tarefa de casa</p>
<p><b>Em classe</b> Aplicação - Avaliação</p>	<p><b>8ª aula</b></p> <p>Análise dos resultados obtidos e avaliação da sequência didática pelos alunos, utilizando um questionário (AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES) e outro baseado na escala Likert (em anexo).</p>	<p>Uma aula de 50 minutos.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

## 4 EXPERIMENTO

A tabela abaixo descreve os quatro experimentos que foram selecionados para o desenvolvimento do produto.

Tabela 1 – Descrição dos quatro experimentos para o desenvolvimento do produto.

ITEM	TÍTULOS DOS EXPERIMENTOS	DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS CONCEITUAIS	PAPEL DO PROFESSOR	AValiação
1	<b>Condução</b>	Analisar os diferentes tipos de materiais e a influência do calor específico; Diferenciar temperatura e calor; Capacidade térmica; Exemplificar calor sensível e latente; Lei da Condução Térmica: Condutores e Isolantes.	Orientação Agrupar Organização Esclarecimento Monitoramento Gerenciamento	Teste Conceitual 2 e relatório (orientações no roteiro)
2	<b>Convecção</b>	Transporte de matéria: líquidos e gases; Aplicações e consequências da convecção térmica.	Orientação Agrupar Organização Esclarecimento Monitoramento Gerenciamento	Teste Conceitual 3 e relatório (orientações no roteiro)
3	<b>Irradiação</b>	Transmissão de energia por meio de ondas eletromagnéticas; Aplicações e efeito da irradiação no dia a dia.	Orientação Agrupar Organização Esclarecimento Monitoramento Gerenciamento	Teste Conceitual 4 e relatório (orientações no roteiro)
4	<b>Radiação de Corpo Negro</b>	Absovidade, refletividade e Transmissividade; Corpo negro e espelho ideal; Lei de Stefan- Boltzmann e Lei de Kirchhoff.	Orientação Agrupar Organização Esclarecimento Monitoramento Gerenciamento	Teste Conceitual 5 e relatório (orientações no roteiro)

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

**Papel do professor** - Desde o início do planejamento da primeira etapa de execução do produto o docente deve trazer ações para despertar a autonomia dos discentes, planejando e monitorando atividades que acarretam em tarefas essenciais para o desenvolvimento geral da proposta.

**Orientação** - Deve aparecer no primeiro contato com os discentes e continua durante todo o desenvolvimento das etapas, pois é nela que o professor comunica as etapas, reforça as metas e regulariza o foco.

**Agrupar** - A visão do docente ocorre no primeiro encontro, onde após orientações e aplicação dos testes de preparação individual e em equipes, é necessária a formação das equipes agrupando os estudantes de forma balanceada para que todos os grupos tenham possibilidades equilibradas de interação e aprendizado.

**Organização** - O docente deve analisar os prazos para o cumprimento de cada experimento, testes conceituais, roteiros para orientação do relatório, recolhimento dos experimentos e dando um retorno aos alunos quanto aos materiais e conhecimentos específicos da física.

**Esclarecimento** - Ser próximo às equipes, esclarecendo as dúvidas e apontando para tomada de decisões.

**Monitoramento** - No papel de monitorar, o docente precisa buscar o envolvimento de cada integrante da equipe, dando aos alunos mais autonomia para analisar seus erros e acertos, mas se colocando à disposição.

**Gerenciamento** - Analisar e validar o fluxo das atividades, providenciando os materiais de apoio com o intuito de promover a aprendizagem do conteúdo abordado.

#### 4.1 METODOLOGIA UTILIZADA

*Team Based Learning (TBL)* - O método foi criado pelo professor de gestão e negócios Larry Michaelsen, no final dos anos 70, na Universidade de Oklahoma (EUA). O TBL tem como objetivo melhorar a aprendizagem e desencadear habilidades em parcerias, por meio de uma situação que envolve.

[...] o gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, feedback constante e avaliação entre os colegas. A ideia central é que os alunos se sintam responsáveis pela própria aprendizagem e pela dos colegas (MICHAELSEN, KNIGHT; FINK, 2004, p. 7).

Na execução do TBL, um conteúdo ou disciplina é organizado em módulos, cujas principais fases são: preparação e aplicação. Por isso cada módulo é dividido em

duas partes principais, abordando atividades de preparação e aplicação, tanto extraclasse quanto em sala de aula.

Testes Conceituais (TC) - Usar Testes Conceituais (TC) é uma proposta que tem como objetivo proporcionar aos alunos a compreensão dos fatos e teorias físicas, aproveitando as discussões em grupos e a mediação do professor. Proporcionando interação entre colegas sobre respostas dadas aos problemas conceituais propostos para trabalhar cada experimento proposto nessa sequência didática.

Uma grande dificuldade no ensino da Física em nível introdutório é o fato de que os discentes relutam em analisar e mudar suas concepções prévias ou alternativas sobre a Física. É necessário mudar, pois alguns alunos respondem às questões do modo que o professor ensina, não compreendendo o que é ensinado.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. S. de. **Robótica educacional com Arduino como ferramenta didática para o ensino de Física**. 2018. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Sobral, 2018.

ARAÚJO, M. S. T. de; ADIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais: Física**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION SHAREALIKE. **Arduino**. 2022. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 23 jul. 2022.

FRANCISCA, J. K. K. **Um estudo sobre as concepções alternativas de calor e temperatura**. UFSC, 2001.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. **Team-based learning: a transformative use of small groups in college teaching**. 1. ed. Sterling - VA: Stylus, 2004.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 2, 2005.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contextodas interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 1, 2007.

OLIVEIRA, T. E. de; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem baseada em equipes (team- based learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962 – 986,2016.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da Física: física óptica**. ed. 10. São Paulo, 2009.

VÁLIO, A. B. M. **Ser protagonista: física**. São Paulo: Edições SM,2016.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

## ANEXO A – Fase de Preparação/ Extra-classe

**Conhecendo você!**

Nome completo:

Idade:

## Fase de Formação das Equipes

1 - Você possui experiência de uso de grupos em sala de aula?

sim, muita.

sim, pouca.

não.

2 - Você participa de grupos de estudos? Se sim, com que frequência?  
Descrever brevemente alguma experiência que tenha tido.

3 - Com que frequência você costuma estudar na semana? Se sim, quantos dias na semana?

4 - Você tem mais afinidade em que área da Física?  
(Teoria/modelos, os experimentos, sobre os cientistas, algum conteúdo...)

5 - (UFSCAR-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão é correta? Justifique a sua resposta.

6 - Quando se coloca uma colher de metal dentro da água fervendo em uma panela e se segura a ponta do cabo, nota-se que esta extremidade torna-se cada vez mais quente, podendo até queimar a mão. Isto, apesar da mão estar distante da água fervendo. Por que a mão queima se não está em contato com a água fervendo? Considerando a mesma situação anterior, só que com uma colher de madeira, a mão não queimará com a mesma rapidez, por quê?

7 - (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. Porque escolher roupas claras ?

8 - (UNITAU – SP) Num dia quente você estaciona o carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Quando volta, nota que “o carro parece um forno”. Porque isso acontece?

9 - O aprendizado de física também se faz através da observação das situações que ocorrem no dia-a-dia. A experiência de se caminhar sobre um carpete, um piso de madeira ou de cerâmica, causa sensações térmicas diferentes. Como se explica esse fato?



10 - Você já viu um pássaro no inverno? Ele eriça suas penas e procura se encolher ao máximo. Por que ele faz isso?

### Questionário inicial antes da primeira aula

1 - (UFSCAR-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão:

- a) é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
- b) é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.
- c) é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.
- d) faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.
- e) faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

2 - O congelador é colocado na parte superior dos refrigeradores, pois o ar se resfria nas proximidades dele, \_\_\_\_\_ a densidade e desce. O ar quente que está na parte de baixo, por ser \_\_\_\_\_, sobe e resfria-se nas proximidades do congelador. Nesse caso, o processo de transferência de energia na forma de calor recebe o nome de \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) aumenta – mais denso – convecção.
- b) diminui – mais denso – condução.
- c) aumenta – menos denso – condução.
- d) diminui – menos denso – irradiação.
- e) aumenta – menos denso – convecção.

3 - (UNIFENAS) A transmissão de calor por convecção só é possível:

- a) no vácuo
- b) nos sólidos
- c) nos líquidos
- d) nos gases
- e) nos fluidos em geral.

4 - (UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção
- b) radiação e condução
- c) convecção e radiação
- d) condução e convecção

e) condução e radiação

5 - (PUC-RIO) O mecanismo através do qual ocorre a perda de calor de um objeto é dependente do meio no qual o objeto está inserido. No vácuo, podemos dizer que a perda de calor se dá por:

- Condução;
- Convecção;
- Radiação;
- Condução e Convecção;
- Convecção e Radiação.

### Tarefa de Leitura (TL) - Fase de Preparação

## FÍSICA: PROPAGAÇÃO DO CALOR

---

### FLUXO DE CALOR

Espontaneamente, o calor sempre se propaga de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura. O fluxo de calor é definido como sendo a razão entre o calor trocado e o intervalo de tempo decorrido:

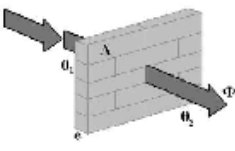
$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

### CONDUÇÃO TÉRMICA

Na transmissão de calor por *condução*, a energia se transfere de partícula para partícula (átomos, moléculas ou ions), através do material constituinte do corpo. A partícula, ao receber energia, aumenta seu grau de agitação, e esse aumento no grau de agitação se transmite para as partículas vizinhas.

**LEI DA CONDUÇÃO TÉRMICA (LEI DE FOURIER)**

O fluxo de calor que atravessa uma superfície é dada por:



$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot (\theta_1 - \theta_2)}{e}$$

Onde *k* é uma constante denominada coeficiente de condutibilidade térmica, *A* é a área, *e* é a espessura e *θ* é a temperatura.

**EXEMPLOS**

As **panelas**, geralmente, são de metal e possuem cabo de madeira ou de baquelite. O metal, por ser bom condutor de calor, garante aquecimento mais rápido; a madeira ou a baquelite do cabo, não se aquece muito, por serem bons isolantes térmicos.

As **canecas de alumínio**, muito usadas antigamente, são pouco práticas, pois, ao se colocar dentro delas líquidos quentes, elas rapidamente se aquecem, tornando-se difícil tocá-las. Hoje em dia, são mais

### CONVECÇÃO TÉRMICA

Geralmente, os líquidos e gases não são bons condutores de calor. Nos líquidos e nos gases, o calor é transmitido mais rapidamente pelo processo de convecção. A *convecção* é o processo em que calor se transmite pela movimentação de matéria de um local para outro devido à diferenças de densidade.

Consideremos, inicialmente, o aquecimento de um líquido. Por exemplo, a água contida num recipiente e aquecida por uma chama à gás:

- O calor se transmite através do fundo do recipiente pelo processo de condução até a superfície interna do recipiente que está em contato com a água;
- A água que está em contato com a superfície do fundo do recipiente se aquece; esse aquecimento acarreta a dilatação da água e a consequente diminuição de sua densidade;

usadas as canecas de vidro, de cerâmica, ou de acrílico, que são bons isolantes térmicos.

Os fabricantes de geladeira recomendam a limpeza do congelador quando a camada de gelo em seu interior atinge determinada espessura, pois o gelo é um bom isolante térmico e por isso dificulta as trocas de calor que devem ocorrer entre o congelador e o fluido operante dentro dos tubos do congelador. Pelo mesmo motivo, os iglus, habitação típica dos esquimós, são feitos de gel, para diminuir as perdas de calor de seu interior, já que o gelo é um bom isolante térmico.

Nos países de invernos rigorosos, as vidraças das janelas das casas são montadas com vidros duplos separados por ar, um outro bom isolante térmico; isso diminui as perdas de calor da casa aquecida.

As geladeiras de piquenique e os porta-garrafas são feitos de isopor, também um bom isolante térmico, visando diminuir as trocas de calor com o meio externo.

- A água do fundo do recipiente, mais quente e menos densa, sobe; e a água da parte superior, relativamente mais fria e mais densa, desce.
- Forma-se então, no interior do líquido, as denominadas correntes de convecção (uma ascendente, quente, e uma descendente, fria), originadas pelas diferenças de densidade.

Um aquecimento por convecção deve ser feito a partir da região inferior, de modo a facilitar a subida do material aquecido.

Um resfriamento por convecção deve ser feito a partir da região superior, de modo a facilitar a descida do material resfriado, mais denso.

### EXEMPLOS

Numa geladeira doméstica o congelador situa-se na parte superior, pois o ar próximo a ele se resfria, torna-se mais denso e desce. Isto obriga o ar da parte inferior da geladeira, relativamente mais quente e menos denso, a subir e resfriar-se junto ao congelador.

Em regiões litorâneas é comum a presença de brisas próximas ao mar. Para melhor entender a formação dessas brisas, devemos nos lembrar de que a água possui um alto calor específico quando comparada com outros materiais. Isso significa que a água sofre pequenas variações de temperatura em comparação, por exemplo, com a areia da praia.

- Ao amanhecer, o Sol aquece tanto a água do mar como a areia. Contudo a areia se aquece mais rapidamente do que a água; o ar junto à areia se aquece e, por ser menos denso, sobe e é substituído pelo ar que estava sobre a água (brisa marítima).
- Ao anoitecer a areia se resfria mais rapidamente que a água. O ar situado próximo à água, agora mais aquecido, sobe e é substituído pelo ar mais frio que estava junto à areia (brisa terrestre).

Esse mesmo mecanismo explica a formação dos ventos sobre a superfície da Terra.

### IRRADIAÇÃO TÉRMICA

Na transmissão de calor por condução, a energia é transmitida de partícula a partícula ao longo do material; na convecção, a energia é transmitida juntamente com porções de material aquecido. Assim, tanto a condução como a convecção são processos de transmissão de calor que requerem a presença de um meio material.

A *irradiação* é um processo de transmissão de calor que dispensa a presença de um suporte material para que ela possa se realizar, pois é um processo que ocorre por emissão de ondas eletromagnéticas, único tipo de onda que, pela sua natureza, pode se propagar no vácuo.

A irradiação é a emissão de ondas de infravermelho por um corpo. Essa emissão é tanto maior quanto mais alta é a temperatura do corpo emissor.

### EXEMPLOS

Os alimentos preparados num forno são assados por ação de calor radiante.

As lareiras aquecem o ambiente em que estão localizadas porque irradiam calor.

Em granjas, os pintinhos são mantidos aquecidos por lâmpadas incandescentes. Nas lâmpadas incandescentes, apenas uma pequena parcela da energia elétrica é convertida em energia luminosa, o restante é convertido em calor radiante. Pelo mesmo motivo, é comum o pipoqueiro manter um lampião à gás aceso próximos às pipocas em seu carrinho.

Chocolates e bombons são embrulhados em papel alumínio, cuja superfície polida possui alta refletividade, minimizando assim o amolecimento que o chocolate sofreria, sem essa proteção, pela absorção do calor radiante incidente.

As garrafas térmicas podem manter um líquido quente ou gelado, com variações pequenas de temperatura, por um longo tempo. Elas são fabricadas com vidro, que é um mau condutor de calor, e com paredes duplas entre as quais se faz o vácuo, o que reduz a níveis mínimos as trocas de calor por condução e convecção. As paredes de vidro são, ainda, espelhadas interna e externamente para que se dificulte ao máximo a irradiação tanto de dentro para fora como de fora para dentro.

## Os Fundamentos da Física – Temas Especiais

### A radiação do corpo negro

Um corpo em qualquer temperatura emite radiações eletromagnéticas. Por estarem relacionadas com a temperatura em que o corpo se encontra, freqüentemente são chamadas **radiações térmicas**. Por exemplo, “sentimos” a emissão de um ferro elétrico ligado, mas não enxergamos as ondas por ele emitidas. É que em baixas temperaturas a maior taxa de emissão está na faixa do infravermelho.

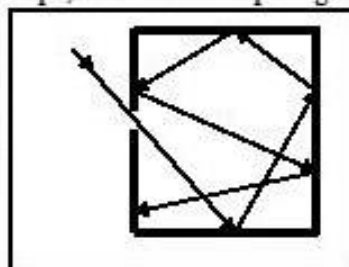


Aumentando-se gradativamente a temperatura de um corpo, ele começa a emitir luz visível, de início a luz vermelha, passando a seguir para a amarela, a verde, a azul e, em altas temperaturas, a luz branca, chegando à região do ultravioleta do espectro eletromagnético.



Para o estudo das radiações emitidas foi idealizado um corpo, denominado **corpo negro**.

O **modelo prático** mais simples de um corpo negro é o de uma pequena abertura num objeto oco (figura 1): qualquer radiação que entra vai sendo refletida e absorvida nas paredes e acaba por ser completamente absorvida. Se o objeto oco for aquecido por uma fonte de calor no seu interior, há emissão de radiação pelo orifício.



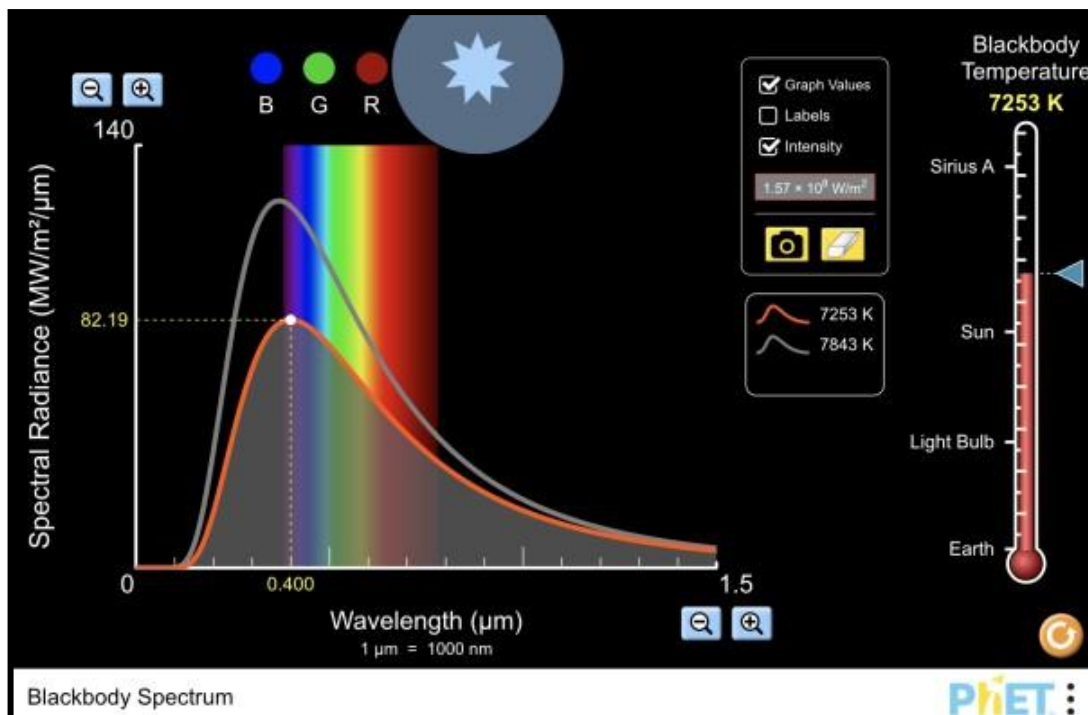
**Importante:** Nesse modelo, é a abertura que constitui o corpo negro.

Figura 1  
Um modelo de corpo negro

O corpo negro absorve toda radiação que nele incide, isto é, sua absorvidade é igual a 1 ( $a = 1$ ) e sua refletividade é nula ( $r = 0$ ), decorrendo deste último fato seu nome (negro). O corpo negro não tem cor à reflexão mas pode ter cor à emissão.

Todo absorvente é bom emissor. Logo, o corpo negro, além de absorvedor ideal, é também um emissor ideal. Sua emissividade é igual a 1 ( $e = 1$ ). Um corpo negro, independentemente do material com que é confeccionado, emite radiações térmicas com a mesma intensidade, a uma dada temperatura e para cada comprimento de onda. Daí decorre o uso do corpo negro para o estudo das radiações emitidas. Através do orifício tem-se a emissão de radiação por aquecimento.

**Roteiro proposto para o simulador (fase de aplicação extraclasse)**



1. Descrever o que acontece com o espectro de corpo negro à medida que aumenta ou diminui a temperatura.
2. O que acontece com a forma da curva e o pico desta curva?
3. Descrever o espectro de corpo negro de uma lâmpada. Por que as lâmpadas ficam quentes? Elas parecem eficientes?

## ANEXO B – Manual para cada experimento

### Procedimentos de montagem para cada experimento A exploração da montagem em sala de aula

#### Passo a passo...

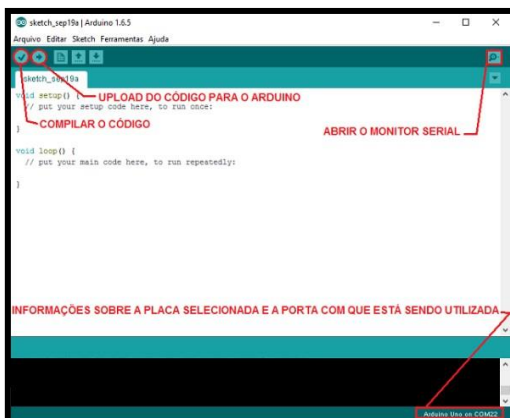
Baixar a versão atualizada da IDE do Arduino para Windows basta acessar <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> e efetuar a instalação. Depois de instalado, execute o **arduino.exe** para carregar a IDE (provavelmente um atalho foi criado na sua área de trabalho).

Sugestão de vídeo feito pelo autor.

#### VIDEOS

<https://www.youtube.com/watch?v=eenmjKTwsc4>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).



#### Passo a passo...

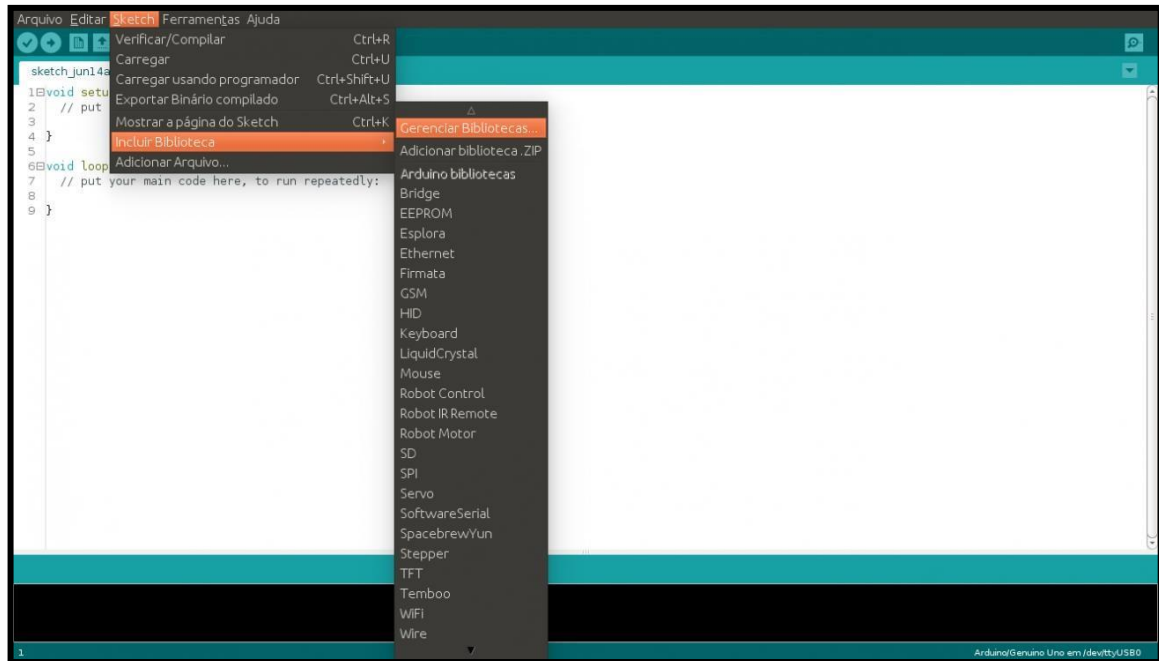
Baixar as bibliotecas **Onewire** e **Dallastemperature**, deixadas no *link* abaixo.

<https://www.arduinolibraries.info/libraries/dallas-temperature>

<https://www.arduinolibraries.info/libraries/one-wire>

#### Incluindo a Biblioteca

Para começar é necessário fazer a instalação de duas bibliotecas para a leitura dos dados do sensor. Na sua Arduino IDE, clique em Sketch, depois vá até **Incluir Biblioteca** e entre em **Gerenciar Bibliotecas**. Feito isso, digite no campo de pesquisa o nome das bibliotecas, **DallasTemperature** e **OneWire**, e selecione para realizar instalação como nas imagens a seguir.



### Código Arduino sensor temperatura:

```

Constint PINO_ONEWIRE= 12; // Define pino do sensor
OneWire oneWire(PINO_ONEWIRE); // Cria um objeto OneWire
DallasTemperature sensor(&oneWire); // Informa a referencia da biblioteca dallas
temperature para Biblioteca onewire
DeviceAddress endereco_temp; // Cria um endereco temporario da leitura do sensor

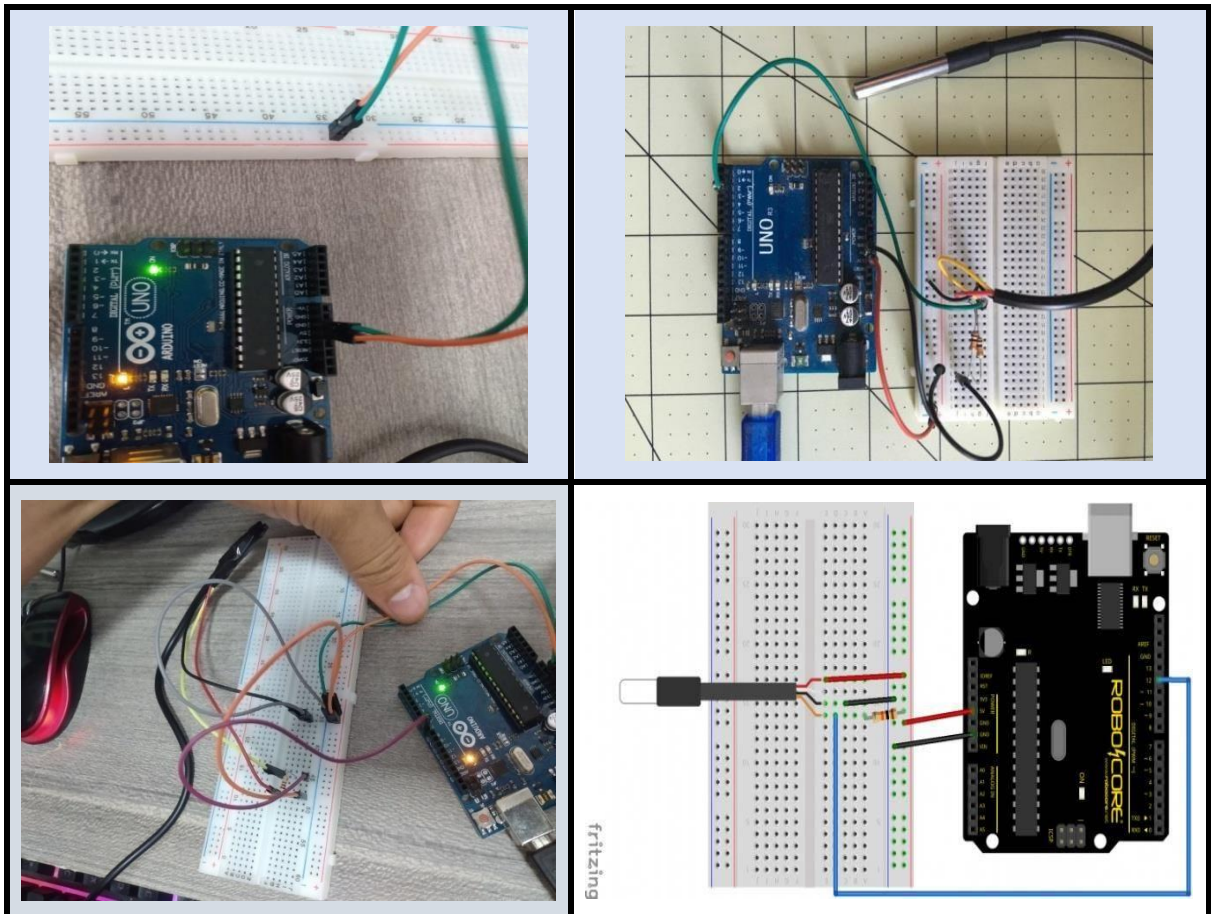
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inicia a porta serial
  Serial.println("Medindo Temperatura"); // Imprime a mensagem inicial sensor.begin();
  ; // Inicia o sensor
}

void loop() {
  sensor.requestTemperatures(); // Envia comando para realizar a conversão de
  temperatura
  if (!sensor.getAddress(endereco_temp,0)) { // Encontra o endereco do sensor no
  barramento
  Serial.println("SENSOR NAO CONECTADO"); // Sensor conectado, imprime
  mensagem de erro
  } else {
  Serial.print("Temperatura = "); // Imprime a temperatura no monitor serial
  Serial.println(sensor.getTempC(endereco_temp), 1); // Busca temperatura para
  dispositivo
  }
  delay(1000);
}

```

É necessário observar em qual porta digital esta configurado o seu código, para que o sensor seja conectado na mesma porta de configuração. Nosso código acima esta configurado na porta **12**.

**INÍCIO:** Construção da montagem do sensor na placa do Arduino Uno.





ANEXO C – Instrumentos utilizados na execução da etapa em classe e aplicação

### **Questionários, Testes Conceituais, Roteiros**

#### **Teste de Preparação Individual e em Equipes (TPi e TPe)- 1ª aula**

1 - (FUVEST - SP) Têm-se dois corpos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado A e outro negro N, que ficam expostos ao sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, é mais provável que ocorra o seguinte:

- a) Ao fim de uma hora não se pode dizer qual temperatura é maior.
- b) As temperaturas são sempre iguais em qualquer instante.
- c) Após uma hora a temperatura de N é maior que a de A.
- d) De início a temperatura de A decresce (devido à reflexão) e a de N aumenta.
- e) As temperaturas de N e de A decrescem (devido à evaporação) e depois crescem.

2 - (PUC-RS) No inverno, usamos roupas de lã baseados no fato de a lã:

- a) ser uma fonte de calor.
- b) ser um bom absorvente de calor.
- c) ser um bom condutor de calor.
- d) impedir que o calor do corpo se propague para o meio exterior.
- e) n.d.a

3 - (ENEM) A sensação de frio que sentimos ao sair da água resulta: do fato de nos sentirmos frio.

- a) da perda de calor temperatura maior.
- b) da transferência de calor da atmosfera para o nosso corpo.
- c) da perda de calor temperatura menor.
- d) n.d.a.

4 - Uma carteira escolar é construída com partes de ferro e partes de madeira. Quando você toca a parte de madeira com a mão direita e a parte de ferro com a mão esquerda, embora todo o conjunto esteja em equilíbrio térmico:

- a) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor.
- b) a mão direita sente menos frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor
- c) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a convecção na madeira é mais notada que no ferro.
- d) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a convecção no ferro é mais notada que na madeira.
- e) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a madeira conduz melhor o calor.

5 - O efeito estufa, segundo as teorias mais aceitas pela comunidade científica, vem contribuindo para a elevação média das temperaturas no planeta. Esse fenômeno é um processo:

- a) Natural, após ondas de calor emitidas pelo sol sofrerem refração ao penetrar a atmosfera terrestre, porém intensificado pela ação humana.
- b) Artificial, ou seja, resultado direto da interferência humana sobre o meio ambiente.
- c) Recente, não havendo registros de sua existência em épocas geológicas antigas.
- d) Natural, apesar de o Sol emitir calor na forma de radiação para o nosso planeta, a potencialização desse fenômeno não tem relação com a ação humana.

6 - Em uma manhã de céu azul, um banhista na praia observa que a areia está muito quente e a água do mar está muito fria. À noite, esse mesmo banhista observa que a areia da praia está fria e a água do mar está morna. O fenômeno observado deve-se ao fato de que:

- a) a densidade da água do mar é menor que a da areia.
- b) o calor específico da areia é menor que o calor específico da água.
- c) o coeficiente de dilatação térmica da água é maior que o coeficiente de dilatação térmica da areia.
- d) o calor contido na areia, à noite, propaga-se para a água do mar.
- e) a agitação da água do mar retarda seu resfriamento.

7 - Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras **calor** e **temperatura** de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como **algo quente** e temperatura mede a **quantidade de calor de um corpo**. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo que estiver fervendo.
- b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura;

8 - (PUC-SP) - Analise as afirmações referentes à condução térmica:

I - Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

II - Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.

III - Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III estão corretas.
- b) I, II e III estão erradas.
- c) apenas I está correta.
- d) apenas II está correta.
- e) apenas I e II estão corretas.

9 - (UFCAR-SP) Nas geladeiras o congelador encontra-se na parte superior. Nos polos, as construções são feitas sob o gelo. Os viajantes do deserto do Saara usam roupas de lã durante o dia e à noite.

Relativamente ao texto acima, qual das afirmações abaixo não é correta?

- a) O gelo é mau condutor de calor.
- b) A lã evita o aquecimento do viajante do deserto durante o dia e o resfriamento durante a noite.
- c) A lã impede o fluxo de calor por condução e diminui as correntes de convecção.
- d) O gelo, sendo um corpo a 0°C, não pode dificultar o fluxo de calor.
- e) O ar é um ótimo isolante para o calor transmitido por condução, porém favorece muito a transmissão do calor por convecção.

10 - (ENEM-MEC) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica.

Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

- I - Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.
- II - Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.
- III - Limpar o radiador ("grade" na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor o ambiente.

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

- a) a operação I
- b) a operação II
- c) as operações I e II
- d) as operações I e III
- e) as operações II e III

**Gabarito****TPi e TPe**

Prezado aluno,

Leia com bastante atenção analise todas as alternativas e marque apenas a que julgar correta.

A interpretação das questões faz parte do processo de avaliação.

Não se esqueça de deixar os cálculos nas questões.

<b>GABARITO</b>					150103
Data: ___/___/___ Curso: _____ Ano: _____					
Disciplina: _____					
Nome: _____ Grupo Nº: _____					
APÓS A ORIENTAÇÃO DO COORDENADOR DA ATIVIDADE RASPE A COBERTURA METÁLICA PARA EXPOR A RESPOSTA					
	A	B	C	D	Portuação
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	___
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	___
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	___
10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___

**Teste Conceitual 1- Tipos de Calor (2ª aula)**

1 - Ao visitar a praia durante um belo dia de sol, perceberemos que a areia estará bem quente, enquanto a água estará fria. Marque a alternativa que explica corretamente o motivo da diferença de temperatura entre as duas substâncias.

- a) O calor específico da água é muito menor que o da areia, por isso ela não se esquentar facilmente.
- b) O calor específico da areia é menor que o da água, por isso ela sofre variações de temperatura com maior facilidade.
- c) A quantidade de água é infinitamente superior à quantidade de areia, por isso a água nunca se esquentará.
- d) Por ser um líquido e apresentar maior proximidade das moléculas, a água sempre apresentará maior dificuldade para elevar sua temperatura.
- e) Todas as explicações acima estão incorretas.

2 - Marque a alternativa correta a respeito do calor específico.

- a) Calor específico é a quantidade de energia fixa necessária para que 1g de uma determinada substância eleve sua temperatura em 1 °C.
- b) Calor específico é a quantidade de energia necessária para que 1 g de uma determinada substância sofra uma variação de 1,8 °F.
- c) Quanto maior for o calor específico de uma substância, mais fácil ele sofrerá variações de temperatura.
- d) Quanto menor for o calor específico de uma substância, mais difícil será para que ela sofra variações significativas de temperatura.
- e) Calor específico é uma grandeza característica apenas de sólidos e gases, e representa a quantidade de energia necessária para que 1 g de uma determinada substância sofra uma variação de 1 °C.

3 - Sabe-se que o calor latente de fusão da água é igual a 80 cal/g, enquanto o calor latente de fusão do chumbo é de 6 cal/g. Em relação a esse dado, assinale a alternativa correta.

- a) Durante o processo de fusão, o chumbo derrete mais lentamente que o gelo.
- b) Durante o processo de fusão, o chumbo derrete mais rapidamente que o gelo.
- c) O gelo precisa de uma menor quantidade de calor latente para derreter.
- d) O chumbo necessita de uma menor quantidade de calor para fundir-se, se comparado ao gelo.
- e) O gelo e o chumbo precisam absorver aproximadamente a mesma quantidade de calor para que se fundam.

4 - (UFAL) Considere as afirmações abaixo sobre a propagação de calor.

- I - Em uma geladeira, as prateleiras não devem ser feitas de placas inteiriças.
- II - Quando próximo a um forno muito aquecido recebem-se grande quantidade de calor.
- III - Para mexer continuamente um alimento de cozimento demorado deve-se usar colher de pau.

Os processos de transmissão de calor, que justificam as afirmações são, respectivamente,

- a) condução, convecção e irradiação.
- b) irradiação, convecção e condução.
- c) condução, irradiação e convecção.
- d) convecção, irradiação e condução.
- e) convecção, condução e irradiação.

5 - Determine a capacidade térmica de um corpo que recebeu 2000 calorias de calor de uma fonte térmica e sofreu uma variação de temperatura de 40 °C.

- a) 10 cal/°C
- b) 20 cal/°C
- c) 30 cal/°C
- d) 40 cal/°C
- e) 50 cal/°C

### **Teste Conceitual 2 - Experimento 1 - Condução (3ª aula)**

1 - Quando o calor se propaga num corpo sólido, temos:

- a) aumento da vibração das moléculas por condução.
- b) um aumento de moléculas no corpo.
- c) uma movimentação das moléculas do corpo.
- d) aumento de calor no corpo.
- e) N.R.A.

2 - Sobre a transmissão de calor por condução, é correto afirmar que:

- a) ocorre somente nos sólidos;
- b) pode ocorrer no vácuo;
- c) caracteriza-se pela transmissão de calor entre partículas em razão da diferença de temperatura;
- d) caracteriza-se pelo transporte de matéria entre regiões de um fluido em razão da diferença de densidade.

3 - (PUCC-SP) Em qual dos casos a seguir a propagação de calor se dá principalmente por condução?

- a) água quente que sai do chuveiro.
- b) A fumaça que sobe pela chaminé.
- c) o cigarro acendido com uma lente que concentra os raios solares.
- d) a xícara que se aquece com o café quente.
- d) água aquecida numa panela colocada sobre a chama, no fogão.

4 - (UFMG) Depois de assar um bolo em um forno a gás, Zulmira observa que ela queima a mão ao tocar no tabuleiro, mas não a queima ao tocar no bolo.

Considerando-se essa situação, é CORRETO afirmar que isso ocorre porque

- a) a capacidade térmica do tabuleiro é maior que a do bolo.
- b) a transferência de calor entre o tabuleiro e a mão é mais rápida que entre o bolo e a mão.
- c) o bolo esfria mais rapidamente que o tabuleiro, depois de os dois serem retirados do forno.
- d) o tabuleiro retém mais calor que o bolo.

5 - (PUC-SP) Analise as afirmações referentes à condução térmica:

I – Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

II – Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.

III – Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III estão corretas.
- b) I, II e III estão erradas.
- c) apenas I está correta.
- d) apenas II está correta.
- e) apenas I e II estão corretas.

### **Teste Conceitual 3 - Experimento 2- Convecção (4ª aula)**

1 - Os aquecedores domésticos geralmente são instalados próximos do chão, entretanto, os aparelhos de ar-condicionado são instalados no alto. O motivo desses aparelhos serem dispostos dessas maneiras deve-se a:

- a) liquefação
- b) condução
- c) convecção
- d) radiação

2 - Assinale quais dos processos listados a seguir envolvem a transferência de calor por convecção:

I – pisar sobre asfalto quente.

II – assar algo no forno a gás convencional.

III – fritar algo em uma panela antiaderente sem óleo. IV – ser aquecido pela luz do Sol.

- a) I e II

- b) II e III
- c) Somente II
- d) Somente III
- e) I, II e III

3 - (UTF-Pr) Sobre trocas de calor, considere as afirmações a seguir.

I - Cobertores são usados no inverno para transmitir calor aos corpos.

II - A superfície da Terra é aquecida por radiações eletromagnéticas transmitidas pelo Sol.

III - Em geral, as cidades localizadas em locais mais altos são mais frias porque correntes de convecção levam o ar mais frio para cima.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) II e III

4 - (UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção
- b) radiação e condução
- c) convecção e radiação
- d) condução e convecção
- e) condução e radiação

5 - (UNIFENAS) A transmissão de calor por convecção só é possível:

- a) no vácuo
- b) nos sólidos
- c) nos líquidos
- d) nos gases
- e) nos fluidos em geral.

#### **Teste Conceitual 4 - Experimento 3 - Irradiação (5ª aula)**

1 - (UFMG) A irradiação é o único processo de transferência de energia térmica no caso:

- a) da chama do fogão para a panela.
- b) do Sol para um satélite de Júpiter.
- c) do ferro de soldar para a solta.
- d) da água para um cubo de gelo flutuando nela.
- e) de um mamífero para o meio ambiente.



2 - (ITA) Uma garrafa térmica, devido às paredes espelhadas, impede trocas de calor por:  
condução.

- a) irradiação.
- b) convecção.
- c) reflexão.
- d) n.d.a.

3 - Marque a alternativa correta a respeito dos processos de propagação de calor.

- a) Os processos de propagação de calor por condução e convecção ocorrem em todos os tipos de meios.
- b) O processo de irradiação de calor ocorre somente no vácuo.
- c) A convecção é o processo de propagação de calor que proporciona o efeito das brisas marítimas.
- d) A condução térmica ocorre somente em líquidos.
- e) A irradiação é um processo de transferência de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas pertencentes ao espectro visível.

4 - Observe as afirmações a seguir:

- I - O Sol aquece a Terra por meio do processo de \_\_\_\_\_ térmica;
- II - As panelas são feitas de metal porque esses materiais têm maior capacidade de transmissão de calor por \_\_\_\_\_;
- III - Os aparelhos de ar-condicionado devem ficar na parte superior de uma sala para facilitar o processo de \_\_\_\_\_.

As palavras que completam as frases acima corretamente de acordo com os princípios físicos dos processos de transmissão de calor são, respectivamente:

- a) condução, convecção, irradiação;
- b) convecção, irradiação, condução;
- c) irradiação, convecção, condução;
- d) irradiação, condução, convecção;
- e) condução, irradiação, convecção.

5 - (Enem - 2013):



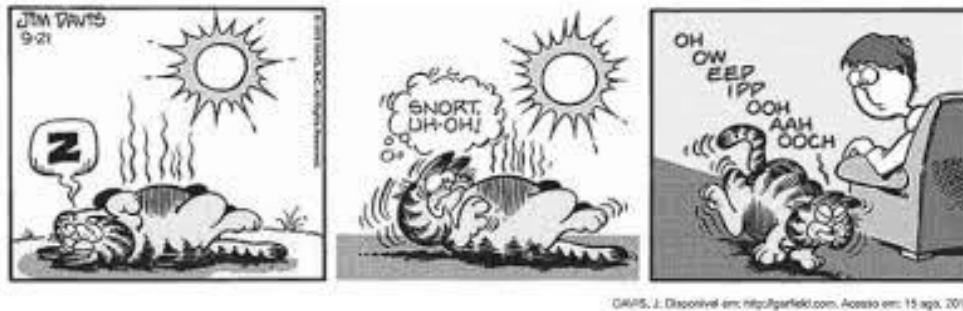
Disponível em: <http://casadoenoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e convecção.
- e) Irradiação e condução.

### Teste Conceitual 5 - Experimento 4- Radiação de Corpo Negro (7ª aula)

1 - (ENEM, 2017):

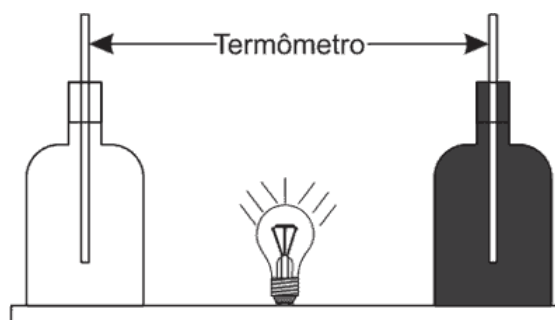


A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como

- a) visível.
- b) amarela.
- c) vermelha.
- d) ultravioleta.
- e) infravermelha.

2 - (ENEM 2013) Em um experimento, foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas:

- a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e
- b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

3 - (PUC-RJ 2008) O mecanismo através do qual ocorre a perda de calor de um objeto é dependente do meio no qual o objeto está inserido. No vácuo, podemos dizer que a perda de calor se dá por:

- a) Condução.
- b) Convecção.
- c) Radiação.
- d) Condução e Convecção.
- e) Convecção e Radiação.

### **Orientação para os grupos na elaboração do relatório para cada experimento**

Esse trabalho deverá ser desenvolvido de acordo com as seguintes regras:

1. Em grupos de cinco alunos.
2. Deverá apresentar um MATERIAL ESCRITO contendo:
  - **Descrição do experimento:** Deve conter a lista de materiais necessários para a construção do experimento e uma descrição sobre o processo de montagem do mesmo. O grupo deverá relatar também erros cometidos durante a montagem, resultados inesperados, as dificuldades encontradas, até alcançar a versão final do experimento.
  - **Explicação do experimento:** Esta seção deve apresentar um passo a passo para a execução do experimento e o consequente entendimento do fenômeno que ele pretende mostrar/reproduzir, tendo em vista os conceitos e princípios envolvidos nesta explicação. O grupo deve descrever também as aplicações dessa teoria em situações do dia a dia.
3. Os CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO utilizados são:
  - **Qualidade da apresentação:** Será avaliada a capacidade do grupo de explicar a questão básica articulando os conceitos e princípios envolvidos para sua compreensão, analisando o as questões propostas no teste conceitual.
  - **Qualidade do material escrito:** Será avaliado o cumprimento às regras estabelecidas no item 2 acima.

### **Questionário de avaliação das atividades - aplicação do produto**

1 - Em relação à parte de estudar os textos e assisti aos vídeos em casa, como preparação para a aula, qual é a sua opinião?

---

---

2 - E quanto à apresentação dos testes conceituais e a utilização das **raspadinhas** em sala de aula, o que achou?

---

---

3 - Qual a sua opinião sobre a discussão das respostas com os colegas? Acha que foi útil, que conseguiu aprender melhor? Justifique.

---

---

4 - Considera que aprendeu os conteúdos de Física trabalhados?

---

---

5 - Pensando que essa metodologia vai ser utilizada com outras turmas, o que pode ser feito para melhorar?

---

---

6 - Durante as atividades de aula foram utilizados 2 sistemas de coleta de dados para a análise das respostas dos testes conceituais. Usando o chromeboock com o *Google Forms* e utilizando o smartphone com o aplicativo EscoLAR, explorando o *Google Sala de Aula*, além das raspadinhas como *feedback* direto. Você poderia contar um pouco sobre essas experiências apontando aspectos positivos e negativos de cada sistema/etapa?

---

---

**Questionário da Escala *Likert***  
**Avaliação das Atividades - Aplicação do Produto**

1 - Aprendo bastante com aulas expositivas, aquela em que o professor transmite todo o conhecimento necessário.

- ( ) discordo totalmente;
- ( ) discordo;
- ( ) indiferente (ou neutro);
- ( ) concordo;
- ( ) concordo totalmente.

2 - Achei que o uso de vídeos, slides e experimentos me fez aprender mais que com o simples uso de quadro branco.

- ( ) discordo totalmente;
- ( ) discordo;

- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

3 - Acho que trocar ideias com meus colegas pode ajudar na compreensão dos conteúdos expostos em aula.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

4 - Responder questões sobre o conteúdo durante a aula ajuda na sua compreensão.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

5 - Aprendo bastante com aulas onde troco ideias com colegas/equipe, ou seja, aquela onde pude analisar/comparar respostas que julgava corretas e, dependendo do resultado, podíamos discutir e mudar ou manter a opinião.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

6 - O colega foi flexível quando aconteceu alguma discordância ou conflito de opiniões na equipe.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.

7 - Julgo que o colega, em diversos momentos, contribuiu com suas explicações para o aprendizado dos colegas de grupo.

- discordo totalmente;
- discordo;
- indiferente (ou neutro);
- concordo;
- concordo totalmente.