



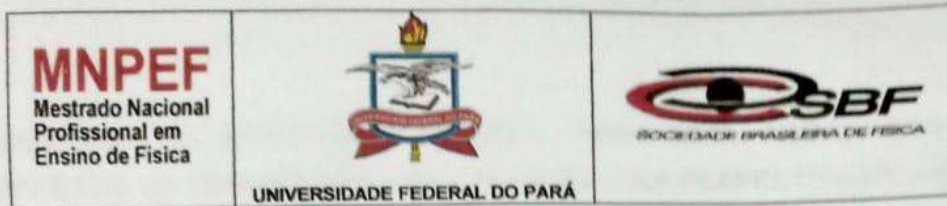
**SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA ABORDAGEM DOS
PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE
SALA DE AULA INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA
GOOGLE SALA DE AULA**

JAILSON SILVA HOLANDA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva

Belém-Pará
Dezembro-2019



ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 46ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA "SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA ABORDAGEM DOS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA GOOGLE SALA DE AULA", PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 09:30 HORAS DO DIA 06 DE MARÇO DE 2020, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **JAILSON SILVA HOLANDA**, MATRÍCULA Nº 201868870017, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: PROF. Dr. RUBENS SILVA (ORIENTADOR), PROFa. Dra. ERICA CUPERTINO GOMES (MEMBRO EXTERNO), PROFa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (MEMBRO INTERNO). EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO A BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA APROVAÇÃO DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO: Jailson Silva Holanda

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. RUBENS SILVA
(Orientador - MNPEF - UFPA)

Prof. Dra. ERICA CUPERTINO GOMES
(Membro Externo - MNPEF - UFT)

Prof. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)

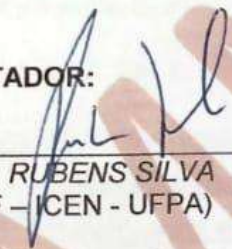
“SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA ABORDAGEM DOS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA GOOGLE SALA DE AULA”.

JAILSON SILVA HOLANDA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

ORIENTADOR:



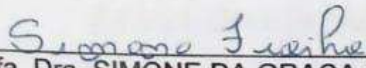
Prof. Dr. RUBENS SILVA
(MNPEF - ICEN - UFPA)

MEMBRO EXTERNO



Profa. Dra. ERICA CUPERTINO GOMES
(MNPEF - UFT)

MEMBRO INTERNO



Profa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA
(MNPEF- ICEN - UFPA)

Belém - PA
Março - 2019

FICHA CATALOGRÁFICA-BC/UFPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

S586s Silva Holanda, Jailson
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA
ABORDAGEM DOS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE
CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA
INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA
GOOGLE SALA DE AULA / Jailson Silva Holanda. — 2019.
125 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Rubens Silva
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Transmissão de calor. 2. sala de aula invertida. 3.
Google sala de aula. 4. tecnologia.. I. Título.

CDD 530.07

Dedico esta dissertação à toda minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, pelo fôlego de vida e por ter me dar esta oportunidade de realizar mais essa etapa.

À minha mãe, Maria de Lourdes Silva de Holanda, por estar sempre ao meu lado, apoiando-me e incentivando-me na educação.

Ao meu pai, Francisco Batista de Holanda, por ser meu maior exemplo de vida e pelo apoio constante.

Agradeço ao Prof. Dr. Rubens Silva por me orientar, por contribuir tanto com mais esta etapa da minha vida. Foi uma satisfação imensa ter feito esse trabalho sob essa orientação.

À Prof^a. Dr. Maria Lúcia pelas valiosas contribuições prestadas a este trabalho.

Agradeço a Érica Vitória Oliveira Correa Sá por todo o apoio e incentivo em todos os momentos.

Agradeço a Mauricele dos Santos Maia pelo incentivo e contribuição a este trabalho.

Agradeço também a todos os professores que me deram a oportunidade de conhecer os prazeres da descoberta intelectual.

À minha família pelo grande apoio e incentivo.

À todos aqueles que participaram da minha educação e do meu crescimento pessoal e profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001."

À SBF pela iniciativa de coordenar o mestrado profissional em ensino de Física

À UFPA por todo suporte necessário para a execução desse projeto.

À todos que colaboraram de alguma forma com a realização desse trabalho.

Muito obrigado!

MINHAS ILUSTRAÇÕES

1) LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da sala de aula invertida..	23
Figura 2 - Três passos da sala de aula invertida.....	25
Figura 3 - As temperaturas de alguns objetos na escala Kelvin. Nessa escala logarítmica, a temperatura $T = 0$ corresponde a $10^{-\infty}$ e, portanto, não pode ser indicada.....	28
Figura 4 - Um termoscópio. Os números aumentam quando o dispositivo é aquecido e diminuem quando o dispositivo é resfriado. O sensor térmico pode ser, entre outras coisas, um fio cuja resistência elétrica é medida e indicada no mostrador.....	29
Figura 5 - (a) O corpo T (um termoscópio) e o corpo A estão em equilíbrio térmico. (O corpo S é um isolante térmico.) (b) O corpo T e o corpo B também estão em equilíbrio térmico e produzem a mesma leitura do termoscópio. (c) Se (a) e (b) são verdadeiros, a lei zero da termodinâmica estabelece que o corpo A e o corpo B também estão em equilíbrio térmico.....	30
Figura 6 - (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.....	32
Figura 7 - Condução de calor. A energia é transferida na forma de calor de um reservatório à temperatura T_Q para um reservatório mais frio à temperatura T_F através de uma placa de espessura L e condutividade térmica k	33
Figura 8 - O calor se propagando através de várias placas..	37

Figura 9 - Um termograma em cores falsas mostra a taxa com a qual a energia é irradiada por um gato. O branco e o vermelho correm? pondem às maiores taxas; o azul (nariz), às menores.	39
Figura 10 - Questionário de conhecimentos diversos.....	41
Figura 11 - Primeira questão do questionário de conhecimentos prévios	42
Figura 12 - Slides elaborado pelo professor sobre calor e temperatura	43
Figura 13 - Link da atividade 01 postada na plataforma Google sala de aula	44
Figura 14 - Resumo da aula 01 sobre calor e temperatura	45
Figura 15 - Alunos em grupo exercitando o conteúdo aprendido em casa.....	46
Figura 16 - Lista de exercício resolvida pelos alunos.	47
Figura 17 - Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula.	48
Figura 18 - Resumo de transmissão de calor por condução.	49
Figura 19 - Alunos em grupo exercitando o conteúdo aprendido em casa.....	50
Figura 20 - Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula.	50
Figura 21 - Resumo de transmissão de calor por convecção.....	51
Figura 22 - Link do teste de vídeo na plataforma Google sala de aula.....	52
Figura 23 - Lista de exercício resolvida pelos alunos.	53
Figura 24 - Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula.	54
Figura 25 - Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula.	55
Figura 26 - Link do teste de vídeo na plataforma Google sala de aula.....	56
Figura 27 - Experimentos 01 e 02 sobre condução e convecção de calor	57
Figura 28 - Resultado do teste de vídeo através do plickers.....	66

Figura 29 - Resultado do teste de vídeo através do Google Sala de aula.....67

2) LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos.59

Gráfico 2 - Gráfico da pergunta II do questionário de conhecimento diversos59

Gráfico 3 - Gráfico da pergunta III do questionário de conhecimento diversos60

Gráfico 4 - Gráfico da pergunta IV do questionário de conhecimento diversos.....61

Gráfico 5 - Gráfico da pergunta V do questionário de conhecimento diversos.....62

Gráfico 6 - Gráfico da pergunta VI do questionário de conhecimento diversos.....62

Gráfico 7– Gráfico da pergunta VII do questionário de conhecimento diversos63

Gráfico 8 - Gráfico da pergunta VIII do questionário de conhecimento diversos.....64

Gráfico 9 - Gráfico da pergunta IX do questionário de conhecimento diverso65

Gráfico 10 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.1 .69

Gráfico 11 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.2. 69

Gráfico 12 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.3 .70

Gráfico 13 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.4 .71

Gráfico 14 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.5. 71

Gráfico 15 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.6. 72

Gráfico 16 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.7. 73

Gráfico 17 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.8 .74

Gráfico 18 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.9 .75

Gráfico 19 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.10.....	76
Gráfico 20 - Gráfico de desempenho em cada questão.....	77
Gráfico 21 - Gráfico de desempenho em cada questão.....	79
Gráfico 22 - Gráfico de desempenho das notas.....	79

3) LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Algumas Condutividades Térmicas	34
---	----

4) LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SAI	Sala de Aula Invertida
SAD	Sequência de Atividade Didática
TIC's	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFPA	Universidade Federal do Pará
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
OCDE	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico
PUC	Pontifícia Universidade Católica
PDF	Formato Portátil de Documento

RESUMO

SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICA PARA UMA ABORDAGEM DOS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR EM UMA PERSPECTIVA DE SALA DE AULA INVERTIDA USANDO COMO RECURSO A PLATAFORMA GOOGLE SALA DE AULA

JAILSON SILVA HOLANDA

Orientador:

Prof. Dr. Rubens Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta pesquisa consiste em uma sequência de atividade didática (SAD) para o ensino de processos de transmissão de calor, baseada em tecnologia da informação e comunicação (TIC's), na perspectiva da sala de aula invertida (SAI). O método SAI, desenvolvido por Jonathan Bergmann e Aaron Sams tem objetivo de desenvolver nos alunos autonomia e autorregulação no seu processo de aprendizagem, tornando aulas menos expositivas e maior participação dos alunos no que está sendo desenvolvido. A proposta foi desenvolvida numa turma do segundo ano do ensino médio, onde a SAD é constituída de vídeo aulas, gravadas pelo próprio professor da turma e postada na plataforma, gratuita do Google, "Google sala de aula" antes do encontro presencial, para que os alunos possam acessar e estudar o conteúdo antecipado. Já em sala de aula, o aluno tira dúvidas, exercita e coloca em prática o que foi aprendido em casa. Os resultados apontam para uma real apropriação dos conceitos sobre transmissão de calor, além da motivação por parte dos alunos no uso da TIC no processo de aprendizagem. Desta forma, acredita-se que este trabalho é bastante flexível, adaptando-se a realidade do professor, propiciando o uso em uma variedade de ambiente para o Ensino de Física.

Palavras-chave: Transmissão de calor, sala de aula invertida, Google sala de aula, tecnologia.

Belém-Pará
Dezembro-2019

ABSTRACT

DIDATIC ACTIVITIES SEQUENCE FOR APPROACHING HEAT TRANSMISSION PROCESSES IN AN INVERTED CLASSROOM PERSPECTIVE USING THE GOOGLE PLATFORM CLASSROOM

JAILSON SILVA HOLANDA

Advisor:
Prof. Dr. RUBENS SILVA

Master's degree dissertation presented to the Graduate Program of the Federal University of Pará (FUPA) in the National Professional Masters Course in Physics Education (NPMCPE), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master degree in Physics Education.

This research consists of a sequence of didactic activity (SDA) for the teaching of heat transmission processes, based on information and communication technology (ICT's), from the perspective of the inverted classroom (IC). The IC method, developed by Jonathan Bergmann and Aaron Sams intent to develop students autonomy and self-regulation in their learning process, making classes less expository and greater participation of students in what is being developed. The proposal was developed in a second year high school class, where IC is made up of video lessons, recorded by the class teacher himself and posted on the free Google platform "Google classroom" before the presencial meeting, so that students can access and study the early content. In the classroom, students ask questions, exercise and put in practice what was learned at their home. The results point to a real appropriation of the concepts about heat transmission, so the students' motivation in the use of ICT in the learning process. Thus, it is believed that this work is very flexible, adapting to the reality of the teacher, providing use in a variety of environments for teaching physics.

Keywords: Heat transmission, inverted classroom, Google classroom, technology.

Belém-Pará
Dezembro-2019

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 REFERENCIAL TEÓRICO	20
1.1 O QUE É A FLIPPED CLASSROOM	20
1.2 QUEM JÁ APLICA O FLIPPED CLASSROOM?	21
1.3 COMO FUNCIONA A SALA DE AULA INVERTIDA?	23
CAPÍTULO 2 CONTEÚDO DE FÍSICA	27
2.1 TERMODINÂMICA	27
2.2 TEMPERATURA.....	27
2.3 A LEI ZERO DA TERMODINÂMICA	28
2.4 CALOR	30
2.5 MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	33
2.6 RESISTÊNCIA TÉRMICA.....	35
2.7 CONDUÇÃO ATRAVÉS DE UMA PLACA COMPOSTA	36
2.8 CONVECÇÃO.....	37
2.9 RADIAÇÃO.....	38
CAPÍTULO 3 DESCRIÇÃO E RELATO DE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	40
3.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADE DIDÁTICA.....	40
CAPÍTULO 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	58

4.1. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DE CONHECIMENTOS DIVERSOS	58
4.2 ANÁLISE DOS TESTES DE VÍDEO.....	66
4.3. ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	68
4.4. GRÁFICO DE DESEMPENHO DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE ..	76
4.5 ANÁLISE DAS NOTAS DA TURMA COM A SAI E DA TURMA SEM A SAI	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE A PRODUTO EDUCACIONAL.....	86
APÊNDICE B TESTE DE SONDAGEM.....	103
APÊNDICE C CALOR E TEMPERATURA.....	104
APÊNDICE D TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONDUÇÃO	107
APÊNDICE E TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONVECÇÃO	109
APÊNDICE F TRANSMISSÃO DE CALOR POR RADIAÇÃO.....	113
APÊNDICE G EXPERIMENTO 01 - CONDUÇÃO	116
APÊNDICE H EXPERIMENTO 02 – CONVECÇÃO	119
APÊNDICE I QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.....	120

INTRODUÇÃO

A tecnologia está cada vez mais presente e acessível nas mãos dos estudantes, é fato que ensinar física para os alunos atuais que vivem numa era rodeados de tantas tecnologias a sua disposição e com uma enorme acessibilidade não é fácil, mas sim um grande desafio para os professores. É comum hoje ver nossos alunos adolescentes conectados na internet por meio de Celulares, *Tablet*, *smartphone* e computadores, usando suas redes sociais e tendo acesso a informações no momento em que eles sentirem vontade de obter essas informações.

A respeito da facilidade de acesso à internet, BERGMANN e SAMS (2016) afirma que

Os alunos de hoje crescem com acesso à internet, youTube, Facebook, MySpace e a muitos recursos digitais. Em geral, podem ser vistos fazendo os exercícios de matemática enquanto enviam mensagens de texto, postam e curtem no facebook e ouvem música, tudo no mesmo tempo. (BERGMANN e SAMS, 2016, p.18)

Essa facilidade de acessibilidade a uma tecnologia que está na palma da mão de nossos alunos, faz com que eles não se sintam mais motivado para se adaptar a uma sala de aula com métodos tradicionais de ensino com longas aulas expositivas, na qual o professor é o protagonista e único transmissor de conhecimento, ensino esse que faz com que os alunos apenas recebam a informação, tornando-se um aprendiz passivo, desmotivando-o na construção do conhecimento.

Sobre a educação, o uso da tecnologia e a escola, Mendes (2007) ressalta que

No século XXI a educação continua tendo o objetivo de desenvolver o homem em sua pluridimensionalidade, mas essa tarefa exige novas metodologias. A escola do futuro ultrapassa as barreiras físicas, ela pode estar e funcionar em qualquer local. As informações não ficam restritas aos livros, podendo ser encontrada numa rede de colaboração, usando a internet como meio para socializá-la, possibilitando a visita em museus, cidades e bibliotecas do mundo todo. As vantagens de utilizar a informática na educação geram otimismo, pois os conhecimentos serão socializados a custos baixos. (MENDES, 2007, p. 71)

Levando em consideração todos esses desafios enfrentados pelos professores em busca de um ensino que contemple uma aprendizagem significativa aos nossos alunos, a busca de um modelo de ensino tem se tornado um fator relevante para que o professor atual possa enfrentar os desafios de ensinar e os alunos possam aprender o conteúdo de forma prazeroso. A verdade é que inúmeras propostas existem e que cada uma delas pode ser aplicada de diversas maneiras dependendo do contexto em que poderá ser inserida.

A proposta desta pesquisa surgiu durante as disciplinas do mestrado. Quando se falou de aprendizagem ativa, aguçou a curiosidade em saber quais metodologias poderiam ser usadas dentro desta perspectiva de ensino. Incentivado por essa curiosidade e após buscar fontes que mostrasse um pouco mais sobre o assunto, aprendizagem ativa e conseqüentemente a sala de aula invertida. Todo esse estudo foi ligado com uma situação que ocorreu dentro da sala de aula. Após uma certa aula de física na escola, o professor pediu aos alunos da turma que resolvessem o exercício do livro. Na semana seguinte, quando perguntou a classe se tinham resolvido as questões, a maioria deles disseram que não tinha conseguido resolver. Após indagar o motivo pelo qual não tinham feito, eles disseram que tiveram muitas dúvidas e que por isso não conseguiram. Foi então que grupos de alunos foram feitos em sala e após orientação sobre as questões foi possível a resolução por parte dos alunos. Sobre essa situação ocorrida é fato que realmente o aluno entende o assunto após assistir à explicação de um conceito físico, seja presencial ou através de videoaula, porém é no momento de exercitar que surgem muitas dúvidas.

Acerca do que foi discutido acima, BERGMANN e SAMS (2016) diz

No entanto, um dia Aaron teve uma ideia que mudaria nosso mundo. Uma observação simples: “O momento em que os alunos realmente precisam da minha presença física é quando empacam e carecem de ajuda individual. Não necessitam de mim pessoalmente ao lado deles, tagarelado um monte de coisas e informações; eles podem receber o conteúdo sozinhos. (BERGMANN e SAMS, 2016, p.4)

Contudo, o que mais desafia o professor não é o fato de escolher um modelo de ensino para usar em sala de aula e sim aplicar esse modelo com uma proposta diferente, na qual a relação professor – aluno possa ser satisfatória através de

uma aprendizagem mais ativa, na qual o aluno deixe de ser simplesmente um ser passivo, desmotivado com o fato de ser apenas um receptor de informações e passar a ser um aluno que está inserido dentro do processo de construção de novas informações, isto significa que nesse modelo de ensino o aluno é o protagonista, no processo ensino aprendizagem.

Assim, sobre o uso da sala de aula invertida BERGMANN e SAMS (2016) afirma que

Adotar as ferramentas tecnológicas e o ensino assíncrono, que caracterizam a sala de aula invertida, com uma abordagem voltada para os alunos, para decidir o que lecionar, tende a criar um ambiente estimulante para a curiosidade. Não se precisa mais perder tempo rerepresentando conceitos já bem conhecidos, que apenas devem ser lembrados, nem usar o valioso tempo em sala de aula para transmitir novo conteúdo. (BERGMANN e SAMS, 2016, p.45)

A proposta da metodologia desta pesquisa dentre diversas metodologias que existem com a proposta de aprendizagem ativa, a sala de aula invertida (*Flipped Classroom*) tem se destacado recentemente devido sua forma de aplicação está diretamente ligada ao uso da tecnologia, uma ferramenta acessível e que estar na ponta dos dedos dos nossos alunos.

Essa metodologia propõe que os alunos tenham acesso ao conteúdo que irá ser discutido em sala no próximo encontro. O acesso ao conteúdo pode ser feito através das leituras do livro didático, vídeos gravados ou indicados pelos professores, aplicativos de celular, entre outros.

A respeito da sala de aula invertida, LAGE; PLATT e TREGLIA, (2000) diz que tem a função de

Transferir palestras (exposição do conteúdo) ou informação básica para fora da sala de aula possibilita ao aluno preparação prévia para atividades de aprendizagem ativa durante a aula, que ajudam os estudantes a desenvolver sua comunicação e habilidades de pensamento de ordem superior. (LAGE; PLATT e TREGLIA, 2000).

Essa proposta faz com que o aluno possa acessar de onde estiver e no momento em que for melhor para ele estudar os tópicos da aula em questão. No momento do discussão em sala, não somente o professor será o responsável pela transmissão de informação, mas a interação do aluno com o professor e com os demais colegas promove o que podemos dizer de aprendizagem ativa, onde o

aluno se torna um agente ativo através da sua participação na construção do conhecimento. Sobre esse assunto Tobias 2008 (apud Moran, 2015) afirma que

Moran (2015), ao refletir sobre as mudanças da educação em que o estudante tenha um papel mais ativo e não passivo, e o professor um papel de orientador e não somente de transmissor de conhecimento, afirma que ser necessário “dar menos aulas e colocar o conteúdo fundamental na WEB... (TOBIAS, apud MORAN, 2015)

Além disso, o objetivo geral nesta pesquisa averiguar quanto a autonomia do aluno em compreender os conteúdos de física sem a presença do professor, por meio da tecnologia, acesso a internet e sua prática por meio de interação entre alunos com o professor da turma em sala de aula, pode facilitar a aprendizagem e tornar o ensino de física mais prazeroso para os estudantes.

Esta pesquisa também visa alguns objetivos específicos, tais como

- Verificar indícios de uma aprendizagem significativa durante o processo de desenvolvimento da sequência didática;
- Averiguar a autonomia do aluno em compreender os conteúdos de Física sem a presença do professor, por meio da tecnologia;
- Investigar a contribuição do uso da tecnologia no ensino de física;
- Gerar um produto educacional.

Desse modo, para efeito de investigação da proposta apresentada no produto educacional, o presente estudo divide-se em quatro capítulos.

No capítulo 1, fez-se um apanhado do conceito de sala de aula invertida, quem já aplicou e como funciona está metodologia de ensino aplicada nesta pesquisa.

No capítulo 2, será apresentado o conteúdo de física, escolhido para aplicar o produto educacional desta dissertação. Dentro deste capítulo será abordado os conceitos de calor, temperatura, lei zero da termodinâmica, além da transmissão de calor por condução, convecção e irradiação.

No capítulo 3, será apresentado o produto educacional. Neste produto, será apresentado a plataforma Google sala de aula, assim como o aplicativo da plataforma e também o tutorial para instalar e usar o aplicativo. Além disso, será descrito a sequência de atividade didática desenvolvida para resultados desta pesquisa.

No capítulo 4 será feito o relato de aplicação da sequência de atividade didática. Nesse momento que será descrito cada etapa, desde o momento antes da sala de aula, passando pelo momento em sala de aula até o momento pós sala de aula.

No Capítulo 5, com o intuito de extrair os resultados da prática pedagógica, aplicado nesta pesquisa, por meio de uma sequência didática, faz-se uma análise dos resultados a partir do pré-teste e pós-teste, aplicado com o uso da SAI.

CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda dentre diversas metodologias ativas para o ensino de física, como Peer Instruction e Aprendizagem Baseada em Problemas, a sala de aula invertida, metodologia que fornece base para o planejamento e desenvolvimento desta pesquisa.

O mesmo capítulo abordará, sobre quem já aplicou e como funciona a sala de aula invertida, serão assuntos abordados a seguir.

1.1 O QUE É A FLIPPED CLASSROOM (SALA DE AULA INVERTIDA)

Esse conceito foi desenvolvido na década de 90 e contou com a participação de vários autores, sendo um deles Eric Mazur, professor de Harvard, que escreveu sobre a aprendizagem fora e dentro da sala de aula. Segundo o professor holandês, os alunos deveriam estudar o conteúdo antes da aula, através de apresentações, aulas online, vídeos, áudios, leitura de livros, jogos, entre outros. Em sala, o educador aprofundaria o aprendizado com exercícios, estudos de caso e conteúdos complementares. O tempo em sala seria para esclarecer dúvidas e estimular o compartilhamento de conhecimento e experiência entre a turma, com base nas informações e conhecimentos adquiridos previamente.

Sobre a sala de aula invertida, OLIVEIRA, ARAÚJO e VEIT (2016) afirma que

A Sala de Aula Invertida é uma metodologia de ensino que inverte a lógica tradicional de ensino. O aluno tem o primeiro contato com o conteúdo que irá aprender através de atividades extraclasse, prévias à aula. Em sala, os alunos são incentivados a trabalhar colaborativamente entre si e contam com a ajuda do professor para realizar tarefas associadas à resolução de problemas, entre outras. (OLIVEIRA, ARAÚJO e VEIT, 2016)

Em 2000, o conceito de *Flipped Classroom* foi divulgado por J. Wesley Baker em um artigo denominado: “*The classroom flipped: Using web course management tools to become the guide by the side*”. Baker, professor doutor da Universidade de Cedarville, no departamento de mídia e comunicação aplicada, disponibilizou a seus alunos, de maneira on-line suas notas de aulas através de

apresentações em “Power Point”, tendo o objetivo de reduzir o tempo gasto com palestra em sala, para priorizar a compreensão e o aprofundamento dos conceitos.

Em 2006 e 2007, dois professores Aaron Sams e Jonathan Bergmann encontraram um software de captura de tela que gravava apresentações em Power Point, isso os levou a pensar que se os alunos assistissem ao vídeo como dever de casa teriam mais tempo em sala para ajuda-los com conceitos que não compreendiam, pois, os professores se deram conta de que o momento que os alunos mais lhes procuravam era quando surgia as dificuldades de fazer as tarefas, desafios e não na aula expositiva. Assim, transformaram em projeto as aulas produzidas em vídeo, incluindo voz e anotações, eles começaram a gravar as aulas e publicar o conteúdo em um site. Esse conceito e/ou método ficou conhecido como sala de aula investida, tradução do termo inglês *Flipped Classroom*.

Basicamente é uma inversão da sala de aula, é fazer em casa o que era feito em aula, por exemplo, assistir palestras, vídeos e, em sala, o trabalho que era feito em casa, ou seja, resolver problemas.

Em síntese, significa transferir eventos que tradicionalmente eram feitos em aula para fora da sala de aula, segundo Lage, Platt e Treglia (2000). Trata-se de uma abordagem pela qual o aluno assume a responsabilidade pelo estudo teórico e a aula presencial serve como aplicação prática dos conceitos estudados previamente (JAIME, KOLLER, GRAEML, 2015). Uma didática que ajudará o aluno na compreensão mais rápida do tema abordado, assim como, contribuí para com o trabalho do professor, facilitando e estreitando a relação entre conteúdo, professor e aluno.

1.2 QUEM JÁ APLICA O *FLIPPED CLASSROOM*?

Esse método já vem sendo usado a um certo tempo em instituições renomadas, por exemplo: Em Harvard, nas turmas de cálculo e álgebra, os alunos inscritos em aulas invertidas obtiveram ganhos de até 79% a mais na aprendizagem do que os que cursaram o ensino tradicional. Na Universidade de Michigan, um estudo mostrou que os alunos aprenderam em menos tempo. O

MIT (Massachusetts Institute of Technology) considera a *Flipped Classroom* fundamental no seu modelo de aprendizagem. O método é adotado em escolas da Finlândia e vem sendo testado em países de alto desempenho em educação, como Singapura, Holanda e Canadá.

Sobre as primeiras salas de aula invertidas, OLIVEIRA, ARAÚJO e VEIT (2016) afirma que

Inovações na sala de aula não são tão recentes quanto parecem. No final do Século XX, por meio do método de estudos de caso, começaram a aparecer as primeiras iniciativas de cobrir a informação fora da sala de aula e de práticas orientadas em sala. Um dos métodos de inversão de sala de aula mais difundidos no ensino de física, o Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*). (OLIVEIRA, ARAÚJO e VEIT, 2016)

Mesmo a metodologia invertida não sendo tão recente, o nome sala de aula invertida é um conceito que foi empregado bem mais atual quando comparado as primeiras formas de inversão de sala de aula. “Professores da Woodland Park High School aplicaram o conceito em suas turmas de ensino médio. Gravaram suas aulas on-line, para que os alunos que não compareceram na aula pudessem assistir” (ANDRAGOGIA BRASIL, 2019). Dessa forma, nenhum aluno seria prejudicado com a aprendizagem, ou seja, tanto os que estavam em sala presente quanto os que faltavam a aula presencial tinham o mesmo acesso ao conteúdo e assim podendo aprender da mesma forma.

É notório que o uso da inversão da sala de aula trouxe resultados positivos. Com isso muitas outras escolas começaram também adotar, ampliando e difundindo cada vez mais esse conceito. “A Michigan's Clintondale *High School* criou em 2011 uma turma com o conceito de sala de aula invertida, utilizando vídeos de 3 a 6 minutos para instruir alunos antes das aulas” (ANDRAGOGIA BRASIL, 2019). Os resultados dessa metodologia, sala de aula invertida, implantada mostrou, nessa escola, que os alunos melhoraram seus desempenhos, diminuindo a taxa de reprovação.

Não demorou muito para que o uso da SAI fosse implementada também no Brasil, algumas universidades brasileiras tomando como referências, escolas e universidades de outros países que começaram a usar essa metodologia com maior frequência, “no Brasil, algumas escolas e universidades já aplicam a

abordagem, como é o caso das universidades UNIAMÉRICA, UNISAL, PUC do Paraná e Universidade Positivo, e do Instituto Singularidades (SCHMITZ, 2016).

1.3 COMO FUNCIONA A SALA DE AULA INVERTIDA?

A sala de aula invertida prevê o acesso ao conteúdo antes da aula pelos alunos e o uso dos primeiros minutos em sala para esclarecimento de dúvidas, de modo a sanar equívocos antes dos conceitos serem aplicados nas atividades práticas mais extensas no tempo de classe (BERGMANN e SAMS, 2016).

Na Figura 1, mostra-se o processo de como deve ser organizada a sala de aula invertida.

Figura 1 – Etapas da sala de aula invertida.



Fonte: Google imagem (2019)

Visto que na figura 1 mostra que esse método faz com que os alunos desenvolvam suas Habilidades Cognitivas, divididas em três momentos, o primeiro antes da aula se procura recordar – compreender em que o aluno através de vídeos, se preocupam em recordar expressões, conhecer termos novos e introduzir conceitos. No segundo momento durante a aula o discente deve aplicar

– analisar – avaliar – criar, pois nesse instante são discutidos os conceitos, esclarecimento de dúvidas, análise de artefatos, resolução de problemas, trabalhos em grupos e criação de projetos. No terceiro momento depois da aula o aluno deve dar conta de todos os termos, recordar – compreender – aplicar – analisar – avaliar – criar em que o discente rever os conceitos e desenvolve projetos.

Há ainda um desenvolvimento da Habilidade Socioemocionais a comunicação, bem como motivação, autonomia, perseverança, autocontrole, resiliência, colaboração e criatividade integram o rol de habilidades socioemocionais, apontadas por organizações como a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico (OCDE), essenciais à formação profissional, para que os jovens obtenham sucesso em um mercado de trabalho em permanente mudança.

A OCDE afirma que o aprendizado bem sucedido se torna provável de ocorrer quando o aprendiz:

- a) tem muita autoconfiança e uma boa autoestima;
- b) é fortemente motivado a aprender; e
- c) é capaz de aprender em um ambiente caracterizado por ‘elevado desafio’ juntamente com a ‘baixar ameaça’ (OCDE, 2002, p.14).

Abaixo um infográfico figura 2, mostra umas dicas de como pode se usar a *flipped classroom* e seus benefícios.

Figura 02 – três passos da sala de aula invertida



Fonte: Arquivos do autor (2019)

Sendo que entre os objetivos da inversão da sala de aula estão o desenvolvimento de competências individuais, de colaboração e de autoestudo, organização de autoaprendizagem, investigação, desenvolvimento do pensamento crítico e de aprender a aprender (CCL Project, 2013, p.7).

CAPÍTULO 2: CONTEÚDO DE FÍSICA

2.1 TERMODINÂMICA

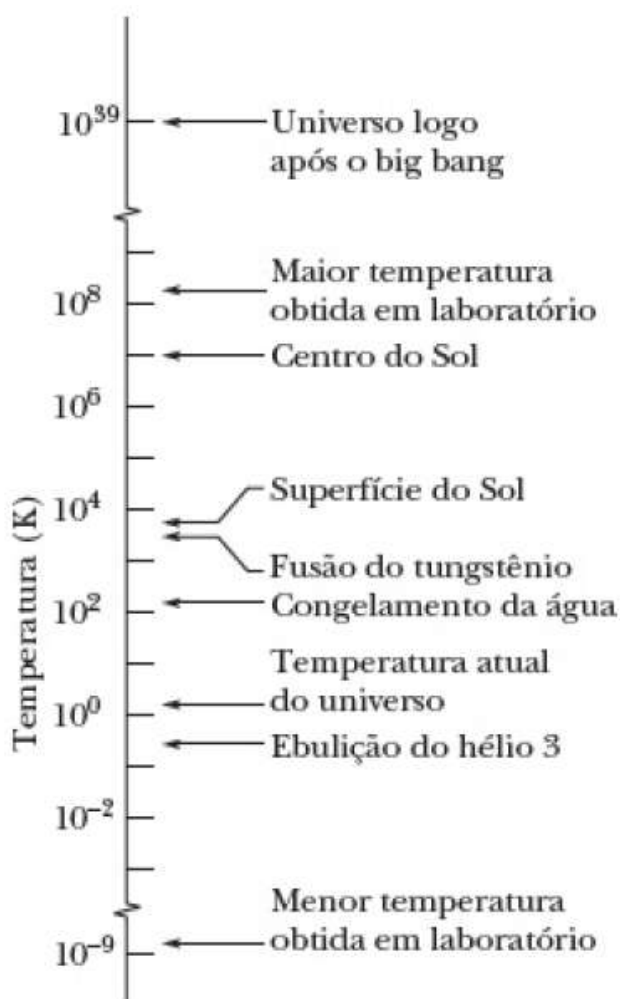
Um dos principais ramos da Física e da Engenharia é a termodinâmica, o estudo da *energia térmica* (também conhecida como *energia interna*) dos sistemas. Um dos conceitos centrais da termodinâmica é o de temperatura. Desde a infância, temos um conhecimento prático dos conceitos de temperatura e energia térmica. Sabemos, por exemplo, que é preciso tomar cuidado com alimentos e objetos quentes e que a carne e o peixe devem ser guardados na geladeira. Sabemos, também, que a temperatura no interior de uma casa e de um automóvel deve ser mantida dentro de certos limites e que devemos nos proteger do frio e do calor excessivos.

2.2 TEMPERATURA

Temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem a temperatura na escala Kelvin, cuja unidade é o *kelvin* (K). Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior; essa temperatura limite é tomada como o zero da escala Kelvin de temperatura. A temperatura ambiente está em torno de 290 kelvins (290 K). A Figura 03 mostra a temperatura em kelvins de alguns objetos estudados pelos físicos.

Quando o universo começou, há 13,7 bilhões de anos, sua temperatura era da ordem de 1039 K. Ao se expandir, o universo esfriou e hoje a temperatura média é de aproximadamente 3 K. Aqui na Terra, a temperatura é um pouco mais alta porque vivemos nas vizinhanças de uma estrela. Se não fosse o Sol, também estaríamos a 3 K (ou melhor, não existiríamos).

Figura 03 – As temperaturas de alguns objetos na escala Kelvin. Nessa escala logarítmica, a temperatura $T = 0$ corresponde a $10^{-\infty}$ e, portanto, não pode ser indicada.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

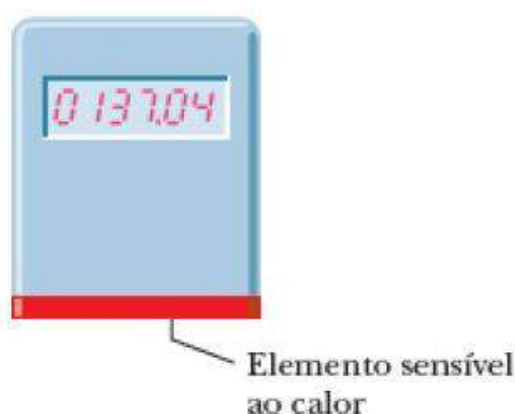
2.3 A LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

As propriedades de muitos objetos mudam consideravelmente quando são submetidos a uma variação de temperatura. Eis alguns exemplos: quando a temperatura aumenta, o volume de um líquido aumenta; uma barra de metal fica um pouco mais comprida; a resistência elétrica de um fio aumenta e o mesmo acontece com a pressão de um gás confinado. Quaisquer dessas mudanças podem ser usadas como base de um instrumento que nos ajude a compreender o conceito de temperatura.

A figura 04 mostra um instrumento desse tipo. Um engenheiro habilidoso poderia construí-lo usando quaisquer das propriedades mencionadas no

parágrafo anterior. O instrumento dispõe de um mostrador digital e tem as seguintes características: quando é aquecido (com um bico de Bunsen, digamos), o número do mostrador aumenta; quando é colocado em uma geladeira, o número diminui. O instrumento não está calibrado e os números não têm (ainda) um significado físico. Esse aparelho é um *termoscópio*, mas não é (ainda) um.

Figura 04 – Um termoscópio. Os números aumentam quando o dispositivo é aquecido e diminuem quando o dispositivo é resfriado. O sensor térmico pode ser, entre outras coisas, um fio cuja resistência elétrica é medida e indicada no mostrador.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

Suponha que, como na Figura 05-a, o termoscópio (que vamos chamar de corpo T) seja posto em contato com outro corpo (corpo A). O sistema inteiro está contido em uma caixa feita de material isolante. Os números mostrados pelo termoscópio variam até, finalmente, se estabilizarem (digamos que a leitura final seja "137,04"). Vamos supor, na verdade, que todas as propriedades mensuráveis do corpo T e do corpo A tenham assumido, após certo tempo, um valor constante. Quando isso acontece, dizemos que os dois corpos estão em *equilíbrio térmico*. Embora as leituras mostradas para o corpo T não tenham sido calibradas, concluímos que os corpos T e A estão à mesma temperatura (desconhecida).

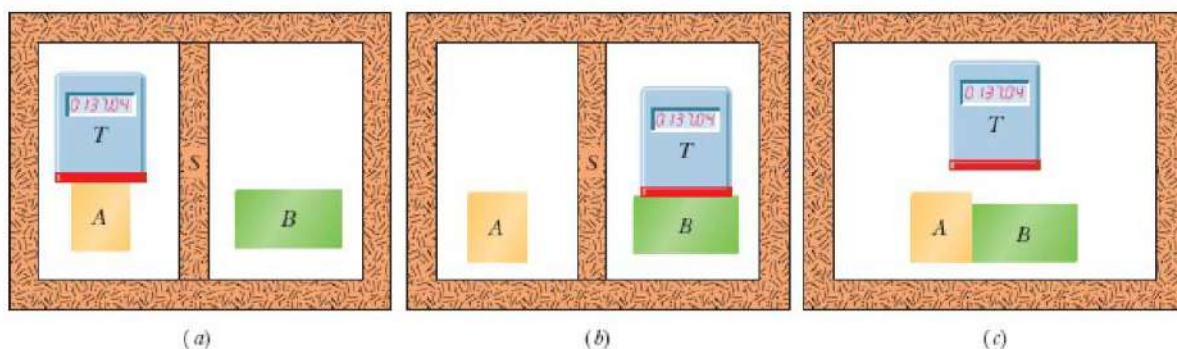
Suponha que, em seguida, o corpo T seja posto em contato com o corpo B (Figura 05-b) e a *leitura do termoscópio seja a mesma* quando os dois corpos atingem o equilíbrio térmico. Isso significa que os corpos T e B estão à mesma temperatura (ainda desconhecida). Se colocarmos os corpos A e B em contato (Figura 05-c), eles já estarão em equilíbrio térmico? Experimentalmente, verificamos que sim.

O fato experimental ilustrado na figura 05 é expresso pela **lei zero da termodinâmica**:

Lei zero da termodinâmica: Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

Em uma linguagem menos formal, o que a lei zero nos diz é o seguinte: “Todo corpo possui uma propriedade chamada **temperatura**. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais, e vice-versa.” Podemos agora transformar nosso termoscópio (o terceiro corpo T) em um termômetro, confiantes de que suas leituras têm um significado físico. Tudo que precisamos fazer é calibrá-lo.

Figura 05 – (a) O corpo T (um termoscópio) e o corpo A estão em equilíbrio térmico. (O corpo S é um isolante térmico.) (b) O corpo T e o corpo B também estão em equilíbrio térmico e produzem a mesma leitura do termoscópio. (c) Se (a) e (b) são verdadeiros, a lei zero da termodinâmica estabelece que o corpo A e o corpo B também estão em equilíbrio térmico.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

2.4 CALOR

O calor Q é 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:

$$1 \text{ cal} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu} = 4,1868 \text{ J.}$$

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

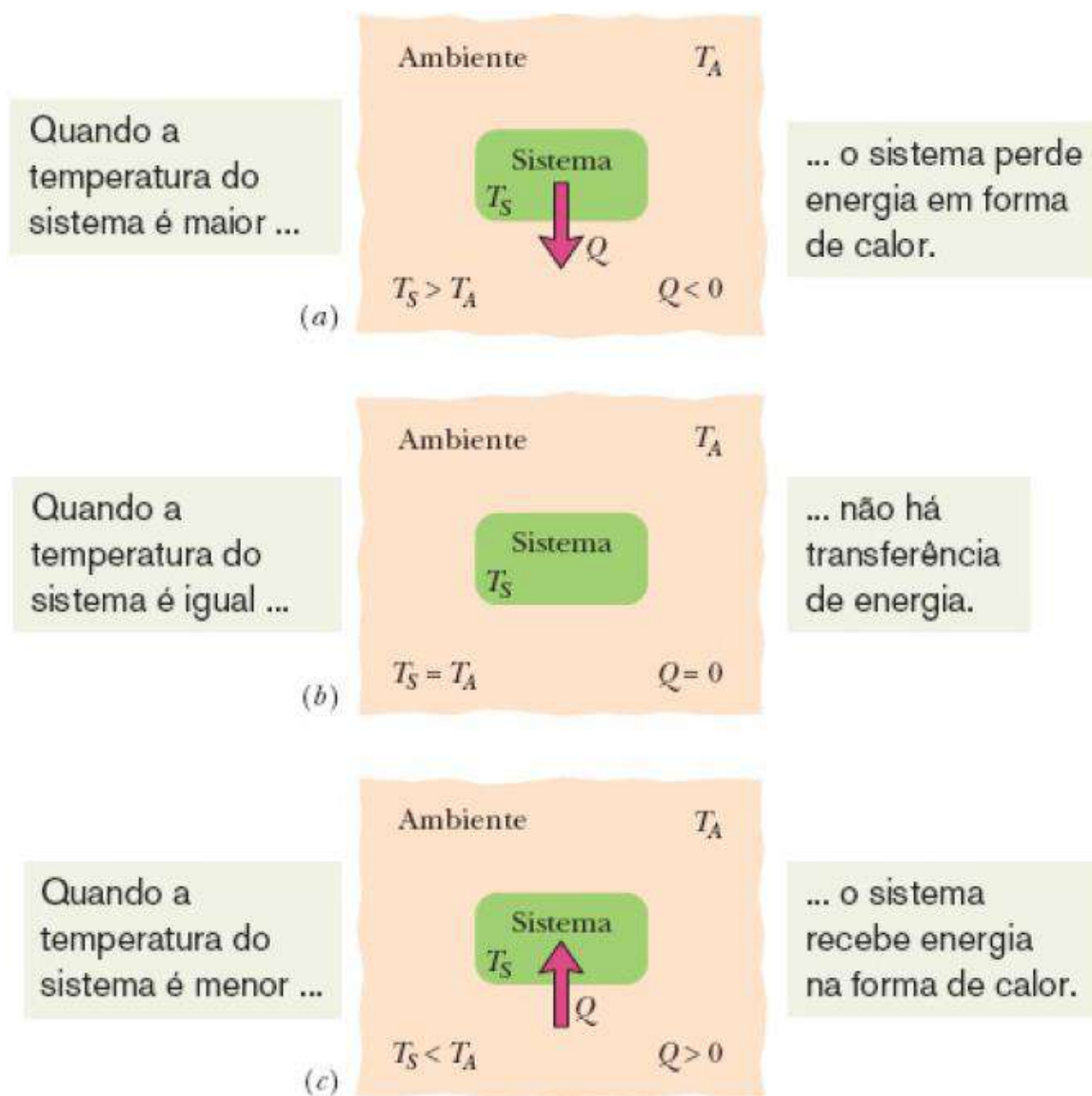
mais devagar, até que se torne igual à do ambiente (ou seja, até que os dois estejam em equilíbrio térmico). Da mesma forma, a temperatura de uma xícara de café quente deixada na mesa diminui até se tornar igual à temperatura ambiente.

Generalizando essa situação, descrevemos o refrigerante ou o café como um *sistema* (à temperatura T_S) e as partes relevantes da cozinha como o *ambiente* (à temperatura T_A) em que se encontra o sistema. O que observamos é que, se T_S não é igual a T_A , T_S varia (T_A também pode variar um pouco) até que as duas temperaturas se igualem e o equilíbrio térmico seja estabelecido.

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 06. Na situação da Figura 06-a, na qual $T_S > T_A$, a energia é transferida do sistema para o ambiente, de modo que Q é negativo. Na figura 06-b, em que $T_S = T_A$, não há transferência de energia, Q é zero e, portanto, não há calor cedido nem absorvido. Na figura 06-c, na qual $T_S < T_A$, a transferência é do ambiente para o sistema e Q é positivo.

Figura 06 – (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.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

Chegamos, portanto, à seguinte definição de calor:

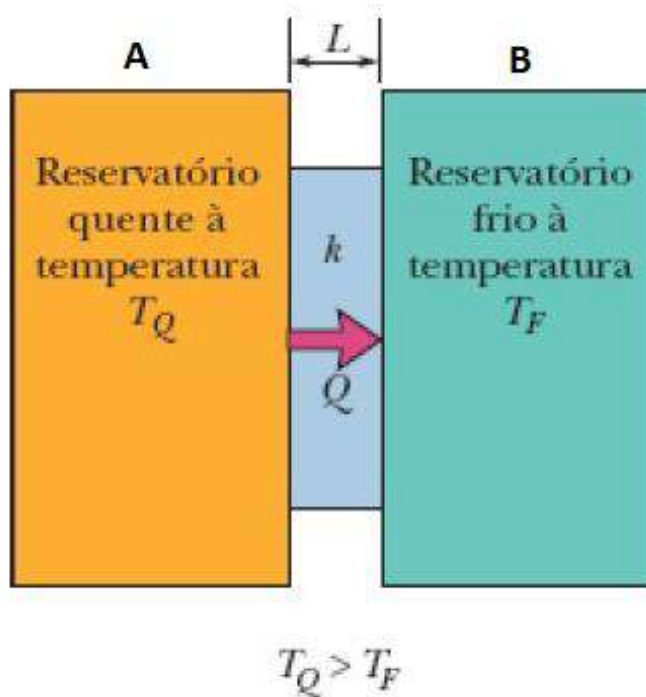
Calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura.

2.5 MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Você já deve ter aprendido sobre a transferência de energia de um corpo a outro na forma de calor. Aqui, iremos discutir os modos de transferência desse calor. Existe três maneira de transmissão de calor: Condução, convecção e radiação;

Supondo que um reservatório A e um reservatório B, separados por uma placa de metal de espessura L e condutibilidade K , como mostra a figura abaixo.

Figura 07 – Condução de calor. A energia é transferida na forma de calor de um reservatório à temperatura T_Q para um reservatório mais frio à temperatura T_F através de uma placa de espessura L e condutividade térmica k .



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

Sendo o reservatório A, com temperatura T_Q e o reservatório B, com temperatura T_F , onde $T_Q > T_F$, o calor se propaga por condução do reservatório de maior temperatura para o reservatório de menor temperatura.

Para entender melhor como ocorre esse modo de transferência de calor, vamos imaginar a seguinte situação. Se você deixa no fogo, por algum tempo, uma panela com cabo de metal, o cabo da panela fica tão quente que pode

queimar sua mão. A energia é transferida da panela para o cabo por **condução**. Os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações, e a energia associada, são transferidas para o cabo por colisões entre os átomos. Dessa forma, uma região de temperatura crescente se propaga em direção ao cabo.

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 07. 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 por

$$P_{cond} = \frac{Q}{t} = kA \frac{T_Q - T_F}{L} \quad \text{Equação 01.}$$

em que k , a *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 . O quadro 01 - mostra a condutividade térmica de alguns metais, gases e materiais de construção.

Quadro 01- Algumas Condutividades Térmicas

Substância	Condutibilidade térmica (k(W/m · K))
METAIS	
Aço inoxidável	14
Chumbo	35
Ferro	67
Latão	109
Alumínio	235
Cobre	401
Prata	428
GASES	
Ar (seco)	0,026
Hélio	0,15

Hidrogênio	0,18
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	
Espuma de poliuretano	0,024
Lã de pedra	0,043
Fibra de vidro	0,048
Pinho	0,11
Vidro de janela	1,0

Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

2.6 RESISTÊNCIA TÉRMICA

Um conceito inversamente proporcional à condutividade, é o conceito de resistência térmica. Se você estar interessado em manter a casa aquecida nos dias de inverno ou conservar a cerveja gelada em um piquenique, você precisa mais de maus condutores de calor do que de bons condutores. Por essa razão, o conceito de *resistência térmica* (R) foi introduzido na engenharia. O valor de R de uma placa de espessura L é definido como

$$R = \frac{L}{k} \quad \text{Equação 02}$$

Onde o k é a condutibilidade do material, então, quanto menor a condutividade térmica do material de que é feita uma placa, maior a resistência térmica da placa. Um objeto com uma resistência térmica elevada é um *mau condutor de calor* e, portanto, um *bom isolante térmico*.

Note que a resistência térmica é uma propriedade atribuída a uma placa com certa espessura e não a um material. A unidade de resistência térmica no SI é o $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$. Nos Estados Unidos, a unidade mais usada (embora raramente seja indicada) é o pé quadrado – grau Fahrenheit – hora por British thermal unit ($\text{ft}^2 \cdot \text{F}^\circ \cdot \text{h/Btu}$). (Agora você sabe por que a unidade é raramente indicada.)

2.7 CONDUÇÃO ATRAVÉS DE UMA PLACA COMPOSTA

A figura 08 mostra uma placa composta, formada por dois materiais de diferentes espessuras L_1 e L_2 e diferentes condutividades térmicas k_1 e k_2 . As temperaturas das superfícies externas da placa são T_Q e T_F . As superfícies das placas têm área A . Vamos formular uma expressão para a taxa de condução através da placa supondo que a transferência de calor acontece no regime *estacionário*, ou seja, que as temperaturas em todos os pontos da placa e a taxa de transferência de energia não variam com o tempo.

No regime estacionário, as taxas de condução através dos dois materiais são iguais. Isso é o mesmo que dizer que a energia transferida através de um dos materiais em um dado instante é igual à energia transferida através do outro material no mesmo instante. Se isso não fosse verdade, as temperaturas na placa estariam mudando e não teríamos um regime estacionário. Chamando de T_X a temperatura da interface dos dois materiais, podemos usar a equação 01 para escrever

$$P_{cond} = \frac{K_2 A (T_Q - T_X)}{L_2} = \frac{K_1 A (T_X - T_F)}{L_1} \quad \text{Equação 03}$$

Isolando T_X na equação 03, obtemos

$$T_X = \frac{K_1 L_2 T_F + K_1 L_1 T_Q}{K_1 L_2 + K_2 L_1} \quad \text{Equação 04}$$

Substituindo T_X por seu valor em uma das expressões da equação 03, obtemos:

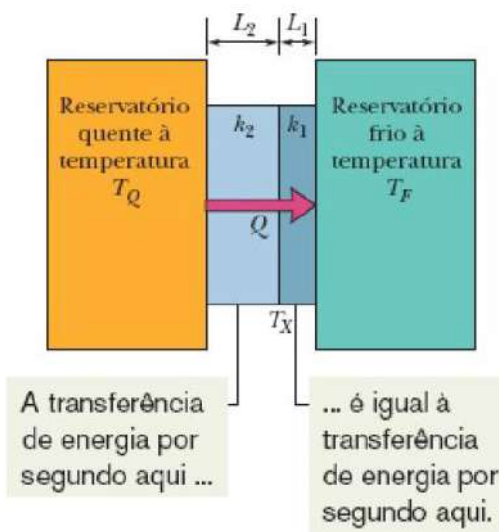
$$P_{cond} = \frac{A(T_Q - T_F)}{L_1/K_1 + L_2/K_2} \quad \text{Equação 05}$$

Podemos generalizar a equação 05 para uma placa composta por um número n de materiais:

$$P_{cond} = \frac{A(T_Q - T_F)}{\Sigma(L/K)} \quad \text{Equação 06}$$

O símbolo de somatório no denominador indica que devemos somar os

Figura 08 – o calor se propagando através de várias placas



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

2.8 CONVECÇÃO

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 desce para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente.

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.

2.9 RADIAÇÃO

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).

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.

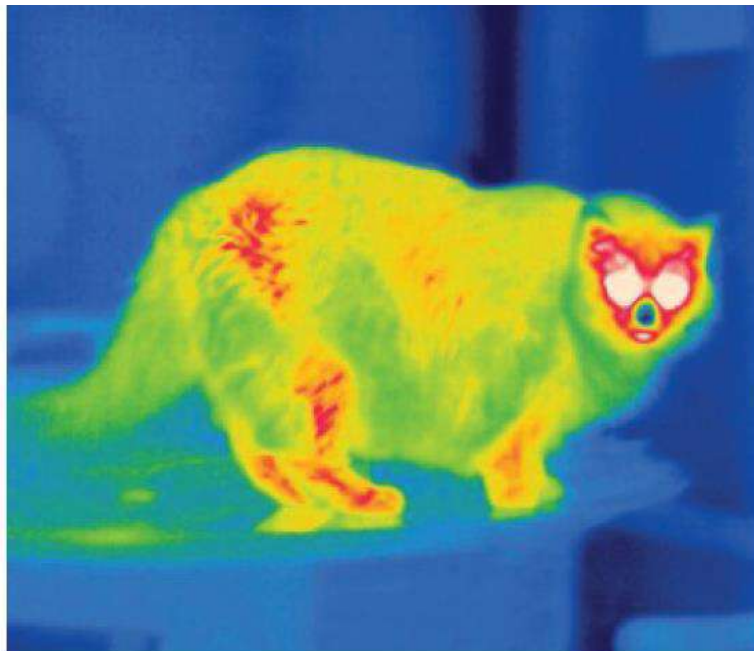
A taxa P_{rad} com a qual um objeto emite energia por radiação eletromagnética depende da área A da superfície do objeto e da temperatura T dessa área (em kelvins) e é dada por

$$P_{\text{rad}} = \sigma \epsilon A T^4 \quad \text{Equação 07}$$

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 07 experimentalmente em 1879) e Ludwig Boltzmann (que a deduziu teoricamente logo depois). O símbolo ϵ 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 07 deve estar em kelvins para que uma temperatura de zero absoluto corresponda à ausência de radiação. Note

também que todo objeto cuja temperatura estar acima de 0 K (como o leitor, por exemplo) emite radiação térmica. (Veja a figura 09.)

Figura 09 – Um termograma em cores falsas mostra a taxa com a qual a energia é irradiada por um gato. O branco e o vermelho são cores de maiores taxas; o azul (nariz), às menores.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol 2.

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 por

$$P_{abs} = \sigma \epsilon A T_{amb}^4 \quad \text{Equação 08}$$

A emissividade ϵ que aparece na equação 08 é a mesma da equação 07. 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).

Como um objeto irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo energia do ambiente, a taxa líquida P_{liq} de troca de energia com o ambiente por radiação térmica é dada por

$$P_{liq} = P_{abs} - P_{rad} = \sigma \epsilon A T_{amb}^4 - T^4 \quad \text{Equação 09}$$

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

CAPÍTULO 3: DESCRIÇÃO E RELATO DE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Os fenômenos Termodinâmicos assim como toda a física estão altamente atrelados 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 difícil é imaginar nossas vidas sem as mais diversas observações desses fenômenos termodinâmicos.

Isso pode ser constatado a partir da intensão explicitada no prefácio 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 escolhido para a aplicação da sequência didática desta 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 será mostrado a descrição e o desenvolvimento da sequência didática para o ensino de Física do conteúdo escolhido para esta pesquisa sobre o uso da metodologia ativa de ensino – Sala de Aula Invertida. Nesta perspectiva, o ensino do conteúdo através da SAI terá como recurso a plataforma Google sala de aula que funcionará como “hospedeira” dos conteúdos acessados pelos alunos.

3.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADE DIDÁTICA

Para a aplicação desta pesquisa será desenvolvido uma SAD constituída de seis aulas de 50 minutos cada sobre processos de transmissão de calor e aplicada numa escola particular no município de Igarapé - Açu, interior do estado do Pará. Esta escola possui turmas dos três anos do ensino médio, mas para esta pesquisa, será desenvolvida a SAD apenas na turma do segundo ano do ensino

médio, contendo um total de 27 alunos. Na primeira aula desta SAD foi aplicado aos alunos um questionário de sondagem e um teste de conhecimentos prévios.

Para a primeira aula da sequência, foi criado pelo professor um teste de sondagem com conhecimentos diversos para conhecer algumas informações dos alunos na qual foi importante para o andamento das aulas seguintes.

Figura 10 – Questionário de conhecimentos diversos

Questionário diagnóstico

Nome do aluno:

Série:

E-mail:

01- Gosta da disciplina física?

sim () não () mais ou menos

02- Na sua casa tem celular ou computador?

sim () não

03- Na sua casa tem internet?

sim () não

04- Você tem acesso a internet diariamente?

sim () não

05- Você usa a internet para estudos?

sim () não

Fonte: Arquivos do autor (2019)

O questionário de sondagem intitulado como “questionário de conhecimentos diversos” apresenta as seguintes informações: Nome da escola, nome do aluno, série, e-mail e também nove perguntas que foi respondida pelos alunos marcando com um “x” a resposta () sim ou () não. A importância deste questionário para o professor, está relacionado com a forma que foi desenvolvido a metodologia SAI naquela turma. O questionário completo do teste de sondagem está em apêndice ao final desta dissertação.

No segundo momento desta primeira aula da sequência didática, foi entregue aos alunos um teste de conhecimentos prévios contendo 10 questões objetivas contendo cinco alternativas (a, b, c, d, e), sendo que cada questão apresenta apenas uma alternativa correta.

Figura 11 – Primeira questão do questionário de conhecimentos prévios

<p>VII. Questionário de conhecimentos prévios:</p> <p>01- Analise as proposições e indique a verdadeira.</p> <p>A) Calor e energia térmica são a mesma coisa, podendo sempre ser usados tanto um termo como o outro, indiferentemente.</p> <p>B) Dois corpos estão em equilíbrio térmico quando possuem quantidades iguais de energia térmica.</p> <p>C) O calor sempre flui da região de menor temperatura para a de maior temperatura.</p> <p>D) Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.</p> <p>E) Um corpo somente possui temperatura maior que a de um outro quando sua quantidade de energia térmica também é maior que a do outro.</p>

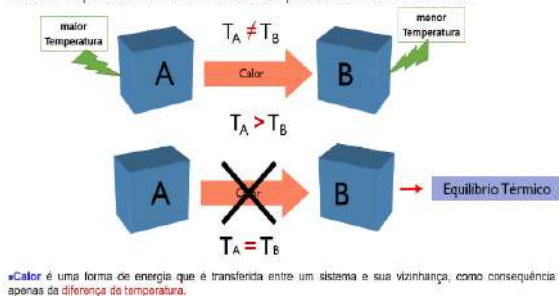
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo deste teste foi diagnosticar a turma, segundo ano do ensino médio, dos conhecimentos sobre processos de transmissão de calor e a partir deste diagnóstico criar a melhor estratégia para aplicar a metodologia SAI. Além disso, este teste foi usado como parâmetro de comparação de aprendizagem entre o que os alunos conheciam antes e depois da aplicação SAI.

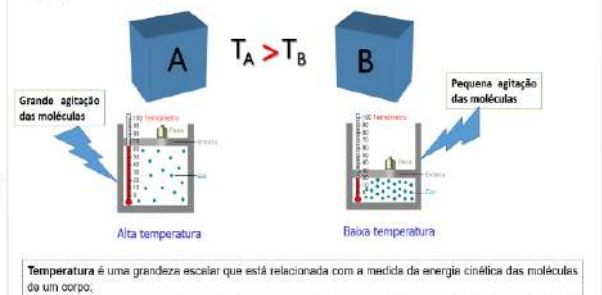
Na segunda etapa da sequência didática foram abordados os conceitos de calor e temperatura. Esta etapa começou com a elaboração por parte do professor, tanto do plano da aula quanto do material didático que foi usado na gravação da primeira videoaula desta pesquisa.

Figura 12 – Slides elaborado pelo professor sobre calor e temperatura

Fisicamente: calor é um processo e aparece toda vez que corpos com temperaturas diferentes são postos em um sistema.



Temperatura é um estado dos corpos definido pela intensidade da agitação de suas partículas.



Fonte: Arquivos do autor (2019)

Os Slides para gravação da videoaula foram preparados com uma preocupação didática de que as informações pudessem ser claras e objetivas para aprendizagem dos alunos. O slide da esquerda na figura 12 define o conceito de calor e o slide da direita, o conceito de temperatura.

Esta etapa teve como objetivo apresentar alguns conceitos introdutórios que foram importantes para a compreensão dos processos de transmissão de calor.

Após a gravação, a videoaula foi postada em um canal do professor no Youtube e em seguida adicionado o link da aula na plataforma Google sala de Aula (atividade descrita como aula 01 na plataforma).

Figura 13 – Link da atividade 01 postada na plataforma Google sala de aula



Fonte: Arquivos do autor (2019)

Após a gravação da vídeo-aula 01, o vídeo foi editado e postado no canal do professor no YouTube. A figura 13 mostra como o aluno visualiza a atividade na plataforma. Após um clique no link da aula, o aluno será direcionado para o canal no Youtube onde se encontra a videoaula sobre o assunto abordado.

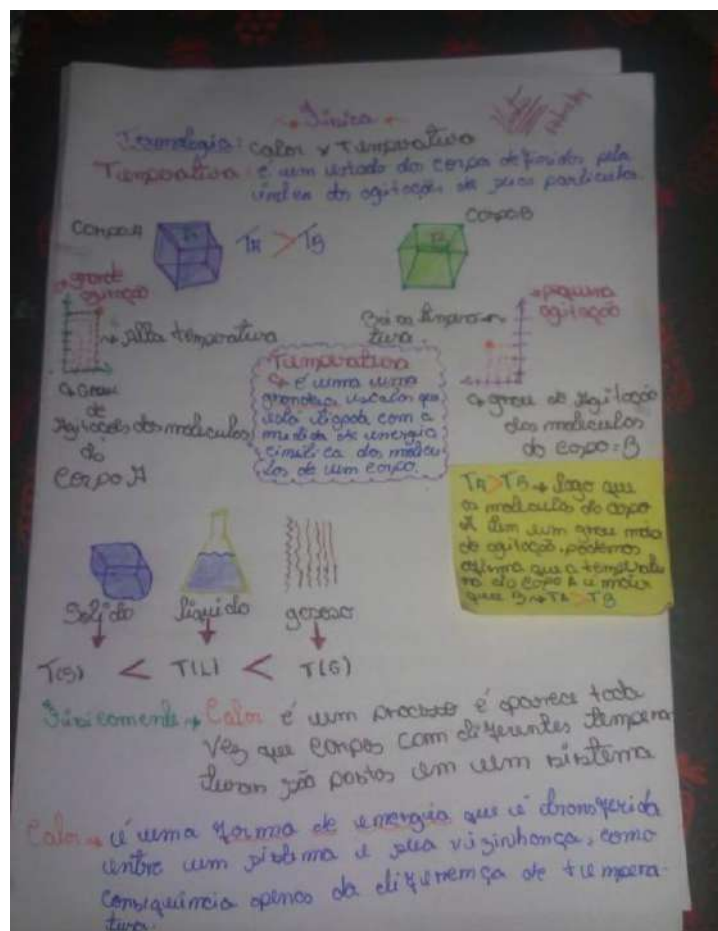
As aulas presenciais na escola acontecem as sextas-feiras, então as aulas foram postadas sempre seis ou sete dias antes da aula presencial. O intuito é deixar os alunos a vontade em escolher o momento mais apropriado e que tivesse pré-disposto em aprender o assunto durante assistir a videoaula fora da escola.

Durante a semana em que os alunos estavam estudando o conteúdo antecipados em casa, a pedido do professor, cada um fez um resumo do assunto estudado e que foi abordado em sala, anotando suas dúvidas, perguntas, curiosidades ou alguma informação que complemente a aprendizagem da classe.

A figura 14 mostra o resumo feito pelos alunos sobre calor e temperatura. O ponto positivo do resumo é que durante a semana após os alunos terem

acessados a plataforma, assistidos a videoaula, puderam anotar as principais informações em seu caderno, o vídeo foi pausado e muitas vezes voltado a ser assistido novamente para que as anotações pudessem ser feitas.

Figura 14 – Resumo da aula 01 sobre calor e temperatura



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O que chama a atenção nesse resumo é o cuidado do aluno em detalhar os conceitos e desenhar as figuras com a maior perfeição possível, dessa forma, facilita a compreensão na hora de estudar. Isso é um fator positivo para que as informações do assunto pudessem ser internalizadas em seus cognitivos.

A figura 15, apresenta o momento em que os alunos interagem em grupos, solucionando atividades discursivas.

Figura 15 – Alunos em grupo exercitando o conteúdo aprendido em casa




Fonte: Arquivos do autor (2019)

Em sala, a turma se juntou em grupos com quatro alunos cada, de forma que os grupos ficavam espalhados dentro do espaço da sala de aula. Cada grupo recebeu do professor uma folha impressa, contendo uma lista de exercícios proposta sobre o assunto estudado em casa. Os alunos ao receberem a lista, dialogaram entre si para solucionar as questões ali propostas. Quando algum aluno apresentou dúvida sobre o conteúdo, foi nesse momento que o professor esteve presente para solucionar e assim tornar melhor a compreensão do assunto. A figura 16 mostra a lista de exercício com questões subjetivas, resolvidas pelos alunos da pesquisa.

Figura 16 – Lista de exercício resolvida pelos alunos

01- Uma pessoa segura uma barra de ferro, de comprimento 50 cm e área da seção transversal de $1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, mantendo uma ponta no fogo, conforme mostrado na figura a seguir. A condutividade térmica do ferro vale $60 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$.

Aluno: Bianca Pereira
 Emily Lopes
 2º Ano Jennifer Gato
 Maria Vileira da Silva
 Maria Polhelo



A) Explicar por que a ponta da barra exposta ao fogo não se acha à temperatura da chama.
 Porque a transmissão de calor por condução, faz a parte do objeto em contato com a fonte a temperatura sempre maior que sua extremidade.

B) Considerando que a ponta exposta ao fogo está a 400 °C , e a outra, a 150 °C , estimar a taxa de transferência de calor ao longo da barra. $\phi = \frac{K \cdot A \cdot (t_1 - t_2)}{L}$

$$\phi = \frac{60 \times 1,0 \times 10^{-4} (400 - 150)}{0,5} \rightarrow \phi = 30,000 \times 10^{-4}$$

$$\phi = \frac{60 \times 10^{-4} (250)}{0,5} \rightarrow \phi = 15,000 \times 10^{-4}$$

C) Explicar por que a pessoa não se queima ao segurar a barra.
 Porque na extremidade da barra a agitação dos moléculas está menor que a que está em contato com a chama, logo a sua temperatura não aumenta e também porque ele está com a pele que impede a transmissão de calor.

Fonte: Arquivos do autor (2019)

Ao final da aula, os alunos entregaram as folhas com a lista de exercício resolvida para serem corrigidas pelo professor, dessa forma foi possível complementar o ensino do tópico relevante à aquela aula, para obter uma significativa aprendizagem do conteúdo abordado.

Na terceira etapa que corresponde a aula 03 da sequência didática, o conteúdo aqui abordado pelo professor é processo de transmissão de calor por condução. Esta etapa se iniciou logo após a entrega da atividade prática, realizada pelos alunos na aula 02. Após o professor gravar a aula sobre transmissão de calor por condução, a aula foi postada em um canal do Youtube e colocado o link da aula na plataforma Google Sala de Aula.

O motivo do vídeo ser postado no Youtube e não na própria plataforma Google sala de aula, é que devido algumas tentativas de postar na própria plataforma do Google, os alunos reclamavam muito de não conseguirem visualizar o vídeo devido apresentar-se em configurações pesadas, e a internet móvel ou até mesmo wi-fi não era possível a visualização, por parte dos alunos, dos vídeos que eram postados pelo professor.

Dessa forma, vendo essa dificuldade no uso dessa ferramenta tecnológica para a aplicação da metodologia SAI, quando postado diretamente na plataforma,

foi testado outras opções e uma delas deu certo e os alunos gostaram, que foi através da inserção do link da videoaula na própria plataforma Google sala de aula, após sua postagem em um canal do Youtube. Dessa forma, logo que os alunos clicarem no link para assistirem a aula seriam direcionados para o canal. A figura 17 mostra o link da videoaula postada na plataforma Google sala de aula.

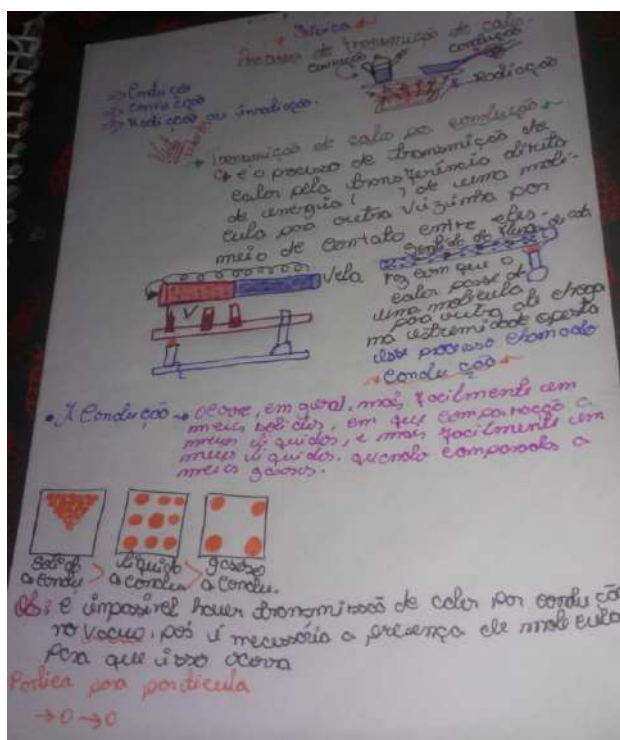
Figura 17 – Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O seguimento desta etapa se dá por parte dos alunos que tiveram uma semana para estudarem o conteúdo postado em vídeo-aula na plataforma Google Sala de aula. Durante os estudos, cada aluno fez um resumo das principais informações e registraram em seu caderno, uma espécie de resumo, que durante o encontro em sala de aula o aluno puderam ter um fundamento do que estudou sempre que precisasse. A figura 18 mostra o resumo feito por um aluno sobre o assunto Transmissão de calor por condução. Esses resumos sempre ao final de cada encontro presencial em sala eram corrigidos pelo professor, com o objetivo de analisar a organização dos estudos do aluno e se possível corrigir algum equívoco durante a construção do mesmo.

Figura 18 – Resumo de transmissão de calor por condução



Fonte: Arquivos do autor (2019)

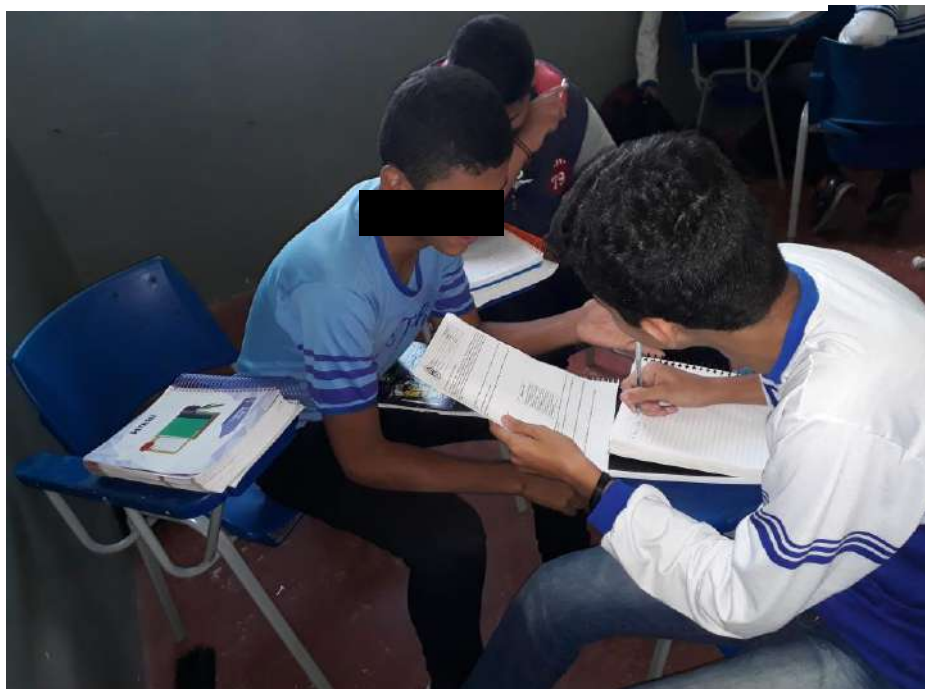
Em sala, através do plickers, aplicativo de avaliação instantâneo, os alunos fizeram o teste de vídeo com o intuito do professor diagnosticar a aprendizagem dos conceitos sobre processos de transmissão de calor por condução. O teste de vídeo sobre o assunto abordado nesta etapa está na íntegra no apêndice C ao final desta dissertação.

Após o teste de vídeo, os alunos formam grupos para pôr em prática o assunto aprendido em casa. O professor entregou uma lista de exercício com questões discursivas e durante as resoluções, o professor auxiliou cada grupo tirando dúvidas, esclarecendo conceitos, dando exemplos, construindo uma aprendizagem complexa e não superficial sobre o assunto abordado.

A aula finalizou com a entrega da lista de exercício para o professor, lista esta que foi devolvida para os alunos em outro momento com as devidas correções, solidificando tudo aquilo que foi tratado dentro e fora de sala de aula.

A figura 19 mostra uma equipe da turma em pesquisa, resolvendo a lista de exercício com questões subjetivas.

Figura 19 – Alunos em grupo exercitando o conteúdo aprendido em casa



Fonte: Arquivos do autor (2019)

A quarta aula que corresponde a quarta etapa desta sequência didática começou ao final do encontro em sala sobre transmissão de calor por condução.

Nesta etapa, o professor elaborou o material e gravou a videoaula sobre processos de transmissão de calor por convecção. Assim que o vídeo foi gravado e editado, foi postado no canal do YouTube e em seguida postado o link na plataforma Google sala de aula para que todos os alunos pudessem acessar a qualquer momento a videoaula, e assim estarem estudando os conteúdos antecipados em casa.

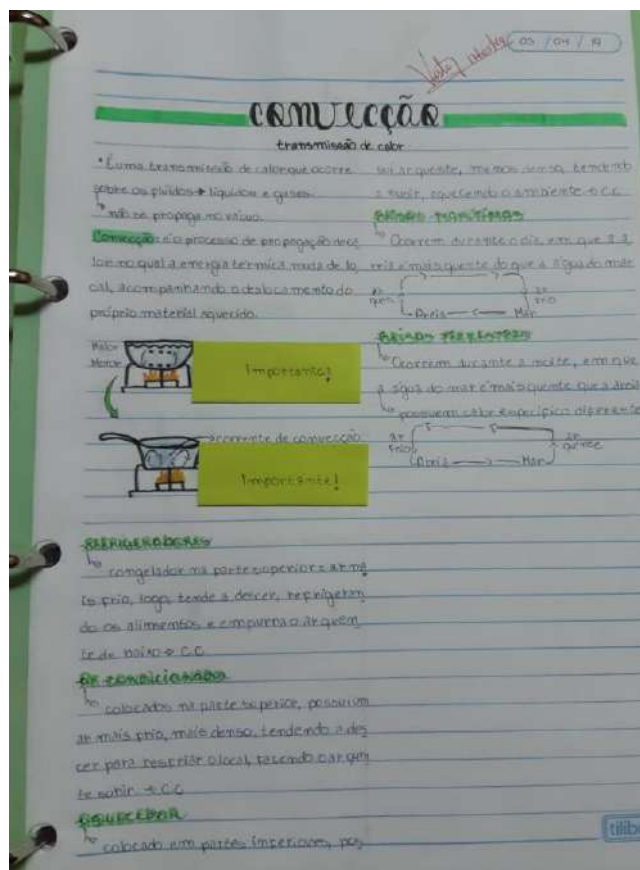
Figura 20 – Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula



Fonte: Arquivos do autor (2019)

Após a postagem da videoaula na plataforma, os alunos tiveram uma semana para acessarem a plataforma e estudarem o conteúdo desta aula. Durante a semana, enquanto eles assistiam a videoaula, ao mesmo tempo estava sendo feito um resumo do mesmo. A figura 21 mostra o resumo feito por um dos alunos sobre a aula de convecção de calor.

Figura 21 – Resumo de transmissão de calor por convecção

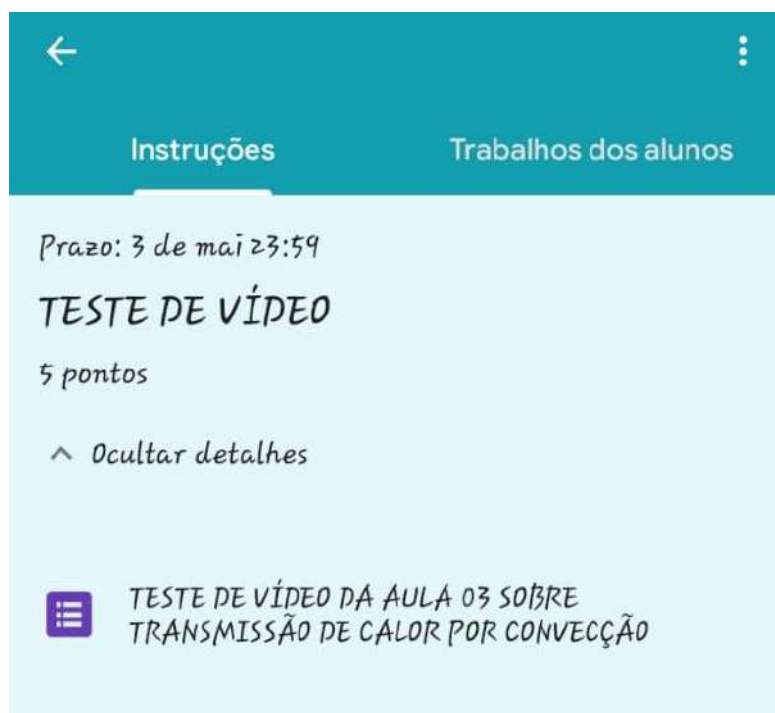


Fonte: Arquivos do autor (2019)

Ainda nesta etapa, o teste de vídeo para verificar a aprendizagem dos alunos e diagnosticar as principais dúvidas sobre a transmissão de calor por convecção não foram feitas em sala de aula através do aplicativo de avaliação instantânea *plickers*, e sim através do Google formulário. Os questionários de questões objetivas foram feitos na própria plataforma do Google questionário e postado o link na plataforma do Google sala de aula, para que os alunos possam acessar e resolver. O teste de vídeo ficou disponível ao aluno durante todo o dia que antecede a aula presencial.

Durante o dia, o professor teve controle de quantos alunos acessaram a plataforma e fizeram o teste, além de saber quais questões tiveram maior número de erros para que no dia seguinte pudesse direcionar as principais dúvidas para as questões com menor número de acertos. A figura 22 mostra o link do teste de vídeo postado na plataforma Google Sala de Aula.

Figura 22 – Link do teste de vídeo na plataforma Google sala de aula



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O aluno ao responder o teste de vídeo já saberia simultaneamente ao final das perguntas o seu número de erros e acertos. Na escola, os alunos reuniram-se em grupos para dialogarem, questionarem e trocar ideias sobre o assunto estudado em casa, além de ser o momento em que o professor esteve tirando as dúvidas específicas de cada estudante e auxiliando na resolução de exercício sobre transmissão de calor por convecção.

Após os grupos formados, o professor entregou a lista de exercícios para ser resolvidos em sala, foi durante as resoluções que as dificuldades dos alunos apareceram acerca do assunto, e são reduzidas com o auxílio do professor dentro da sala. A figura 23 mostra uma lista de exercício resolvida por um dos alunos.

Figura 23 – Lista de exercício resolvida pelos alunos

01- José mora em Natal, capital do Rio Grande do Norte. João e Maria, em Estância, capital do Espírito Santo. Os dois têm em comum o fato de serem recém-formados em Engenharia e se comunicam com frequência por meio de e-mails. José pretende comprar a sala de uma residência em sua cidade e Maria, o seu quarto. Em uma de suas conversas, eles trocaram informações sobre onde cobrir os aparelhos indicados, se forada, próximo do teto, embaixo do chão ou no meio do parede. Lembrando que Natal está próximo da linha do Equador e Estância está próximo do polo Norte, qual sua sugestão de onde colocar os aparelhos? Qual o aparelho indicado em cada caso, ar condicionado com função "Frio" ou aquecedor?

Mary: aquecedor no chão.
José: ar condicionado no teto.

02- Na convecção ocorre alguns processos interessantes. O ar quente (menor densidade) sobe e o ar frio, mantendo a circulação. Várias questões cotidianas podem ser discutidas:

a) a importância da gravidade nesse processo.

O ar frio mais pesado, então por conta da gravidade tende a ficar mais próximo da Terra e que implica a localização do aparelho ar condicionado e o mesmo com o ar quente.

b) a importância de os aquecedores ficarem na parte inferior dos ambientes, enquanto os aparelhos de ar condicionado ficam na parte de cima.

Devido as diferenças de densidade das duas massas de ar (quente e frio) há possibilidade de corrente aquecimento ou resfriamento do ambiente. Onde a localização dos aparelhos facilita esse processo.

03- Leia o texto a seguir

Saltando de asa delta

Para saltar de asa delta, o piloto deve escolher um declive para conseguir que o ar se mova para as asas, a aproximadamente 25 km/h. Esse movimento do ar sobre a superfície da asa para o levantamento, a força que vai contra a gravidade e a mantém nos alicerces. Uma vez nas alturas, a gravidade (o peso da asa delta e do piloto) puxa o aparelho para a Terra e impulsiona a asa delta para frente o que faz o ar fluir continuamente sobre ela. Além do movimento horizontal do ar, a asa delta pode subir ou descer com as correntes do ar térmico.

As correntes de ar térmico citadas no texto, como se referem às correntes de ar quentes ou frias que o piloto pode encontrar durante o voo. Analise a situação descrita e responda:

a) Qual corrente de ar (quente ou fria) deve ser usada quando o piloto de asa delta quer aumentar sua altitude em relação ao solo? Justifique.

Ar quente, pois facilitará o voo já que esse tende a subir impulsionando o piloto.

b) Qual processo de transmissão de calor está relacionado com a subida de asa delta utilizando correntes de ar térmico? Justifique.

Processo de convecção pois ao ocorrer em gases com deslocamento das massas de ar possibilita a transmissão de calor em fluidos.

c) Em que outra situação cotidiana é possível verificar esse mesmo processo de transmissão de calor? Explique.

Correntes marinhas, pois essas podem aquecer ou resfriar costas marinhas de acordo com a marreamentação das águas.

Fonte: Arquivos do autor (2019)

Esta quarta etapa terminou com a lista de exercícios resolvidos pelos alunos e entregue ao professor, que analisou as respostas para em caso de necessidade fazer alguma complementação do conteúdo estudado.

A quinta e última etapa que corresponde a quinta aula desta sequência didática é sobre processos de transmissão de calor por irradiação. Nesta última etapa de aplicação do produto, o professor novamente elaborou o material didático e em seguida fez a gravação desta videoaula, que em seguida foi postada no canal do YouTube e colocado o link da videoaula na plataforma Google Sala de aula.

Sempre que algo é postado na Plataforma, uma notificação é feita a todos que estão cadastrados para que pudessem acessar o conteúdo postado. A figura 24 mostra o link da videoaula na plataforma Google Sala de Aula.

Figura 24 – Link da vídeo-aula na plataforma Google sala de aula

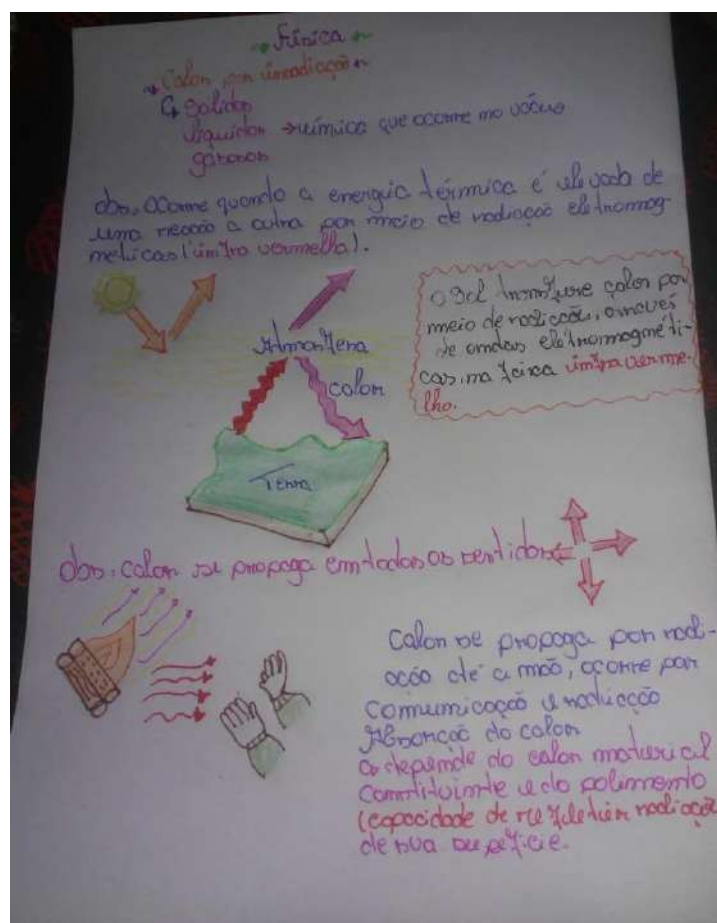


Fonte: Arquivos do autor (2019)

Após a postagem do vídeo na plataforma, os alunos terão uma semana para estudarem o conteúdo desta aula. No decorrer da semana, o professor controla o acesso dos alunos na plataforma para saber quem já acessou ou não o conteúdo e como forma de fazer todos acessarem a plataforma e assistirem a vídeo-aula, é pedido pelo professor que todos possam fazer de forma individual um resumo detalhado do assunto abordado naquela aula, assim, os alunos terão maior paciência em assistir o vídeo e prestarão maior atenção para que possa registrar as principais informações daquela aula.

O resumo será feito no próprio caderno do aluno para que possa servir como base para se fundamentar sempre que necessário e até mesmo para servir como lembrete de alguma informação que não foi totalmente acomodada pelo cognitivo. A figura 25 mostra o resumo da aula sobre irradiação feita por um aluno da turma desta pesquisa.

Figura 25 – Resumo sobre transmissão de calor por irradiação

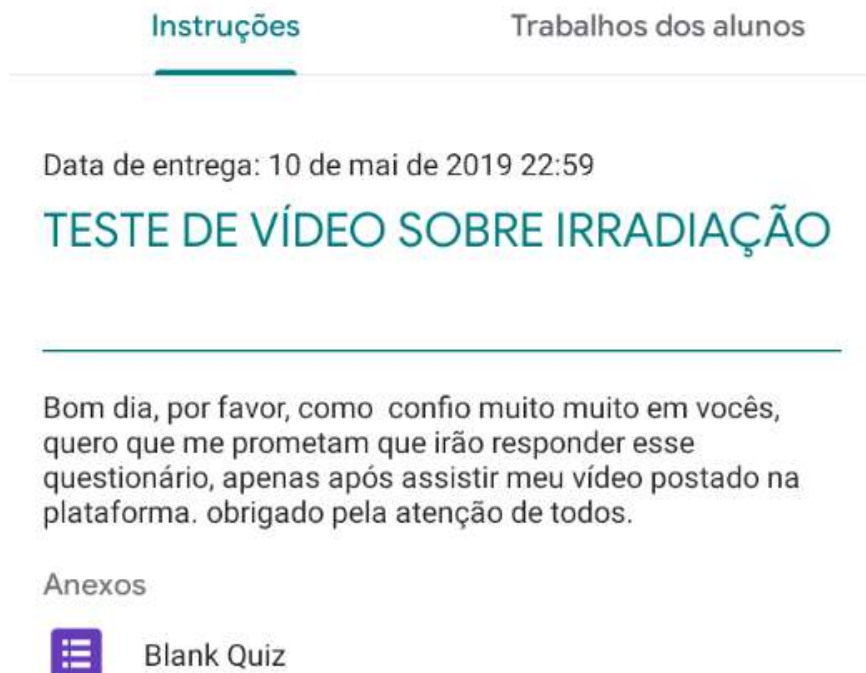


Fonte: Arquivos do autor (2019)

Nesta etapa, como teste de vídeo, foi postado um questionário contendo cinco questões objetivas, formuladas no próprio Google questionário e postado o Link do teste na plataforma Google Sala de Aula, onde os alunos estão cadastrados. Como os demais, o conteúdo do teste de vídeo foi notificado pela plataforma e assim os alunos acessam para que pudessem estudar.

As questões do teste de vídeo são fundamentadas no conteúdo de física exposto na vídeo-aula e por isso tem o objetivo de diagnosticar quais alunos assistiram a aula e mais que isso, é pontuar as principais dificuldades encontradas na compreensão do assunto. A figura 26 mostra o teste de vídeo feito no Google formulário e postado na plataforma Google Sala de Aula.

Figura 26 – Link do teste de vídeo na plataforma Google sala de aula



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O diagnóstico do teste de vídeo é fundamental para que o professor. Pois não é apenas uma ferramenta para saber quais e quantos alunos assistiram a vídeo-aula, é um instrumento de informação que o professor constrói sobre cada aluno daquela turma, isto implica direcionamento certo para esclarecimento das principais dúvidas dos alunos.

Dúvidas que na maioria das vezes o aluno não tem coragem de informar o professor que não entendeu a abordagem das videoaulas. Mas através do teste de vídeo, o professor pontua quais alunos tiveram maior dificuldade na resolução e em quais conceitos foram registrados os maiores erros para que seja esclarecido em sala de aula.

Para finalizar a última etapa, os alunos realizaram uma atividade prática em sala. Nesta atividade, os alunos foram divididos em dois grandes grupos e cada grupo realizou um experimento sobre processos de transmissão de calor.

A figura 27 mostra o passo a passo dos experimentos, postado na plataforma para acesso de todos os alunos da turma.

Figura 27– Experimentos 01 e 02 sobre condução e convecção de calor

Fonte: Arquivos do autor (2019)

O experimento 01 é uma atividade prática sobre processos de transmissão de calor por condução, enquanto que o experimento 02 é uma atividade sobre transmissão de calor por convecção. Os dois grupos ficaram responsáveis por coletarem durante a semana o material que será usado no experimento em sala. Em sala, cada grupo realizou as etapas do seu experimento.

A primeira etapa consistiu na realização do experimento em si, a outra etapa na discussão dos resultados obtidos, essa etapa de discussão foi aberta para que todos pudessem dialogar e colocar suas análises sobre os conteúdos estudados em casa. A terceira etapa consistiu na resolução de três questões que se intitula, “analisando o experimento”, onde cada equipe fez ao final da discussão em sala. Os experimentos realizados em sala nesta quinta aula da sequência didática estão disponíveis na íntegra nos apêndices G e H ao final desta dissertação.

CAPÍTULO 4: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em uma pesquisa de campo na área de Ensino de Física é indispensável uma análise quantitativa e qualitativa dos dados para uma maior abrangência dos resultados.

No primeiro momento será analisado os dados de alguns conhecimentos diversos, é de suma importância para o conhecimento do professor sobre os alunos na abordagem desta metodologia. Em seguida serão expostos os dados coletados por meio do pré-teste e pós-teste e analisados por um olhar estatístico, assim definindo em uma análise quantitativa. Para (Silva, 2001) considerando que tudo pode ser quantificável, traduzindo assim em números as possíveis opiniões e informações relevantes para que possam ser passíveis de análise e classificação.

A análise evita controvérsias na interpretação dos dados coletados e esclarece a compreensão do leitor. Tanto o pré-teste como o pós-teste são compostos de questões objetivas com um único item correto como resposta.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DE CONHECIMENTOS DIVERSOS

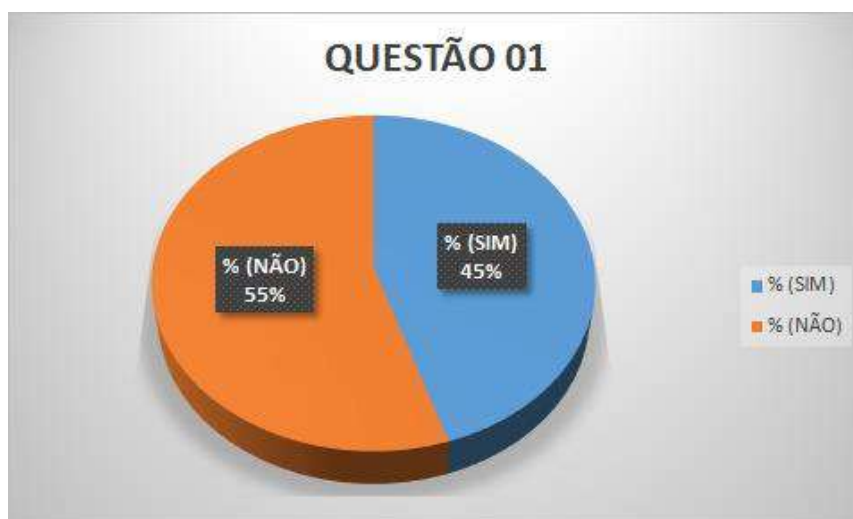
Quando se propõe usar a metodologia SAI numa determinada turma, é fundamental que o professor conheça a realidade dos seus alunos para melhor adaptação e planejamento desta metodologia de ensino. A forma como o professor vai abordar a SAI está diretamente relacionado com a realidade local e daquela turma em específico.

O questionário de conhecimento diversos dos alunos foi desenvolvido com o objetivo de identificar as principais características fundamentais para à abordagem da SAI. Este questionário com nove perguntas será exposto a seguir com as devidas respostas dos alunos.

Pergunta I - Gosta da disciplina física?

() sim. () não

Gráfico 01 - Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é verificar a afinidade dos alunos com a disciplina de Física.

Observa-se no gráfico 01 que mais da metade dos alunos não possuem afinidade com a disciplina da pesquisa. Dentre os participantes da pesquisa, 55% disseram que não gostam, respondendo “*não*”. Já 45% afirmaram que gostam da disciplina, respondendo “*sim*”.

Pergunta II- Na sua casa tem celular ou computador?

() sim. () não

Gráfico 02- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

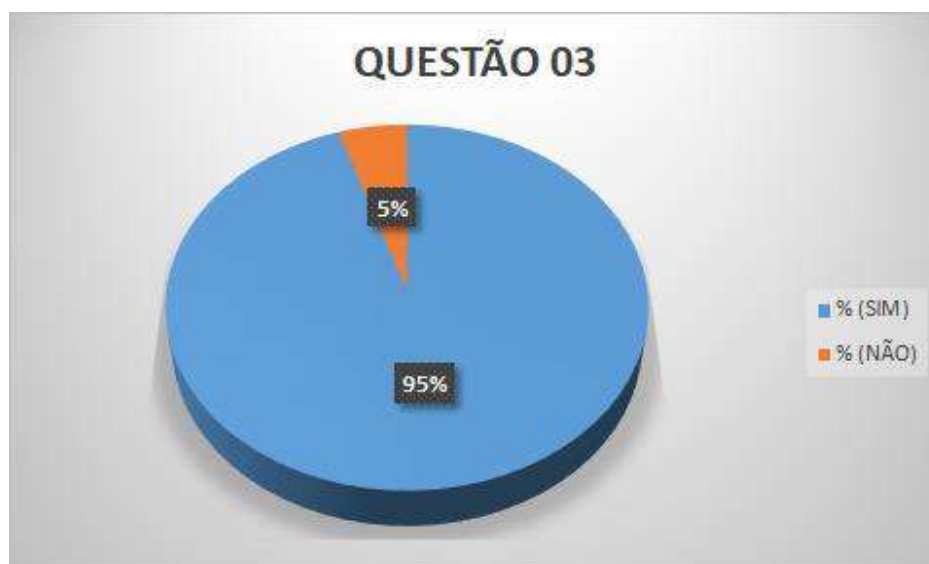
O objetivo desta pergunta é saber quais e quantos alunos participantes da pesquisa possuem ou não celular/computador em suas casas.

Observa-se no gráfico 02 que todos (100%) os alunos, participantes da pesquisa, disseram “sim”, que possuem celular ou computador em suas casas. Isso é importante, já que nesta metodologia é necessário o uso de tecnologia como celular ou computador para assistir as vídeo-aulas através da plataforma Google sala de aula. O processo de escolarização necessita do uso de tecnologias como forma a disseminar a informação e comunicação, através de “redes de produção colaborativa de conhecimento” (ABEGG, 2009, p. 20).

Pergunta III- Na sua casa tem internet?

() sim. () não

Gráfico 03- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber quais e quantos alunos participantes da pesquisa possuem ou não internet em suas casas.

Observa-se no gráfico 03 que quase todos os alunos participantes da pesquisa responderam que “sim”, isto representa 95% dos participantes da pesquisa. Apenas 5% responderam que “não” possuem internet na sua própria casa, mas que tinham acesso à internet em outros lugares. Esses dados são

bastante significativos para o uso de uma metodologia na qual a tecnologia será fundamental durante o ensino.

Pergunta IV- Você tem acesso a internet diariamente?

() sim. () não

Gráfico 04- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber quantos e quais alunos participantes da pesquisa tem acesso diariamente a uma rede de internet.

Observa-se no gráfico 04 que a maioria dos alunos, isto é, 90% disseram que “sim”, possuem acesso à internet diariamente. Já uma minoria, isto representa 10% disseram que “não” tem acesso a internet todos os dias.

Pergunta V- Você usa a internet para estudos?

() sim. () não

Gráfico 05- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



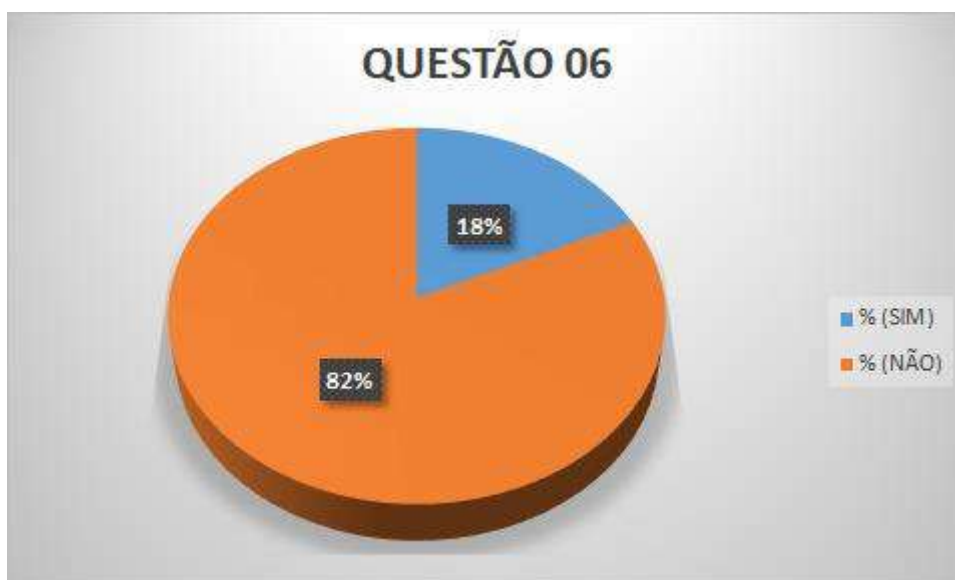
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber quantos e quais alunos usam a internet para estudos em sua casa.

Observa-se no gráfico 05 que dos alunos participantes da pesquisa, todos (100%) usavam de alguma forma a tecnologia para a aprendizagem, seja em suas casas, na escola ou em qualquer outro ambiente.

Pergunta VI- Conhece a plataforma do Google chamada “Google sala de aula”?
() sim. () não

Gráfico 06- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



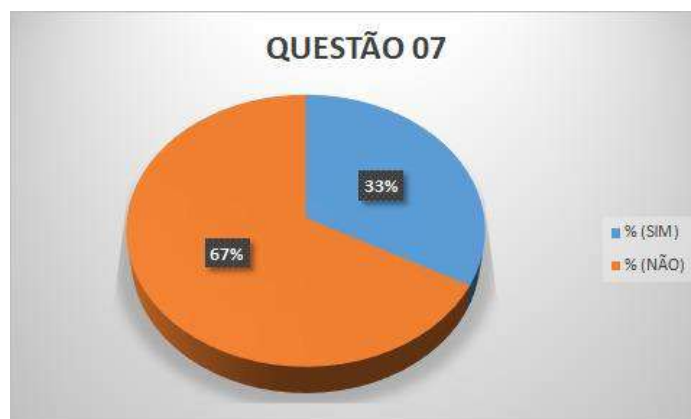
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber se os alunos conhecem a plataforma gratuita do Google na qual será postado previamente todo o conteúdo para os alunos estudarem.

Observa-se no gráfico 06 que dentre os participantes da pesquisa, a grande maioria não conhecia o “Google sala de aula”. De acordo com o gráfico, 82% dos entrevistados disseram “não”, isto quer dizer que não conheciam a plataforma. Já os que disseram “sim” foram apenas 18%. Após esse conhecimento da turma faz necessário o professor mostrar a plataforma aos alunos e ensinar como usar, daí a importância de conhecer os alunos antes de usar determinada metodologia de ensino.

Pergunta VII- Você é acostumado a estudar sozinho(a) em casa?
 sim. não

Gráfico 07- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber se os alunos tem hábito de estudar em casa sozinhos. É fundamental para a sala de aula invertida que os alunos tenham o costume de estudar sozinhos. Freire (2009, p. 278) considera que não compete à escola apenas apresentar aos seus alunos as informações reconhecidamente importantes para a aprendizagem, também tem o dever de “favorecer a independência, a autonomia e a criatividade dos alunos”. Assim, apoiando-se na fala de Freire, a SAI busca justamente desenvolver no alunado a autonomia que ele precisa para a construção do conhecimento.

Pergunta VIII- Costuma estudar os conteúdos antecipados em casa?
() sim. () não

Gráfico 08- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber se os alunos participantes desta pesquisa possuem o hábito de estudar os assuntos antecipados em casa para que ao chegar na escola já conheça do que será abordado em sala.

Observa-se no gráfico 08 que a maioria dos alunos não tinham o hábito de estudar os assuntos antecipados em casa. Dentre os participantes, apenas 41% costumavam estudar antecipado os assuntos em casa e 59% da turma não estudavam os assuntos antes da sala de aula. A partir desses resultados que mostram a realidade dos alunos, é necessário que o professor da turma conscientize os alunos da importância de estudar previamente os conteúdos fora da sala de aula.

Pergunta IX- Onde as dúvidas são maiores, quando você está estudando?
() casa. () escola

Gráfico 09- Gráfico da pergunta I do questionário de conhecimento diversos



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é saber dos alunos em que momento da aprendizagem surgem mais dúvidas sobre o que se está estudando, e dessa forma fortalecer a metodologia aplicada nesta pesquisa.

Observa-se no gráfico 09 que dos participantes da pesquisa, todos os alunos responderam que as maiores dúvidas surgem em casa no momento que estão resolvendo exercícios. As respostas desta pergunta apenas reforçaram a justificativa desta metodologia usada nesta pesquisa na qual os estudantes conseguem estudar sozinhos e em sua casa e o momento em que realmente eles precisam da ajuda é quando estão resolvendo exercícios. Sobre esse assunto, BERGMANN e SAMS (2016) diz

O momento em que os alunos realmente precisam da minha presença física é quando empacam e carecem de ajuda individual. Não necessitam de mim pessoalmente ao lado deles, tagarelado um monte de coisas e informações; eles podem receber o conteúdo sozinhos. (BERGMANN e SAMS, 2016, p.4)

Diante do exposto observa-se que as novas metodologias (sala de aula invertida) e o acesso rápido aos conteúdos via internet têm uma função importante na rapidez de assimilação e sanar as dúvidas acerca do conteúdo, assim visto como uma ferramenta importante para uso do professor e do alunado.

4.2 ANÁLISE DOS TESTES DE VÍDEO

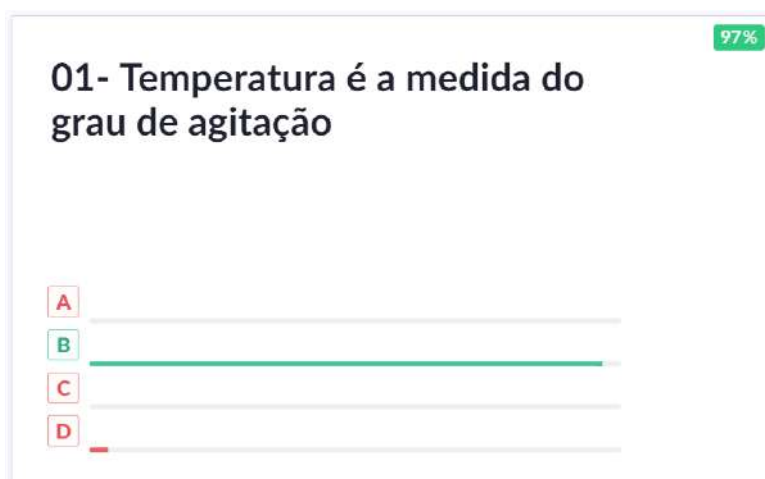
Aqui será analisado os resultados de dois testes de vídeos. O objetivo do teste de vídeo é verificar se os alunos estão assistindo as videoaulas postada na plataforma pelo professor. Com esse objetivo, cada questão do teste é pensada de acordo com aquilo que é definido dentro da videoaula. Dessa forma, é possível diagnosticar se está tendo aprendizagem dos conteúdos abordados.

Nesta pesquisa, os testes eram expostos aos alunos de duas formas, a primeira em sala de aula e a segunda na plataforma Google sala de aula. Na escola, os resultados da avaliação são obtidos através do aplicativo de avaliação instantâneo “*plickers*” e na plataforma, através de um questionário postado sempre um dia antes da aula presencial. Para Luckesi (2002), avaliar é o ato de diagnosticar uma experiência, tendo em vista reorienta-la para produzir o melhor resultado possível; por isso, não é classificatória nem seletiva; ao contrário, é diagnóstica e inclusiva.

Todas as questões na integra estão em apêndice ao final desta dissertação. A seguir serão expostos os resultados de apenas duas questões de dois testes de vídeos da sequência didática desta pesquisa, um resultado através do “*plickers*” e outro através da plataforma Google sala de aula.

Pergunta I – Teste de vídeo através do “*plickers*”

Figura 28 – Resultado do teste de vídeo através do *plickers*



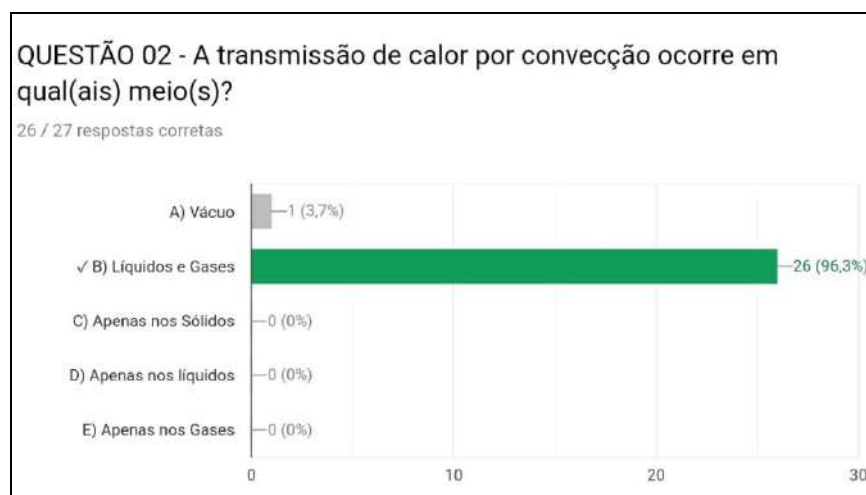
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta questão no teste de vídeo é verificar se os alunos, enquanto assistem as aulas, conseguiram absorver o conceito de temperatura.

Observa-se na figura 28 que dos alunos participantes da pesquisa 97% conseguiram marcar a opção correta, alternativa B. Este resultado mostra que além da maioria dos alunos ter assistido a aula em casa, houve também, uma significativa absorção do conhecimento através da videoaula sobre calor e temperatura.

Pergunta II – Teste de vídeo através da plataforma Google sala de aula

Figura 29 – Resultado do teste de vídeo através do Google Sala de aula



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta questão no teste de vídeo é verificar se os alunos, enquanto assistem as aulas, conseguiram absorver o conceito e as principais características do processo de transmissão de calor.

Observa-se ao analisar os resultados na figura 29 que dos 27 alunos que responderam o teste de vídeo 26 alunos conseguiram marcar a resposta correta, alternativa B, isto significa 96,3% dos alunos souberam responder de forma correta após assistir a vídeo aula e apenas 1 aluno marcou a alternativa errada, isto significa apenas 3,7% dos que responderam esta questão.

Sendo assim, após a análise dessas duas questões de teste de vídeo aplicados aos alunos de formas diferentes, podemos concluir que a maneira de avaliar se o aluno está assistindo ou não as videoaulas postadas pelo professor da turma é o que menos importa, quando se motiva os alunos a assistirem em casa os conteúdos, os resultados dos testes terão excelentes desempenho.

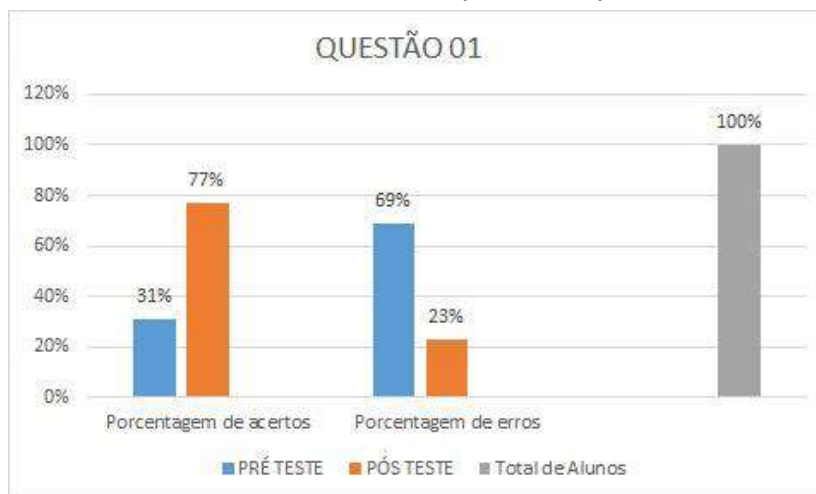
4.3 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.

Neste momento será analisado por meios de gráficos, os resultados alcançados mediante aplicação prática da pesquisa que foi obtido a partir de um pré-teste e pós-teste. O pré-teste tem por objetivo aferir os conhecimentos prévios da turma sobre todo o conteúdo de processos de transmissão de calor antes da aplicação da pesquisa. No pós-teste foi utilizado o mesmo questionário aplicado no pré-teste como didática comparativa dos conhecimentos da turma.

Diante dos resultados obtidos por meios da metodologia adotada será traçado comentários no sentido de realizar discursões a respeito se houve uma maior compreensão dos conteúdos abordados ou se a metodologia adotada pelo pesquisador não alcançou o objetivo esperado.

Os gráficos a seguir mostram resultados referentes às questões de processos de transmissão de calor, aplicadas no pré-teste e pós-teste. Neles estarão representados quantidade de erros e acerto e suas porcentagens, dos alunos da turma participante da pesquisa referentes às questões de 01 à 10. Desta forma, podemos prevê suas contribuições no processo de ensino aprendizagem.

Gráfico 10 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.1

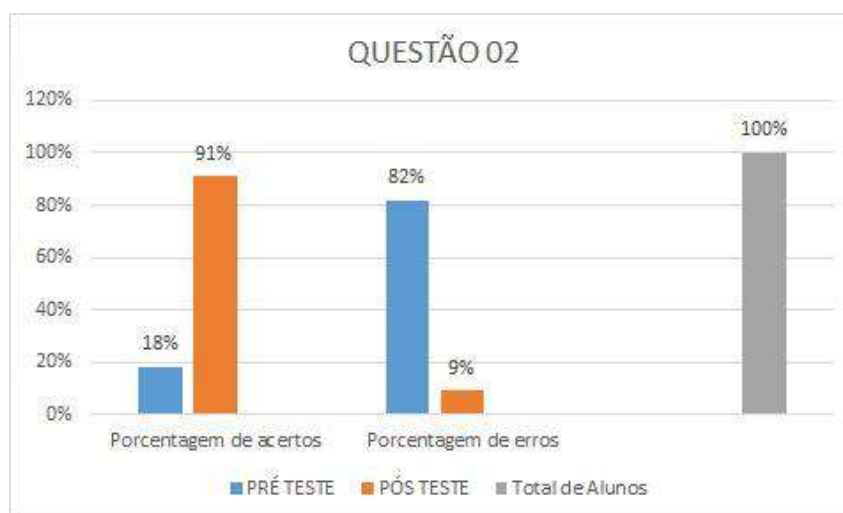


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é verificar se o aluno possui domínio dos conceitos de calor e temperatura. Conhecendo assim, esses conceitos para melhor identificação e aplicação no cotidiano.

Os resultados apresentados no gráfico 10 referente a questão n.1 mostra, que dentre os alunos participantes da pesquisa, houve 31% de acertos no pré-teste e conseqüentemente 69% de erros. No pós-teste, o número de acertos nesta questão aumentou significativamente, 77% dos alunos acertaram e apenas 23% não conseguiram acertar.

Gráfico 11- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.2

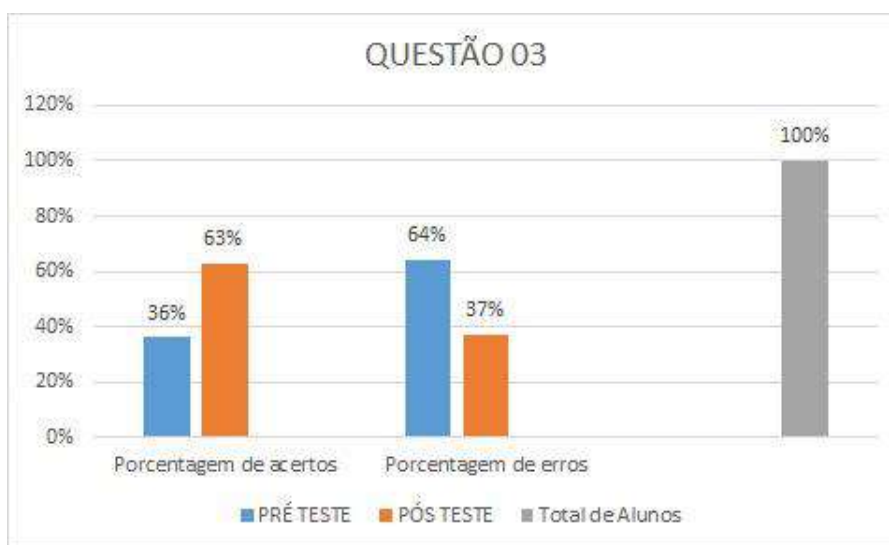


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta questão é verificar se os alunos conhecem o conceito de equilíbrio térmico.

Os resultados analisados no gráfico 11 referente da questão n.2, mostra que dos alunos participantes da pesquisa, apenas 18% acertaram e 82% erraram esta questão no pré-teste. No pós-teste, o número de acertos foi significativo, 91% dos alunos acertaram e apenas 9% da turma erraram a resposta.

Gráfico 12 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.3

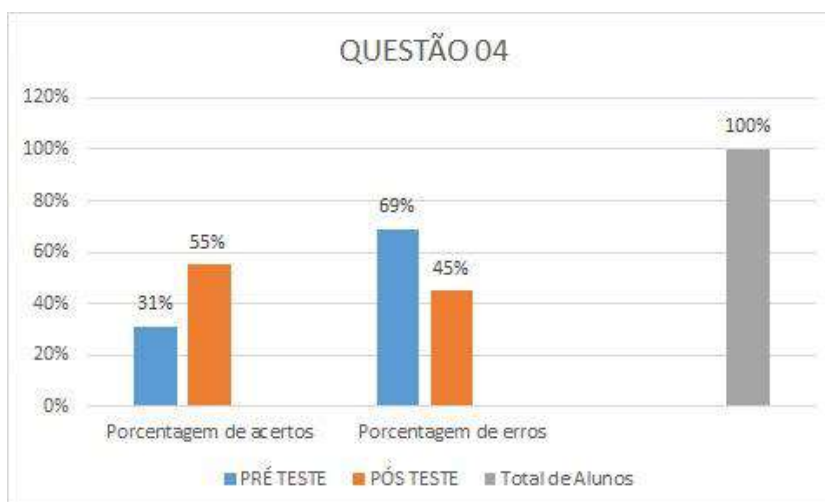


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é além do aluno ter conhecimento do conceito de calor e temperatura, ele precisa conhecer um pouco sobre trocas de calor entre corpos.

Os resultados analisados no gráfico 12 da questão n.3 mostra que também houve ascensão no número de acertos quando comparamos o pré-teste com o pós-teste. No primeiro, apenas 36% dos alunos participantes da pesquisa conseguiram acertar e 64% erraram. No segundo, 63% dos alunos acertaram enquanto que apenas 37% da turma erraram a questão.

Gráfico 13 - Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.4

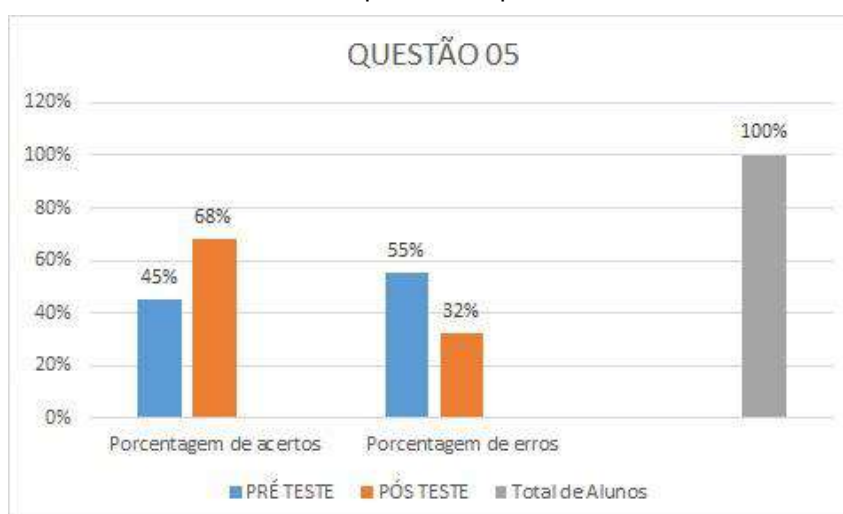


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento do aluno sobre a dificuldade ou a rapidez com um corpo propaga calor, é o que conhecemos como condutibilidade térmica. O aluno precisaria analisar esses conceitos em situações cotidianas.

Os resultados analisados no gráfico 13 referente a questão n.4 mostra que no pré-teste os alunos participantes da pesquisa tiveram 31% de acertos, isto corresponde a 69% de erros referente a esta questão. No pós-teste houve um aumento de acertos, porém não tão elevado quando comparado com o número de erros. Isto significa que 55% acertaram o pós-teste enquanto que 45% erraram.

Gráfico 14- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.5

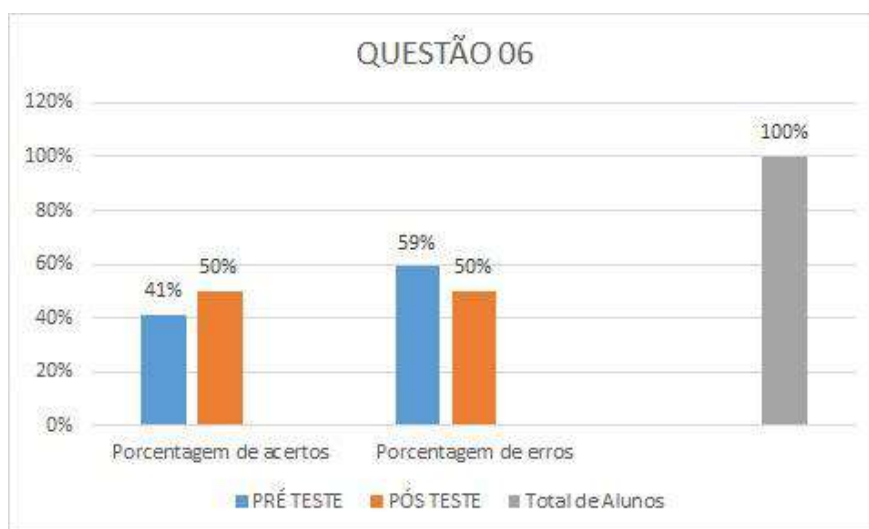


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento dos alunos sobre os conceitos de condutores e isolantes, não somente conhecer e definir conceitos, mas em quais materiais esses conceitos são aplicados e onde encontramos em nosso dia a dia.

Os resultados analisados no gráfico 14 referente a questão n.5 mostra que no pré-teste houve 45% de acertos e 55% de erros do total de alunos participantes da pesquisa. No pós-teste, o número de acertos aumentou para 68%, enquanto houve uma diminuição significativa no número de erros, apenas 32%.

Gráfico 15- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.6



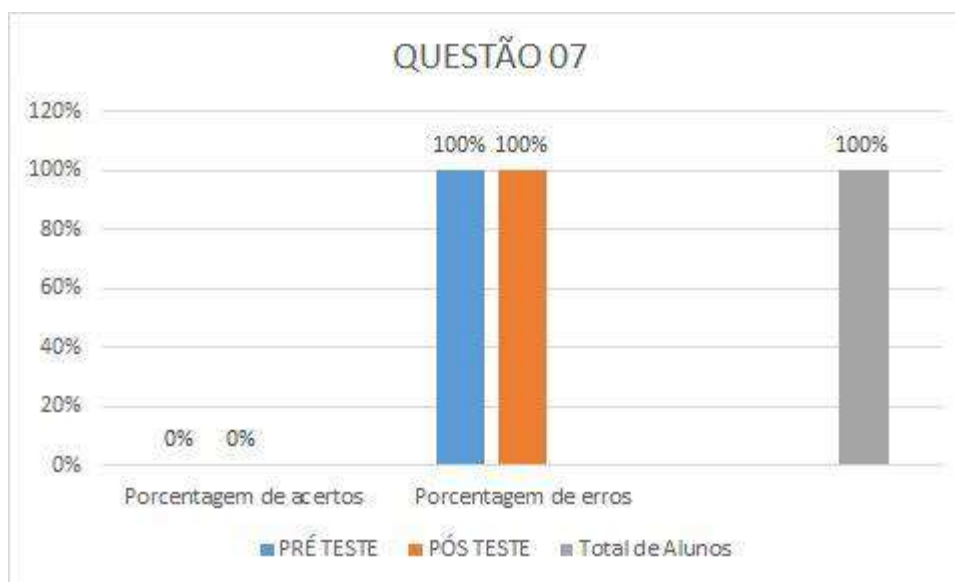
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento dos alunos sobre os conceitos dos processos de transmissão de calor, condução, convecção e irradiação, e a identificação desses processos em meio a situações práticas na sociedade.

Os resultados analisados no gráfico 15 referente a questão n.6 mostra no pré-teste 41% dos alunos participantes da pesquisa marcaram a alternativa correta, enquanto que 59% marcaram a alternativa incorreta. No pós-teste, o número de acertos superou o pré-teste, 50% dos alunos acertaram e 50% erraram a questão. Analisando esse resultado, percebe-se que mesmo após a aplicação da pesquisa através da metodologia sala de aula invertida houve uma

pequena dificuldade, dos alunos, na identificação dos processos de transmissão de calor quando aplicados a situações do cotidiano, fica evidente, no número de alunos que marcaram a alternativa errada no pós-teste.

Gráfico 16- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.7



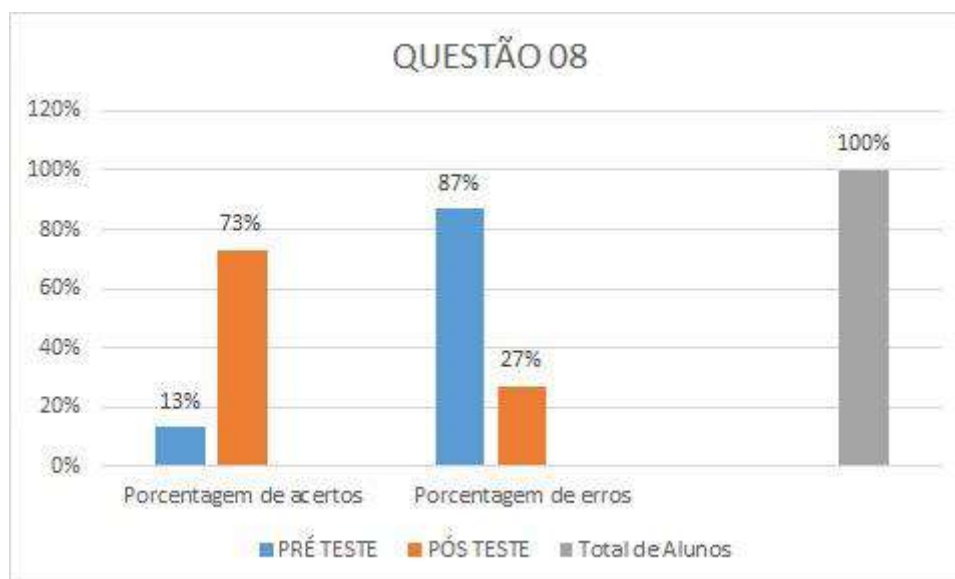
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento dos alunos sobre os meios condutores e isolantes e quais os resultados que podem ser observados em diversas situações presentes no cotidiano.

Os resultados analisados no gráfico 16 referente a questão n.7 mostra que os alunos participantes da pesquisa não tiveram subsunções suficientes no pré-teste para marcar a alternativa correta. No pós-teste, mesmo invertendo a sala de aula e usando os recursos tecnológicos para auxiliar na compreensão do conteúdo, ainda assim, a turma continuou demonstrando falhas nessa ponte de conhecimento entre os conceitos científicos e suas aplicações e resultados no dia a dia.

O gráfico mostra que tanto no pré-teste como no pós-teste não houve acertos referente a esta questão. Isto significa que 100% dos alunos marcaram a alternativa incorreta.

Gráfico 17- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.8

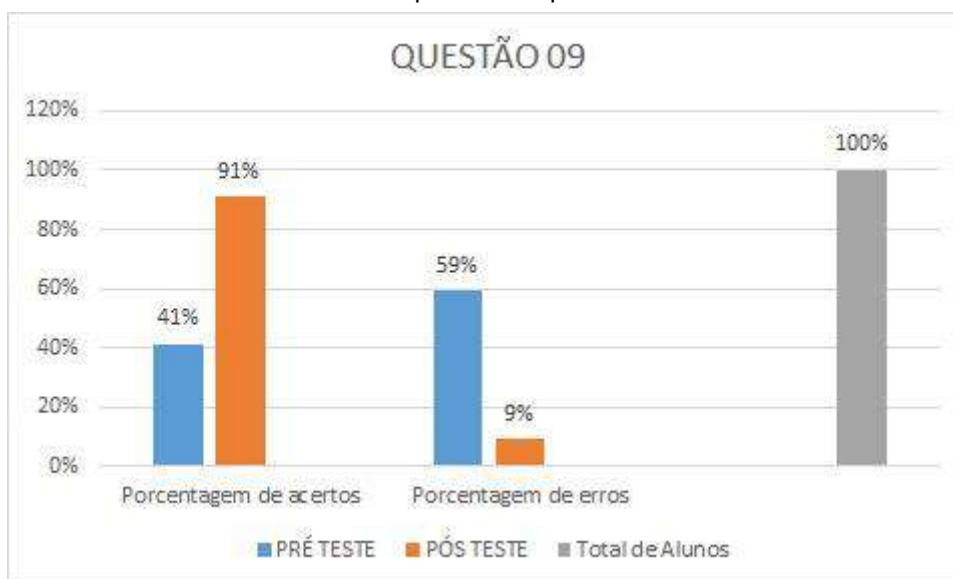


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento dos alunos sobre os processos de transmissão de calor, condução, convecção e irradiação, além do conhecimento científico desses processos em situações presentes no dia a dia, a pergunta exige conhecimentos mais aprofundados com relação as características de cada processo de transmissão de calor.

Os resultados analisados no gráfico 17 referente a questão n.8 mostra que após a aplicação da pesquisa houve uma excelente absorção dos conceitos e características dos processos de transmissão de calor. Está afirmativa fica evidente quando se analisa o gráfico e percebe-se que no pré-teste, apenas 13% dos alunos participantes da pesquisa tinham conhecimento suficiente para marcarem alternativa correta e 87% marcaram a alternativa errada. No pós-teste é significativo o número de acertos nesta questão, é comprovado quando 73% dos alunos acertam e apenas 27% marcam a alternativa errada.

Gráfico 18- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.9

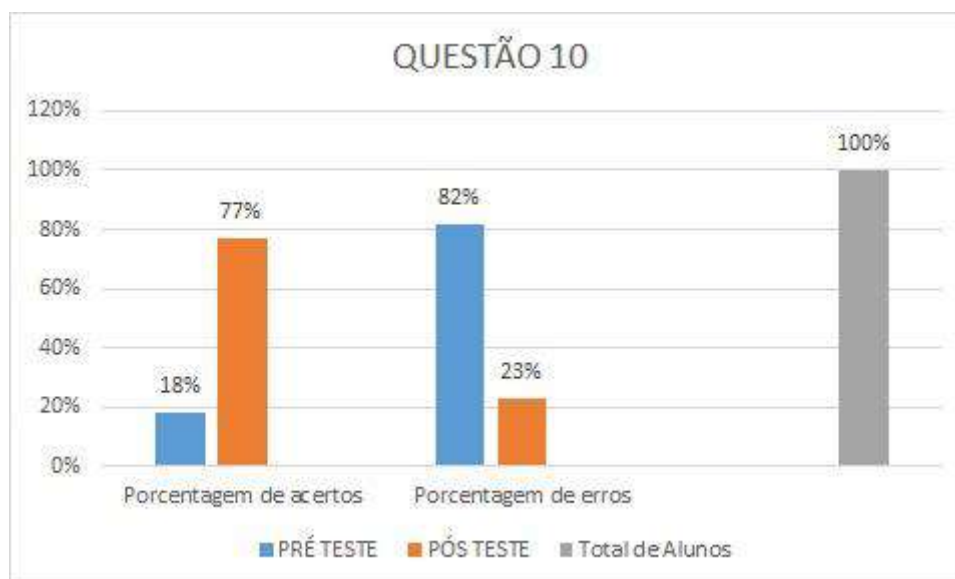


Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento dos alunos sobre condutibilidade térmica de diferentes materiais, além deste conhecimento, a questão exige, dos participantes da pesquisa, os reflexos e as diversas situações que podem ocorrer esses materiais e suas diferentes propriedades de condução de calor, presente no dia a dia.

Os resultados analisados no gráfico 18 referente a questão n.9 mostra que no pré-teste quase a metade dos alunos marcaram a alternativa correta, 41% dos participantes da pesquisa acertaram esta questão, enquanto que 59% erraram. Já no pós-teste, o número de acertos aumentou de forma plausível. O gráfico mostra que 91% da turma conseguiu acertar e apenas uma quantidade mínima de 9% erraram esta questão.

Gráfico 19- Números de acertos e erros do pré-teste e pós-teste da Questão n.10



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo desta pergunta é analisar o conhecimento dos alunos especificamente sobre as características dos processos de transmissão de calor aplicados em situações práticas do cotidiano. A questão exige do aluno reconhecer os processos de transmissão de calor em uma garrafa térmica.

Os resultados analisados no gráfico 19 referente a questão n.10 mostra uma carência de domínio de conhecimento antes da aplicação da pesquisa, isto fica evidente quando analisamos no gráfico que no pré-teste, apenas 17% dos participantes da pesquisa acertaram e 82% erraram. Após a aplicação da pesquisa, o número de acertos sofreu um aumento plausível, como se pode observar no gráfico, onde 77% acertaram no pós-teste contra apenas 23% não conseguiram marcar a alternativa correta.

4.4 ANÁLISE DE DESEMPENHO DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Nesta pesquisa, para modelo de comparação entre o que o aluno conhecia do assunto e o que ele conseguiu aprender com aplicação da metodologia ativa de ensino SAI, foi usado um pré-teste e um pós-teste com questões iguais e mesma quantidade. Assim, após a aplicação do produto educacional, será analisado os resultados de antes e depois, obtendo assim um gráfico de desempenho dos alunos, expressos em cada questão.

Gráfico 20- Gráfico de desempenho em cada questão.



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo deste gráfico de desempenho é mostrar em qual tema, referente aquela questão, os alunos tiveram maior ou menor compreensão do assunto abordado nesta pesquisa.

Os resultados analisados o gráfico 20 mostram uma exceção com relação ao desempenho de aprendizagem apenas na questão n.7, que tem como objetivo reconhecer as formas de propagação de calor em situação diversas no cotidiano.

Ao comparar o pré-teste com o pós-teste, observa-se que na primeira questão, o desempenho da turma foi superior a 40%. Na segunda questão, o gráfico mostra um desempenho com relação a absorção do conhecimento, superior a 70%. Na terceira questão, a turma teve um desempenho quase de 30%. Na quarta questão, os alunos tiveram um desempenho, no pós-teste, superior a 20%. Na quinta questão, o desempenho foi significativo, porém não passou muito dos 20%. Já na sexta questão, o desempenho foi próximo dos 10%, o que mostra um equilíbrio entre o que os alunos já conheciam e o que eles absorveram durante as aulas, no uso da metodologia SAI. A sétima questão não houve desempenho com relação a aquisição de conhecimento por parte dos alunos, isto não significa que não houve esforço por parte do professor em usar metodologia SAI da melhor forma possível.

Para Gramsci, a aprendizagem depende do esforço pessoal de cada estudante. É claro que o professor sempre poderá intervir, de modo direto, neste processo, auxiliando o aluno. Ele deve esforçar-se para que os estudantes aprendam, mas não pode minimizar nem esconder as dificuldades inerentes à aprendizagem.

De acordo com o gráfico 20, as questões n.8, n.9 e n.10 foram destaque pois satisfaz o objetivo desta pesquisa. Nessas três últimas questões, os alunos mostraram que assimilaram uma grande “massa” de conhecimento, conseguindo assim, um desempenho maior e igual a 50% no pós-teste, quando comparamos os resultados obtidos no pré-teste.

A SAI, assim como outras metodologias ativas, traz ao aluno uma maneira prazerosa de aprender física, de forma que o aluno esteja no centro desse processo de aprendizagem, como um agente participante e protagonista. Este modelo de ensino, onde aproxima o aluno do uso de tecnologia para facilitar a compreensão e absorção dos conteúdos torna o ensino dinâmico e aumenta a vontade do aluno em aprender.

Nas palavras de Bessa (2008, p.12):

Levando isso para sala de aula percebemos que o aluno só adquire o conhecimento na medida em que ele é motivado e que se posiciona de modo ativo diante do conteúdo, pois sem vontade nem iniciativa para desvendar ou descobrir, não há conhecimento. (2008, p.12)

Apesar da metodologia SAI ser novidade para quase todos os alunos participantes desta pesquisa, a forma como ela é abordada, a facilidade do aluno conhecer seus objetivos, entender como se dar o ensino e aprendizagem dos conteúdos trabalhados foi fundamental para o bom desempenho e o excelente resultado, é o que Bessa chama de equilíbrio majorante. Segundo a mesma este processo é responsável por nos levar de um nível de menor conhecimento para um de nível posterior de maior conhecimento (BESSA, 2008).

4.5 ANÁLISE DAS NOTAS DA TURMA COM A SAI E DA TURMA SEM A SAI

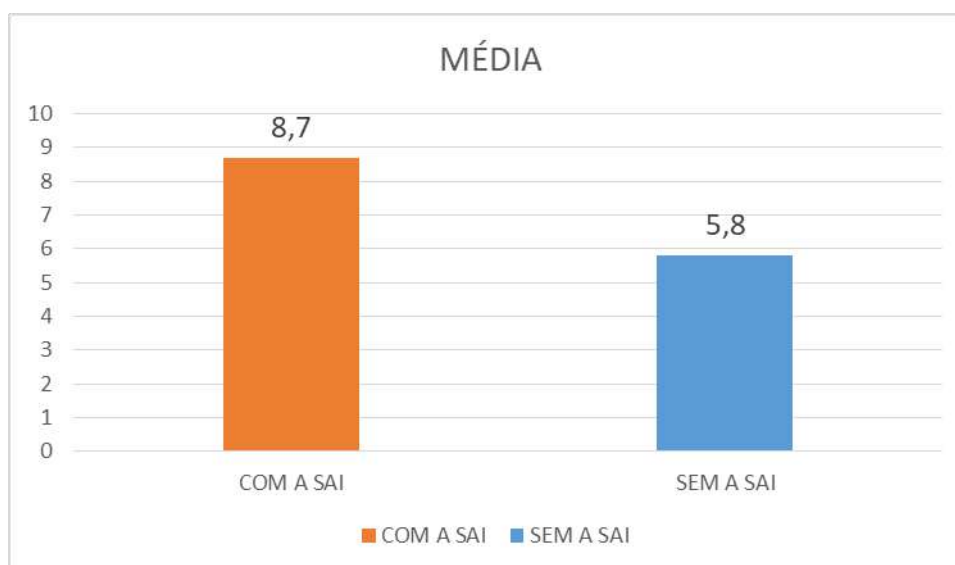
A aplicação do produto desta pesquisa foi sucedido por uma avaliação bimestral na escola na qual o projeto foi aplicado e, para efeito de análise de resultados, usou-se o comparativo da média das notas dos alunos de duas turmas de escolas distintas, uma usando a SAI como metodologia para o ensino de processos de transmissão de calor e a outra, usando os modelos tradicionais de ensino, no qual se aprende na escola e exercita, revisa, e tira dúvidas em casa.

É importante ressaltar aqui, algumas informações relevantes para que essa comparação entre turmas de escolas diferentes, seja levada em consideração para efeito de resultados nesta pesquisa. As duas turmas apresentavam semelhanças em alguns requisitos, como por exemplo:

- Escola particular
- Centro urbano da cidade
- Situação social e econômica
- Mesmo professor

A seguir será exposto o gráfico com a média das notas da avaliação bimestral em Física das duas turmas.

Gráfico 21- Gráfico de desempenho em cada questão.



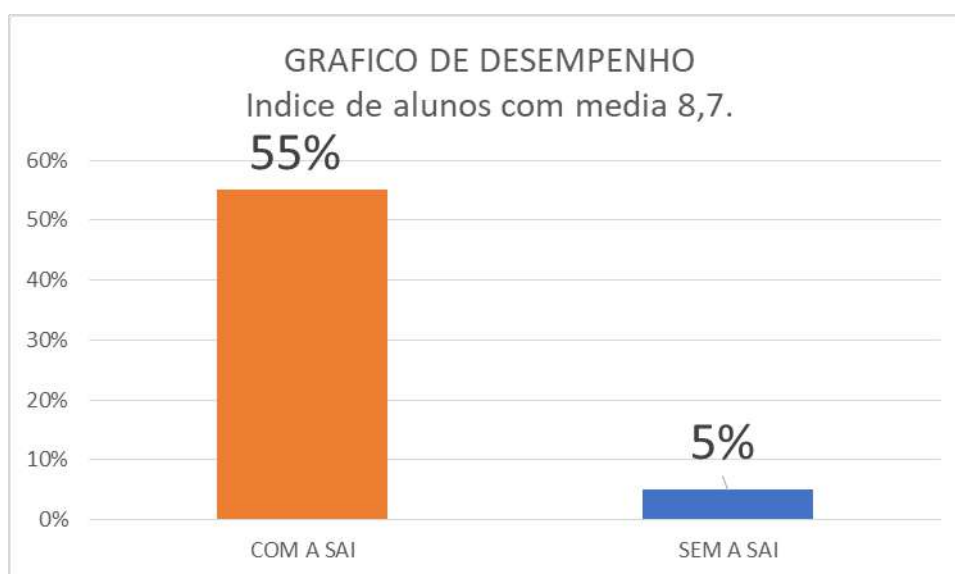
Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo de comparar a média das notas dos alunos de duas turmas de escolas diferentes é verificar se a metodologia SAI além de proporcionar melhor aprendizagem dos conteúdos, também tornar o ensino de Física mais prazeroso.

Os resultados analisados no gráfico 21 mostram que, tendo o dez (10) como nota máxima e o zero (0) como nota mínima em Física, tanto na escolas de aplicação do produto educacional desta pesquisa como na escola onde o produto não foi aplicado, verifica-se que na turma em que o conteúdo “processos de transmissão de calor”, foi ministrado usando a metodologia SAI, a média das notas dos alunos foi de 8,7, enquanto que na escola onde o mesmo conteúdo foi ministrado para uma mesma série sem o uso da metodologia SAI, a média das notas dos alunos foi de 5,8.

A comparação das notas entre as duas turmas como uma avaliação do modelo usado para o ensino de Física, apenas confirma que a metodologia SAI para o ensino de Física, além de ser importante, é prazerosa e a aprendizagem se torna bastante sólida com a interação dos conceitos estudados isoladamente pelos alunos e compartilhados com os colegas e com o professor através de experimentos, atividades práticas, resoluções de exercícios dentro da sala de aula.

Gráfico 22- Gráfico de desempenho das notas.



Fonte: Arquivos do autor (2019)

O objetivo deste gráfico é mostrar, em forma estatística, a porcentagem dos alunos, tanto da turma onde o produto foi aplicado quanto da turma onde o produto não foi aplicado, com nota na avaliação acima da média (8.7).

Os resultados analisados no gráfico 22 mostram que tomando como referência a média das notas (8.7), na turma onde usou a metodologia SAI, 55% dos alunos obtiveram na avaliação final do bimestre da escola, nota acima da média de referência, já na turma sem o uso da metodologia SAI, podemos perceber no gráfico que apenas 5% dos alunos obtiveram nota na avaliação bimestral da escola em Física, nota superior a de referência.

A partir desta comparação entre as duas turmas na qual o conteúdo de Física foi ministrado com metodologia diferente, podemos concluir que a absorção do conhecimento e a solidificação dos mesmos no cognitivo dos alunos se deu de forma satisfatória na turma com a SAI. Nesse sentido Lopes (2000, p. 35) afirma que “a aula expositiva se contrapõe a uma serie de modernas técnicas de ensino”. A partir dessa análise fica nítido que a metodologia SAI no ensino de Física, além de tornar mais prazeroso com a presença e uso da tecnologia a favor da educação, a aprendizagem se torna uniforme, dentro de uma turma com diversos modelos mentais para absorção do conteúdo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Mudança é uma palavra que vem sendo usada nos mais diversos setores da sociedade. Na educação não é diferente. Sendo mais específico, a tecnologia tem introduzido diversas metodologias dentro das escolas, tornando o ensino dinâmico e a aprendizagem mais prazerosa aos estudantes. Dessa forma, é necessário que ocorra uma reflexão sobre as metodologias usadas nas escolas de maneira que a tecnologia seja inserida no processo educacional da atualidade.

Neste sentido, é fundamental que políticas públicas de capacitação sejam criadas para que a tecnologia seja empregada de forma consciente dentro das escolas. Além disso, é fundamental que espaços físicos adequados sejam construídos para que possa favorecer o emprego desses recursos.

Nesta perspectiva, a metodologia proposta por BERGMANN e SAMS, torna o ensino dinâmico, transformando o aluno em um agente ativo nesse processo de aprendizagem. Além disso, esta proposta tem o papel fundamental de integrar o conhecimento adquirido em casa com as aplicações e discussões abordadas em sala de aula.

A sequência de atividade didática foi elaborada com o propósito de alcançar os conceitos fundamentais para a construção de uma boa aprendizagem. De modo que sua utilização pode ser adaptada para outras estratégias de aplicação da SAI. Assim, não nos limitamos elaborá-la para o uso exclusivo nesta pesquisa.

A aplicação desta pesquisa demonstrou que são efetivos, levando em consideração as condições e métodos ideais empregados nesta pesquisa. Foi satisfatório a rapidez com que os alunos entenderam o processo de aprendizagem neste trabalho, e a satisfação dos mesmos tanto em participar deste projeto quanto em aprender Física, a partir da inserção da tecnologia atrelada a capacidade de inversão das práticas educacionais escola-casa.

A pesquisa também reforçou um caráter social no sentido de aproximar pais e filhos, já que os pais também possuem acesso a todo o material que o professor disponibiliza aos alunos. Assim, podendo acompanhar mais de perto a educação e o ensino dos seus filhos. Além disso, a pesquisa também fortalece a interação tanto entre os alunos quanto entre professor e aluno. Isto fez com que houvesse

uma redução significativa de atenção, apenas aos alunos com afinidade ao conteúdo ministrado, já que todos interagem em conjunto dentro de sala.

Os registos dos resultados analisados, tanto quantitativos quanto qualitativos, dera-se em apenas cinco encontros, mas os efeitos foram extraordinários. Os resultados mostram que é possível tornar o ensino de Física satisfatório ao estudante. Que a tecnologia e aprendizagem fazem uma ótima combinação, onde o resultado positivo de tudo isso não alcança somente um ou outro aluno dentro da escola, mas sim, toda a comunidade estudantil.

Assim, podemos evidenciar que a pesquisa extraiu bons resultados e que conseguimos atingir os objetivos propostos pois ao decorrer deste trabalho fica evidente que o uso da SAI é totalmente possível a ser aplicado dentro do ensino de Física, além da satisfação dos alunos durante seu processo de aprendizagem.

Por fim, acreditamos que a SAI é uma metodologia ativa que incentiva, estimula, além de permitir melhorar a qualidade do ensino de Física. Quando aplicada de forma planejada e adaptada a realidade social do aluno, ocorre uma aproximação na relação professor-aluno e aluno- aluno, que é o que esperamos na educação, uma relação que construa saber científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEGG, Ilse. **Produção colaborativa e diálogo-problematizador mediados pelas tecnologias da informação e comunicação livres. Tese (Doutorado em Informática na Educação)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. 184f.

AMDRAGOGIA BRASIL. **Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom)**. Disponível em: <https://andragogiabrasil.com.br/sala-de-aula-invertida/>. Acesso em: 15 de dez. 2019.

BESSA, Valéria da Hora. **Teorias da aprendizagem**. Curitiba: IESDE Brasil, 2008. p.12.

BAKTHIN. **Marxismo e filosofia da linguagem**. Tradução de Michel Laund e Yara F. Vieira, colaboração de Lúcia Wisnki e Carlos H.D.CRUZ. 5ªed. São Paulo: Hucitec. 1978.

BAKTHIN. **Estética da criação verbal**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes.1997.

FREIRE, L. G. L. **Auto-regulação da aprendizagem**. Ciências & Cognição 2009, Rio de Janeiro, vol 14 (2), p. 276-286, 2009.

Gramsci, A. (1985). **Os intelectuais e a organização da cultura**. São Paulo: Civilização Brasileira.

HEWITT, PAUL G. **Física Conceitual**. 12. ed. Bookman Editora, 2015.

INTERNACIONALES DE INNOVACIÓN UNIVERSITARIA EDUCAR PARA TRANSFORMAR, 12, 2015. Actas... Madrid: UNIVERSIDAD EUROPEA, 2015. p. 119-133.

JAIME, M. P.; KOLLER, M. R. T.; GRAEML, F. R. **La aplicación de flipped classroom en el curso de dirección estratégica**. In: JORNADAS LOPES, Antonia Osima. Aula expositiva: superando o tradicional. In: VEIGA, Ilma Passos de Alecandro (Org.) Técnicas de ensino: por que não? Campinas: Papirus, 2000. 11ª edição.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem na escola e a questão das representações sociais**. EccoS Revista Científica, São Paulo, V 4, 2002.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. **Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment**. Journal of Economic Education. Bloomington, IN, v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000.

MENDES, Flavio Ramos. **Tecnologia e Construção de Conhecimento na sociedade da informação**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007. 86f.

OCDE. **Understanding the brain: Towards a new learning science**. Paris: OCDE, 2002.

OLIVEIRA, Araújo e Veit. **Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física**. Física na Escola, v.14, n.2. 2016.

SILVA, E. L. da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

[Silva 2010] J. Silva e J. Souza, **O ensino de Física em Botucatu**, *Revista Botucatuense de Ensino de Física*, v. 97, n. 4, p. 1103-1125, 2010.

[9] Sams, A.; Bergmann, J.; **Sala de aula invertida: Uma metodologia ativa de aprendizagem**. 1ª edição. Brasil: LCT, 2016.

SCHMITZ, E.X. da. S. **Sala de Aula Invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem**. Disponível em: https://nte.ufsm.br/images/PDF_Capacitacao/2016/RECURSO_EDUCACIONAL/Material_Didatico_Instrucional_Sala_de_Aula_Invertida.pdf. Acesso em: 10 de dez. 2019.

TOBIAS, Petrina. **Qualidade de vida no trabalho**. 1989. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Docência) - Faculdade de Educação Federal, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Walker, Jearl. **O Grande Circo da Física**. Coleção Aprender Fazer Ciência. 2.ed Lisboa: Gradiva, 2001.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

1- INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o produto educacional como foco da minha dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), do Polo da Universidade Federal do Pará (UFPA). Este, é constituído por uma Sequência de Atividade Didática (SAD) sobre o conteúdo Processos de transmissão de calor, abordado através da metodologia ativa de ensino – Sala de Aula Invertida (SAI).

A proposta apresentada trata de uma metodologia ativa e que ao mesmo tempo propõe melhorar o ensino de Física ao propor mudanças significativas na postura do aluno e do professor. O aluno, torna-se o agente principal, deixando de ser passivo, apenas receptor de conteúdo e passa a ser um agente ativo no processo de aprendizagem. O professor, além de ter um papel fundamental em planejar as atividades, precisa atuar como monitor, mediador e orientador.

Este produto é constituído de três etapas que facilita sua aplicação neste contexto educacional, desta pesquisa. A primeira etapa trata-se da instalação do App do Google sala de aula e criação da turma na Plataforma. A segunda etapa trata-se da aplicação da SAD que está organizada em cinco aulas sequenciais. A terceira etapa trata-se da aplicação de um pós-teste avaliativo da metodologia SAI.

2- O QUE É A SALA DE AULA INVERTIDA

A sala de aula invertida (SAI) é uma metodologia ativa de ensino baseada na inversão das atividades que comumente são feitas em sala de aula e também em casa. Nesta metodologia, os alunos realizam em casa as tarefas que antes eram feitas na escola e realizam na escola algumas atividades que antes faziam em casa.

Sobre a sala de aula invertida, OLIVEIRA, ARAÚJO e VEIT (2016) afirma que

A Sala de Aula Invertida é uma metodologia de ensino que inverte a lógica tradicional de ensino. O aluno tem o primeiro contato com o conteúdo que irá aprender através de atividades extraclases, prévias à aula. Em sala,

os alunos são incentivados a trabalhar colaborativamente entre si e contam com a ajuda do professor para realizar tarefas associadas à resolução de problemas, entre outras. (OLIVEIRA, ARAÚJO e VEIT, 2016)

Observa-se que o uso desta metodologia não é tão recente assim, este conceito foi desenvolvido na década de 90 por diversos autores e um deles foi Eric Mazur.

Segundo Mazur, os alunos deveriam estudar os conteúdos antes da aula através de apresentações, aulas online, vídeos, áudios, leitura de livros, jogos, entre outros (ANDRAGOGIA BRASIL, 2019). Em sala, o educador aprofundaria o aprendizado com exercícios, estudos de caso e conteúdos complementares. O tempo em sala seria para esclarecer dúvidas e estimular o compartilhamento de conhecimento e experiência entre a turma, com base nas informações e conhecimentos adquiridos previamente.

Mas foi com Bergmann e Sams que a SAI tomou força ao perceber que gravando as aulas antecipadas e disponibilizando aos seus alunos, resolveria alguns problemas comuns a realidade das suas turmas (BERGMANN e SAMS 2016). Alguns desses problemas que seriam resolvidos era que os alunos que por algum motivo faltasse a escola, não ficaria prejudicado quanto a aprendizagem do conteúdo, pois o mesmo estaria a disposição para estudar a qualquer momento. Outro problema que seria resolvido era que o professor estaria presente para tirar as dúvidas no momento que mais o aluno precisa, durante as resoluções das atividades.

Sobre esse assunto, BERGMANN e SAMS (2016) diz

No entanto, um dia Aaron teve uma ideia que mudaria nosso mundo. Uma observação simples: “O momento em que os alunos realmente precisam da minha presença física é quando empacam e carecem de ajuda individual. Não necessitam de mim pessoalmente ao lado deles, tagarelando um monte de coisas e informações; eles podem receber o conteúdo sozinhos. (BERGMANN e SAMS, 2016, p.4)

Outra vantagem da SAI é a mudança no processo de ensino, onde o aluno deixa de ser apenas um receptor de informação e o professor deixa de ser o dono da verdade. Sobre esse método de educação centrada apenas na verdade do professor é o que Paulo Freire trata como educação bancária. Nessa perspectiva “a educação é o ato de depositar, de transferir e transmitir valores e conhecimentos”. (FREIRE, 1987, p.34).

3- ETAPAS DE APLICAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA

A aplicação da SAI acontece em três momentos distintos. O primeiro, antes da aula em sala, o segundo, durante a aula em sala e o terceiro, após a aula em sala.

Figura 1 – Etapas da sala de aula invertida



Fonte: Google imagem

Antes da aula o professor prepara o conteúdo, seja por meio de material em pdf, videoaulas, documentários, entre outros, compartilha com os alunos através da internet, os alunos recebem o conteúdo e acessam, em suas casas, no horário mais apropriado a rotina de cada um e estudam os conceitos antes da aula presencial. Durante a aula, o professor esclarece dúvidas, os alunos executam atividades práticas como resoluções de exercícios, experimentações, entre outros. Assim, deixando sólido, no cognitivo, o conteúdo estudado em casa. Após a aula em sala, o professor decide por um novo tópico e os alunos recordam, compreendem, analisam e aplicam em seu cotidiano.

Sendo que entre os objetivos da inversão da sala de aula estão o desenvolvimento de competências individuais, de colaboração e de autoestudo, organização de autoaprendizagem, investigação, desenvolvimento do pensamento crítico e de aprender a aprender (CCL Project, 2013, p.7).

4- CONTEÚDO DE FÍSICA

4.1 TEMPERATURA

Toda matéria, sólida, líquida ou gasosa, é composta por átomos ou moléculas em constante vibração. Como consequência desse movimento aleatório, os átomos e partículas possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente.

Na figura 2, representa três corpos em estados físicos diferentes e com temperaturas também diferentes. Desse modo, a ilustração tenta mostrar que as moléculas apresentam diferentes vibrações para diferentes temperaturas. No estado sólido, por exemplo, as partículas menores que no estado líquido, e consequentemente no estado líquido, as moléculas vibram menos que no estado gasoso.

Figura 2 – Representação (sem escala e em cores fantasias) da agitação das partículas que formam os sólidos, líquidos e os gases



Fonte: Google imagens.

A medida da energia cinética das partículas de um corpo é chamada de temperatura. O primeiro medidor de temperatura foi inventado por Galileu, em 1592 (BRIOSCHI 2008). Expressamos a temperatura da matéria por meio de um número que corresponde a quantidade de graus de aquecimento ou de esfriamento em alguma escala escolhida.

Quando colocamos a mão dentro de um recipiente com líquido a uma certa temperatura, depois tiramos e colocamos dentro de outro recipiente com líquido a uma temperatura mais elevada, temos a sensação térmica que o segundo líquido está mais “quente”, isto é, com temperatura mais elevada.

A mesma situação acontece após retirar as mãos de um recipiente líquido a uma certa temperatura e depois colocar em outro com líquido com temperatura menor, temos a sensação que o segundo está mais “frio”, isto é, apresenta menor temperatura.

A figura 3 mostra uma situação ilustrativa dessa situação descrita acima em que o quente e o frio não são sinônimos de temperaturas altas e baixas, mas sim de sensação térmica.

Figura 3 – Exemplificação da sensação de quente ou frio



Fonte: Paul G. Hewitt

Ainda de acordo com HEWITT (2015), a temperatura está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas de uma substância. Especificamente, a temperatura é proporcional à energia cinética média “translacional” do movimento molecular (pelo qual as moléculas se movimentam de um lugar a outro). As moléculas podem também rodar e vibrar, com energia cinética rotacional e vibracional correspondentemente associadas – mas esses movimentos não são de translação, e não definem temperatura.

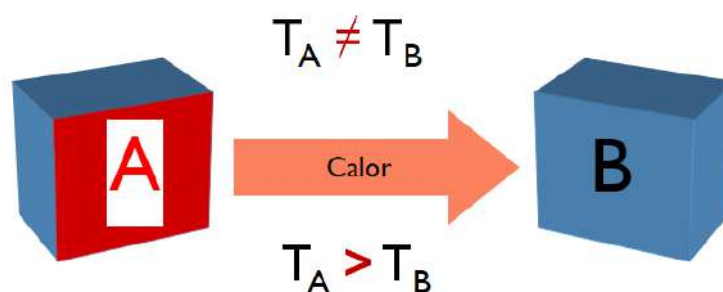
4.2 CALOR

Quando uma pessoa se aproxima de uma fogueira acesa, a energia passa para o corpo, porque a fogueira está a uma maior temperatura que o corpo da pessoa. Por outro lado, quando se pega com as mãos um bloco de gelo, a energia sai da mão para o gelo, que está a uma menor temperatura. O sentido de

transferência espontânea de energia é sempre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Considerando um sistema isolado, a energia transferida de um corpo a outro devido a diferença de temperatura é chamada de calor.

A figura 4 mostra dois corpos T_A e T_B (cor e tamanho fantasia, apenas para efeito didático) em um sistema isolado, ou seja, não há troca de energia com o meio externo, apresentam temperaturas diferentes. Quando colocado em contato, o corpo de maior temperatura perde espontaneamente energia para o corpo de menor temperatura.

Figura 4 – Representação (sem escala e em cores fantasias) dois sistemas isolados com diferença de temperatura



Fonte: [Fonte](#) do autor

Uma observação importante é que a matéria não contém calor. De acordo com HEWITT (2015), descoberto por Rumford em seus experimentos com canhões, junto com pesquisadores que seguiram seus passos, perceberam que a matéria possui energia molecular, possivelmente energia potencial e não calor (Calor é uma modalidade de energia em trânsito que flui de forma espontânea do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura). Uma vez transferida, essa energia deixa de ser calor e chama-se energia térmica.

4.3 TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONDUÇÃO

Imagine que você esteja assando um pedaço de carne na ponta de um espeto de metal sobre uma chama de um fogo a carvão. Enquanto espera para que a carne fique bem passada, o espeto vai ficando cada vez mais quente. O calor entra no espeto pelas pontas mantidas nas chamas, e se transmite ao longo do espeto todo até chegar a sua mão. Esse modo de transmissão de calor é chamado de condução. O fogo faz os átomos da extremidade aquecida moverem-

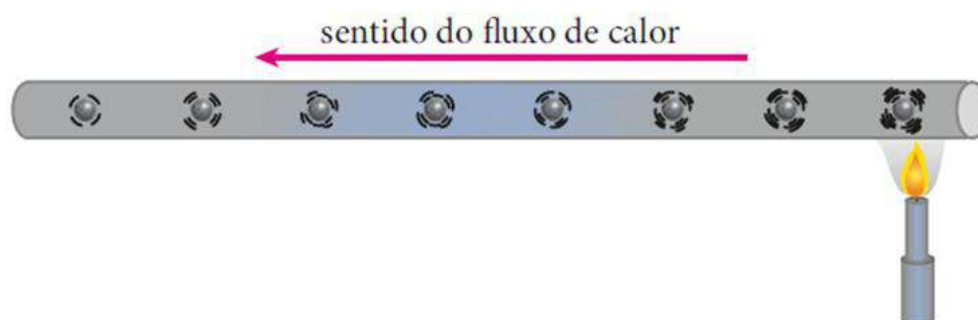
se cada vez mais rapidamente. Por consequência, esses átomos e elétrons livres colidem com seus vizinhos e assim por diante.

$$\phi = K \cdot \frac{A \cdot (T_1 - T_2)}{L}$$

Onde o fluxo de calor ϕ depende diretamente da condutividade do material, da área de secção transversal e da diferença de temperatura entre as extremidades de maior e menor temperatura, que é inversamente proporcional ao comprimento.

A figura 5 vem mostrar uma barra (cor e tamanho fantasia), representando o fluxo de calor através dela, da extremidade de maior para a extremidade de menor temperatura.

Figura 5 – Condução do calor através de uma barra de metal



Fonte: Google imagens.

Quão bem um garfo metálico ou qualquer objeto sólido conduz bem o calor depende das ligações em sua estrutura atômica ou molecular. De acordo com HEWITT (2015), a condutividade representa a quantidade de calor Q que atravessa uma espessura L , numa direção de área A , devido uma diferença de temperatura ΔT . Um exemplo de condutores são os sólidos formados por átomos com um ou mais de seus elétrons mais externos “fracamente” ligados, são bons condutores de calor (e de eletricidade).

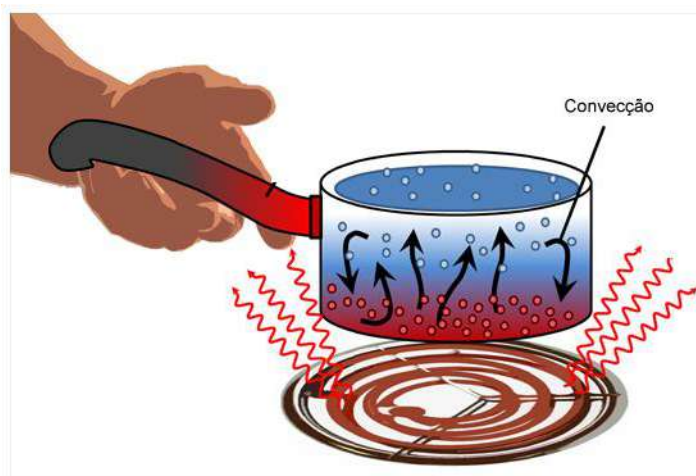
Lã, madeira, canudo, papel, cortiça e isopor, por outro lado, são exemplos de condutores de calor pobres. Os elétrons mais externos dos átomos desses materiais estão firmemente ligados. Os maus condutores são denominados *isolantes*. Lã, madeira, palha, papel, cortiça e isopor são bons isolantes térmicos.

4.4 TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONVECÇÃO

A propagação de calor por convecção acontece nos meios fluidos (líquidos e gases), esta transmissão de calor acontece devido ao movimento do fluido. Diferentemente da condução, na convecção envolve o movimento de “bolhas” de matéria. Essas “bolhas” são quantidades de matérias que se deslocam devido uma diferença de temperatura e conseqüentemente uma diferença de densidade.

Quando aquecemos água em uma panela (figura 6), o líquido que é aquecido por baixo, aumenta sua energia cinética e conseqüentemente as moléculas sofrem um afastamento uma das outras e assim tornando menos denso o material de maneira que a força de empuxo empurra essas moléculas para cima. O fluido mais frio e mais denso, então, move-se de modo a ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecção mantêm o fluido em circulação enquanto ele aumenta de temperatura – o fluido de maior temperatura afastando-se da fonte de calor e o fluido de menor temperatura movendo-se em direção a fonte de calor.

Figura 6 – Corrente de convecção no fluido e aquecimento



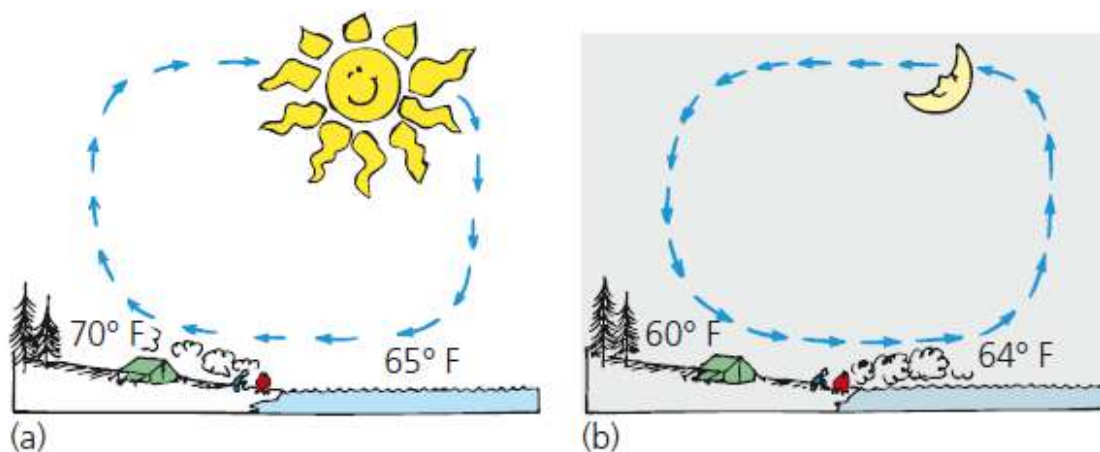
Fonte: Google imagens.

As mesmas correntes de convecção ocorrem na atmosfera com as brisas marítimas e as brisas terrestres. A figura 6 mostra as correntes de convecção geradas pelo aquecimento desigual da terra e da água.

A figura 6(a) durante o dia, o ar aquecido próximo ao solo se eleva, e o ar mais frio logo acima da água se move, a fim de substituí-lo. A figura 7(b) Durante

a noite, o sentido do fluxo do ar se inverte, porque nesse período a água está

Figura 7– Corrente de convecção no fluido e aquecimento



Fonte: Paul G. Hewitt

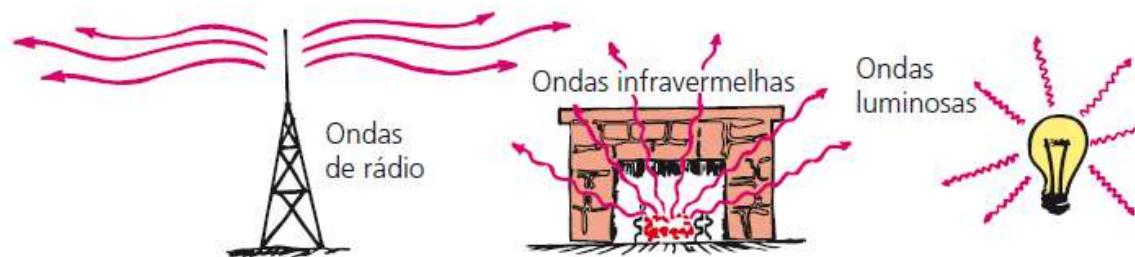
O mesmo fenômeno de convecção ocorre dentro das residências com o funcionamento dos ar condicionados e aquecedores que possuem respectivamente o objetivo de esfriar ambientes que possuem temperaturas elevadas, aquecer ambientes que possuem temperaturas baixas.

No interior da geladeira, a convecção também ocorre para que os alimentos sejam resfriados na parte inferior. O ar que sai do congelador possui menor temperatura e com isso maior densidade. Já ar que está na parte inferior da geladeira possui maior temperatura e conseqüentemente está a uma menor densidade. Devido a essa diferença de densidade entre as massas de ar da parte superior e inferior, ocorre a corrente de convecção no interior da geladeira.

4.5 TRANSMISSÃO DE CALOR POR IRRADIAÇÃO OU RADIAÇÃO

O aquecimento da superfície da terra se dá por uma energia proveniente do sol, ela atravessa o espaço e depois a atmosfera terrestre. Essa energia não passa através da atmosfera por condução, pois o ar é um mau condutor. Também não passa por convecção, pois está só tem início quando a Terra já está aquecida. Também sabemos que no espaço vazio entre nossa atmosfera e o Sol não é possível haver transmissão da energia solar por convecção ou condução.

Figura 8 – Tipos de energia radiante (ondas eletromagnéticas).

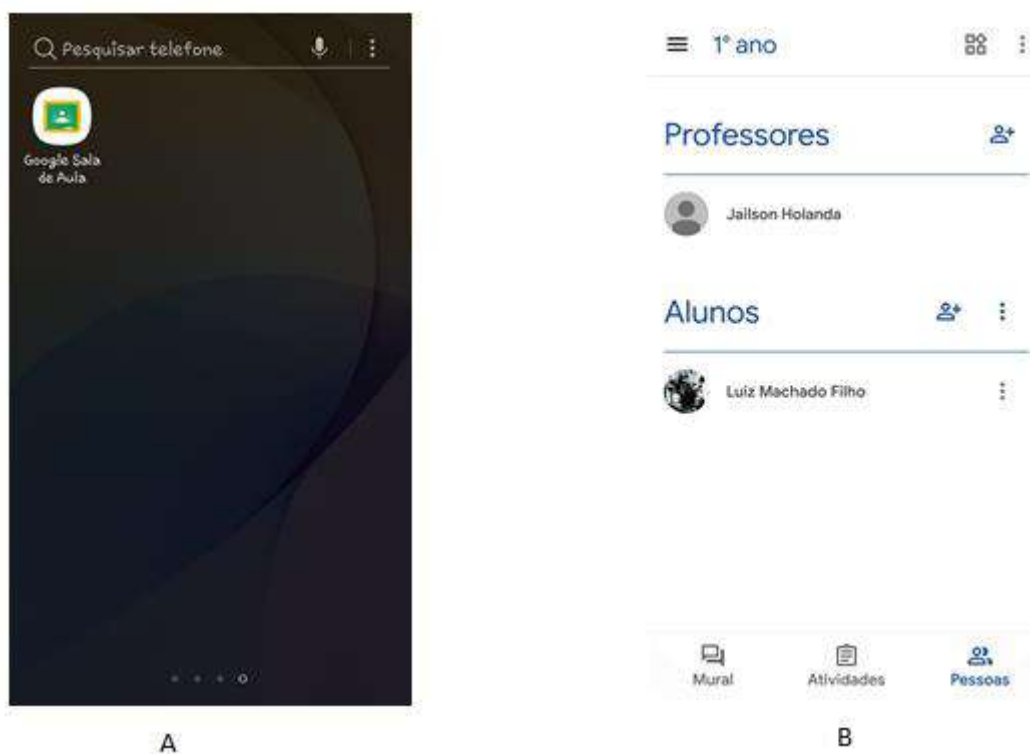


Assim, vemos que a **Fonte:** Paul G. Hewitt itida de outra maneira – por **radiação**. A energia transmitida dessa maneira é denominada *energia radiante*. Radiação eletromagnéticas são junções de campos magnéticos e elétricos se propagando no meio na qual transportam energia (HEWITT, 2015).

5. ACESSO AO APLICATIVO E CRIAÇÃO DA TURMA NA PLATAFORMA GOOGLE SALA DE AULA

Para a aplicação deste produto educacional é necessário que o professor, no primeiro momento, crie a turma na plataforma. Para isso ele terá que acessar a loja do aplicativo Play Store e baixar o App da plataforma educacional “Google sala de aula”. Para baixar o App basta digitar “*Google Classroom*”, clique em baixar, instale e em seguida criar uma sala personalizada com a sua turma na qual queira trabalhar. Após criar a turma, cadastre os alunos e dessa forma a sala virtual estará pronta para ser usada. Adicione tarefas, links de videoaula, lista de exercícios, entre outros. Oriente seus alunos e tire dúvidas, tudo em um mesmo ambiente virtual chamada, Google sala de aula.

Figura 9 – Figura A mostra a logo do App Google sala de aula instalado no celular. Figura B mostra a sala virtual já criada no App.



Fonte: Arquivos do autor (2019)

A figura 9 mostra duas ilustrações importantes. Após o professor baixar o App da plataforma Google sala de aula, ele aparecerá conforme mostra a ilustração A. Após a turma ser criada na plataforma, o professor terá o espaço para postar suas atividades, fazer algum lembrete, além de tirar dúvidas dos alunos como mostra os detalhes da sala na figura B.

6- SEQUÊNCIA DE ATIVIDADE DIDÁTICA - SAD

A Sequência de atividade didática será aplicada em uma turma de segundo ano do Ensino Médio da escola Municipal de Igarapé Açu, por meio de uma sequência didática sugerida para o estudo dos processos de transmissão de calor.

A metodologia, sala de aula invertida, na perspectiva do uso de tecnologias como recurso didático para o ensino e aprendizagem de Física no ensino médio requer do professor, alguns conhecimentos/diagnósticos dos alunos na qual a metodologia será aplicada. Neste sentido, é fundamental para que o professor conheça a realidade da turma, para poder adaptar da melhor forma possível o uso da metodologia, até que o ensino atinja por homogeneidade a todos da classe.

A SAD deste produto educacional divide-se em uma sequência de cinco momentos, que corresponde a cinco aulas desta sequência. Cada encontro, durante a aplicação deste produto, que corresponde a duas aulas, a duração é de 80 minutos. Com exceção do primeiro encontro, todas aulas (do 2º ao 5º encontro) desta sequência de atividade didática, estão atrelados três passos fundamentais que serão abordados a seguir para melhor compreensão desta fase de aplicação do produto.

1º encontro: Nesse momento que corresponde a aula 01, o professor elabora um teste de sondagem que será aplicado aos alunos. O objetivo deste teste é diagnosticar algumas situações consideradas importantes para o desenvolvimento do trabalho. Com o resultado deste teste, o professor irá conhecer se os alunos possuem celulares, se tem acesso à internet em casa, entre outros. Dessa forma, conhecendo a realidade da turma, é possível fazer as devidas adaptações antes da aplicação do conteúdo para que nenhum aluno seja prejudicado com o uso da metodologia SAI. O teste de sondagem aplicado nesta pesquisa estar disponível no apêndice A deste produto educacional.

Ainda nesse primeiro encontro, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, aplica-se um pré-teste sobre o conteúdo de processos de transmissão de calor. O teste norteará a forma como o professor irá abordar o conteúdo aos alunos, potencializando a aprendizagem durante a aplicação. O pré-teste aqui aplicado nesta pesquisa estar disponível no apêndice H deste produto educacional.

A partir do segundo encontro, corresponde a aula 02, até o quinto encontro, correspondente a aula 05, o professor pensa, planeja e elabora o material sobre processos de transmissão de calor que será disponibilizado aos alunos por meio da plataforma Google Sala de aula. Na aula 02, o conteúdo elaborado é sobre conceitos de calor e temperatura. Na aula 03, o conteúdo elaborado é sobre transmissão de calor por condução. Na aula 04, o conteúdo elaborado é sobre transmissão de calor por convecção e na aula 05, o conteúdo elaborado é sobre transmissão de calor por radiação.

As aulas numeradas de 02 a 05 estão todas disponíveis no canal do YouTube com os respectivos links para acesso como mostrado abaixo:

Aula 02 – link https://www.youtube.com/watch?v=eGr5f3F-y_I

Aula 03 – link <https://www.youtube.com/watch?v=d7plmG1-RQs&t=394s>

Aula 04 – link https://www.youtube.com/watch?v=1wwPfES_cso&t=33s

Aula 05 – link <https://www.youtube.com/watch?v=chuP4TV5aKE&t=403s>

A execução de cada aula desta sequência didática segue alguns passos fundamentais para o bom desenvolvimento deste produto. Os passos que serão seguidos em cada aula, a partir da segunda é mostrado a seguir.

➤ **1º passo:**

Figura 10 – Primeiro passo da sala de aula invertida



Fonte: Google imagens.

É nesse momento que o professor grava a videoaula e disponibiliza para acesso dos alunos através do Google Sala de aula. Isto significa que o primeiro contato dos alunos com o conteúdo é virtual.

➤ **2º passo**

Figura 11 – Segundo passo da sala de aula invertida



Fonte: Google imagens.

O segundo passo nesse segundo encontro fica por parte dos alunos. Esse é o momento em que eles reveem o material quantas vezes achar necessário para que possam anotar as dúvidas que serão tiradas em sala com a presença do professor.

Ainda nesse segundo passo, é possível, a critério do professor, a aplicação de um teste de vídeo, com questões objetivas, criado no Google questionário e disponibilizado na Plataforma da turma para diagnosticar as principais dúvidas sobre o assunto. O teste de vídeo além de avaliar a aprendizagem dos estudantes, mostra ao professor aqueles alunos que não estudaram o conteúdo postado.

➤ **3º passo:**

Figura 12 – Terceiro passo da sala de aula invertida



Fonte: Google imagens.

O terceiro passo desta SAD acontece em sala de aula, é nesse momento que se coloca em prática o conhecimento adquirido em casa através do conteúdo estudado.

Figura 13 – Alunos em grupos durante a aula

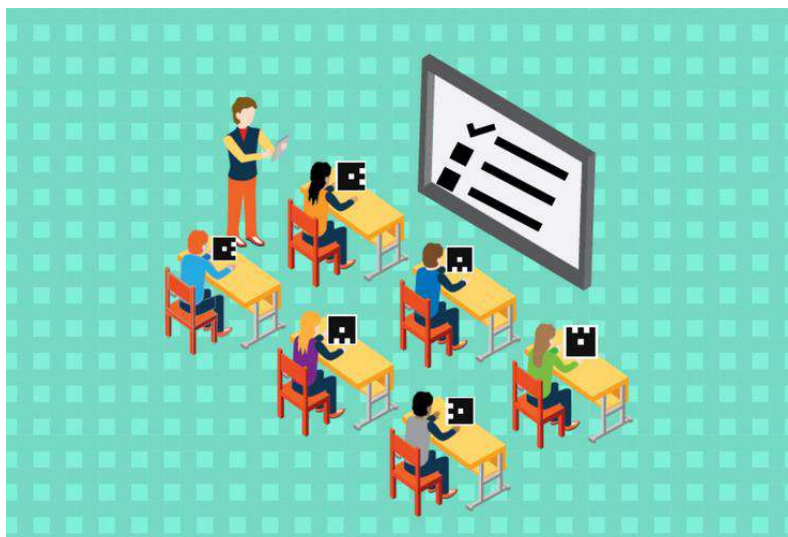


Fonte: Núcleo de Tecnologia Educacional /UFSM(2016)

Em sala, os alunos são divididos em grupos para que possam interagir entre si, debatendo as situações problemas nas atividades práticas, tirando com o professor as dúvidas anotadas em casa. O professor nesse momento se comporta como um monitor nesse processo de aprendizagem, onde a interação entre alunos e professor-aluno é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico.

Ainda nesta etapa de aplicação da SAD através da SAI, o professor disponibiliza na plataforma Google sala de aula dois experimentos práticos sobre os assuntos abordados nesta pesquisa. O primeiro experimento é sobre transmissão de calor por condução e o segundo, sobre transmissão de calor por convecção. Os experimentos são realizados em sala pelos alunos e discutidos entre todos com o objetivo de solidificar os conceitos estudados em casa. Os dois experimentos estão disponíveis nos apêndices F e G deste produto educacional.

Figura 14 – Uso do *plickers* em sala



Fonte: Google imagens.

Caso o professor não aplique o teste de vídeo antes da aula em sala, é possível ainda nesse 3º passo, a critério do professor, aplicar o teste de vídeo através do aplicativo de avaliação instantânea, *plickers*. O aplicativo Plickers, é utilizado em ambiente web, Android e iOS (Apple), permitindo a elaboração de questionários de múltipla escolha, sendo usado para feedback individual dos estudantes (figura 22) e permitindo que professores visualizem imediatamente as respostas individuais destes (PAULA; SOARES, 2016).

O testes de vídeo (apêndices B, C, D e E), caso seja feito em sala através do App, é disponibilizado aos alunos uma cartela de respostas com quatro faces que correspondem quatro alternativas (A, B, C e D), após a leitura da questão, os alunos levantam as cartelas e com a câmera do celular, o aplicativo captura as respostas de cada aluno. O resultado do número de erros e acertos correspondente a cada questão é simultâneo e o professor visualiza todas as respostas em questão de segundos.

Desta forma, é possível dar maior atenção aos alunos com maior dificuldade, além do professor ter a informação de quais tópicos do assunto as dúvidas foram maiores e em quais, foram menores. Assim, é possível com um bom planejamento e execução dos passos para aplicação da SAI, alcançar os objetivos esperados nesta pesquisa. Os planos de aulas, os testes de vídeos, o pré-teste e pós-teste e os roteiros das atividades da SAD estão em apêndice deste trabalho.

7- APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE

O encerramento da aplicação deste produto se dar com a aplicação de um questionário avaliativo contendo 10 questões de múltipla escolha. Cada questão contendo apenas uma alternativa correta que deveria ser marcada pelos alunos após a leitura atenciosa de cada comando.

O mesmo questionário foi aplicado aos alunos no primeiro passo da segunda etapa desta pesquisa, antes da introdução do conteúdo escolhido, apenas como diagnostico do conhecimento que os alunos tinham sobre o assunto que seria abordado. Segundo Mattar (1994), os pré-testes podem ser realizados inclusive nos primeiros estágios, quando o instrumento ainda está em desenvolvimento, quando o próprio pesquisador pode realizá-lo.

A aplicação do questionário ao final da SAD tem como objetivo avaliar nos alunos, a aprendizagem do conteúdo do processo de transmissão de calor, ministrado através do uso da metodologia ativa de ensino – SAI. Assim, após aplicado o pós-teste, ele servirá de comparação com o pré-teste, aplicado no início deste trabalho. Assim, podemos perceber se realmente houve aprendizagem por parte dos alunos no uso deste método de ensino. O pós-teste aplicado nesta pesquisa estar disponível no anexo H deste produto educacional.

8- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta foi desenvolvida em uma turma com 22 alunos. Quantidade de aluno satisfatório para o desenvolvimento do trabalho. Com essa quantidade de aluno, considero que não encontrei dificuldade de acompanhar o desenvolvimento de todos, assim como de auxiliar os grupos formados em sala nas etapas da aplicação. Além disso, a instituição forneceu os principais recursos didáticos que auxiliaram na metodologia como data show, notebook, impressões de materiais entre outros.

Considero mais um ponto importante, praticamente quase todos os alunos da turma terem aparelhos celular e os que não tinham, possuíam computadores com acesso à internet em suas casas. Mas, considero que apesar dos fatores que contribuíram para o sucesso neste trabalho, considera-se que existem escolas que fogem ao padrão disponível. Por isso, recomenda-se que ajustes sejam feitos

como substituição de videoaula por material impresso ou livro didático, caso os alunos não tenham acesso à internet.

Por fim, espera-se que as contribuições dadas neste trabalho possam ser difundidas em outras ocasiões, por outros docentes, em outras instituições. Que mais professores de outras áreas de conhecimentos possam também usar esta metodologia, sala de aula invertida, que mais alunos, de outras cidades, estados possam usufruir desta da inversão da sala de aula, afim de promover o ensino prazeroso e de qualidade em nosso País.

APÊNDICE B

AULA 01 - TESTE DE SONDAGEM SOBRE DIVERSAS SITUAÇÕES
I. Conteúdo: Conhecimentos diversos da realidade do aluno.
II. Objetivo: <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar os conhecimentos sobre diversas situações no âmbito da sala de aula invertida. • Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos.
III. Duração: 50 minutos.
IV. Recursos didáticos: Atividade xerocada.
V. Desenvolvimento da aula: Os alunos resolverão todas as questões, tanto de conhecimentos diversos quanto do questionário de conhecimento prévios.
VI. Questionário de conhecimentos diversos: Dados pessoais e da escola Nome da escola: Nome do aluno: Série: E-mail: 01- Gosta da disciplina de Física? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não 02- Na sua casa tem celular ou computador? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não

03- Na sua casa tem internet?

() sim () não

04- Você acessa a internet diariamente?

() sim () não

05- Você usa a internet para estudos?

() sim () não

06- Conhece a plataforma do Google chamada “Google sala de aula”?

() sim () não

07- Você é acostumado a estudar sozinho(a) em casa?

() sim () não

08- Costuma estudar os conteúdos antecipados em casa?

() sim () não

09 Onde as dúvidas são maiores, quando você está estudando?

() Na escola () Em casa

APÊNDICE C

AULA 02 - CALOR E TEMPERATURA

I. Conteúdo: Conceituar calor e temperatura

II. Objetivo:

III. Duração: 50 minutos.

IV. Recursos didáticos: Data – show, smartphone e/ou tablete, computador

V. Desenvolvimento da aula:

- **Fora da sala de aula**
- Será postado na plataforma Google sala de aula o conteúdo sobre calor e temperatura.
- A turma terá sete dias para estudar o conteúdo em casa.
- Solicitar aos alunos nesse período que respondem o teste de vídeo postado na plataforma.

- O professor responde alguns comentários de dúvidas dos alunos.

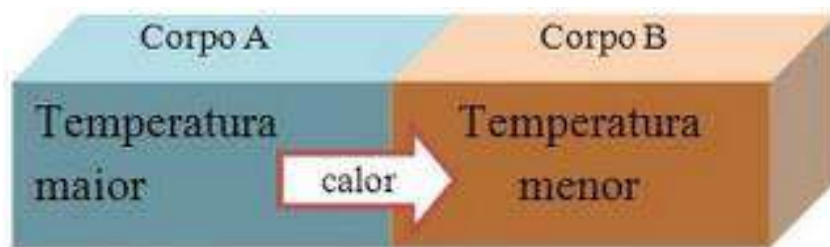
❖ **Na sala de aula**

- Pedir a organização da sala em um grande círculo.
- Através do *plickers*, o professor captura uma avaliação instantânea da turma sobre o conteúdo.
- Formar grupos com quatro alunos cada e distribuir os grupos pela sala.
- Entregar uma lista de exercício a todos os alunos para que o grupo discuta as respostas e registre no espaço indicado.

VI. Teste de vídeo:

QUESTÃO 01- Leia o fragmento de texto abaixo

Temperatura é a medida do grau de agitação das partículas que constituem uma substância. Por exemplo, um corpo quente possui suas moléculas agitando-se muito, ou seja, tem uma energia cinética alta. Um corpo frio tem uma energia cinética baixa, isto é, suas moléculas agitam-se pouco. A temperatura nos permite classificar o quente e o frio com uma escala.



Quando a temperatura entre os corpos se iguala, dizemos que o mesmo está em:

- A) Os corpos estão muito quentes;
- B) Os corpos estão em equilíbrio térmico;
- C) Os corpos estão muito frios;
- D) Os corpos estão com mesma massa.

Resposta: B

02- Imagine dois corpos **A** e **B** com temperaturas T_A e T_B , sendo $T_A > T_B$. Quando colocamos esses corpos em contato térmico, podemos afirmar que ocorre o

seguinte fato:

- a) Os corpos se repelem.
- b) O calor flui do corpo **A** para o corpo **B** por tempo indeterminado.
- c) O calor flui do corpo **B** para o corpo **A** por tempo indeterminado.
- d) O calor flui de **A** para **B** até que ambos os corpos atinjam a mesma temperatura.

Resposta: D

03- Assinale a alternativa que define de forma **correta** o que é temperatura:

- a) É a energia que se transmite de um corpo a outro em virtude de uma diferença de temperatura.
- b) Uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas que compõe um corpo, quanto mais agitadas as partículas de um corpo, menor será sua temperatura.
- c) Uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas que compõe um corpo, quanto mais agitadas as partículas de um corpo, maior será sua temperatura.
- d) É uma forma de calor.

Resposta: C

04- (AFA-SP) Assinale a alternativa que define corretamente calor.

- (a) Trata-se de um sinônimo de temperatura em um sistema.
- (b) É uma forma de energia contida nos sistemas.
- (c) É uma energia de trânsito, de um sistema a outro, devido à diferença de temperatura entre eles.
- (d) É uma forma de energia superabundante nos corpos quentes.

Resposta: C

05- Morrer de calor é uma das expressões mais usadas no Brasil, sobretudo no verão. Num país tropical em que as temperaturas passam com frequência dos 30°C - e, na estação mais quente, chegam aos 40°C - não é de se espantar que muita gente esteja sempre "morrendo de calor".

O dispositivo usado para medir temperatura é:

- A) Termômetro
- B) Dinamômetro
- C) Calorômetro

D) Barômetro

Resposta: A

APÊNDICE D

AULA 03 - TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONDUÇÃO
I. Conteúdo: Conceituar transmissão de calor por condução
II. Objetivo:
III. Duração: 50 minutos.
IV. Recursos didáticos: Data – show, smartphone e/ou tablete, computador
<p>V. Desenvolvimento da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fora da sala de aula • O professor organiza o conteúdo a ser estudado pelo aluno. • O professor grava a vídeo aula que será postada previamente aos alunos. • Será postado na plataforma Google sala de aula o conteúdo processo de transmissão de calor por condução. • A turma terá sete dias para estudar o conteúdo em casa. • Solicitar aos alunos nesse período que respondem o teste de vídeo postado na plataforma. • O professor responde alguns comentários de dúvidas dos alunos. ❖ Na sala de aula • Pedir a organização da sala em um grande círculo. • Através do <i>plickers</i>, o professor captura uma avaliação instantânea da turma sobre o conteúdo estudado em casa. • Formar grupos com quatro alunos cada e distribuir os grupos pela sala. • Entregar uma lista de exercício a todos os alunos para que o grupo discuta

as respostas e registre no espaço indicado.

VI. Teste de vídeo:

Questão 01 – Sobre propagação de calor marque a alternativa correta:

- a) A propagação de calor por condução ocorre apenas em meios sólidos.
- b) Na condução há transporte de matéria.
- c) A propagação de calor por condução pode ocorrer preferencialmente em meios sólidos.
- d) a propagação de calor por condução ocorre no vácuo.

Resposta: C

Questão 02 – Sobre transferência de calor marque a alternativa correta:

- a) Durante a condução, as moléculas são removidas e levadas junto com o calor de um ponto a outro.
- b) Na condução, os metais são os materiais que mais dificulta a propagação de calor.
- c) A condução ocorre apenas em meios líquidos.
- d) Na condução não há transporte de partículas de um ponto a outro.

Resposta: D

Questão 03 A figura mostra um corpo à temperatura T_1 (fonte), colocado em contato com um corpo à temperatura T_2 (sumidouro), através de uma barra metálica condutora de comprimento L e condutividade térmica K . Sendo $T_1 > T_2$ na condição de equilíbrio (estável), pode-se afirmar que:

I – A temperatura ao longo da barra não varia, sendo igual a $(T_1 - T_2)/2$.

II – A temperatura ao longo da barra decresce linearmente da esquerda para a direita.

III – A temperatura ao ponto médio da barra ($L/2$) é igual a $(T_1 + T_2)$.

- a) As três afirmativas são corretas.
- b) Apenas as afirmativas II e III são corretas.
- c) Apenas a afirmativa II é correta.
- d) Apenas a afirmativa III é correta.

Resposta: C

Questão 04- (F. M. Pouso Alegre-MG) Você coloca a extremidade de uma barra de ferro sobre a chama, segurando-a pela outra extremidade. Dentro de pouco

tempo você sente através do tato, que a extremidade que você segura está se aquecendo. Podemos afirmar que:

- a) Não houve transferência de energia no processo.
- b) O calor se transferiu por irradiação.
- c) O calor se transferiu por convecção.
- d) O calor se transferiu por condução.

Resposta: D

Questão 05- Sobre transferência de calor, marque o que for correto:

- a) Na condução, o calor de forma espontânea, se propaga de uma região de maior temperatura para uma região de menor temperatura.
- b) Na condução, calor se propaga através de ondas eletromagnéticas.
- c) Na condução, o calor se propaga no vácuo com maior facilidade.
- d) Na condução, a energia se propaga sempre de uma região de menor temperatura para uma região de maior temperatura.

Resposta: A

APÊNDICE E

AULA 04 - TRANSMISSÃO DE CALOR POR CONVECÇÃO

I. Conteúdo: Conceituar transmissão de calor por convecção

II. Objetivos:

- Compreender como se dar a transmissão de calor por convecção;
- Conhecer como se dar os fenômenos do efeito estufa e brisas marítimas e terrestres;
- Entender a convecção nos mais diversos contextos associados ou não aos fenômenos naturais.

III. Duração: 50 minutos.

IV. Recursos didáticos: Data – show, smartphone e/ou tablete, computador

V. Desenvolvimento da aula:

- **Fora da sala de aula**

- O professor organiza o conteúdo sobre transmissão de calor por convecção a ser estudado pelo aluno.
- O professor grava a vídeo aula que será postada previamente aos alunos.
- Será postado na plataforma Google sala de aula o conteúdo processo de transmissão de calor por condução.
- A turma terá sete dias para estudar o conteúdo em casa.
- Solicitar aos alunos nesse período que respondem o teste de vídeo postado na plataforma.
- O professor responde alguns comentários de dúvidas dos alunos.

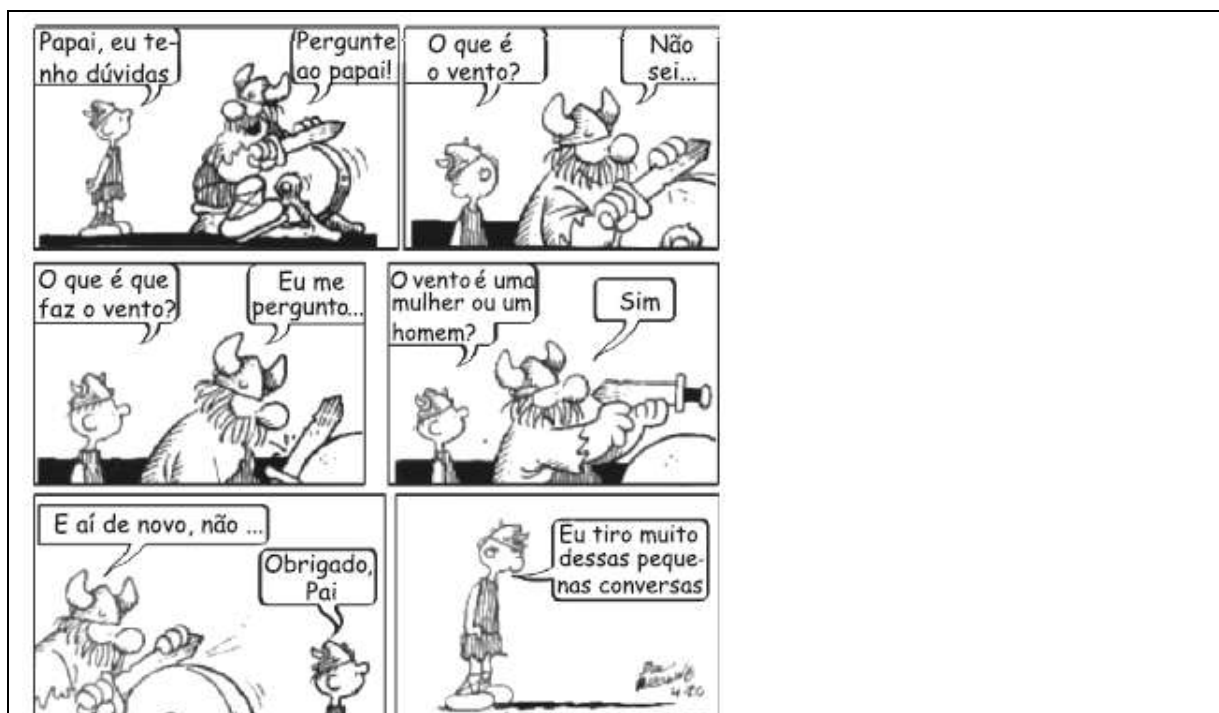
❖ **Na sala de aula**

- Pedir a organização da sala em um grande círculo.
- Através do *plickers*, o professor captura uma avaliação instantânea da turma sobre o conteúdo estudado em casa.
- Formar grupos com quatro alunos cada e distribuir os grupos pela sala.
- Entregar uma lista de exercício a todos os alunos para que o grupo discuta as respostas e registre no espaço indicado.
- Permitir que o aluno discuta conceitos, aplicações, reflita sobre o tema estudado e suas aplicações na sociedade.

VI. Teste de vídeo:

01- Leia a tirinha para responder a questão abaixo:

O pai poderia ter dito ao filho que o vento é resultado das chamadas correntes de convecção.



Analise:

- I. as correntes de convecção só ocorrem nos meios fluidos;
- II. o vento transporta energia térmica de regiões mais quentes para mais frias;
- III. no litoral durante a noite, as correntes de convecção causam o vento que sopra do mar para o continente e que é paralelo à rebentação.

Está correto o contido em

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.

Resposta: D

02- (UF-ES) O uso de chaminés para escape de gases quentes provenientes de combustão é uma aplicação do processo térmico de:

- a) Radiação
- b) Condução
- c) Absorção
- d) Convecção

Resposta: D

03- Analisando uma geladeira doméstica convencional, podemos afirmar:

I. O congelador fica na parte superior para favorecer a condução do calor que sai dos alimentos e vai até ele.

II. As prateleiras são grades vazadas (e não chapas inteiriças), para permitir a livre convecção das massas de ar quentes e frias no interior da geladeira.

III. A energia térmica que sai dos alimentos chega até o congelador, principalmente, por radiação.

Quais são as afirmativas corretas?

- a) Apenas a afirmativa **I**.
- b) Apenas as afirmativas **II**.
- c) Apenas as afirmativas **I e III**.
- d) Apenas as afirmativas **I, II e III**.

Resposta: B

04- Em uma aula de Geografia, um aluno aprende que os ventos são correntes naturais provocadas por camadas de ar que se movimentam a temperaturas diferentes. Para complementar a explicação, o professor de Física propõe o seguinte experimento: coloca-se uma lâmpada incandescente acesa dentro de um cilindro onde existe uma pá do tipo cata-vento, que pode girar livremente, conforme a figura.

Com o passar do tempo, observa-se que as pás do cata-vento começam a se movimentar. Esse movimento pode ser explicado

- a)** pelo deslocamento de ar devido à condutibilidade térmica de suas moléculas, que, com o aumento de temperatura, se torna maior.
- b)** pelo calor irradiado pela lâmpada, que aumenta o grau de agitação das moléculas que constituem a pá e conseqüentemente produz o movimento.
- c)** pela propagação do calor por convecção, devido à mudança de densidade do ar aquecido, fazendo com que as pás se movimentem.
- d)** pela energia térmica proveniente da lâmpada, a qual é transformada integralmente em trabalho mecânico no movimento das pás.

Resposta: C

05- (PUC-SP) Observe as figuras a seguir sobre a formação das brisas marítima e terrestre.

Durante o dia, o ar próximo à areia da praia se aquece mais rapidamente do que o

ar próximo à superfície do mar. Dessa forma o ar aquecido do continente sobe e o ar mais frio do mar desloca-se para o continente, formando a brisa marítima. À noite, o ar sobre o oceano permanece aquecido mais tempo do que o ar sobre o continente, e o processo se inverte. Ocorre então a brisa terrestre. Dentre as alternativas a seguir, indique a que explica, corretamente, o fenômeno apresentado.

a) É um exemplo de convecção térmica e ocorre pelo fato de a água ter um calor específico maior do que a areia. Dessa forma, a temperatura da areia se altera mais rapidamente.

b) É um exemplo de condução térmica e ocorre pelo fato de a areia e a água serem bons condutores térmicos. Dessa forma, o calor se dissipa rapidamente.

c) É um exemplo de irradiação térmica e ocorre pelo fato de a areia e a água serem bons condutores térmicos. Dessa forma, o calor se dissipa rapidamente.

d) É um exemplo de convecção térmica e ocorre pelo fato de a água ter um calor específico menor do que a areia. Dessa forma, a temperatura da areia se altera mais rapidamente.

Resposta: A

APÊNDICE F

AULA 05 – TRANSMISSÃO DE CALOR POR RADIAÇÃO

I. Conteúdo: Conceituar transmissão de calor por radiação

II. Objetivos:

- Compreender como se dar a transmissão de calor por radiação;
- Conhecer como se dar os fenômenos do efeito estufa;
- Entender a radiação nos mais diversos contextos, associados ou não aos fenômenos naturais.

III. Duração: 50 minutos.

IV. Recursos didáticos: Data – show, smartphone e/ou tablete, computador

V. Desenvolvimento da aula:

- **Fora da sala de aula**

- O professor organiza o conteúdo sobre transmissão de calor por radiação a ser estudado pelo aluno.
- O professor grava a vídeo aula que será postada previamente aos alunos.
- Será postado na plataforma Google sala de aula o conteúdo processo de transmissão de calor por condução.
- A turma terá sete dias para estudar o conteúdo em casa.
- Solicitar aos alunos nesse período que respondem o teste de vídeo postado na plataforma.
- O professor responde alguns comentários de dúvidas dos alunos.
- O professor posta na plataforma, dois experimentos, um de condução e outro de convecção a serem realizados em sala pelos alunos.

❖ **Na sala de aula**

- Pedir a organização da sala em um grande círculo.
- Formar dois grupos de alunos e cada grupo realiza o seu experimento.
- Durante a realização dos experimentos, os alunos explicam passo a passo como ocorre a transmissão de calor.
- Ao final dos experimentos, alunos e professor reflete em quais outras situações presentes no dia a dia ocorre os devidos processos de transmissão de calor.
- Ao final da aula, cada grupo entrega uma análise do experimento composto por algumas perguntas e curiosidade sobre os processos de transmissão de calor envolvidos.

❖ **Teste de vídeo:**

QUESTÃO 01 - A comunidade científica há tempos anda preocupada com o aumento da temperatura média da atmosfera terrestre. Os cientistas atribuem esse

fenômeno ao chamado efeito estufa, que consiste na “retenção” da energia térmica junto ao nosso planeta, como ocorre nas estufas de vidro, que são usadas em locais onde, em certas épocas do ano, a temperatura atinge valores muito baixos. A explicação para esse acontecimento é que a atmosfera (com seus gases naturais mais os gases poluentes emitidos por automóveis, indústrias, queimadas, vulcões etc.) é pouco transparente aos raios solares refletidos pela terra na faixa:

- a) das ondas de rádio.
- b) das ondas ultravioleta.
- c) das ondas infravermelhas.
- d) das ondas correspondentes aos raios gama.

Resposta: C

QUESTÃO 02- (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”. Esse fato se dá porque:

- a) o vidro é transparente à luz solar e opaco ao calor;
- b) o vidro é transparente apenas às radiações infravermelhas;
- c) o vidro não é transparente e deixa a luz entrar;
- d) o vidro não deixa a luz de dentro brilhar fora;

Resposta: A

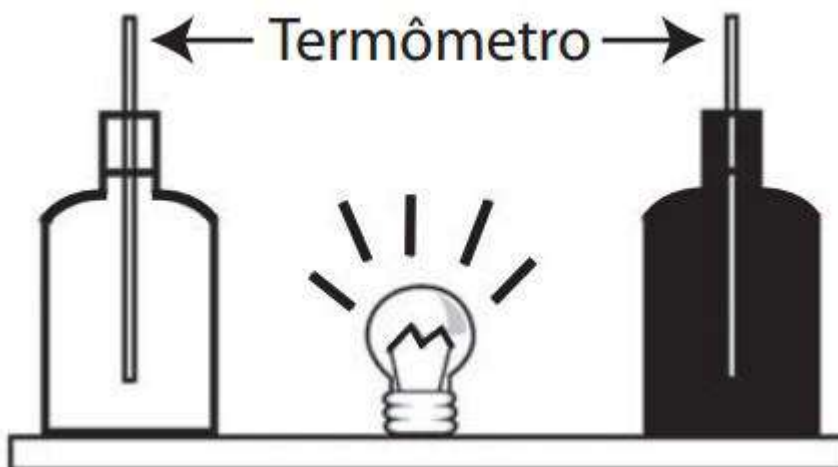
QUESTÃO 03- (U.São Leopoldo-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. As roupas claras, em relação às roupas escuras:

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

Resposta: D

QUESTÃO 04 - 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 maior no resfriamento.

Resposta: D

QUESTÃO 05- Sobre a propagação de calor por irradiação, marque a alternativa correta:

- A) O calor precisa de um meio material para se propagar.
- B) O calor se propaga em todas as direções e sentidos.
- C) Nas garrafas térmicas, a radiação é impedida de ocorrer na tampa de plástico.
- D) O calor se propaga predominantemente por ondas eletromagnéticas na faixa do ultravioleta.

Resposta: B

APÊNDICE G

EXPERIMENTO 01 - CONDUÇÃO

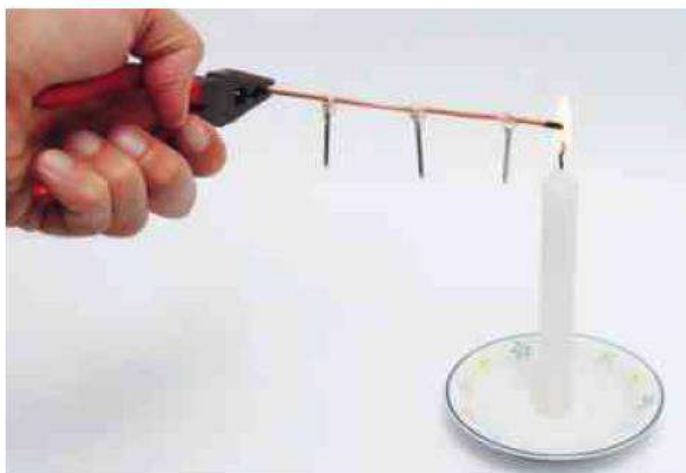
- ✓ Fio metálico e condução de calor

Vimos na aula 02, 03 e 04 que a transmissão de calor pode ocorrer por condução, convecção ou radiação. Vamos agora realizar um experimento que consiste em verificar o processo de condução de calor através de um fio metálico.

✓ **Materiais necessários**

- 1 pedaço de fio de cobre maciço desencapado, com comprimento em torno de 30 cm, o mais grosso possível;
- 1 vela comum e uma caixa de fósforos ou isqueiro para acender a vela;
- 3 preguinhos ou tachinhas;
- 1 alicate.

✓ **Procedimento**



I. Acenda a vela e, com cuidado, deixe pingar parafina derretida em três pontos do fio. Espere a parafina começar a se solidificar e encoste nela os preguinhos, fixando-os um a um no fio.

III. Aguarde alguns instantes e você notará que, depois de derretida a parafina de fixação, o primeiro preguinho se soltará e o mesmo poderá ser observado em relação aos outros dois preguinhos, que se soltarão sequencialmente.

II. Segure uma das extremidades do fio com o alicate e encoste a extremidade oposta na chama da vela, que deverá estar acoplada a uma base de apoio (pode ser um pires, no qual você derramará parafina derretida para fixar a vela).

✓ **Analisando o experimento**

1. Por que os preguinhos vão se soltando sequencialmente?
2. Como você explica esse fenômeno?

3. O processo de transmissão de calor por condução pode ocorrer no vácuo? Por quê? Converse com os colegas e o professor.

APÊNDICE H

EXPERIMENTO 02 – CONVECÇÃO

✓ Correntes de convecção

Após a leitura da parte teórica e a realização de um debate, em que você e seus colegas discutiram, entenderam e apresentaram várias situações envolvendo-a.

✓ Convecção,

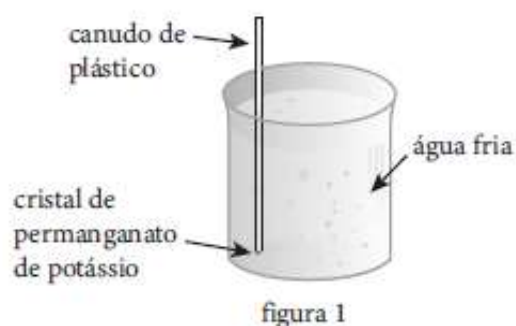
Podemos pensar em realizar uma atividade experimental simples que seja capaz de mostrar esse fenômeno com um visual interessante.

✓ Material necessário

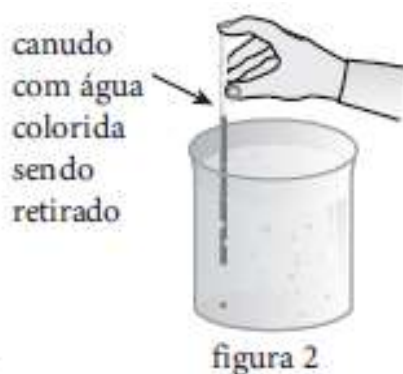
- 1 recipiente de vidro refratário e transparente;
- 1 canudo de plástico, utilizado para beber refrigerante, com diâmetro de 0,5 cm ou mais;
- cristais de permanganato de potássio, encontrados em qualquer farmácia;
- água;
- 1 vela.

✓ Procedimentos

- I. Inicialmente coloque água no recipiente de vidro refratário e introduza, através do canudo, cristais de permanganato de potássio. Eles deslizarão até o fundo (figura 1). Procure não agitar o recipiente.



- II. Para eliminar a parte colorida existente no interior do canudo, retire-o com o dedo indicador fechando a abertura superior (figura 2).



- III. Acenda a vela e, utilizando a chama, aqueça a água da região onde se encontram os cristais de permanganato de potássio (figura 3). Tome os devidos cuidados para não queimar as mãos.



- IV. Observe o caminho percorrido pela água colorida. Ela acompanhará as correntes de convecção que se formam no interior do recipiente (figura 4). Seus colegas devem ficar a uma distância de fácil visualização do fenômeno, mas sem atrapalhar a realização da atividade.

✓ **Analisando o experimento**

1. Em que tipo de meio é possível a convecção? Podemos ter a convecção no vácuo?
2. Como ocorrem as correntes de convecção?
3. O que fez a água colorida se deslocar segundo as correntes convectivas?

4. Discuta com seus colegas o que ocorreria se essa atividade experimental fosse realizada no interior de uma espaçonave, viajando pelo espaço sideral. A vela permaneceria acesa?

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

01- Analise as proposições e indique a **verdadeira**.

- A) Calor e energia térmica são a mesma coisa, podendo sempre ser usados tanto um termo como o outro, indiferentemente.
- B) Dois corpos estão em equilíbrio térmico quando possuem quantidades iguais de energia térmica.
- C) O calor sempre flui da região de menor temperatura para a de maior temperatura.
- D) Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.
- E) Um corpo somente possui temperatura maior que a de um outro quando sua quantidade de energia térmica também é maior que a do outro.

Resposta: D

02- No café-da-manhã, uma colher metálica é colocada no interior de uma caneca que contém leite bem quente. A respeito desse acontecimento, são feitas três afirmativas.

- I. Após atingirem o equilíbrio térmico, a colher e o leite estão a uma mesma temperatura.
- II. Após o equilíbrio térmico, a colher e o leite passam a conter quantidades iguais de energia térmica.
- III. Após o equilíbrio térmico, cessa o fluxo de calor que existia do leite (mais quente) para a colher (mais fria).

Podemos afirmar que:

- A) somente a afirmativa I é correta.
- B) somente a afirmativa II é correta.
- C) somente a afirmativa III é correta.
- D) as afirmativas I e III são corretas.

E) as afirmativas II e III são corretas.

Resposta: D

03- A sensação de frio que nós sentimos resulta:

A) do fato de nosso corpo precisar receber calor do meio exterior para não sentirmos frio.

B) da perda de calor do nosso corpo para a atmosfera que está a uma temperatura maior.

C) da perda de calor do nosso corpo para a atmosfera que está a uma temperatura menor.

D) do fato de a friagem que vem da atmosfera afetar o nosso corpo.

E) da transferência de calor da atmosfera para o nosso corpo.

Resposta: C

04- Você sabe que o aprendizado da Física também se faz por meio da observação das situações que ocorrem no nosso dia-a-dia. Faça um experimento. Caminhe descalço sobre um tapete ou um carpete e sobre um piso cerâmico, como o do banheiro da sua casa, por exemplo.

Você vai notar que o piso cerâmico parece mais frio do que o tapete, apesar de estarem à mesma temperatura. Essa diferença de sensação se deve ao fato de:

A) a capacidade térmica do piso cerâmico ser menor que a do tapete.

B) a temperatura do piso cerâmico ser menor que a do tapete.

C) a temperatura do tapete ser menor que a do piso cerâmico.

D) a condutividade térmica do piso cerâmico ser maior que a do tapete.

E) a condutividade térmica do piso cerâmico ser menor que a do tapete.

Resposta: D

05- Algumas situações cotidianas são muito contraditórias quando analisadas do ponto de vista do senso comum. Os iglus são um ótimo exemplo dessas contradições populares. Se nos polos a temperatura é muito baixa, como sobreviver numa casa feita com paredes de gelo?

A explicação para essa aparente contradição é que as paredes de gelo

A) fazem com que ocorra equilíbrio térmico entre si e o ambiente, evitando assim que o calor interno saia para o ambiente.

B) funcionam como um excelente isolante térmico, impedindo as trocas de calor do interior para o ambiente externo.

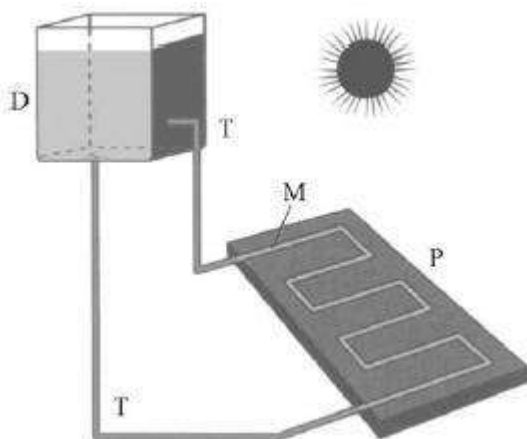
C) impedem a passagem do frio através delas, uma vez que sua temperatura também é muito baixa quando comparada com a do ambiente exterior.

D) permitem a passagem do frio, gerando um fluxo do interior para o ambiente, fazendo com que ocorra um aumento na temperatura interna.

E) promovem uma barreira contra a passagem do frio do ambiente externo que possui uma temperatura muito inferior em relação ao interior.

Resposta: B

06- (FUVEST-SP) A figura ilustra um sistema de aquecimento solar: uma placa metálica **P**, pintada de preto, e, em contato com ela, um tubo metálico encurvado; um depósito de água **D** e tubos de borracha **T** ligando o depósito ao tubo metálico.



O aquecimento da água contida no depósito **D**, pela absorção de energia solar, é devido basicamente aos seguintes fenômenos, pela ordem:

A) Condução, irradiação, convecção

B) Irradiação, condução, convecção

C) Convecção, condução, irradiação

D) Condução, convecção, irradiação

E) Irradiação, convecção, condução

Resposta: B

07- (UF-MG) Em uma experiência, colocam-se gelo e água em um tubo de ensaio, sendo o gelo mantido no fundo por uma tela de metal. O tubo de ensaio é

aquecido conforme a figura. Embora a água ferva, o gelo não se funda imediatamente.

As afirmações abaixo referem-se a esta situação:

I- Um dos fatores que contribui para que o gelo não se funda é o de que a água quente é menos densa que a água fria.

II- Um dos fatores que concorre para a situação observada é o de que o vidro é bom isolante térmico.

III- Um dos fatores que concorre para que o gelo não se funda é o de que a água é bom isolante térmico.

A) Se apenas a afirmativa I é verdadeira.

B) Se apenas a afirmativa II é verdadeira.

C) Se apenas a afirmativa III é verdadeira.

D) Se apenas a afirmativa I e II são verdadeiras.

E) Se todas as afirmativas são corretas.

Resposta: E

08- (UFPA) – Um expressivo polo de ferro-gusa tem se implantado ao longo da ferrovia de Carajás, na região sudeste do Pará, o que ensejou um aumento vertiginoso na produção de carvão, normalmente na utilização de fornos conhecidos como “rabos-quentes”, que a foto abaixo ilustra. Além dos problemas ambientais causados por esses fornos, a questão relativa as condições altamente insalubres e desumanas a que os trabalhadores são submetidos e preocupante. A enorme temperatura a que chegam tais fornos propaga uma grande quantidade de calor para os corpos dos trabalhadores que exercem suas atividades no seu entorno.

Com base nas informações referidas no texto acima, analise as seguintes afirmações:

I. O gás carbônico (CO_2) emitido pelos fornos é um dos agentes responsáveis pelo aumento do efeito estufa na atmosfera.

II. Nas paredes do forno, o calor se propaga pelo processo de convecção.

III. O calor que atinge o trabalhador se propaga predominantemente através do processo de radiação.

IV. O deslocamento das substâncias responsáveis pelo efeito estufa é consequência da propagação do calor por condução.

Estão corretas somente:

- A) I e II
- B) I e III
- C) II e III
- D) III e IV
- E) II e IV

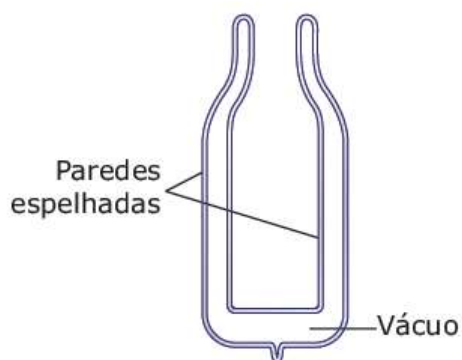
Resposta: B

09- Quando uma pessoa pega na geladeira uma garrafa de cerveja e uma lata de refrigerante à mesma temperatura, tem sensações térmicas diferentes, porque, para a garrafa e a lata, são diferentes:

- A) os coeficientes de condutibilidade térmica.
- B) os coeficientes de dilatação térmica.
- C) os volumes.
- D) as massas.
- E) as formas geométricas.

Resposta: A

10- (UFMG) Uma garrafa térmica, do tipo das usadas para manter café quente, consiste em um recipiente de vidro de parede dupla com vácuo entre as paredes. Essas paredes são espelhadas. O vácuo e as paredes espelhadas são usados para dificultar a transmissão de calor, estando relacionados com uma ou mais formas de transmissão.



Assinale a alternativa que relaciona CORRETAMENTE as características da garrafa térmica com as formas de transmissão de calor que essas características tentam impedir.

- A) Parede espelhada: condução
- Vácuo: radiação

B) Parede espelhada: condução

Vácuo: radiação e convecção

C) Parede espelhada: radiação

Vácuo: condução e convecção

D) Parede espelhada: radiação

Vácuo: radiação, condução e convecção

E) Parede espelhada: condução e convecção

Vácuo: Irradiação

Resposta: C