

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS MEDIANEIRA**

**EMANUEL ROMÁRIO OLIVEIRA**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM WEBSITE PARA O  
ENSINO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR**

**MEDIANEIRA  
2018**



## UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM WEBSITE PARA O ENSINO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Emanuel Romário Oliveira

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

Orientador:  
Prof. Dr. Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz

MEDIANEIRA  
Julho 2018

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

**O48u**

Oliveira, Emanuel Romário

Uma proposta de sequência didática em website para o ensino de transferência de calor / Emanuel Romário Oliveira – 2018.

69 f. : il. ; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Orientador: Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Calor - Transmissão. 2. Física - Experiências. 3. Ensino de Física - Dissertações. I. Lukasiewicz, Gustavo Vinicius Bassi, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

CDD: 530.07

Biblioteca Câmpus Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219

## TERMO DE APROVAÇÃO

### UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM WEBSITE PARA O ENSINO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Por

#### EMANUEL ROMÁRIO OLIVEIRA

Essa dissertação foi apresentada às dez horas, do dia dez de julho de dois mil e dezoito, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, Linha de Pesquisa Física no Ensino Médio, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF – Polo Medianeira, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.<sup>1</sup>

---

Prof. Dr. Gustavo Vinícius Bassi Lukaszewicz (Orientador – MNPEF)

---

Prof. Dr. Leandro Herculano da Silva (Membro Interno – MNPEF)

---

Profa. Dra. Shiderlene Vieira De Almeida (Membro Interno – MNPEF)

---

Prof. Dr. Otavio Akira Sakai (Membro Externo – IFPR)

---

<sup>1</sup> A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Dedico este trabalho à minha família. Ela  
sabe o quanto amo aprender e ensinar.  
Não mediram esforços em me apoiar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo fôlego de vida e oportunidade de crescer.

Agradeço a todo apoio e compreensão dado pela minha esposa Juliana. Pela companhia nas madrugadas de estudo. Sem ela seria impossível a realização deste trabalho.

Sou grato por todo incentivo dado por minha mãe. Por viver este sonho desde minha adolescência.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo V. B. Lukasiewicz, pela sabedoria e competência com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço a todos os professores do Polo Medianeira. Em especial ao Prof. Dr. Fábio Longen por todo esforço em instalar este polo e fazer esta conquista possível a todos os alunos do programa MNPEF.

Aos meus colegas de sala. Em especial aos amigos de estrada Guilherme, Gilsemar, Adelino (Arduíno) e Julinho.

Agradeço aos alunos, coordenação e direção dos colégios onde fiz a aplicação do produto educacional. Obrigado por todo acolhimento e confiança no trabalho realizado.

O que sabemos é uma gota; o que  
ignoramos é um oceano.  
(Isaac Newton)

## RESUMO

A prática pedagógica está em constante transformação. Os conteúdos são atualizados, a forma de aprender evolui e os alunos chegam a idade escolar com mais informações que antes da era digital. Ministras aulas nesse contexto exige um professor dinâmico, versátil e atualizado. Um dos desafios é a formação dos professores que lecionam Física, pois muitos não possuem essa graduação. Além disso, os professores possuem pouco tempo para preparar aulas mais envolventes e instigantes. Foi analisando esse panorama que foi proposto a sequência didática de ensino sobre transferência de calor. Esta apresenta um formato de ensino investigativo com o professor instigando os alunos com questionamentos que causem um conflito cognitivo. As perguntas são respondidas inicialmente com os conhecimentos prévios dos alunos. Em seguida as soluções para os problemas apresentados são buscadas em conjunto, professor e aluno, através de experimentos e discussões. Após responder os questionamentos iniciais, as conclusões obtidas são generalizadas para outros casos. A sequência didática está em formato de website. Nele há recursos para serem usados pelo professor e pelos alunos tais como simuladores, figuras animadas, galeria de imagens de aplicações, vídeos motivadores e vídeos dos experimentos. Foi observado nas aulas que os estudantes estavam motivados a aprender conceitos de Física. Espera-se que os professores, ao usar esta metodologia, também sintam que seu objetivo como facilitadores do conhecimento está sendo alcançado.

Palavras-chave: Ensino de Física, Transferência de calor, Experimentação.

MEDIANEIRA  
Julho 2018



## **ABSTRACT**

The pedagogical practice is constantly changing. The contents are updated, the way of learning evolves, and students reach school age with more information than before the digital age. Teaching in this context requires a dynamic, versatile and up-to-date teacher. One of the challenges is the training of teachers who teach Physics, since many have no degree in the field. Furthermore, teachers have insufficient time to prepare more engaging and thought-provoking lessons. After having analyzed this panorama, the didactic sequence of teaching about heat transfer has been proposed. It presents an investigative teaching format in which the teacher instigates the students with questions meant to cause a cognitive conflict. The questions are answered initially with the prior knowledge of the students. Afterwards, teachers and students seek solutions to the presented problems, that is done through experiments and discussions. After answering the initial questions, the conclusions obtained are extended to other cases. The didactic sequence is presented in a website format. There are resources for teachers and students to use such as simulators, animated figures, application image gallery, motivational videos and experiment videos. It has been observed in the classes that the students were motivated to learn concepts of Physics. It is expected that teachers, using this methodology, also feel that their goal as facilitators of knowledge construction is being achieved.

Keywords: Physics Teaching, Heat Transfer, Experimentation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Relação entre movimentação das moléculas e temperatura. ....	22
Figura 2.2: Representação do calor e do equilíbrio térmico. ....	23
Figura 2.3: Condução térmica em um sólido. ....	23
Figura 2.4: Convecção em um líquido. ....	26
Figura 2.5: Esquema de funcionamento de uma geladeira. ....	30
Figura 3.1: Esquema representativo do Experimento 1. ....	36
Figura 3.2: Esquema representativo do Experimento 2. ....	37
Figura 3.3: Esquema representativo do experimento 3. ....	38
Figura 3.4: Esquema representativo do Experimento 4. ....	40
Figura 3.5: Esquema representativo do experimento 5. ....	41
Figura 3.6: Esquema representativo do Experimento 6. ....	42
Figura 3.7: Esquema representativo do Experimento 7. ....	43
Figura 3.8: Estudante executando Experimento 8. ....	45
Figura 3.9: Foto do minirrefrigerador do experimento 9. ....	47
Figura 4.1: Respostas do pré-teste individual. ....	51
Figura 4.2: Exemplo de análise dos acertos e erros de uma pergunta específica utilizando o formulário Google. ....	54
Figura 4.3: Gráfico com relação do número de participantes e pontos marcados. ....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura da Sequência Didática ....	32
Quadro 2: Pré-teste individual sobre conceitos de temperatura e calor. ....	49
Quadro 3: Questão 1 e respostas dos alunos. ....	56
Quadro 4: Questão 2 e respostas dos alunos. ....	57
Quadro 5: Questão 3 e respostas dos alunos. ....	58
Quadro 6: Questão 4 e respostas dos alunos. ....	59
Quadro 7: Questão 5 e respostas dos alunos. ....	60
Quadro 8: Questão 6 e respostas dos alunos. ....	60

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	17
2.1.1. Apresentação da Situação Problemática .....	19
2.1.2. Proposição de Problemas ou Questões .....	19
2.1.3. Respostas Intuitivas e Suposições .....	19
2.1.4. Fontes de Informação .....	20
2.1.5. Busca da Informação .....	20
2.1.6. Elaboração das Conclusões .....	20
2.1.7. Generalização das Conclusões ou Síntese .....	20
2.1.8. Exercícios de Memorização .....	21
2.1.9. Prova ou Exame .....	21
2.1.10. Avaliação .....	21
2.2 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA .....	22
2.2.1. Conceitos Preliminares .....	22
2.2.2. Condução Térmica .....	23
2.2.3. Convecção Térmica .....	26
2.2.4. Irradiação Térmica .....	27
2.2.5. Resfriamento Evaporativo .....	28
2.2.6. Funcionamento de uma Geladeira .....	28
<b>3 ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	30
3.1 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	30
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS .....	31
3.3 ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	32
3.3.1. 1ª Aula: Levantamento das Concepções Espontâneas .....	33
3.3.2. 2ª Aula: Condução Térmica .....	35
3.3.3. 3ª Aula: Convecção Térmica e Irradiação Térmica .....	42
3.3.4. 4ª Aula: Resfriamento Evaporativo e Refrigeradores .....	44
3.3.5. 5ª Aula: Síntese dos Conceitos e Avaliação Final .....	47
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
4.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE INDIVIDUAL .....	49
4.2 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE EM GRUPO .....	55
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	63
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	65

# 1 INTRODUÇÃO

Ensinar é uma atividade humana antiga, porém em constante análise e transformação. Essas transformações ocorrem nos conceitos a serem ensinados, nos recursos que podem ser utilizados e na forma com que os aprendizes absorvem os conteúdos.

O ensino de Física é frequentemente ensinado partindo dos conceitos formais e verificando quais as suas aplicações. Uma mudança tem ocorrido, em que o ensino parte das aplicações para os conceitos formalizados. É importante que os fenômenos a serem ensinados estejam relacionados com a cultura e cotidiano dos alunos [1]. Mas, ao analisar os fenômenos do cotidiano para em seguida ensinar conceitos físicos, esbarra-se em um desafio. O aluno possui explicações próprias, chamadas de concepções espontâneas ou conhecimentos prévios, para a maioria dos fenômenos que o rodeia [2].

Isso ocorre por dois motivos. O primeiro é que somos seres investigativos por natureza e procuramos saber como as coisas ocorrem a nossa volta. O segundo é que o volume de conhecimento que os alunos absorvem antes de chegar à aula é muito grande. O acesso às informações está a um clique deles [3] e isso faz com que eles formulem seus próprios conceitos acerca dos fenômenos cotidianos.

É importante estimular o aluno a participar ativamente das aulas. A palavra aluno quer dizer “aquele que recebe instrução” e isso coloca-o em uma posição de apenas receber conteúdos [4]. Porém, ele possui muitas informações e ao interagir nas aulas, o professor pode ser o mediador do processo que transforma estas informações em conhecimento.

A transformação dos conceitos prévios em conceitos formais é chamada de mudança conceitual. Enquanto informações são apenas memorizadas, conhecimentos produzem questionamentos, reflexões e transformações [5]. Exemplo desta diferença: Saber que a Terra gira é uma informação. Usar este movimento para colocar um satélite em órbita é um conhecimento.

Sobre a mudança conceitual [6] apud [2] escreve:

“Essas mudanças conceituais podem ser alcançadas por alunos submetidos a atividades com enfoque construtivista, realizada através de experimentos qualitativos, baseadas em sequências de ensino que envolvem uma problematização inicial, a

montagem e execução do experimento, uma organização dos conhecimentos adquiridos e, finalmente a aplicação destes conhecimentos a outras situações diferentes das que foram propostas inicialmente.”

Recursos computacionais e experimentos podem auxiliar nessa mudança conceitual [7]. Sobre o objetivo dos experimentos:

“O ensino ministrado em laboratório - o ensino experimental - deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Para que isto ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação didática/pedagógica entre a atividade experimental e o desenvolvimento destas concepções; todo experimento deve ser realizado a partir de uma base conceitual. O professor deve estar preparado para interligar o trabalho prático à elaboração do conhecimento científico pelo aluno” [6].

O desenvolvimento de um país está intimamente ligado ao quanto ele desenvolve Ciência em todos os níveis de ensino. Em testes internacionais que verificam o quanto os jovens deveriam conhecer de Ciências, o Brasil ocupa uma das últimas posições. Há vários pontos a serem mudados para ocorrer uma mudança nesse quadro. Certamente a primeira delas é melhorando as aulas.

Preparar aulas diferentes do ensino tradicional, ou seja, com experimentos, recursos computacionais ou aulas investigativas esbarra em algumas dificuldades. Os professores em sua maioria não foram ensinados dessa forma. Logo, não será natural prepararem aulas assim. A formação dos professores de Ciências não consegue oferecer todas as ferramentas para elaborar aulas experimentais e investigativas necessitando assim formação complementar ou busca de recursos [8]. Os professores devem buscar aperfeiçoamento, novas técnicas e métodos para que suas aulas sejam tão empolgantes que façam os alunos buscarem mais conhecimento. Porém onde podem buscar esse conhecimento?

A principal fonte de conhecimento de muitos professores é o livro didático. Sem ele alguns não conseguem lecionar. É necessário buscar outros meios para que as aulas destes professores sejam empolgantes e acima de tudo, tenham conhecimento científico acerca dos fenômenos estudados.

Após o livro didático, certamente a internet é a principal fonte de pesquisa do professor de Ciências. Porém, há muitos sites e canais com erros conceituais dos fenômenos físicos. Além disso, nem sempre as sugestões de plano de aula foram testadas e muitas vezes alguns passos da aula são omitidos.

Alguns experimentos que estão na internet não são claros quanto aos procedimentos. Muitos deles propõem experimentos apenas para recreação das aulas. No entanto, não é este o objetivo, cada experimento e atividade é planejada com a intenção que os alunos possam absorver os conhecimentos e tenham uma mudança conceitual [6].

Para auxiliar estes professores que o MNPEF propõe produtos educacionais. Eles são testados por professores que estão em atividade e são minuciosos na explicação das aulas.

No Brasil, a porcentagem de professores que lecionam Ciências que possuem licenciatura em Ciências é em torno de 60% [9, 10]. No ensino médio a porcentagem de professores que lecionam aulas de Física que possuem Licenciatura em Física ou Bacharelado em Física com complementação pedagógica é de 42% [9, 10]. Esses dados reforçam que programas como o Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física podem produzir materiais (produtos educacionais) para auxiliar os professores de Ciências/Física no ensino fundamental e médio. Visto que, uma porcentagem tão expressiva de professores não possui formação específica.

O ensino por meio de experimentos ou outros recursos não é garantia de melhoria na qualidade das aulas. No entanto, aulas apenas expositivas podem não alcançar todos os estudantes e pouco estimula o interesse na Física.

Em Foz do Iguaçu cerca de 95% dos colégios possuem laboratório didático. Porém, menos de 40% dos professores utilizam tal recurso. Um dos motivos elencados pelos professores é a falta de um laboratorista para auxiliar nos experimentos [11]. É sabido que, para que uma atividade de laboratório seja satisfatória é necessário, dentre outras coisas, planejamento das atividades, materiais, equipamentos e tempo de preparação.

Infelizmente os professores da rede estadual possuem carga horária elevada e pouco tempo para o planejamento de uma atividade diferenciada. Além disso, duas aulas semanais são insuficientes para executá-la da maneira adequada.

Diante desse quadro de falta de tempo, as aulas expositivas são maioria. Outro ponto importante é que apesar de existir o espaço físico do laboratório, isso não implica na existência de materiais e equipamentos para realizar atividades experimentais [12].

O presente trabalho foi elaborado analisando essa realidade e propõe uma Sequência Didática (SD) sobre Transferência de Calor. A sequência didática apresenta um formato de ensino investigativo com o professor instigando os alunos com questionamentos desequilibradores para refletirem sobre os experimentos realizados e/ou vídeos assistidos.

Abordar um conteúdo de Termodinâmica numa sequência didática não é uma novidade no Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) [12-17]. Há dez polos do MNPEF na região Sul num total de sessenta e três no país todo. Porém o alcance desses produtos educacionais é local e apesar das universidades colocarem estes produtos a disposição na internet o sistema de buscas dificilmente devolve estes resultados para o professor que está procurando melhorar suas aulas.

Justifica-se dessa forma a elaboração desta sequência didática em website para que alcance um maior número de professores e alunos e possa transformar a prática docente de alguns professores da rede estadual e privada de ensino.

Utiliza-se um website para apresentar a SD, pois nele há recursos que permitem a interatividade tanto do professor, quanto do aluno. O website possui alcance global e uma apresentação mais cativante com ilustrações animadas, vídeos e simulações. O website ainda pode ser compartilhado nas redes sociais, sendo um canal acessível para professores e estudantes [18].

A SD é dividida em cinco aulas. Inicia-se com um pré-teste individual e um pré-teste em grupo. O pré-teste individual são questões para avaliar as concepções espontâneas sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico. O pré-teste em grupo são questões problematizadoras de situações do cotidiano. O objetivo da SD é responder a estas questões e para isso deve ser estudado os conceitos de Transferência de Calor.

As atividades da SD são todas em grupo. A atividade em grupo permite maior interação entre os estudantes para fazer questionamentos e chegar a conclusões. Faz com que eles se sintam mais responsáveis por seu próprio aprendizado. O papel do professor é de mediador fazendo os questionamentos e orientando as discussões [19].

A motivação deste trabalho é prover recursos ao professor, tais como: pré-teste, textos explicativos, roteiro de experimentos, questionários, simuladores,

seleções de imagens, imagens animadas, vídeos motivadores e vídeos dos experimentos. Cabe ao professor adequá-los ao seu planejamento e realidade.

Caso a instituição que o professor irá aplicar a SD não disponha de internet na sala de aula os recursos do website podem ser baixados no dispositivo para posterior uso em sala de aula.

Os vídeos e imagens podem ser apresentados em um projetor, serem acessados em um microcomputador da sala de informática ou até mesmo nos celulares dos alunos.

Além da diferença entre as estruturas da escola, há a diferença entre os estilos de aprendizagem dos alunos. Cada aluno possui uma maneira própria de aprender. Os alunos podem ser visuais, auditivos ou cinestésicos [20].

No website há muitas imagens para auxiliar os alunos visuais. Em cada experimento há uma representação esquemática do que deve ser feito. Há vídeo dos experimentos para orientar professor e alunos. As aplicações dos conceitos são feitas através da análise de várias imagens.

Para auxiliar os alunos auditivos as atividades são feitas em grupo. Isso estimula a comunicação e troca de informações entre os alunos. Constantemente o professor está orientando e explicando conceitos aos alunos.

Em toda aula há experimentos que podem ser realizados pelos alunos. Essa atividade auxilia os alunos cinestésico. Há também simuladores que permitem a interação dos alunos com seu objeto de estudo [20].



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O planejamento das aulas é uma das etapas mais importantes da atividade do professor e pode ser dividido em planos de aula e sequências didáticas.

O plano de aula é a menor unidade possível do planejamento. Ela deve conter elementos como os conteúdos a serem trabalhados, objetivos que devem ser alcançados e os recursos necessários para alcançar estes objetivos. Pode ser que este plano de aula contenha uma avaliação. É uma tarefa árdua fazer este planejamento, pois são apenas duas aulas de Física por semana.

Essa situação exige que o professor tenha, não apenas o planejamento de uma aula, mas de um grupo de aulas. A esta unidade maior de aulas com uma intencionalidade clara por parte do professor e que deve estar claro para o aluno é chamada de sequência didática [21] apud [22].

A sequência didática pode ser definida como:

“conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” [23].

Uma sequência didática possui objetivos educacionais que vão além do ato de ensinar para resolver questões teóricas ou numéricas. Ela se propõe a promover uma mudança conceitual nos estudantes.

Segundo Zabala [24] a sequência didática deve respeitar alguns critérios para ser válida e alcançar os objetivos educacionais propostos.

- a) Conhecimentos prévios: A participação de todos os estudantes com suas hipóteses e suposições deve ser estimulada. Os novos conceitos devem ser ancorados nesses conhecimentos prévios do aluno, também chamados de subsunçores.
- b) Significância e funcionalidade dos conteúdos: Todos os conteúdos são importantes de serem ensinados, mas deve ser verificado onde isso pode ser aplicado no contexto dos estudantes. Caso os conceitos não tenham

- significado para os estudantes, deve-se atribuir significado a eles, alargando os horizontes dos estudantes.
- c) Nível de desenvolvimento: As atividades elaboradas na sequência didática devem valorizar todos os níveis de desenvolvimento dos alunos. Não deve existir favorecimento e nem exclusão, mas estimular que todos participem das atividades propostas. A verificação dos conhecimentos prévios dos alunos, permite ao professor elaborar atividades adequadas a todos os estudantes.
  - d) Zona de desenvolvimento proximal: Os critérios anteriores analisam os estudantes e permite ao professor elaborar uma sequência didática que favoreça a mudança conceitual. Ou seja, as atividades devem levar os estudantes até a zona de desenvolvimento proximal e assim eles irão se apropriar dos novos conceitos.
  - e) Conflito cognitivo: Os questionamentos elaborados pelo professor devem causar desequilíbrios cognitivos que os façam repensar seus conceitos sobre determinados fenômenos. O conflito cognitivo coloca em xeque as explicações dadas pelos alunos na fase das hipóteses. Isso ocorre não para constrangê-lo, mas sim para levá-lo a refletir sobre seu próprio conhecimento e dando a oportunidade de transformá-lo. Essa atividade é dialética e por essa razão é importante trabalhar com pequenos grupos para que a fala de todos seja valorizada e os conflitos cognitivos sejam aproveitados ao máximo.
  - f) Atitude favorável: Para que exista uma atividade favorável dos estudantes é essencial que os critérios listados acima sejam preenchidos. É importante lembrar que esta sequência didática é de caráter investigativo e o protagonismo dos alunos é essencial. Criar um ambiente para que isso aconteça é papel do professor, como facilitador e mediador dos processos.
  - g) Autoestima e autoconceito: Em atividades investigativas como essa o grupo precisa ser constantemente motivado. Essa motivação não reside em elogios vazios, mas sim em promover o desenvolvimento dos alunos e mostrar que isso ocorre. Aqui o papel do professor é novamente de adequar o grau de dificuldade das atividades de forma que os estudantes

possam avançar e sintam que isso é fruto de seu esforço em conjunto com o professor.

- h) Aprender a aprender: Os estudantes orientados pelo professor devem sair da condição de alunos, receptores de conteúdos para assumir um protagonismo de sua vida acadêmica. Aprender a aprender é um processo árduo no qual não se exclui o professor, mas junto com o estudante ambos manipulam seu objeto de estudo e o professor promove debates, reflexões para que os conceitos sejam apreendidos. Devem-se orientar os alunos quanto as fontes bibliográficas para que acessem as que são confiáveis.

No presente trabalho apresenta-se uma sequência didática que foi elaborada baseada na unidade 4 que está no livro “A prática educativa: como ensinar” [24]. Abaixo é apresentado um resumo dos passos da sequência didática segundo Zabala descreveu.

#### 2.1.1. Apresentação da Situação Problemática

O professor desenvolve um tema em torno de um fato ou acontecimento. É importante que esta situação problemática faça parte do cotidiano do aluno. Isto faz com que ele se sinta mais motivado a responder, pois sua cultura e realidade fazem parte da aula.

#### 2.1.2. Proposição de Problemas ou Questões

Professor propõe questões desequilibrantes desencadeadas da situação problemática. Os problemas devem ser desafiantes e motivadores, porém deve-se analisar o grau de dificuldade. Não é interessante que sejam questões muito fáceis. Além disso, caso as questões sejam muito difíceis não será possível verificar as concepções espontâneas acerca dos fenômenos estudados. Neste caso, os estudantes ficarão desmotivados e uma parte do sucesso da sequência didática é a motivação.

#### 2.1.3. Respostas Intuitivas e Suposições

Devem-se deixar os alunos responderem livremente as questões e neste momento sem muita ajuda do professor. O objetivo desta atividade é verificar os conhecimentos prévios dos alunos e como eles mobilizam estes conhecimentos

para resolver questões práticas. Ao analisar estas respostas o professor pode readequar a sequência didática de forma a promover a mudança conceitual em seus estudantes.

#### 2.1.4. Fontes de Informação

As fontes de informação devem ser estabelecidas entre estudantes e professor. Elas podem ser o próprio professor que irá expor algum conteúdo. Podem-se usar livros didáticos, experimentos, entrevistas, pesquisas de campo e websites. O professor e estudantes irão delimitar quais fontes deverão ser usadas de acordo com a realidade em que estão inseridos. É importante evidenciar que esta é uma atividade investigativa e os estudantes devem incorporar esta atitude investigativa em suas práticas.

#### 2.1.5. Busca da Informação

Estudantes farão uso das fontes de informação que foram propostas anteriormente coletando dados e fazendo observações. Estas atividades podem ser feitas de forma autônoma pelo aluno em alguns momentos e em outros o professor deve ser o mediador. O professor deve estar bem preparado para este momento, pois há muitos questionamentos e apesar dos estudantes saberem de sua humanidade devem encontrar segurança no professor.

#### 2.1.6. Elaboração das Conclusões

Neste momento o professor retoma as questões anteriormente propostas e com a colaboração das pesquisas dos estudantes as conclusões são elaboradas. Importante que as respostas que eles deram de forma intuitiva sejam comparadas com as que eles obtiveram com as pesquisas. Explicar aos estudantes o que é a mudança conceitual para que os mesmos consigam notar que isto ocorreu com eles.

#### 2.1.7. Generalização das Conclusões ou Síntese

Com as contribuições dos estudantes e as conclusões obtidas o professor deve estabelecer leis, modelos e princípios que se deduzem do trabalho realizado. Essa generalização permite que o estudante observe o conteúdo aprendido em suas diversas atividades do cotidiano. Deve explorar todos os exemplos citados pelos alunos.

#### 2.1.8. Exercícios de Memorização

Lista de exercícios elaborados pelo professor de forma a fixar as conclusões e generalização das conclusões. Os exercícios podem ser teóricos de modo a valorizar as discussões. Também devem conter exercícios quantitativos de modo a evidenciar as generalizações dos conceitos. Podem ser respondidos de forma individual ou em grupo.

#### 2.1.9. Prova ou Exame

Estudantes respondem individualmente as perguntas e sem consulta ao material didático. A atividade deve ser feita em sala de aula para garantir que será sem consulta e individual.

#### 2.1.10. Avaliação

Esta avaliação é da aprendizagem dos alunos num contexto mais amplo. Não apenas uma nota ou conceito obtido na prova, mas que leva em consideração a participação dos estudantes nas atividades e suas colaborações. Porém, não se esquecendo da nota da prova, pois é um indicativo igualmente importante.

Na sequência didática proposta acima são exploradas várias habilidades dos estudantes, tais como: diálogo, debate, trabalho em pequenos grupos, pesquisa bibliográfica entre outras.

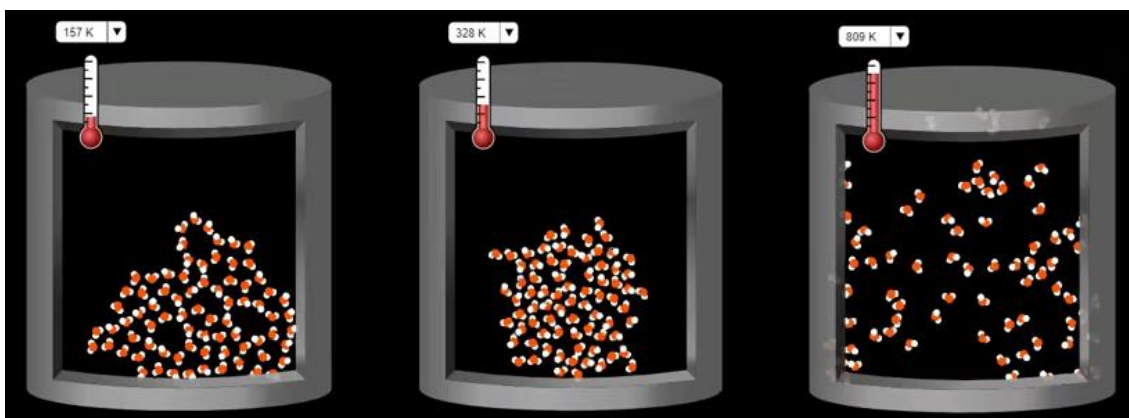
O que se deve notar na sequência didática é a combinação de diversas atividades e que estão todas interligadas para que os objetivos educacionais sejam alcançados e mudanças conceituais sejam promovidas nos alunos.

## 2.2 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA

### 2.2.1 Conceitos Preliminares

A temperatura é uma grandeza que mede o grau de agitação das moléculas de uma substância. Quanto maior a temperatura, maior a agitação. Na Figura 2.1 observa-se que na esquerda a temperatura é de  $-116\text{ }^{\circ}\text{C}$ , no centro a temperatura é de  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  e na direita a temperatura é de  $576\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Figura 2.1: Relação entre movimentação das moléculas e temperatura.

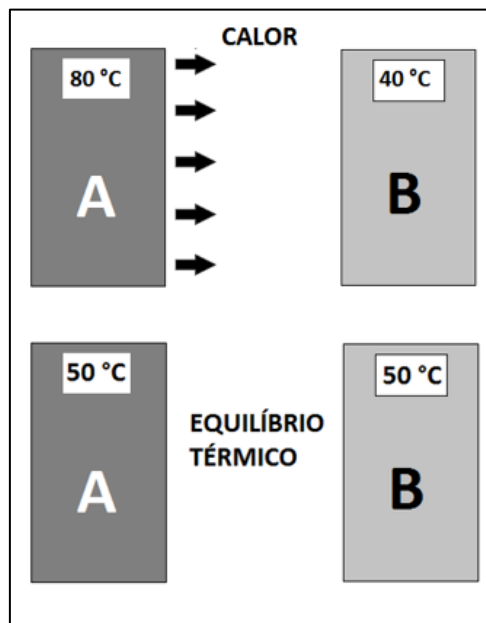


Fonte: Elaborado pelo autor recortando imagem apresentada no aplicativo Estados da Matéria: Básico do PHET [7].

O calor é o processo de transferência de energia de um corpo para outro, motivada exclusivamente por uma diferença de temperatura. Pode ser o caso de a transferência de energia ocorrer dentro de um corpo, pois há um gradiente de temperatura. É importante frisar que corpos não possuem calor [25]. A transferência de energia ocorre até que seja estabelecido o equilíbrio térmico, ou seja, as temperaturas sejam iguais, conforme ilustrado na Figura 2.2.

A transferência de calor se dá através de três processos: condução, convecção e radiação.

Figura 2.2: Representação do calor e do equilíbrio térmico.

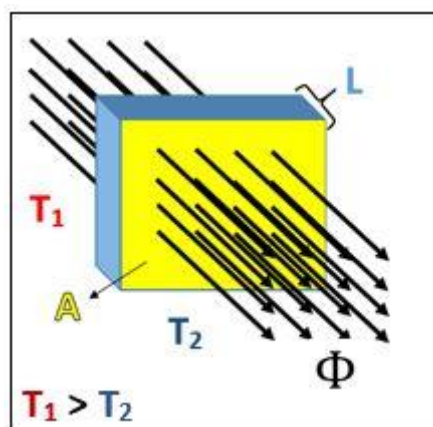


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.2.2 Condução Térmica

A condução térmica é uma forma de transferir energia sem transferir matéria. Sob o efeito de uma diferença de temperatura, o calor se propaga através de um meio material por meio de agitação molecular e dos choques entre as moléculas, por este motivo só pode ocorrer através de um meio material (sólidos e fluidos) e não ocorre no vácuo. A Figura 2.3 ilustra o processo de condução térmica através de um material.

Figura 2.3: Condução térmica em um sólido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste processo de transferência de energia, o calor flui sempre de um ponto com temperatura mais elevada para um ponto a temperatura mais baixa. O fluxo de calor é a razão entre quantidade de calor  $Q$  transportada durante o intervalo de tempo  $\Delta t$ ,

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} \quad (1)$$

em que  $\Phi$  é o fluxo de calor (W),  $Q$  é a quantidade de calor (J) e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo (s).

Observa-se que, em um regime estacionário, o módulo do fluxo de calor por condução em um material homogêneo é proporcional à diferença de temperatura  $\Delta T = T_1 - T_2$  e a área  $A$  através da qual o calor está fluindo, e inversamente proporcional à espessura  $L$  da camada considerada [26, 27]

$$\Phi = \frac{kA(T_1 - T_2)}{L} \quad (2)$$

em que,  $k$  a condutividade térmica (W/m.K),  $A$  é a área da seção transversal [m<sup>2</sup>],  $T$  é a temperatura (K), sendo  $T_1 > T_2$ , e  $L$  é a espessura do material (m).

As características citadas acima podem ser observadas no seguinte exemplo. Suponha uma chaleira com água sendo aquecida por uma chama. O calor flui da região de maior temperatura (região da chama) para a região de menor temperatura (água). A água ferve em um intervalo de tempo menor se a temperatura da chama é maior ( $\Phi \propto \Delta T$ ). Quanto maior a área do fundo da chaleira, maior será o fluxo de calor ( $\Phi \propto A$ ). Quanto mais espesso o fundo da panela, menor será o fluxo de calor ( $\Phi \propto 1/L$ ) e mais tempo leva para ferver a água.

A condutividade térmica é uma propriedade física do material. Quanto maior o seu valor, melhor condutor é o material. Os materiais com baixo valor de condutividade térmica são chamados de isolantes térmicos. Não há isolante térmico perfeito, assim como não há isolantes elétricos perfeitos. Os materiais com alto valor de condutividade térmica são chamados de condutores térmicos.

Metais normalmente possuem grande coeficiente de condutividade e assim são considerados condutores de calor. Empiricamente é determinado que a condutividade térmica de um metal é proporcional a sua condutividade elétrica



[27]. Sendo assim, metais que são bons condutores de eletricidade também são bons condutores de calor.

Na Tabela 2.1 é apresentado a condutividade térmica de alguns materiais.

Tabela 2.1: Condutividade térmica de alguns materiais.

Materiais	Condutividade Térmica (W/m.K)
Ar	0,024
Madeira	0,04 – 0,12
Água a 20 °C	0,6
Tijolo	0,7
Concreto	0,8
Vidro	0,8
Vidro Borossilicato (Pyrex™)	1,13
Gelo	1,6
Piso cerâmico	1,65
Ferro	79,5
Alumínio	205
Cobre	385

Fonte: [28-31].

Madeira, vidro, cerâmica, tijolo, possuem pequeno valor de condutividade térmica quando comparado aos metais. Sendo assim, são maus condutores de calor. Esta é a razão para utilizar uma xícara para tomarmos um líquido quente e não um copo de metal.

Suponha que um objeto metálico e de madeira estejam a mesma temperatura. Em um dia frio, se tocarmos o objeto de metal temos a sensação que a temperatura é inferior à temperatura do objeto de madeira. Isto porque, como a condutividade térmica da madeira é pequena, a transferência de calor da mão para a madeira é pequena. Ao tocar o metal, como a condutividade térmica é elevada, o calor conduzido da mão para o objeto é maior e temos a sensação de uma temperatura inferior.

Os melhores isolantes térmicos são os gases. Pode-se observar na Tabela 2.1 que o ar possui o menor valor de condutividade térmica. No entanto,

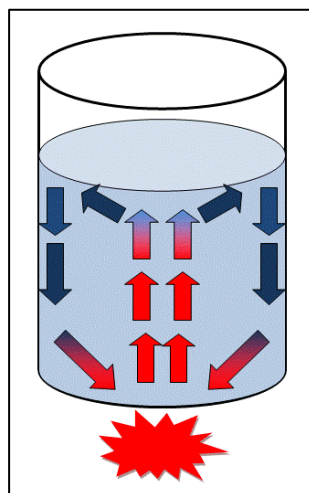
os gases podem transmitir o calor por convecção. Quando nos aquecemos com um cobertor, evitamos (ou dificultamos) a perda de calor por convecção, e a camada de ar confinada é a principal responsável por diminuir a transferência de calor do corpo para o ambiente [27].

### 2.2.3. Convecção Térmica

A convecção térmica ocorre apenas em fluidos (líquidos e gases). Neste processo o calor é transferido pelo movimento do próprio fluido, que constitui uma corrente de convecção. Isso ocorre porque a maioria dos fluidos aumenta seu volume quando aquecido. Esse aumento de volume faz com que a densidade do fluido diminua. Como consequência, a porção aquecida do fluido se move para cima. Ao subir outra massa de fluido ocupa o lugar da primeira e o processo reinicia, gerando correntes de convecção. Esse efeito pode ser observado na Figura 2.4. Como neste processo de transferência de calor é necessária a transferência de matéria, a convecção térmica não ocorre no vácuo.

As correntes de convecção podem ser produzidas artificialmente com o auxílio de bombas ou ventiladores. Alguns exemplos em que o efeito de convecção térmica pode ser observado são: brisa marítima, corrente marítima, vento, exaustor eólico entre outros [27].

Figura 2.4: Convecção em um líquido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 2.2.4. Irradiação Térmica

O processo de transferência de calor por irradiação térmica (também chamada de radiação térmica) ocorre através de ondas eletromagnéticas. Dessa forma, essa transferência de energia ocorre até mesmo através do vácuo. A radiação térmica está associada com a temperatura do objeto, sendo assim todos os corpos emitem radiação, fenômeno conhecido como radiação de corpo negro. A radiação emitida, seja sob a forma de luz visível, radiação infravermelha ou de outras regiões do espectro, ao ser absorvida por outro corpo, pode aquecê-lo. Essa é a forma predominantemente que o Sol transfere parte de sua energia para a Terra [27].

Quando a energia radiante incide na superfície de um corpo, ela é parcialmente absorvida, parcialmente refletida e parcialmente transmitida através do corpo. A parcela absorvida aumenta a energia interna do corpo, aumentando sua temperatura.

$$Q_I = Q_A + Q_R + Q_T \quad (3)$$

em que  $Q_I$  é a energia incidente (J),  $Q_A$  é a energia absorvida (J),  $Q_R$  é a energia refletida (J) e  $Q_T$  é a energia transmitida (J).

Para avaliar a proporção da energia incidente que sofre os fenômenos de absorção, reflexão e transmissão, são definidas as grandezas adimensionais absorvidade, refletividade e transmissividade [26].

Absorvidade:

$$A = \frac{Q_A}{Q_I} \quad (4)$$

Refletividade:

$$R = \frac{Q_R}{Q_I} \quad (5)$$

Transmissividade:

$$T = \frac{Q_T}{Q_I} \quad (6)$$

Somando as três grandezas obtém-se a unidade.

$$A + R + T = 1 \quad (7)$$

Quando vários corpos a diferentes temperaturas são colocados num ambiente termicamente isolado, ao fim de algum tempo todos estarão a mesma

temperatura. De forma que a potência irradiada por um objeto é igual à potência que o objeto absorve na forma de radiação dos objetos vizinhos [26].

Com base nas equações (4) a (7) considere dois corpos A e B. Ambos opacos, ou seja, a transmissividade é zero. Se A é um bom absorvedor de calor, certamente é um mau refletor. Analogamente pode-se dizer que se B é um bom refletor de calor, certamente é um mau absorvedor de calor.

Isso permite concluir que corpos escuros absorvem bem o calor, porém refletem mal e corpos claros absorvem mal o calor, porém refletem bem.

#### 2.2.5. Resfriamento Evaporativo

O resfriamento evaporativo ocorre quando um líquido ao evaporar retira energia de um corpo ou do ambiente. A energia que um líquido retira do corpo até atingir a temperatura que ocorre a vaporização é dada por:

$$Q = mc\Delta T \quad (8)$$

em que  $Q$  é a quantidade de calor (J),  $m$  é a massa (kg),  $c$  é o calor específico do líquido (J/mol.K) e  $\Delta T$  é a variação da temperatura (K).

Após a o líquido atingir a temperatura em que ocorre a vaporização a energia retirada do corpo é dada por:

$$Q = mL_v \quad (9)$$

em que  $L_v$  é o calor latente de vaporização (J/kg).

Podemos citar alguns exemplos de resfriamento evaporativo como: O suor, sem ele nosso corpo pode atingir temperaturas superiores a 40 °C e isso é fatal para nosso organismo; Ventiladores com umidificadores, ao jogar uma névoa de água, refresca o corpo conforme a água evapora; Sistema de resfriamento evaporativo disponível em algumas granjas, ao gotejar água no telhado que está em temperatura elevada devido a radiação solar, a água aumenta sua energia por conta da energia cedida pelo telhado, devido à perda de energia o telhado diminui sua temperatura.

#### 2.2.6. Funcionamento de uma Geladeira

Os refrigeradores possuem alguns componentes essenciais para seu funcionamento, são eles:

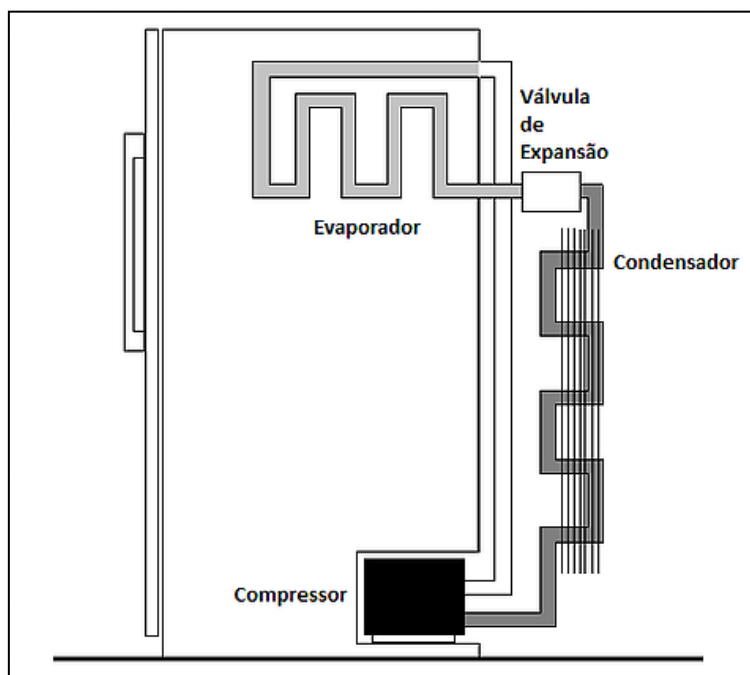
- a) Compressor: É o responsável por movimentar o gás refrigerante e assim promover a transferência de energia do interior da geladeira

para o gás refrigerante, que por sua vez transfere sua energia para o meio externo. No compressor o gás chega do interior da geladeira com temperatura mais elevada que entrou, porém ainda em uma baixa temperatura. O compressor então faz uma compressão adiabática no gás aumentando a temperatura e este vai para o condensador, conforme Figura 2.5.

- b) Condensador: O gás com alta temperatura ao passar pelo condensador perde energia para o ambiente externo, diminuindo a energia interna e a sua temperatura até que o gás condense se tornando líquido.
- c) Válvula de expansão: O fluido ao passar pela válvula de expansão sofre uma expansão adiabática e diminui ainda mais sua temperatura. No entanto, se mantém no estado líquido e segue para o evaporador.
- d) Evaporador: No evaporador o fluido refrigerante no estado líquido absorve a energia do interior da geladeira. Dessa forma, a temperatura no interior da geladeira diminui e o líquido que absorveu energia aumenta a temperatura e muda de estado físico evaporando. O ciclo então se reinicia.

A convecção térmica é a forma de transmissão de energia que predominantemente ocorre no interior dos refrigeradores. A carcaça da geladeira deve ser construída de material isolante térmico. As borrachas devem estar em bom estado para evitar fluxo de calor para o interior do refrigerador, gerando desperdício de energia elétrica.

Figura 2.5: Esquema de funcionamento de uma geladeira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 3 ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 3.1 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é resultado da aplicação da sequência didática em sete turmas de três instituições diferentes. Inicialmente foi desenvolvido uma sequência didática piloto, o qual foi aplicado em cinco turmas em dois colégios. No primeiro colégio foi aplicado em três turmas da 1ª série do Ensino Médio. No segundo colégio foi aplicado em uma classe da 2ª série e na 3ª série do Ensino Médio. Os dois colégios estão localizados na região central de Foz do Iguaçu. Cada turma composta por aproximadamente 30 alunos.

Após cada aplicação observou-se o surgimento de uma demanda e esta era suprida para a próxima aplicação. A seguir discorre-se sobre algumas situações e as mudanças geradas.

Inicialmente a SD foi dividida em quatro aulas. Porém, observou-se que em cinco aulas o aproveitamento era maior.

Os pré-testes inicialmente foram contados manualmente. Isso gerou muito trabalho e tempo para contabilizar as respostas e tabular os dados. Desta forma, propôs-se os Formulários do Google em website para criar os pré-testes. Pois, assim, é possível tabular e realizar a estatística das respostas de forma eficaz e rápida.

O roteiro experimental passou por algumas mudanças. Inicialmente continha apenas os materiais utilizados e comandos dos experimentos. Alguns alunos não estavam familiarizados com experimentos e para evitar acidentes foi inserido desenhos esquemáticos de como realizá-los.

Além disso, foram gravados vídeos explicativos de como realizar cada um dos experimentos. Os vídeos dos experimentos e o link para o download estão disponíveis no website ([www.mnpef2016.wixsite.com/roteirotranscal](http://www.mnpef2016.wixsite.com/roteirotranscal)). Isso auxilia os professores menos experientes em atividades de laboratório.

As tarefas inicialmente eram apenas resumos da aula e dos experimentos. Depois das primeiras aplicações a tarefa passou a ser uma lista com dez exercícios. Alguns são conceituais e outros envolvem cálculos para fixar os conteúdos aprendidos em sala.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS

Após as alterações na apresentação do produto educacional foram escolhidas duas turmas da 2ª série do Ensino Médio de um colégio, localizado na cidade de Foz do Iguaçu, para aplicação da sequência didática e uso do website.

As turmas totalizam 55 alunos com idade entre 15 e 16 anos. A escola é particular e apesar de possuir laboratórios didáticos todos os experimentos foram feitos em sala de aula. Isto para simular a realidade de uma escola sem laboratório didático.

Outra motivação da escolha dessas turmas é que a disciplina de Física possui quatro aulas dividida entre dois professores. Ou seja, a sequência didática foi aplicada em duas aulas semanais como ocorre na rede pública estadual.

Todo material impresso foi cedido pelo colégio. Os materiais usados nos experimentos foram cedidos pelo professor. As latas usadas no Experimento 2

foram trazidas pelos alunos. Os computadores usados no Experimento 5 são doação de lixo eletrônico de uma escola municipal situada em Foz do Iguaçu.

As aulas ocorreram no período matutino, no final de outubro até a metade do mês de novembro de 2017. As datas são: 30/10, 06/11, 10/11, 13/11 e 17/11.

### 3.3 ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é composta de 5 aulas. A estrutura da sequência didática é apresentada resumidamente no Quadro 1.

Quadro 1: Estrutura da Sequência Didática

Aula	Conteúdos
1 <sup>a</sup>	<p>Levantamento das concepções espontâneas e introdução aos conceitos de transmissão de calor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré-teste individual.</li> <li>• Pré-teste coletivo.</li> <li>• Simuladores para conceituar temperatura.</li> <li>• Vídeos introdutórios de aplicações da transferência de calor.</li> </ul>
2 <sup>a</sup>	<p>Condução térmica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentos para diferenciar condutores e isolantes.</li> <li>• Simulador para ilustrar a condução térmica nos sólidos.</li> <li>• Imagens e vídeos com aplicações da condução térmica.</li> <li>• Conceito de calor específico e relação com condução térmica.</li> <li>• Exercícios sobre condução térmica.</li> </ul>
3 <sup>a</sup>	<p>Convecção térmica e Irradiação térmica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimento sobre convecção térmica.</li> <li>• Experimento sobre irradiação térmica.</li> <li>• Imagens e vídeos com aplicações da convecção e irradiação térmica.</li> <li>• Exercícios sobre convecção e irradiação térmica.</li> </ul>
4 <sup>a</sup>	<p>Resfriamento evaporativo e refrigeradores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimento sobre resfriamento evaporativo.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagens e vídeos com aplicações do resfriamento evaporativo.</li> <li>• Verificação do funcionamento de um minirrefrigerador.</li> <li>• Simuladores do funcionamento de refrigeradores.</li> <li>• Vídeos sobre o funcionamento dos refrigeradores.</li> <li>• Exercícios sobre resfriamento evaporativo, equação de Clapeyron e Lei Geral dos Gases.</li> </ul>
5ª	<p>Síntese dos conceitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntese dos conceitos e aplicações.</li> <li>• Avaliação final.</li> </ul>

A seguir é apresentado o detalhamento dos principais momentos da aplicação da SD. A sequência completa encontra-se disponível no website. Sugerimos a leitura das aulas no website concomitantemente com as próximas seções. Link do website: <https://mnpef2016.wixsite.com/roteirotranscal>.

### 3.3.1. 1ª Aula: Levantamento das Concepções Espontâneas.

#### 3.3.1.1 Aplicação do pré-teste individual

Inicialmente foi solicitado aos alunos para guardar todos os materiais e deixar sobre a mesa apenas lápis e borracha. Foi dito a eles que fariam um levantamento das concepções espontâneas sobre os conceitos de temperatura, calor e equilíbrio térmico.

Normalmente os professores fazem esse levantamento oralmente e pela primeira vez eles participaram de um pré-teste onde deveriam escrever. Foi dito a eles que o registro era importante para análise após a atividade e também para coletar informações de todos os alunos.

Eles acreditaram ser uma atividade semelhante a uma prova e foram muitas as perguntas sobre o “valor” daquela avaliação com um tom de nervosismo. Quando foi dito que a atividade não teria impacto sobre a nota final eles se acalmaram um pouco. Foi dado um tempo de 15 minutos para a realização da atividade. Foi anotado este tempo no quadro para que todos tomassem conhecimento.

Ao final do tempo todos entregaram apenas as respostas das questões. Eles ficaram com as questões para serem discutidas nas próximas aulas. Este pré-teste é apresentado no Quadro 2, página 48.

#### 3.3.1.2 Aplicação do pré-teste em grupo

Em seguida solicitou-se aos alunos para formarem grupos com cinco integrantes. Alguns grupos ficaram com quatro outros com seis integrantes, mas no final as duas turmas possuíam seis grupos em cada uma.

Nesse momento o professor anunciou que o tema da aula é Transferência de Calor e elencou algumas situações em que ela ocorre no cotidiano.

Ao distribuir o pré-teste em grupo foi dito que o objetivo da próxima atividade é que os estudantes usem os conhecimentos em Transferência de Calor que possuem para resolver seis problemas que envolvem situações diárias deles.

Foi dado um tempo de 25 minutos para a realização da atividade. Foi anotado este tempo no quadro para que todos tomassem conhecimento.

Nessa atividade os alunos se sentiram mais empolgados. Alguns até desenharam para representar o que queriam dizer, pois esqueciam alguns nomes dos aparelhos ou processos envolvidos na transferência de calor. O professor foi requisitado algumas vezes para lembrar algumas palavras que não faziam parte do vocabulário de alguns alunos. O dispositivo *cooler* foi chamado por muitos de “ventilador”.

Ao tentar responder as questões foi observado algumas divergências entre os alunos. O professor pediu paciência para que todos os integrantes fossem ouvidos e igualmente levados em consideração.

Ao final da atividade os estudantes entregaram apenas as respostas. A folha com as perguntas ficou para o grupo discutir nas próximas aulas. Este pré-teste é apresentado no Quadro 3, página 55.

Ao final dos pré-testes solicitou-se para que cada grupo compartilhasse suas respostas de uma das questões de forma sucinta. Como havia seis grupos e seis perguntas todos responderam apenas uma vez. Alguns estavam bem tímidos e com medo de errar a pergunta, mas acabaram por vencer e participar da atividade.

### 3.3.1.3 Atividade 1

Antes do término da aula foi pedido aos alunos que acessassem o website em casa e realizassem a atividade desta primeira aula. Foi reforçado que fazê-la era muito importante para o bom andamento da próxima aula. Foi comentado também que assistir aos vídeos daria uma motivação para aprender mais sobre Física e se interessarem pelo tema proposto.

Foi pedido aos alunos que pelo menos um de cada grupo viesse preparado para usar o plano de internet de seu celular em cada uma das aulas seguintes.

### 3.3.2. 2ª Aula: Condução Térmica

Nesta aula foi pedido inicialmente que os alunos se dividissem em grupos como foi feito na aula passada. Cada grupo usou um celular para acessar o website e as simulações propostas na Atividade 1. Os alunos também foram informados que as próximas atividades envolveriam experimentos.

Quando perguntado aos estudantes quem deles fez a tarefa, a maioria levantou a mão. Discutiu-se brevemente os conceitos de calor e temperatura com base nos simuladores Estados da Matéria e Atrito do PHET e também a figura animada sobre a representação do calor e equilíbrio térmico que está no website (Figura 2.2 da dissertação).

O professor disse que esta e as próximas aulas seriam atividades investigativas. Foi acordado entre os alunos que o roteiro de experimentos e as imagens do website constituem as fontes de informação para responder as perguntas do pré-teste em grupo.

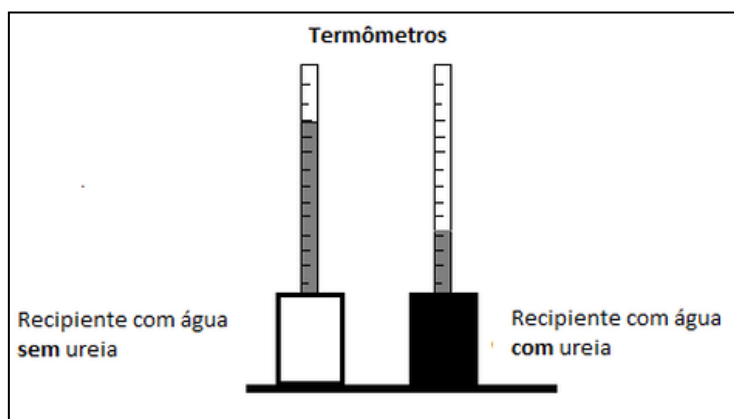
A busca pelas informações são a execução dos experimentos, discussões com os pares e explicação dos fenômenos. Foi ressaltado que as explicações e aplicações serão feitas em conjunto: estudantes e professor.

#### 3.3.2.1 Experimento 1: Análise da temperatura da água após mistura com ureia

O experimento consiste em medir a temperatura de uma quantidade de água e em seguida adicionar ureia ao recipiente com água, verifica-se um decréscimo na temperatura. Pode ser observado na Figura 3.1 o esquema representativo do Experimento 1. No site há um vídeo explicando como realizar cada um dos experimentos. Ao lado do vídeo há uma opção para fazer o

download dos vídeos. O download pode ser feito pelo professor ou pelo aluno. Essa opção é muito útil quando não há internet no local onde estão acontecendo as aulas.

Figura 3.1: Esquema representativo do Experimento 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao misturar água com ureia as moléculas de água são atraídas pela superfície do cristal de ureia. A interação entre as moléculas de água e as de ureia é por meio de ligações de hidrogênio.

A ligação entre a ureia e a água é mais forte que a ligação entre as moléculas de ureia. Porém, para que a ligação dentro do cristal de ureia seja quebrada a reação absorve energia do meio e isso faz com que sua temperatura diminua [32].

Os estudantes ficaram bastante empolgados neste experimento. A temperatura da água chega a diminuir 10 °C e o recipiente onde estava a porção de água fica “gelado”.

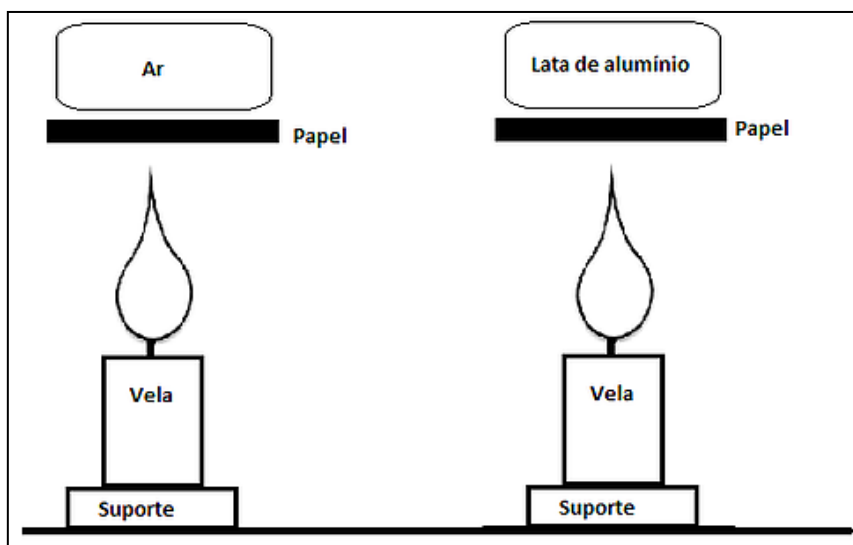
Ao final da explicação do Experimento 1 há uma seção de imagens com aplicações do resfriamento químico. Os estudantes acompanharam as explicações de cada imagem pelo celular. A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com a questão 1 do pré-teste em grupo.

Antes de iniciar os experimentos 2, 3 e 4 os estudantes foram orientados a amarrar os cabelos, tomar cuidado com a chama da vela e caso algo desse errado não entrarem em pânico. De bom grado todos acataram as ordens e os próximos experimentos transcorrem sem problemas.

### 3.3.2.2 Experimento 2: Comparação da condutividade térmica do ar e de um metal

Este experimento consiste em aproximar um pedaço de papel da chama da vela de cima para baixo, de modo que a chama não toque o papel e fique próximo de seu centro. Na sequência, enrolar o papel em uma lata de alumínio e aproximar a lata/papel da vela, conforme Figura 3.2

Figura 3.2: Esquema representativo do Experimento 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao colocar o papel sobre a chama foi percebido que ele pega fogo antes mesmo de tocar a chama, porém com o papel enrolado, a lata ficou intacto mesmo com a chama sobre o papel. Isso ocorreu porque o alumínio é um bom condutor e dissipa de maneira eficaz a energia que chega através do papel. Com isto, em um primeiro momento, o papel não atingiu seu ponto de fulgor (temperatura em que o material se inflama). O alumínio ao dissipar a energia aumentou rapidamente sua temperatura.

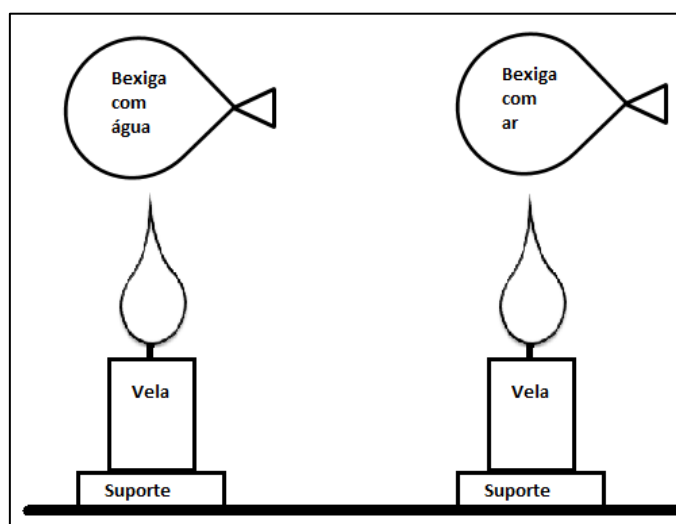
Ao final da explicação do Experimento 2 há uma seção de imagens com aplicações da utilização de metais para dissipação de energia. Os estudantes acompanharam as explicações de cada imagem pelo celular.

A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com a questões 2, 3, 4 e 5 do pré-teste em grupo.

### 3.3.2.3 Experimento 3: Comparação da condutividade térmica do ar e da água

Neste experimento, duas bexigas parcialmente cheias, uma contendo água e outra ar, são aproximadas da chama da vela por 10 segundos, como indicado na Figura 3.3. Verifica-se que a bexiga contendo ar estoura assim que se aproxima da chama da vela. Enquanto que, a bexiga contendo água não estoura.

Figura 3.3: Esquema representativo do experimento 3.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O ar contido na bexiga próximo ao ponto de aquecimento não dissipou energia suficiente da borracha para o restante do ar e isso fez com que a borracha alcançasse uma temperatura elevada e se rompeu com a pressão externa do ar.

A água transmite em torno de 20 vezes mais o calor por condução que o ar e ainda possui a capacidade de absorver mais energia elevando pouco sua temperatura. Por este motivo, no caso da bexiga contendo água, a borracha da bexiga não atinge uma temperatura elevada e conseqüentemente não estoura.

O processo de uma substância absorver energia elevando sua temperatura está associado a uma propriedade física denominada calor específico. A água é uma das substâncias com maior calor específico.

Em seguida foi lembrado o conceito de calor específico. Nesta seção do website há um link para acessar uma lista do calor específico de diversos materiais.

Ao final da explicação do Experimento 3 há uma seção de imagens com exemplos da utilização de água para resfriar motores e o motivo pelo qual

alimentos com molhos em temperatura elevada levam um tempo maior para resfriar. A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com a questão 5 do pré-teste em grupo.

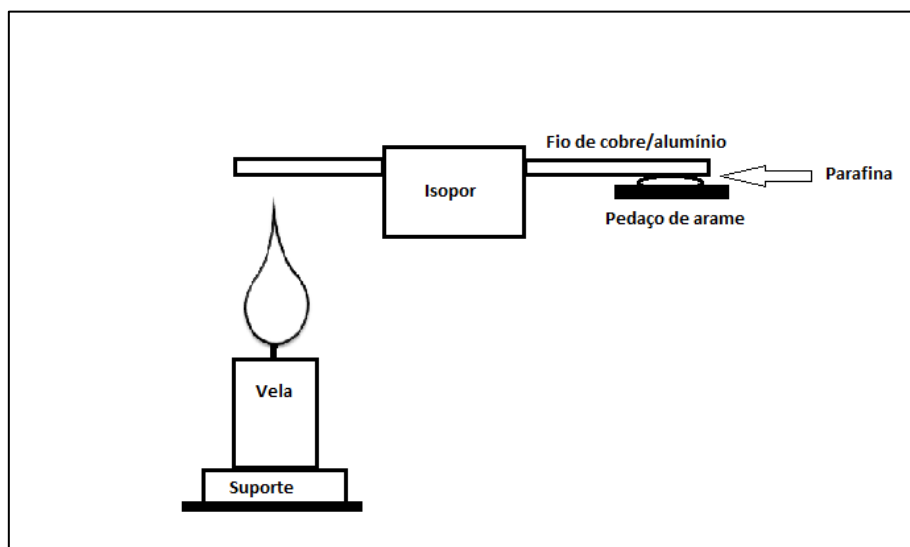
Os experimentos 2 e 3 são contra intuitivos, pois os alunos esperavam que o papel enrolado na lata iria queimar e a bexiga com água estourar e se surpreendem quando isto não ocorre. Apesar de alguns estudantes dizerem que não iria queimar, pois já conheciam o experimento, este prendeu a atenção do início ao fim. Da mesma forma, alguns alunos sabiam que a bexiga com água não iria estourar, porém a motivação permaneceu igual e todos participaram ativamente do experimento.

#### 3.3.2.4 Experimento 4: Verificação da condução térmica no alumínio/cobre

Neste experimento a chama da vela induz um aumento de temperatura em uma das extremidades do metal (cobre ou alumínio). Com a elevação de temperatura, as moléculas aumentam a agitação. Essa agitação é passada de molécula para molécula até atingir a outra extremidade. A temperatura do metal na extremidade oposta se eleva derretendo a parafina, fazendo com que o pedaço de arame caia, conforme Figura 3.4.

Um dos objetivos deste experimento é evidenciar a propriedade física dos materiais denominada de condutividade térmica. No experimento, quanto maior a condutividade térmica do metal utilizado, maior será o fluxo de calor e mais rapidamente o arame irá se desprender da parafina. Uma tabela com alguns valores de condutividade térmica pode ser acessada nesta seção do site.

Figura 3.4: Esquema representativo do Experimento 4.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de bastante simples este experimento gerou até uma torcida por parte dos alunos. A competição entre os grupos era para ver qual pedaço de arame se desprenderia da parafina primeiro.

Foi bem visível para os alunos a condução térmica ocorrendo no fio de cobre e de alumínio. A maioria filmou o experimento para depois comparar o tempo que demorou para cair o arame do fio de cobre e de alumínio.

No website há uma animação ilustrando a condução térmica em um metal em que pode se ver que a energia sendo transmitida de partícula a partícula (Figura 21 do website).

Ao final da explicação do Experimento 4 há uma seção de imagens com aplicações da condução térmica em diversos materiais e os estudantes acompanharam as explicações de cada imagem pelo celular.

A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com a questão 2, 3 e 5 do pré-teste em grupo. Após as aplicações foi enunciado a equação do fluxo de calor.

### 3.3.2.5 Experimento 5: Análise da importância e funcionamento de dissipadores de calor em computadores eletroeletrônicos

Processadores de computador operam em altas frequências. Isso provoca um aumento considerável em sua temperatura. Dissipadores de calor servem para diminuir a temperatura dos processadores e evitar que se danifiquem. Nesta parte da aula, foi mostrado aos alunos dissipadores de calor



presentes em computadores, gabinetes de desktop e carcaças de notebook, conforme Figura 3.5.

Figura 3.5: Esquema representativo do experimento 5.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns estudantes já tinham familiaridade com o interior dos computadores. Mas, a grande maioria dos alunos ficaram surpresos ao ver a quantidade de dissipadores de calor nos computadores.

No website há um vídeo que mostra a temperatura que podem chegar os processadores dos computadores com e sem os dissipadores de calor (vídeo 13 do website).

A reação nesta aula foi bastante positiva, pois nesse momento já percebem que a relação entre as questões do pré-teste com os experimentos realizados. Este experimento deve ser relacionado com a questão 3 do pré-teste em grupo.

#### 3.3.2.6 Atividade 2

Os alunos foram orientados a entrar no website e realizar a Atividade 2, que consiste de 10 questões para serem respondidas em folha separada para ser entregue na próxima aula. Além disso, há a pesquisa que deve ser realizada para melhor compreensão da próxima aula.

Os vídeos além de motivadores ilustram aplicações da condução térmica. Fica a critério do professor passar alguns em sala de aula ou solicitar um resumo relacionado aos vídeos. A sugestão da sequência didática é que assistir seja parte da atividade.

### 3.3.3. 3ª Aula: Convecção Térmica e Irradiação Térmica

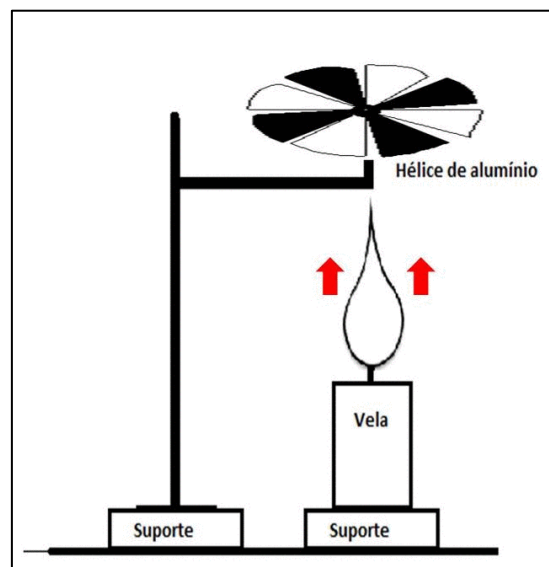
Antes de começar os experimentos solicitou-se aos alunos que se reunissem nos mesmos grupos da aula passada. Foi reforçado as regras básicas de segurança como a amarrar os cabelos e tomar cuidado com a chama da vela.

#### 3.3.3.1 Experimento 6: Convecção térmica com uma vela e uma hélice

O experimento consiste em acender uma vela e colocar debaixo de uma hélice de alumínio, como indicado na Figura 3.6. Uma porção de ar ao redor da vela recebe energia da combustão e aumenta sua temperatura, induzindo um aumento de seu volume, como consequência ocorre uma diminuição de sua densidade. Logo, a porção de ar se eleva em relação ao restante da massa de ar ao redor da vela.

Outra porção de ar ocupa o espaço então vazio e novamente sua temperatura se eleva e o processo se reinicia, em um ciclo fechado que chamamos de corrente de convecção. Este fenômeno é ilustrado na galeria de imagens do website com várias imagens animadas.

Figura 3.6: Esquema representativo do Experimento 6.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os alunos se surpreenderam como este experimento simples explica um fenômeno com tantas aplicações. O professor pode neste momento propor outro experimento: deixar a vela na horizontal.

O aluno irá verificar que o ar quando aumenta sua temperatura se eleva tão rapidamente que molda o formato da chama.

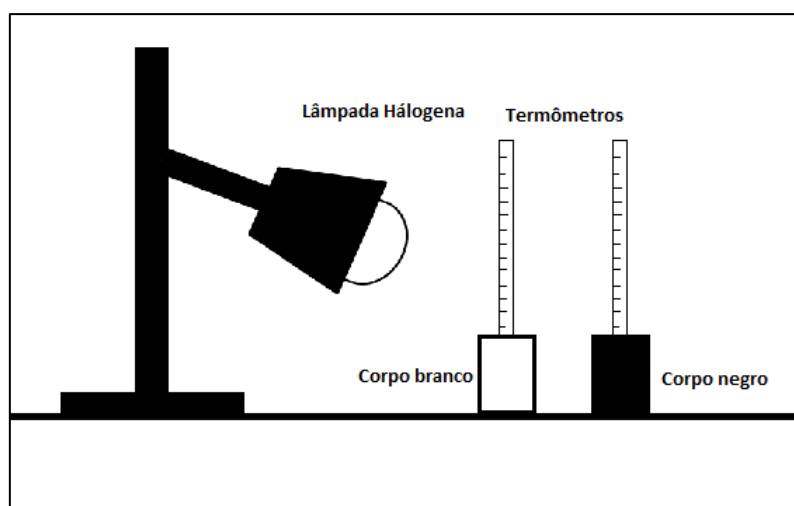
Ao deixar a vela na horizontal é verificado que a chama continua na vertical. Isso ocorre porque o ar com maior temperatura sobe por possuir menor densidade.

Ao final da explicação do Experimento 6 há uma seção de imagens com exemplos em que a transferência de calor por convecção térmica é observada. A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com as questões 2, 3, 4 e 6 do pré-teste em grupo.

### 3.3.3.2 Experimento 7: A diferença de temperatura entre objetos branco e negro quando iluminados por uma lâmpada

O experimento consiste em iluminar com uma lâmpada halógena duas latas de alumínio, uma na cor branca e outra na cor preta, com termômetros no interior das latas. A lâmpada é ligada sobre as latas simultaneamente e a variação da temperatura é observada, conforme Figura 3.7.

Figura 3.7: Esquema representativo do Experimento 7.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os corpos emitem algum tipo de radiação térmica (radiação de corpo negro). Essa irradiação térmica é energia transferida em forma de ondas eletromagnéticas e cada frequência de onda tem uma energia associada. As "ondas de calor" que os seres vivos emitem são ondas de infravermelho.

A luz do Sol é uma onda eletromagnética. Observa-se que objetos de cor branca refletem a maior parte da luz incidente e objetos de cor preta absorvem a maior parte da mesma.

Esse fenômeno óptico foi observado neste experimento, pois após certo tempo a temperatura do corpo branco é menor que a do corpo negro e isto está relacionado com essa capacidade de refletir e absorver ondas eletromagnéticas.

Ao final da explicação do Experimento 7 há uma seção de imagens em que o fenômeno de irradiação térmica pode ser observado em diversas situações. Os estudantes acompanharam as explicações de cada imagem pelo celular. A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com a questão 2 e 4 do pré-teste em grupo.

Apesar do cuidado para não tocar a lâmpada os estudantes puderam colocar a mão na frente dela e sentir a sensação de aumento de temperatura induzido pelas ondas eletromagnéticas.

#### 3.3.3.3 Atividade 3

Os alunos foram orientados a entrar no website e realizar a Tarefa 3, que consiste de 10 questões para serem respondidas em folha separada para ser entregue na próxima aula. Além disso há a pesquisa que deve ser feita para compreender a próxima aula.

Os vídeos além de motivadores ilustram exemplos adicionais do efeito de convecção e irradiação térmica. Fica a critério do professor passar alguns em sala de aula ou cobrar um resumo de cada um deles. A sugestão da sequência didática é que assistir seja parte da tarefa.

#### 3.3.4. 4ª Aula: Resfriamento Evaporativo e Refrigeradores

Antes de começar os experimentos foi pedido aos alunos que se reunissem nos mesmos grupos da aula passada. Antes de iniciar o experimento foi lembrado os conceitos de estados físicos e calor latente. No website é disponibilizado uma figura animada sobre os estados físicos da matéria e suas transformações.

Foi lembrado também os tipos de vaporização: evaporação, ebulição, calefação. Evaporação: vaporização lenta, em qualquer temperatura e que ocorre apenas na superfície do líquido. A louça no corredor de pratos seca por

evaporação. Ebulição: vaporização rápida, ocorre em temperaturas específicas para cada material e envolve todo o líquido. Calefação: vaporização muito rápida que ocorre numa temperatura superior à de ebulição e com pequenas partículas do material. No website há vídeos dos tipos de vaporização e cada grupo acompanhou no celular do grupo.

#### 3.3.4.1 Experimento 8: Resfriamento evaporativo

Antes de iniciar o experimento foi perguntado aos alunos se alguém era alérgico a acetona. Também foi reforçado que a acetona não deveria ser inalada.

Ao colocar a acetona na mão de cada estudante foi pedido para que assoprassem e a reação deles a diminuição abrupta da temperatura nas mãos foi positiva. Na Figura 3.8 é mostrado um estudante realizando o experimento.

Figura 3.8: Estudante executando Experimento 8.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A temperatura média dos líquidos que foram colocados nas mãos é menor que a de nosso corpo. Dessa forma, há uma transferência de energia de nossas mãos para os líquidos.

A acetona é um líquido volátil, pois tem baixo calor latente e é facilmente evaporada. Essa é a razão de seu cheiro ser facilmente detectado mesmo a uma certa distância.

A transferência de energia não muda apenas a temperatura, mas faz com que a temperatura de mudança de estado físico seja alcançada e então, o líquido

evapora. Devido a transferência de energia da pele para o líquido, a pele diminui sua temperatura. A este processo chamamos de resfriamento evaporativo.

Ao final da explicação do Experimento 8 há uma seção de imagens com aplicações do resfriamento evaporativo em diversas situações e os estudantes acompanharam as explicações de cada imagem pelo celular. A explicação do efeito observado no experimento foi relacionada com as questões 2 e 4 do pré-teste em grupo.

Antes de iniciar o Experimento 9 foi explicado os conceitos de Equação de Clapeyron e Lei Geral dos Gases Ideais. O intuito foi de leva-los a compreender o fenômeno da compressão e expansão adiabática. Estas duas transformações representam os processos mais importantes no funcionamento de um refrigerador. No site há vídeos dos fenômenos citados acima e o professor pode reproduzi-los caso haja tempo em seu planejamento.

#### 3.3.4.2 Experimento 9: Minirrefrigerador

O minirrefrigerador usado neste experimento foi produzido em uma empresa de refrigeração comercial. Ele é um bebedouro adaptado e teve um custo de aproximadamente cem reais. Após o pedido, ficou pronto em uma semana. Uma possível melhoria seria colocar manômetros nos tubos onde passa o fluido refrigerante. Com isso os alunos poderiam analisar as regiões de alta e baixa pressão.

O experimento 9 auxilia a compreensão da questão 6 do pré-teste em grupo. Há uma animação no website para melhor compreensão dos processos de expansão e compressão adiabáticos.

Apesar dos alunos não interagirem ativamente do processo de resfriamento, a maioria se aproximou do minirrefrigerador, Figura 3.9, para tocar a parte de cima que acabou congelando o vapor de água presente no ar.

Figura 3.9: Foto do minirrefrigerador do experimento 9.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 3.3.4.3 Atividade 4

Os alunos foram orientados a entrar no website e realizar a Atividade 4, que consiste de 10 questões para serem respondidas em folha separada e entregues na próxima aula. Além disso, há a pesquisa que deve ser feita para compreender a próxima aula.

Os vídeos além de motivadores ilustram o funcionamento de um refrigerador. Fica a critério do professor passar alguns em sala de aula ou solicitar um resumo de cada um deles. A sugestão da sequência didática é que assistir seja parte da tarefa.

#### 3.3.5. 5ª Aula: Síntese dos Conceitos e Avaliação Final

Nesta aula foram feitas duas retomadas de conceitos. Foi como uma revisão para a avaliação final. A primeira retomada revisa os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico presentes no pré-teste individual. A análise das respostas dos alunos do pré-teste individual encontra-se na próxima seção. A segunda retomada foca nas questões desequilibrantes que estavam no pré-teste

em grupo. A análise das respostas dos alunos do pré-teste em grupo encontra-se na próxima seção.

A avaliação pode ser feita em seguida a essa síntese ou em mais uma aula dedicada apenas a essa atividade. A avaliação não foi aplicada aos alunos. A razão é que eles fizeram uma avaliação do próprio colégio com estes temas.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE INDIVIDUAL

O pré-teste individual é constituído por 10 questões sobre calor e temperatura. Ele permite ao professor ter um panorama das concepções espontâneas de seus alunos.

Após verificar essas concepções o professor analisa o nível de desenvolvimento dos alunos e elabora suas aulas para fazer com que eles tenham êxito em seu aprendizado.

O anonimato ao participar desta atividade, e também do pré-teste em grupo, fez com que os alunos se sentissem à vontade para responder de forma espontânea. Zabala chama de atitude favorável quando as ações do professor motivam os alunos a participarem da aula.

Este pré-teste é uma adaptação de um trabalho feito com 168 acadêmicos do curso de Física Geral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul [33] apud [34].

Nesta dissertação não é feita uma análise profunda sobre os conceitos de calor e temperatura. Considera-se que estes conteúdos já tenham sido estudados quando da aplicação desta sequência didática. O pré-teste verifica justamente se nestes conceitos houve mudança conceitual.

O pré-teste individual com as porcentagens de acertos é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2: Pré-teste individual sobre conceitos de temperatura e calor.

#### **1. Associamos a existência de calor**

(A) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor. **40%**

(B) apenas àqueles corpos que se encontram "quentes". **0%**

**(C) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia. 60%**

#### **2. Calor é**

(A) energia cinética das moléculas. **33%**

**(B) energia transmitida somente devido a uma diferença de temperaturas. 65%**

(C) a energia contida em um corpo. **2%**

<p><b>3. No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias</b></p> <p>(A) a temperaturas dos objetos de metal é inferior à dos objetos de madeira. <b>56%</b></p> <p><b>(B) a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma. 21%</b></p> <p>(C) nenhum objeto apresenta temperatura. <b>23%</b></p>
<p><b>4. A água (a 0 °C) que resulta da fusão de um cubo de gelo (a 0 °C), contém, em relação ao gelo</b></p> <p><b>(A) mais energia. 36%</b></p> <p>(B) menos energia. <b>60%</b></p> <p>(C) a mesma energia. <b>4%</b></p>
<p><b>5. Uma mistura de gelo e água a 0 °C, é mantida isolada a essa temperatura. Nessas condições</b></p> <p>(A) funde-se todo o gelo. <b>27%</b></p> <p>(B) funde-se parte do gelo. <b>23%</b></p> <p><b>(C) não funde gelo. 50%</b></p>
<p><b>6. O que se modifica quando uma porção de água que já está fervendo passa, por ebulição, para o estado de vapor?</b></p> <p><b>(A) A sua energia interna. 27%</b></p> <p>(B) O calor contido nela. <b>23%</b></p> <p>(C) A sua temperatura. <b>50%</b></p>
<p><b>7. Quando as extremidades de uma barra metálica estão a temperaturas diferentes</b></p> <p>(A) a extremidade à temperatura maior contém mais calor do que a outra. <b>27%</b></p> <p>(B) o calor escoa da extremidade que contém mais calor para a que contém menos calor. <b>23%</b></p> <p><b>(C) há transferência de energia por movimento desordenado de átomos e/ou moléculas. 50%</b></p>
<p><b>8. A energia interna de um corpo pode ser associada com</b></p> <p>(A) calor. <b>4%</b></p> <p><b>(B) energia cinética de átomos e/ou moléculas. 56%</b></p> <p><b>(C) energias potenciais de átomos e/ou moléculas. 40%</b></p>
<p><b>9. Complete a seguinte frase "O aumento de temperatura que você percebe quando esfrega suas mãos é resultado de _____ ."</b></p>

Conseqüentemente há condução de \_\_\_\_\_ para o interior das mãos, resultando, em função disso, um aumento de \_\_\_\_\_ .

(A) trabalho, calor, energia interna. 30%

(B) calor, energia, temperatura. 68%

(C) trabalho, temperatura, calor. 2%

10. Objetos de metal e de plástico são colocados no interior de um "freezer" que se encontra a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Depois de alguns dias, pode-se afirmar que a temperatura dos objetos de plástico é

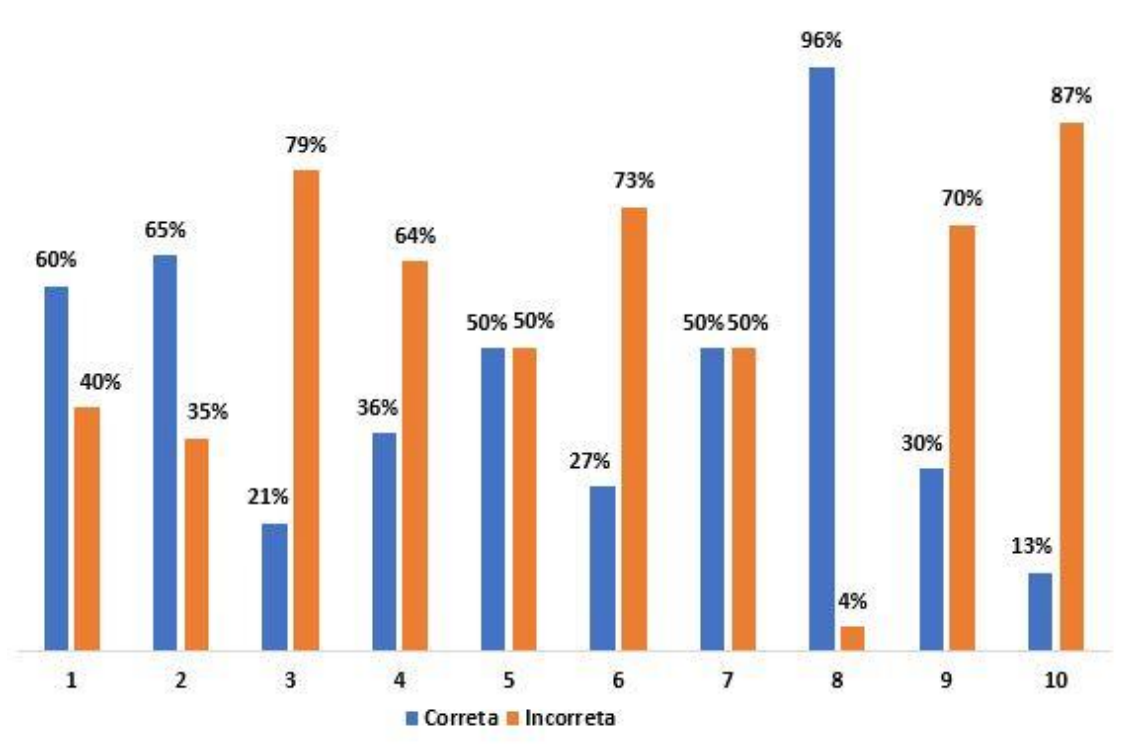
(A) maior que a dos objetos de metal. 52%

(B) menor que a dos objetos de metal. 35%

(C) igual à dos objetos de metal. 13%

Na Figura 4.1 é mostrado a tabulação dos dados do pré-teste individual.

Figura 4.1: Respostas do pré-teste individual.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Importante recordar que os alunos ao responder este questionário já passaram por aulas que ensinaram sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico. Apesar disso há muitas respostas erradas no pré-teste.

Uma provável razão disso é que ocorreu a aprendizagem mecânica e ela serve apenas para resolver avaliações do colégio, pois é de curta duração, envolve lembrar equações e resolvê-las.

O que deveria ocorrer é uma aprendizagem significativa. Ela possibilita que os conceitos aprendidos sejam mobilizados para resolver questões diversas que envolvem situações do cotidiano.

O fato dos alunos errarem as questões do pré-teste individual não é prova de que o ensino tradicional falhou e que merece ser desqualificado. Mas, mostra que é possível melhorar as aulas para promover um maior aprendizado dos alunos.

As questões 1, 2 e 7 referem-se a natureza do calor. Apesar da 60% acertarem a questão 1 e 65% acertarem a questão 2, deve-se notar que mais de 20 estudantes ainda se confundem. Pelas respostas podemos identificar que muitos consideram o calor como uma propriedade do corpo. É comum estudantes acreditarem que o calor é uma propriedade dos corpos quentes [34]. Na questão 7 metade dos alunos tratam o calor como um fluido.

As questões 3 e 10 tratam do equilíbrio térmico. Em torno de 10 alunos acertaram estas questões. Percebe-se que os estudantes têm muita dificuldade de compreender que materiais diferentes podem estar na mesma temperatura. Nota-se neste caso que muitos ainda relacionam objetos metálicos com frio e objetos de madeira com quente.

As questões 4, 5 e 6 questionam sobre mudança de estado físico. A questão 4 teve 36% de acertos. Isso, mostra que os estudantes não compreendem como dois corpos na mesma temperatura possuem energias diferentes. Esquecem que para separar as moléculas é necessário absorver energia.

Na questão 5 os estudantes mostraram que o conceito de calor latente e de equilíbrio térmico precisa ser retomado. Pois, metade da turma acertou.

A questão 6 é semelhante a questão 4. O número de acertos foi de 27%, que é um número pequeno diante de um assunto que os alunos já deviam dominar. Os alunos não relacionaram a mudança do estado líquido para o estado de vapor, ou do estado sólido para o líquido, com o aumento da energia interna.

Na questão 8 o índice de acerto foi de 96%. Nesta questão duas respostas foram consideradas. Os alunos podiam assinalar apenas a alternativa “b”,

apenas a alternativa “c” ou as duas. Notou-se que 56% dos alunos marcou apenas a alternativa “b” que relaciona energia interna com energia cinética. Cerca de 40% dos alunos relacionaram energia interna apenas com a energia potencial dos átomos e/ou moléculas. A resposta esperada é assinalar as duas últimas alternativas.

A questão 9 revela uma grande confusão de termos. Essa relação entre energia mecânica e calor é mal compreendida pelos alunos. Mas deve-se notar a forte relação entre aumento de temperatura e calor.

Todos os conceitos que foram avaliados foram retomados com os alunos durante as aulas. Apesar da apresentação formal isso não quer dizer que as concepções espontâneas foram substituídas. Pode ser o caso dos estudantes guardarem as duas formas de explicar um fenômeno e usam uma ou outra explicação dependendo do contexto [34].

Ao analisar as respostas dos pré-testes individual e em grupo é possível verificar os subsunçores dos alunos. Estes são os conceitos que os alunos já possuem e em que serão ancorados os novos conhecimentos. Como o assunto da SD é Transferência de Calor é essencial saber o nível de conhecimento sobre temperatura e calor dos alunos.

O pré-teste pode ser aplicado utilizando o Formulário do Google. Isto permite que o resultado do teste seja fornecido de maneira prática e rápida. O pré-teste foi disponibilizado na rede social e houve a participação de 102 pessoas.

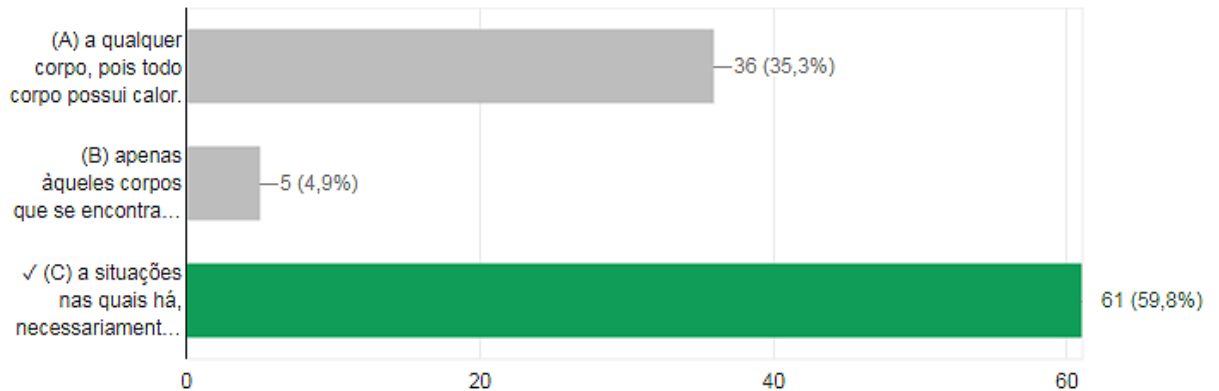
A Figura 4.2 exemplifica o resultado de uma das questões do pré-teste aplicado online. Observe que a porcentagem de marcação em cada alternativa é aproximadamente a mesma do teste realizado em sala de aula analisado anteriormente.

Na Figura 4.3 é possível observar a distribuição de acertos dos participantes. O intervalo de acerto está entre 0 e 7 questões, com uma média de acertos de 3,4 questões.

Figura 4.2: Exemplo de análise dos acertos e erros de uma pergunta específica utilizando o formulário Google.

Associamos a existência de calor:

61 / 102 respostas corretas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4.3: Gráfico com relação do número de participantes e pontos marcados.

Mediano	Mediana	Intervalo
34,22 / 100 pontos	30 / 100 pontos	0 - 70 pontos



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE EM GRUPO

Apesar do pré-teste individual ser importante para a condução das próximas aulas, a sequência didática começa de fato com o pré-teste em grupo. Neste primeiro momento da sequência didática foi apresentado a situação problemática que é como ocorrem as Transferências de Calor.

O pré-teste em grupo propõe problemas para os alunos resolverem com a interação e contribuição de todos, sendo uma ferramenta para analisar as respostas intuitivas e suposições dos estudantes.

Na aplicação desta atividade, estudantes ao lerem as perguntas precisam mobilizar seus conhecimentos já adquiridos para solucionar problemas cotidianos que envolvem Transferência de Calor.

As questões são diferentes daquelas observadas normalmente em sala de aula. Não basta decorar o nome dos fenômenos, explicações ou equações. É necessário propor soluções que tenham fundamento e sejam executáveis. Por essa complexidade e mobilização das questões e da elaboração das respostas que são chamadas de questões desequilibrantes.

Houve alguns conflitos no momento de responder as questões. Esses conflitos são muito interessantes de serem trabalhados, pois cada aluno apresenta seus argumentos e representações.

Todas as respostas eram válidas e foram consideradas. Inclusive os desenhos de alguns. Quando o professor encoraja seus alunos, promove a melhoria da autoestima e os motiva a participar de todas as atividades. Essa atitude do professor ocorreu em todos os momentos da sequência didática.

O trabalho em grupo é importante para que ocorra a Zona de Desenvolvimento Proximal. A Teoria da Interação Social de Lev Vygotsky afirma que o aprendizado do aluno é fortemente ligado ao seu contexto cultural e social e dessa forma está diretamente relacionado com a interação aluno - aluno e aluno - professor [35].

Nos quadros 3 a 8 são apresentadas algumas respostas do pré-teste em grupo. As aulas 2, 3 e 4 são atividades investigativas para responder a estas questões.

Quadro 3: Questão 1 e respostas dos alunos.

Questão 1	Sorvetes e bebidas geladas estão no cardápio da humanidade há milhares de anos. Disserte como faziam nossos antepassados para ter sorvete e bebida gelada em pleno verão?
Respostas dos alunos	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Deixar as bebidas expostas a ventos no período noturno.</li><li>2. Colocar bebidas em buracos escavados na terra.</li><li>3. Colocar em poços artesianos.</li><li>4. Utilizar uma mistura de gelo e sal.</li><li>5. Guardar a neve no inverno para utilizar no verão.</li><li>6. Impossível.</li></ol>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos alunos não acreditava ser possível obter alimentos em baixa temperatura sem gelo. Ou que tal fato só poderia ocorrer no inverno com a utilização de neve. Esse conflito cognitivo foi aproveitado para motivar os alunos a realizar o experimento e buscar respostas a essa questão. Para este entendimento foi realizado o Experimento 1, o qual consiste em baixar a temperatura com o uso de ureia.

A reação que ocorre no Experimento 1 não é familiar para os alunos. Reações endotérmicas são muito comuns, como a combustão. Mas uma reação que absorve energia do exterior e diminui a temperatura é incomum. Este experimento busca chamar a atenção dos alunos e causar um conflito no sentido de que as explicações espontâneas não são suficientes para explicar este fenômeno.

O Experimento 1 mostrou a eles que é possível diminuir a temperatura sem usar gelo. Ainda foi possível observar que não ocorre transferência de energia (calor) apenas em objetos “quentes”, mas a transferência de calor só precisa de uma diferença de temperatura para ocorrer.

Colocar os alimentos debaixo da terra fez surgir outro tema: os isolantes térmicos. Os alunos citaram palha e serragem que são bons isolantes, pois armazenam ar e este é bom isolante térmico. Esta resposta fez surgir outra pergunta: ‘Por que armazenar debaixo da terra é melhor?’. A resposta veio após o Experimento 7 de Irradiação Térmica.



Quadro 4: Questão 2 e respostas dos alunos.

Questão 2	Existem cidades na Líbia que as temperaturas passam dos 50 °C e no Canadá cidades que as temperaturas podem chegar em -50 °C. Elenque quais são as características de uma casa com bom conforto térmico para essas duas situações. Quais são elementos comuns na construção das duas.
Respostas dos alunos	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Usar paredes de barro.</li><li>2. Pintar paredes de branco.</li><li>3. Não utilizar madeiras.</li><li>4. Mantas térmicas.</li><li>5. Casa alta.</li><li>6. Áreas verdes no interior das casas.</li><li>7. Pisos cerâmicos.</li></ol>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apenas dois grupos fizeram uma divisão entre os materiais que poderiam ser usados na Líbia e aqueles que poderiam ser usados no Canadá.

Esta pergunta foi elaborada pensando na oscilação de temperaturas em Foz do Iguaçu. Aqui a primavera e verão são marcadas por temperaturas elevadas. No verão os termômetros registram temperaturas próximas de 40 °C. Já no outono e inverno as temperaturas são baixas. No auge do inverno são semanas com temperatura abaixo de 10 °C e alguns dias com temperaturas negativas.

Cada questão foi criada pensando no significado e funcionalidade dos conceitos para os estudantes dessa região que convivem com esta oscilação de temperatura do verão para o inverno.

Apesar de vivenciarem esta realidade as soluções pouco aparecem nas respostas. A exigência de não usar a madeira foi a resposta mais marcante. Ela revela a associação de metais (condutores) com o frio e madeira (isolante) com o quente.

A aula 2 com os experimentos 1, 2, 3 e 4 sobre condução térmica ajudaram a compreenderem que cerâmica e madeira tem um papel fundamental

no conforto térmico de uma residência. A aula 3 auxiliou a compreender a razão de casas com telhado alto possuírem temperaturas mais agradáveis que casas com telhado baixo. Esta aula também proporcionou a verificação da importância de usar mantas térmicas em residências.

O telhado branco apesar de ser amplamente divulgado como uma solução para reduzir o aquecimento de residência possui pouca eficácia a longo prazo [36].

Quadro 5: Questão 3 e respostas dos alunos.

Questão 3	Processadores de um computador podem atingir até 150 °C caso o sistema de resfriamento pare de funcionar. Descreva como abaixar a temperatura dos componentes internos de um computador e eletroeletrônicos em geral.
Respostas dos alunos	<ol style="list-style-type: none"><li>1. “Mini-ventiladores”.</li><li>2. Coolers.</li><li>3. Pasta térmica.</li><li>4. Deixar gabinete aberto.</li><li>5. Desligar.</li></ol>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa pergunta é justificada por um número considerável de alunos jogarem utilizando vídeo game ou computador. Quando jogam no computador, muitos fazem modificações para melhorar a qualidade dos gráficos. É o chamado “PC gamer”. Pode ser que alguns alunos não façam uso dos jogos, mas certamente conhecem alguém que o faça.

Apesar de fazer parte do cotidiano apresentaram que a única forma de resfriamento é o uso do cooler. Ele está presente em praticamente todos os computadores, porém não é o único dispositivo para resfriamento e nem mesmo o mais importante.

Os dissipadores de calor feitos de alumínio são os responsáveis por resfriar os processadores com o auxílio do cooler. Nenhum grupo citou a utilização de dissipadores no pré-teste em grupo.

Os alunos compreenderam o funcionamento do processo de resfriamento em computadores na aula 2. Nela o conceito de condutor térmico foi construído em cada experimento até que o último experimento foi abrir um gabinete de um desktop para verificar os dissipadores.

Quadro 6: Questão 4 e respostas dos alunos.

Questão 4	A amplitude térmica da Terra é maior que 100 °C e mesmo assim há animais em todas as partes do globo. Liste quais são as adaptações dos animais para viver em lugares frios e quentes. Existe alguma característica dos animais que serve para os dois lugares?
Respostas dos alunos	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Quantidade de pelos.</li><li>2. Camada de gordura.</li><li>3. Transpiração.</li><li>4. Contato com água.</li><li>5. Contato com lama.</li></ol>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa pergunta é justificada pela proximidade dos alunos com o tema desde o ensino fundamental. Este nível de ensino tem aulas de Ciências e a maior parte do tempo é dedicado a assuntos ligados a Biologia. São muitos os documentários sobre animais e suas adaptações para lugares extremos. Dessa forma esta pergunta é próxima da vivência dos estudantes.

As respostas foram todas corretas ou muito próximas daquilo que se esperava. Pelo que já estudaram sobre o tema isso não é surpresa. O intuito de perguntar algo tão familiar é ser interdisciplinar relacionando Biologia com Física. Deixando que através da pergunta os próprios alunos façam as conexões.

A aula 2 com os experimentos sobre condução térmica fez com que os estudantes verificassem que o ar é um excelente isolante. Relacionaram que os pelos e penas por si só não são bons isolantes, mas sim o ar que pode ser armazenado neles. A aula 4 ajudou a responder essa questão com o resfriamento evaporativo. O suor estava em uma das aplicações do Experimento 8.

Os vídeos da Atividade 2 foram recomendados, pois tratam das adaptações dos animais em temperaturas extremas.

Quadro 7: Questão 5 e respostas dos alunos.

Questão 5	A temperatura no interior de um pistão de um motor a combustão chega próximo de 2500 °C. Caso essa energia não seja retirada o motor pode literalmente fundir. Descreva como é o processo de arrefecimento dos motores a combustão em motores de pequeno e de grande porte.
Respostas dos alunos	1. Resfriamento com água. 2. Resfriamento com ar.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta questão é próxima dos alunos, pois a maioria utiliza transporte automotor para chegar ao colégio. Algumas alunas disseram que o tema era masculino. Porém, esse é um bom momento para dizer aos estudantes que não há temas masculinos ou femininos. Que as mulheres são muito importantes na Ciências e que estas atividades são uma oportunidade para despertar essa vocação para a pesquisa científica.

A maioria dos alunos respondeu corretamente sobre os elementos, mas não souberam diferenciar o arrefecimento de motores grandes e pequenos.

Nas aplicações dos Experimentos 2 e 3 foi comentado sobre o resfriamento de motores de pequeno e grande porte.

Foi ressaltado a importância do material dos blocos dos motores, que são condutores de calor. Eles são feitos de metal que são bons condutores de calor.

Os alunos foram orientados a assistir os vídeos da Atividade 2, pois neles havia um vídeo com detalhes do arrefecimento de motores.

Quadro 8: Questão 6 e respostas dos alunos.

Questão 6	Alguns alimentos apodrecem caso não tenham refrigeração. Como é possível conservar alimentos por uma hora, uma semana e um mês. Responda usando três “sistemas”
-----------	---

	diferentes. Descreva como cada sistema diminui a temperatura e como mantém baixas temperaturas.
Respostas dos alunos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Armazenar por uma hora: papel alumínio.</li> <li>2. Armazenar por uma semana: geladeira ou caixa térmica com gelo.</li> <li>3. Armazenar por um mês: geladeira ou freezer.</li> </ol>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A geladeira é um dos eletrodomésticos mais utilizados em uma casa. Ao conservar os alimentos permite que nossa vida seja agitada, pois não precisamos preparar alimentos toda vez que temos fome, mas apenas descongelar algo já preparado anteriormente. Essa proximidade com o cotidiano dos alunos justifica uma questão sobre seu funcionamento.

A maioria dos grupos acertaram as formas de armazenar os alimentos. Porém, nenhum grupo soube dizer como é o funcionamento dos refrigeradores.

Os alunos ficaram admirados ao ver um refrigerador em funcionamento no Experimento 9. A possibilidade de ver os dispositivos em funcionamento auxiliou nas explicações.

Foi recomendado aos alunos assistir aos vídeos da Atividade 3, pois neles estavam explicações mais detalhadas dos refrigeradores e também do ar condicionado. Assim como a geladeira a casa da maioria dos alunos possuem ar condicionado para suportar as altas temperaturas do verão e até para usar como aquecedor no inverno.

O próximo passo na SD é a elaboração das conclusões. Esta ocorreu ao final de cada experimento com a explicação dos fenômenos físicos envolvidos no experimento. Nesta atividade sempre foi perguntado aos alunos qual era a explicação deles para os fenômenos observados. A conclusão foi elaborada a partir dessas respostas dos alunos. Isso fortalecia e valorizava a participação dos estudantes na aula.

A generalização das conclusões ocorreu em duas etapas. A primeira nas aplicações após a explicação dos experimentos. As aplicações eram apresentadas em forma de imagens. A segunda ocorreu na aula 5 na síntese dos conceitos.

A síntese dos conceitos é um momento de relacionar as questões do pré-teste individual, as questões do pré-teste em grupo, os experimentos e as aplicações. Mas, principalmente responder as questões do pré-teste em grupo.

As atividades que devem ser realizadas ao final de cada aula em casa são de dois tipos: pesquisas e exercícios de memorização.

As pesquisas das atividades 1, 2 e 3 são de conceitos que serão aprendidos nas aulas 2, 3 e 4. A prática de estudar antes das aulas é para estimular os alunos a aprender a aprender. É importante o professor orientar livros e sites confiáveis para que os alunos façam estas pesquisas.

Os exercícios de memorização foram as atividades realizadas ao final de cada aula pelos alunos. A maioria dos alunos fez as atividades e eles gostam de listas de exercícios. Antes das provas sempre dizem que isso auxilia na fixação dos conceitos. A avaliação escrita foi sugerida na sequência didática, porém não foi aplicada aos alunos.

A avaliação das aulas e de toda a sequência didática pelos alunos foi bastante positiva. Como o foco das aulas e conteúdo é o Enem e/ou vestibular, em geral, a maioria das aulas são monólogos extensos ou apenas resolução de exercícios.

É importante que o professor promova nos alunos essa reflexão sobre as aulas e sobre suas próprias atitudes. Isso faz parte do Autoconceito. Normalmente o calendário escolar é tão apertado que são raros os momentos de reflexão do professor em sua prática didática. Muito mais difícil é os alunos refletirem sobre suas ações nas aulas.

Foram muitos os elogios por parte dos alunos de como a SD foi conduzida, por existir o objetivo de responder as questões do início das aulas. Este método não é novo. O livro do Halliday [37] já propõe questões desequilibrantes no início de cada capítulo há muito tempo.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs uma Sequência Didática (SD) sobre transferência de calor. A SD apresenta um formato de ensino investigativo com o professor instigando os alunos com questionamentos desequilibradores para refletirem sobre os experimentos realizados e/ou vídeos assistidos.

Por estar em formato de website, a SD apresenta recursos que permitem a interatividade tanto do professor, quanto do aluno. Além de possuir um alcance global, possui uma apresentação cativante com recursos como figuras animadas, simulações, texto explicativos, vídeos motivadores, roteiros e vídeos de experimentos, pré-testes e questionários.

A SD é dividida em cinco aulas, iniciando com questões problematizadoras de situações do cotidiano. Para responder as questões, é estudado os conceitos de Transferência de Calor. As atividades são realizadas em grupo, o que permite maior interação entre os estudantes para fazer questionamentos e chegar a conclusões. O papel do professor é de mediador fazendo os questionamentos e orientando as discussões.

Os resultados mostram que a aplicação da sequência didática foi positiva, pois mudou a forma de pensar dos alunos sobre os conceitos de calor, temperatura e transferência de calor. Pode-se perceber um aumento na motivação e participação por parte dos alunos durante a aplicação da SD.

Nesta sequência didática o objetivo não é fazer apenas uma atividade: experimento, pré-teste ou atividade em grupo. A sequência didática busca de forma intencional explorar a maior quantidade de estilos de aprendizagem do estudante. Pois, os alunos podem ser auditivos, visuais ou cinestésicos, ou ainda uma combinação dos três. Isso garante que a sequência didática alcance o maior número de estudantes. Cada estudante possui uma particularidade. Atividades diversificadas ajudam os estudantes no sentido de suprir as particularidades de cada um.

Esta sequência didática tem como objetivo o Ensino Médio, mas também foi testada no ensino fundamental e no superior e apresentou bons resultados. Cabe ao professor analisar a sequência didática e adaptar para sua realidade e carga horária.

Espera-se que com este produto educacional, aliada a força de vontade dos professores, o ensino de Ciências/Física seja melhorado e assim o Brasil tenha melhor colocação nas avaliações internacionais. Acima de tudo que forme bons cientistas e engenheiros para que auxiliem no desenvolvimento de nossa nação.

A sequência didática com todos os recursos para sua aplicação está disponível em: <https://mnpef2016.wixsite.com/roteirotranscal>.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE PINHO ALVES FILHO, Jose. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.
2. DE ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; DOS SANTOS ABIB, Maria Lúcia Vital. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.
3. MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.
4. FREIRE, Paulo. Educação “bancária” e educação libertadora. **Introdução à psicologia escolar**, v. 3, p. 61-78, 1997.
5. COUTINHO, Clara Pereira; LISBÔA, Eliana Santana. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. **Revista de Educação**, v. 18, n. 1, p. 5-22, 2011.
6. DE OLIVEIRA BARBOSA, Joaquim; DE PAULO, Sérgio Roberto; RINALDI, Carlos. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.
7. PHET, disponível em <<https://phet.colorado.edu/>>. Acesso em: 28 maio 2018.
8. HAMBURGER, Ernst W. Apontamentos sobre o ensino de Ciências nas séries escolares iniciais. **Estud. av**, v. 21, n. 60, p. 93-104, 2007.

9. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo escolar 2016. Notas Estatísticas. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_Censo\\_Escolar\\_2017.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2018.
10. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo escolar 2017. Notas Estatísticas. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_Censo\\_Escolar\\_2017.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2018.
11. OLIVEIRA, Emanuel Romário. Analisando as práticas docentes no ensino de Ciências. Monografia, Especialização em Ensino de Ciências UTFPR, Medianeira, 2014. 43p.
12. GONÇALVES, Leila de Jesus. Uso de animações visando a aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio. 2005.
13. SCHNEIDER, Gabriel Schabbach. Ensino de calorimetria com ênfase no desenvolvimento da habilidade de leitura e interpretação de gráficos. 2016.
14. POGLIA, Rodrigo. O refrigerador doméstico como instrumento motivador para o ensino de física térmica: uma proposta para o curso Técnico Integrado em Refrigeração e Climatização. 2013.
15. MICHELENA, Juleane Boeira. Física térmica: uma abordagem histórica e experimental. 2008.
16. MARQUES, Nelson Luiz Reyes. Formação dos alunos do Curso Normal para o ensino de Ciências nas séries iniciais: uma experiência em Física Térmica. 2009

17. DE CARLI, Eloir. Utilizando demonstrações em vídeo para o ensino de física térmica no ensino médio. 2014.
18. QUIRINO, Welber Gianini; LAVARDA, Francisco Carlos. Comunicações: Projeto" Experimentos de física para o ensino médio com materiais do dia-a-dia". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 117-122, 2001.
19. SIAS, Denise Borges; TEIXEIRA, Rejane Maria Ribeiro. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 361-382, 2006.
20. Anexo I . Estilos de Aprendizagem. Disponível em <[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/sem\\_pedagogica/julho\\_2016/dee\\_anexo1.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/sem_pedagogica/julho_2016/dee_anexo1.pdf)> Acesso em: 25 de julho.
21. GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas**, 2011.
22. CRUZ, E. C. Princípios e critérios para o planejamento das atividades didáticas. In: CASTRO, A. D. E. A. (Ed.). **Didática para a escola de 1º e 2º graus**. 4. São Paulo: Pioneira, 1976. p.49-55.
23. ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998. Pág. 18.
24. ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998. Pág. 58.

25. AXT, Rolando; BRÜCKMANN, Magale Elisa. O conceito de calor nos livros de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 6, n. 2, p. 128-142, 1989.
26. JUNIOR, Francisco Ramalho; FERRARO, Nicolau Gilberto; DE TOLEDO SOARES, Paulo Antonio. **Os fundamentos da física**. Moderna, 2007.
27. NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor**. Editora Blucher, 2018.
28. GIACOMINI, Eliana. Material O vidro. **Faculdade de Engenharia da universidade do Porto, Secção de Construções Civis. X Mestrado em Construções de Edifícios tecnologias de Fachadas**, 2005.
29. TABELA DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA. Disponível em <<http://fep.if.usp.br/~profis/experimentando/diurno/downloads/Tabela%20de%20Condutividade%20Termica%20de%20Varias%20Substancias.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2018.
30. TABELA DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. Disponível em <<http://www.protolab.com.br/Tabela-Condutividade-Material-Construcao.htm>>. Acesso em: 31 maio 2018.
31. EFFTING, Carneane; GÜTHS, Saulo; ALARCON, Orestes E. CONFORTO TÉRMICO EM PISOS CERÂMICOS.
32. MIRALDO, J. R.; EXPERIMENTAÇÃO, E. M. QUÍMICA: ALTERNATIVAS PARA A TERMOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO Aluno: João Rogério Miraldo Orientador: Prof. **Dr. José de Alencar Simoni Fevereiro de**, 2008.
33. SILVEIRA, F.; MOREIRA, Marco Antonio. Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 075-86, 1996.

34. DO AMARAL, Edenia Maria Ribeiro; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2011.
35. GASPAR, Alberto; DE CASTRO MONTEIRO, Isabel Cristina. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2016.
36. LEI DO TELHADO BRANCO PODE AGRAVAR AQUECIMENTO EM SÃO PAULO. Disponível em <<https://exame.abril.com.br/ciencia/lei-do-telhado-branco-pode-agravar-aquecimento-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 31 maio 2018.
37. HALLIDAY, Resnick; WALKER, Fundamentos de Física. Vol. II, **9ª edição**.
38. LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; PAPST, Ana L. Desempenho térmico de edificações. **Universidade Federal**, 2000.
39. HEWITT, Paul G. **Fundamentos de física conceitual**. Bookman, 2000.
40. MÁXIMO. L. A., ALVARENGA. A. B., **Física 2, Contexto e Aplicações**. 1ª. Edição. São Paulo: Editora Scipione,. Vol 1. 2014.
41. FUKUI, A. M. OLIVEIRA, V. S. **Ser Protagonista, Física 2**. 2ª. Edição. São Paulo: Editora S M, LTDA. Vol 1. 2013.