

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

SHEILA CORREIA CORRÊA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE CALOR SEGUNDO PRINCÍPIOS DA TEORIA DA
FLEXIBILIDADE COGNITIVA**

**BAGÉ
2019**

SHEILA CORREIA CORRÊA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE CALOR SEGUNDO PRINCÍPIOS DA TEORIA DA
FLEXIBILIDADE COGNITIVA**

Dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito final para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Marques Martins

**BAGÉ
2019**

SHEILA CORREIA CORRÊA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE CALOR SEGUNDO PRINCÍPIOS DA TEORIA DA
FLEXIBILIDADE COGNITIVA**

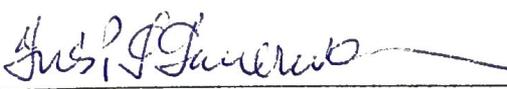
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Banca Examinadora



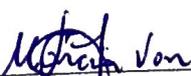
Prof. Dr. Marcio Marques Martins
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dra. Inés Prieto Schmidt Sauerwein
Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dra. Vania Elisabete Barlette
UNIPAMPA



Prof. Dra. Mária von Frühauf Firme
UNIPAMPA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

C824d Corrêa, Sheila Correia

Desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino de
conceitos de calor segundo princípios da teoria da
flexibilidade cognitiva / Sheila Correia Corrêa.

129 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2019.

"Orientação: Márcio Marques Martins".

1. Ensino de Física. 2. Calor. 3. Hipermídias. 4.
Tecnologias de Informação e Comunicação. 5. Teoria da
Flexibilidade Cognitiva. I. Título.

Dedico esta dissertação a dois grandes homens, meu amado vô Altamir e o meu querido tio Jerônimo que me ensinaram a importância de um livro na vida de uma pessoa e o verdadeiro valor da educação, infelizmente esses homens hoje já não estão mais aqui, mas as lições aprendidas com eles permanecerão para sempre na minha vida, este trabalho eu dedico a vocês que sempre foram meus grandes incentivadores. E hoje com muito orgulho posso dizer que sou PROFESSORA DE FÍSICA, muito obrigada por tudo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar força e persistência para concluir essa etapa tão importante e com muitos significados para minha vida.

Aos meus pais, Denise e José Airton, por terem me dado a vida e sempre me incentivar a buscar sempre mais, em especial a mãe que sempre foi exemplo de persistência e força, muito obrigada pelo apoio incondicional e força para seguir em frente principalmente nos momentos difíceis.

À minha família pela compreensão nos momentos em que estive ausente durante toda a trajetória deste mestrado, em especial à minha avó Maria Teresa e meus irmãos Samuel e Bernardo pelo amor, carinho e a força para seguir em frente buscando sempre alcançar meus objetivos.

Ao meu amor Anderson Marques Lima, por ser meu grande incentivador, pelo amor, pelo apoio incondicional, por compreender os momentos de ausência e os momentos de estresse, por ser meu porto seguro e nunca me deixar desistir por mais difícil que seja a batalha, e que mesmo distante fisicamente, sempre esteve presente durante todas as fases do mestrado, muito obrigada por tudo te amo meu amor.

Ao meu orientador professor Dr. Márcio Marques Martins, pela amizade, pela ajuda efetiva e indispensável na elaboração deste trabalho, sempre disposto a me auxiliar nos momentos de incertezas, me motivando a acreditar sempre no meu potencial.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências pela possibilidade de ampliar os meus conhecimentos e refletir a minha prática docente, em especial professora Vania Barlette, meu carinho e admiração, que desde a graduação esteve ao meu lado e com certeza foi responsável pelo meu crescimento acadêmico e na evolução da minha prática docente.

Os colegas deste mestrado, que com certeza somos a melhor turma, em muitas quintas e sextas-feiras passamos por momentos de aprendizagens e principalmente de companheirismo, tornando essa caminhada mais leve. Em especial, a minha amiga Sharon Guedes, parceira de muitas conversas, muitos estudos e principalmente pelo apoio ao longo do curso.

À Escola Estadual de Ensino Médio Professor Leopoldo Maieron – CAIC e o professor Flávio Fialho que gentilmente me cedeu a turma 211 e suas aulas para aplicação da minha produção educacional, e aos meus queridos alunos que foram tão importantes para o

sucesso desse trabalho, foram alunos comprometidos, curiosos, indagadores e que estavam sempre dispostos a descobrir o que eu levava nas caixas de experimentos, que eles tanto gostavam.

Ao Programa de Auxílio de Pós-Graduação (PAPG) desta Universidade pelo auxílio financeiro.

A todos que estiveram comigo durante esta caminhada. Muito obrigada!

*Uma criança, um professor, um livro e uma
caneta podem mudar o mundo.*

Malala Yousafzai

RESUMO

Este trabalho descreve a elaboração, a implementação e avaliação de uma sequência didática sobre a temática calor, mediado por tecnologias da informação e comunicação (TIC), em uma turma da 2ª série do Ensino Médio, composta por 19 alunos em uma escola da rede pública de ensino de Bagé. Utilizou-se como fundamentação teórica a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) de Rand J. Spiro. Durante a sequência didática foram utilizadas: abordagem do contexto histórico, simulações, atividades experimentais e recursos de hipermídias, possibilitando assim com que os alunos percebam a presença dos conceitos envolvidos em suas vidas cotidianas, criando oportunidades para os alunos aprofundarem seus conhecimentos de termodinâmica. A pesquisa possui uma abordagem quantitativa que avaliou o ganho em aprendizagem dos estudantes referente à implementação da sequência didática através do método de ganho na aprendizagem, proposto por Hake (2002), com a aplicação de pré e pós testes, no início e ao final da execução de cada caso, além de uma abordagem qualitativa, através da análise de conteúdo (AC) proposta por Bardin (1977), que consiste no desmembramento do texto em unidades de significado. Nesta análise as unidades foram agrupadas em categorias de acordo com o sentido da mensagem. Como resultado, obtivemos ganhos na aprendizagem dos alunos de 53,44%, um resultado que aponta que as atividades de ensino são caracterizadas por um elevado engajamento interativo. A produção educacional resultante deste trabalho se constitui num material de apoio ao professor composto por: um site com diferentes mídias (<https://calor2018.weebly.com/>), fichas de atividades para aulas experimentais, *slides* e simulações que podem servir de apoio para professores de Física do Ensino Médio para ministrar suas aulas sobre a temática Calor.

Palavras-chave: Ensino de física. Calor. Hipermídias. Tecnologias de informação e comunicação. Teoria da flexibilidade cognitiva.

ABSTRACT

This work describes the elaboration, implementation and evaluation of a didactic sequence on the subject of heat, mediated by information and communication technologies (ICT), in a Second Grade High School class, composed of 19 students in a Bagé City public school. Theory of Cognitive Flexibility (TFC) of Rand J. Spiro was used as theoretical foundation. During the didactic sequence were used: historical context approach, simulations, experimental activities and hypermedia resources, thus making the students perceive the presence of the concepts involved in their daily lives, creating opportunities for students to deepen their knowledge of thermodynamics. The research has a quantitative approach that evaluated the learning increment of students regarding the implementation of the didactic sequence through the method of gain in learning, proposed by Hake (2002), with the application of pre and post tests, at the beginning and at the end of the activities (Bardin, 1977), which consists of the dismemberment of the text into units of meaning. In this analysis the units were grouped into categories according to the meaning of the message. As a result, we see gains in student learning of 53.44%, a result that indicates that teaching activities are characterized by a high interactive engagement. The educational output resulting from this work consists of a teacher support material composed of: a website with different media (<https://calor2018.weebly.com/>), activity sheets for experimental classes, slides and simulations that can be used as support for High School teachers of Physics to teach their classes on the theme Heat.

Keywords: Physics teaching; Heat; Hypermídia; Information and communication technologies; Theory of cognitive flexibility.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Decomposição dos casos em mini casos	19
Figura 2	Esquema da sequência didática.	21
Figura 3	Fases fundamentais da Análise de Conteúdo.	46
Figura 4	Vista externa da Escola.	48
Figura 5	Vídeos exibidos aos alunos do caso 2.	55
Figura 6	Simulações do software <i>Energy2D</i> do caso 2.	55
Figura 7	Simulações do software <i>Energy2D</i> do caso 3.	57
Figura 8	Montagem do experimento condução térmica.	58
Figura 9	Montagem do experimento convecção térmica.	58
Figura 10	Comparação entre o número de acertos pré-teste e pós-teste.	62
Figura 11	Certificado de Premiação.	77

INDICE DE QUADRO

Quadro 1	Referência dos livros analisados.	23
Quadro 2	Apresentação do conceito de calor nos livros didáticos.	24
Quadro 3	Artigos encontrados em pesquisa sobre a abordagem de estudo da dissertação.	31
Quadro 4	Relação entre recursos e objetivos de ensino e de aprendizagem das ações a serem realizadas.	38
Quadro 5	Objetivos de aprendizagem e descrição das ações a serem realizadas.	39
Quadro 6	Casos e mini casos abordados no site.	40
Quadro 7	Relação entre os casos, mini casos e os temas.	41
Quadro 8	Síntese das atividades realizadas nesta SD.	51
Quadro 9	Evolução do desempenho dos alunos entre o pré e o pós-teste.	60
Quadro 10	Desempenho = % (acertos pós) - % (acertos pré)	62
Quadro 11	Valores percentuais de acerto nos pré e pós-teste.	63
Quadro 12	Dados qualitativos dos questionários referentes a cada caso.	64

INDICE DE TABELAS

Tabela 1	Tabela t para hipóteses unilaterais e bilaterais.	45
Tabela 2	Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 1.	69
Tabela 3	Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 2.	70
Tabela 4	Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 3.	70
Tabela 5	Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 4.	71

ABREVIATURAS E SIGLAS

AC: Análise de Conteúdo

DCN: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica

EI: Envolvimento Interativo

ICD: Instrumento de Coleta de Dados

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

SD: Sequência Didática

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TIC: Tecnologias da Informação e Comunicação

TFC: Teoria da Flexibilidade Cognitiva

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	QUADRO TEÓRICO	18
2.1.	Aspectos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva	18
2.2.	Sequência Didática	21
2.3.	Contexto Histórico do Conceito de Calor.....	23
2.4.	Uso de Hipermídias no Ambiente Escolar	25
2.5.	Práticas Experimentais no Ensino de Ciências.....	27
3	ESTUDOS RELACIONADOS.....	32
4	METODOLOGIA	38
4.1	Objetivos.....	38
4.2	Estruturação da Sequência Didática	41
4.3	Abordagem Metodológica.....	42
4.4	Sujeitos da Pesquisa	48
4.5	Instrumentos de Coletas de Dados.....	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1	Relato da Sequência Didática	51
5.2	Diário das Atividades.....	52
5.3	Análise da Intervenção Pedagógica	61
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
7	PRODUÇÕES ORIUNDAS DESSA DISSERTAÇÃO.....	77
8	REFERÊNCIAS	79
	APÊNDICES	83

1 INTRODUÇÃO

Minha trajetória acadêmica deu início na escola pública, que mesmo com poucos recursos os professores sempre apontavam o melhor caminho, com o passar dos anos fui tendo uma convivência com excelentes professores, que aos poucos mesmo sem eu saber já iam fazendo eu me apaixonar pela carreira docente.

Na última série do ensino fundamental dois fatos marcaram a minha vida, o primeiro deles foi o projeto Matemúsica (que consistia em criar uma letra de música com a fórmula de Báskara) e como dizia a minha professora de matemática o projeto servia como ferramenta facilitadora do nosso aprendizado, o envolvimento foi tão grande que aquela disciplina tão temida por todos no final do ano todos a amavam e o segundo fato foi o professor de ciências (que ministrava as disciplinas de física e química) sempre que tinha que trabalhar um conteúdo novo levava um violão e dizia que aprender com música era muito mais fácil, e por mais que não tivéssemos um laboratório de ciências sempre que possível realizávamos pequenos experimentos em sala de aula, o que despertava uma grande curiosidade.

Aquela paixão pela física e pela matemática que foi despertada lá no ensino fundamental, no ensino médio ganhou uma proporção imensa na minha vida e percebi que não conseguiria ser outra coisa na vida além de PROFESSORA, sabia que não seria fácil, mas que eu deveria seguir a diante. Ao entrar na UNIPAMPA, tive acesso ao mundo de possibilidades, participar do PIBID me proporcionou experimentar a docência antes mesmo dos estágios e novamente a influência de excelentes professores fez com que fosse possível eu ampliar e aprofundar os meus conhecimentos e posteriormente no mestrado pude refletir e aprimorar minha docente.

Ao longo da minha trajetória como estagiária e posteriormente como professora de Física, sempre observei que, quando os alunos conseguem estabelecer relações do conteúdo de sala de aula com suas vivências no dia a dia e quando possuem acesso a atividades experimentais mostram-se mais motivados e interessados, pois quando não conseguem estabelecer estas relações apresentam muitas dificuldades. Por isso, durante as minhas aulas procuro sempre fazer abordagens de forma contextualizada, conforme é recomendado em documentos oficiais, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica – DCN (BRASIL, 2013).

A escolha do tema calor, como foco desta pesquisa, se dá por acreditar que as abordagens convencionais são incompletas, pois muitas vezes os conceitos pertencentes ao tema são somente listados, sem uma abordagem contextualizada, sem a apresentação do

contexto histórico envolvido, e isto acaba confundindo e dificultando a aprendizagem de tais conceitos.

Outro ponto que influenciou na escolha do tema foi que as explicações deste tema são muitas vezes sem o uso de experimentações ou de recursos tecnológicos. Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, busquei formas de responder as minhas indagações enquanto professora, como por exemplo, o uso de experimentos, simulações e hipermídias favorecem ou prejudicam a aprendizagem do conceito de calor? As respostas destas indagações se deram durante a aplicação da sequência didática, com a utilização de recursos experimentais e tecnológicos, buscando sempre promover uma aprendizagem significativa ao aluno.

O uso de tecnologias em sala de aula promove uma inovação no ambiente escolar, rompendo assim com os métodos tradicionais de ensino, que basicamente consiste no uso do quadro e giz. Como vivemos em uma era tecnológica, onde cada aluno possui na palma da mão um celular, onde está disponível o conhecimento e distrações, dessa forma as aulas devem promover a interação dos alunos com a aula.

A proposta de ensino apresentada a seguir consiste em envolver o aluno na aprendizagem dos conteúdos pertencentes ao tema, oferecendo-lhe possibilidades de aprender criticamente o conhecimento científico, utilizando uma sequência didática mediada por mídia digital construída segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC).

Moran (2007), afirma que:

Ensinar com as novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial (MORAN, 2007, p. 63).

A Flexibilidade Cognitiva que pode ser definida como a “capacidade que o sujeito desenvolve de, perante uma situação nova, reestruturar o conhecimento para solucioná-lo” (CARVALHO; PINTO; MONTEIRO, 2002, p. 1). No contexto do trabalho, a flexibilidade cognitiva está em que o aluno poderá navegar pela mídia digital de forma não linear estabelecendo conexões entre os fragmentos de informação e desta forma construir o seu conhecimento sobre um tema em questão.

Visando romper com o método tradicional, a proposta de trabalho foi baseada na elaboração de uma sequência didática (SD) sobre a temática calor e materiais didáticos digitais para dar suporte à SD. O material didático consiste em: um site (<https://calor2018.weebly.com>), hipertextos, infográficos, experimentos e simulações, para uma turma do segundo ano do ensino médio, que possuía 19 alunos. Foram construídos também questionários, para verificar os conhecimentos prévios dos alunos, e posteriormente o

possível ganho da aprendizagem.

Ao final da sequência didática esperava-se que o aluno conseguisse compreender o conceito de calor e fazer associações entre o tema proposto e questões cotidianas, deixando claro que o tema está presente em diferentes momentos da vida deste aluno e não somente nos livros didáticos.

2 QUADRO TEÓRICO

Nas seções abaixo apresentam os aspectos que fundamentaram esta pesquisa, sendo eles: 2.1 Aspectos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva; 2.2 Sequência Didática; 2.3 Contexto Histórico do Conceito de Calor; 2.4 Uso de Hipermídias no Ambiente Escolar; e por fim, 2.5 Práticas Experimentais no Ensino de Ciências.

2.1. Aspectos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) é uma teoria construtivista desenvolvida por Rand Spiro e seus colaboradores no final dos anos oitenta, (SPIRO *et al.*, 1987, 1988, 1989, 1991a, 1991b, 1995; SPIRO; JEHNG, 1990), e tem como objetivo a aprendizagem de conhecimentos complexos e o desenvolvimento de representações flexíveis do conhecimento que proporcionem múltiplas representações de um mesmo conteúdo. Esta teoria foi desenvolvida para tentar solucionar a dificuldade que os alunos de cursos de medicina apresentavam em transferir o conhecimento para novas situações (FELTOVICH; SPIRO; COULSON, 1989).

De acordo com a TFC, a flexibilidade cognitiva pode ser definida como a “capacidade que o sujeito desenvolve de, perante uma situação nova, reestruturar o conhecimento para a solucionar” (CARVALHO; PINTO; MONTEIRO, 2002, p. 1).

Esta teoria tem por objetivo promover o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, isto é, o aluno deve ser capaz de reestruturar o conhecimento para resolver as novas situações com que depara (SPIRO; JEHNG, 1990).

Vale ressaltar que esta teoria se aplica na aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados, mas também na transferência para novas situações.

Os autores da TFC reconhecem a influência do trabalho de Ludwig Wittgenstein (1987), na obra *Investigações Filosóficas* que utiliza a metáfora da “travessia da paisagem em várias direções”, como forma de caracterizar o modo como se aprende um assunto complexo.

Para Spiro e Jehng (1990), a metáfora não é utilizada com uma preocupação de exposição escrita e sim para servir como base de uma teoria de aprendizagem, ensino e também de representação conhecimento.

Conforme salienta Carvalho (2000), a paisagem é utilizada neste contexto como um sinônimo de conhecimento, só é profundamente compreendida quando atravessada em várias

direções. Segundo Spiro e Jehng (1990), aprende-se ao atravessar as paisagens conceituais e para ensinar um dado assunto é necessário selecionar materiais de ensino que proporcionem explorações multidimensionais ao aluno, e proporcionar comentários temáticos para ajudá-lo a obter o máximo proveito das suas explorações. No caso desse trabalho, a travessia da paisagem é feita através dos temas, que são diferentes visões sobre o mesmo assunto.

Spiro, Coulson, Feltovich e Anderson (1988) dividem a aquisição do conhecimento em três níveis sequenciais: nível introdutório, nível avançado e o nível de especialização. O conhecimento de nível avançado é aquele que se situa entre o nível introdutório e o de especialização.

O domínio do conhecimento de nível introdutório é sobretudo uma simples exposição ao conteúdo exigindo-se, muitas vezes, reconhecimento e reprodução do conhecimento.

Os mentores da teoria centram-se no nível avançado contrapondo-o ao nível de introdutório que, segundo os autores se orienta para a aquisição de conceitos básicos, enquanto que no nível avançado o aprendente deve aprofundar o conhecimento, compreendendo a complexidade conceitual, para poder aplicar flexivelmente em diferentes contextos.

A má estruturação de alguns conteúdos é apontada por Spiro *et al.* (1990) como uma possível causa dos obstáculos enfrentados pelo aluno de níveis avançados no domínio da complexidade conceitual e na habilidade de usar independentemente o conhecimento estruturado em novas situações.

Como instrução, a TFC indica alguns recursos para promover a compreensão conceitual complexa e o uso adaptado do conhecimento para transferência. Um deles é o retorno do aluno ao mesmo material em diferentes oportunidades, em contextos rearranjados para diferentes propósitos e a partir de diferentes perspectivas conceituais.

Para facilitar a aprendizagem de conhecimentos complexos e pouco estruturados Spiro *et al.* (1988), sugerem sete princípios sendo eles:

1. Demonstrar a complexidade e a irregularidade, evidenciando situações que parecem semelhantes e que quando analisadas se revelam diferentes;
2. Utilizar múltiplas representações do conhecimento, perspectivando-o em diferentes contextos;
3. Centrar o estudo no caso;
4. Dar ênfase ao conhecimento aplicado a situações concretas em vez de dar ênfase ao conhecimento aplicado a situações abstratas;

Os mini casos devem ser suficientemente pequenos para permitirem uma visualização rápida e devem ser suficientemente ricos para serem perspectivados de acordo com múltiplos temas.

A TFC de Spiro e seus colaboradores identificam dois tipos de flexibilidade e que são necessários para adquirir o conhecimento em domínios complexos, que se refletem nos dois processos que caracterizam a teoria: o processo de desconstrução e as travessias temáticas. Os autores destacam que:

a. Cada caso precisa ser dividido e representado por vários temas ou Perspectivas que se sobrepõem ligeiramente e;

b. Muitas conexões devem ser estabelecidas ao longo dos fragmentos dos casos divididos, estabelecendo possíveis percursos para estruturas futuras.

Os temas são cruciais na desconstrução de mini-casos, e devem ser relevantes e críticos para o assunto em estudo e, geralmente, sobrepõem-se ligeiramente, mas não devem ser semelhantes. A seleção dos temas constitui uma etapa complexa devido ao número relativamente restrito de temas a serem utilizados e pelas implicações que têm na compreensão do assunto.

Em atividades elaboradas de acordo com a TFC, o aluno pode interagir com uma variedade de aplicações do conceito ao mesmo tempo e examinar facilmente a variabilidade conceitual, ao invés de encontrar esporadicamente exemplos de diferentes usos do conceito, separados por grandes períodos de tempo.

2.2. Sequência Didática

Para o desenvolvimento deste trabalho foi desenvolvida uma sequência didática (SD) com a temática calor, envolvendo o contexto histórico sobre o conceito de calor, atividades experimentais e simulacionais e recursos de hipermídia, para auxiliar na compreensão dos aspectos envolvidos no conteúdo de Calor.

Segundo Oliveira (2013), a sequência didática é um procedimento utilizado para sistematizar o processo de ensino-aprendizagem, sendo de fundamental importância a efetiva participação dos alunos.

Com o desenvolvimento da SD, foi utilizado um material didático digital que foi construído segundo os princípios da TFC, com o objetivo de proporcionar ao aluno o poder de interagir com uma variedade de aplicações do conceito e examinar facilmente a variabilidade

conceitual, ao invés de encontrar esporadicamente exemplos de diferentes usos do conceito, separados por grandes períodos de tempo.

Conforme Dolz *et al.* (2004), o trabalho com SD permite a elaboração de contextos de produção de forma precisa, por meio de atividades e exercícios múltiplos e variados, com a finalidade de oferecer aos alunos, noções, técnicas e instrumentos que desenvolvam suas capacidades de expressão oral e escrita em diversas situações de comunicação.

A SD é o conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008), lembra um plano de aula, mas é amplo por abordar diversas estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência de vários dias.

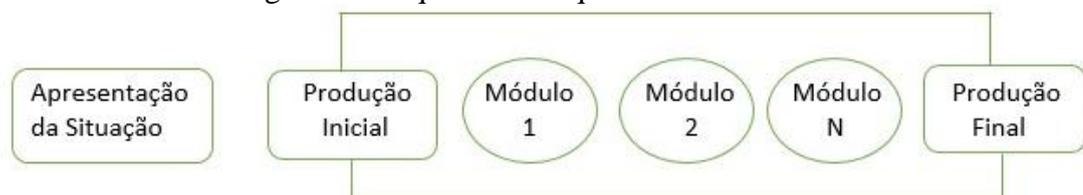
De acordo com Silva e Elliot (1997), a aplicações de SD, com o uso de hipermídias tem sido apontada por diversos autores, como uma tecnologia com grande potencial para uso na educação, capaz de apoiar o desenvolvimento de habilidades mentais e a aquisição de conhecimentos específicos, aliando teoria à prática, buscando assim, melhorias na qualidade do ensino ministrado em nossas escolas e novos rumos para a educação dos alunos.

Diante disso, é possível constatar a necessidade de trabalhar Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Ciências, utilizando uma SD, que segundo a autora, é um procedimento simples que:

[...] compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 53).

O esquema abaixo, apresentado por Dolz, *et al.* (2004) é uma representação do processo de trabalho em sequência didática para produção textual, seja oral ou escrita.

Figura 2 – Esquema da sequência didática.



Fonte: Dolz *et al.* (2004, p. 98).

Para Dolz *et al.* (2004), na fase da apresentação da situação, o aluno deve ser exposto ao projeto como um todo, tem que conhecer o conteúdo com que vai trabalhar e saber da sua importância. A produção inicial, deve ser simplificada somente dirigida à turma ou a um destinatário fictício. Através da avaliação formativa que serão definidos os pontos em que o

professor precisará intervir melhor, permitindo ao professor adaptar os módulos de maneira mais precisa às capacidades reais dos alunos; ela determina o percurso que o aluno ainda tem a percorrer. Na fase dos módulos os problemas são trabalhados em diferentes níveis. Na fase da produção final o aluno poderá pôr em prática as noções e os instrumentos elaborados separadamente nos módulos e permitirá ao aluno realizar uma avaliação somativa.

2.3. Contexto Histórico do Conceito de Calor

É comum quando falamos de calor, logo pensamos em alguma coisa quente, quando tentamos pensar em alguma coisa que “não tem nada a ver com o calor” é natural, por oposição, pensar em algo frio. Na realidade, quando se diz que um objeto está frio, é porque está menos quente que o ambiente à sua volta e quando o objeto está quente, é porque está mais quente que o ambiente à sua volta. Todas as coisas recebem e cedem calor o tempo todo. Quando esta troca é equilibrada, se diz que elas estão em equilíbrio térmico. Quando cedem mais do que recebem, ou vice-versa, é porque estão mais quentes ou mais frias que seu ambiente.

Segundo Axt e Brückmann (1989), quando a formação dos professores é precária, o livro didático assume o caráter de autoridade, quando a autoridade falha, o ensino fica comprometido.

Frequentemente os alunos confundem os conceitos de calor e temperatura, e muitas vezes isso deve-se pela falta de clareza e consistência nas definições destes conceitos. A maneira de ensinar tem se mostrado ineficiente para motivar os alunos a aprender ciências e a mudarem sua postura frente ao conhecimento.

Ainda segundo Axt e Brückmann (1989), a conceituação de calor apresentada nos livros didáticos não satisfaz os requisitos do formalismo científico. Não se percebe, nos textos analisados, uma preocupação em permear o conteúdo com exemplos para facilitar a aprendizagem desse conceito de difícil compreensão e que confundido com os conceitos de temperatura e energia interna, na linguagem cotidiana e até mesmo na utilizada nos livros didáticos.

Como forma de conhecer como o conceito de calor é abordado nos diferentes livros didáticos do Ensino Médio, foi feita a análise em seis exemplares utilizados no período de 2005 a 2014 (Quadro 3), do Guia do Livro Didático do PNLEM, destinados ao Ensino Médio, tais livros foram utilizados pois eram os quais eu tinha acesso.

Quadro 3 – Referência dos livros analisados.

LIVROS	REFERÊNCIA
Livro 1	FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. Física para o Ensino Médio . Vol. 2, 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
Livro 2	GASPAR A. Compreendendo a Física: ensino médio . Vol. 2, 1 ed. São Paulo: Ática, 2010.
Livro 3	BOÂS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; Física 2 . Vol. 2. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
Livro 4	MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; Curso de física . Vol. 2, 1 ed.
Livro 5	OLIVEIRA, M. P. P; POGIBIN, A.; OLIVEIRA, R. C. A.; ROMERO, T. R. L.; Física em Contextos: Pessoal, Social e Histórico: Energia, Calor, Imagem e Som . Vol. 2, 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.
Livro 6	SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. Universo da Física: Hidrostática, Termologia, Óptica . Vol. 2, 2 ed. São Paulo: ATUAL, 2005.

Fonte: Autora (2019).

Verificou-se como era feita a abordagem do conceito de Calor nos livros de Física de acordo com os seguintes aspectos: *Contexto Histórico*; *Exemplos do Cotidiano* e *Importância e Necessidade da Descoberta*. Estes aspectos surgiram das análises realizadas nas obras.

Foi classificado como *Contexto Histórico*, a abordagem histórica por trás de tal descoberta que possibilitou a compreensão dos conceitos estudados.

Com relação ao aspecto *Exemplos do cotidiano*, foi considerado todo e qualquer exemplo próximo a realidade dos alunos que facilite a compreensão do tema estudado.

O terceiro e último aspecto a *Importância e necessidade da descoberta*, foi considerada a relevância e necessidade do estudo do conceito de calor e em que situações possamos percebê-lo no nosso dia a dia.

O Quadro 1 apresenta um resumo da análise realizada, nos livros didáticos do PNLEM, de como o conceito de calor é apresentado nos diferentes livros de acordo com os aspectos acima relatados.

Quadro 1 – Apresentação do conceito de calor nos livros didáticos.

LIVROS	ASPECTOS ANALISADOS		
	Contexto Histórico	Exemplos do Cotidiano	Importância e Necessidade da descoberta
Livro 1			
Livro 2			
Livro 3			
Livro 4			
Livro 5			
Livro 6			

Fonte: Autora (2019).

Legenda: As células em verde indicam a presença do aspecto analisado e as células em branco a ausência do aspecto analisado.

Com base, na análise realizada pode-se perceber que dos seis livros analisados somente os livros 2 e 5, apresentam todos os aspectos, os livros 1 e 3 apresenta somente os aspectos 2 – Exemplos do Cotidiano e os livros 4 e 6 apresenta os aspectos 1 e 3 – Contexto histórico e Importância e Necessidade da Descoberta, respectivamente.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) a contextualização no ensino de ciências, [...] abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. (BRASIL, 2002, p. 28).

Com base na análise realizada, nos PCN e na experiência ao longo da implementação da sequência didática, há indícios que o conceito de calor pode ser melhor entendido quando há a presença dos três aspectos, pois permite ao aluno compreender como o conceito foi construído, sua importância para a vida e sua presença no cotidiano.

2.4. Uso de Hiperlinks no Ambiente Escolar

Atualmente vivemos na era tecnológica, em qualquer ambiente podemos observar crianças, jovens e adultos com grande facilidade de lidar com tecnologia, percebendo isto podemos incluir a tecnologia ao ambiente escolar. Para aliar a tecnologia ao cotidiano escolar, é muito importante que haja uma reflexão por parte do professor sobre seu uso na formação

dos alunos, pois a cada dia vemos o crescente avanço da tecnologia e da mídia.

O uso de tecnologias ajuda os alunos a desenvolver habilidades, mas o professor é fundamental para adequar cada habilidade a cada situação de aprendizagem. Moran destaca:

As tecnologias são pontes que abrem a sala de aula para o mundo, que representam, medeiam o nosso conhecimento do mundo. São diferentes formas de representação da realidade, de forma mais abstrata ou concreta, mais estática ou dinâmica, mais linear ou paralela, mas todas elas, combinadas, integradas, possibilitam uma melhor apreensão da realidade e o desenvolvimento de todas as potencialidades do educando, dos diferentes tipos de inteligência, habilidades e atitudes. (MORAN, 2007, p. 164).

Conforme Tolhurst, afirma:

O termo hipermídia é usado para designar qualquer sistema baseado em computador que permita a ligação interativa de informação (travessia não-linear) apresentada em diferentes formatos que podem incluir texto, gráficos estáticos ou animados, clipes de filme, sons e música. (TOLHURST, 1995, p. 23, tradução nossa).

O uso dos recursos hipermídia tem como principal objetivo promover uma interação que permita ao aluno representar as suas próprias ideias e participar de um processo construtivo. Em sala de aula o uso de hipermídias vem sendo muito utilizada como ferramentas cognitivas, tais ferramentas possuem a seguinte definição:

[...] todas as tecnologias ou aplicações que buscam facilitar a aprendizagem significativa e o pensamento crítico, tendo como foco a reflexão, a construção do conhecimento, a colaboração, a conversação e a articulação. (VARELA; BARBOSA; FARIAS, 2014, p. 200).

As ferramentas cognitivas são utilizadas por possuírem uma arquitetura dinâmica e com uma capacidade maior de apoiar e estimular alunos e professores em suas tarefas.

Conforme Rezende e Cola (2004) os sistemas de hipermídia são um meio de organizar um texto que descarta o processo de leitura sequencial nos moldes tradicionais e permitem que um conceito seja apresentado através de meios como som, imagem e vídeo, associados aos recursos que o texto confere. Os sistemas de hipermídia de aprendizagem permitem ainda que se faça em diferentes níveis de detalhes, que são acessados pelos usuários livremente, conforme as habilidades e experiências frente a novos conceitos.

Os ambientes de hipermídias são bons exemplos de desenvolvimento da flexibilidade cognitiva em domínios pouco estruturados, pois a necessidade de reconstrução de sequências de instrução permite múltiplas dimensões de representação do conhecimento, Varela, *et. al* (2014).

Segundo cita Chen, *et. al* (2001), os designers de cursos de hipermídias devem basear seus designs em teorias de aprendizagens, para exemplificar, os autores destacam o trabalho de Reigeluth e seus associados (1978), que consiste na elaboração de uma teoria que ajuda a selecionar, sequenciar, resumir e sistematizar o conteúdo do curso, uma outra teoria também é mencionada pelos autores, que é a Teoria da Flexibilidade Cognitiva, que foi desenvolvida por Spiro e colaboradores (SPIRO *et. al*, 1988; SPIRO; JEHNG, 1990), que pode ser utilizada como um protótipo para projetar domínios de conhecimentos complexos e mal estruturados, fornecendo múltiplas perspectivas, casos e exemplos de um mesmo assunto.

2.5. Práticas Experimentais no Ensino de Ciências

O uso da experimentação na abordagem dos conceitos e fenômenos físicos é considerado por professores e pesquisadores como elemento fundamental para a compreensão dessa ciência. Tais concepções estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) quando é abordado o sentido da experimentação em Física:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p. 141).

A inserção da experimentação como ferramenta didática na educação básica, nos últimos anos, tem gerado amplos debates e desencadeado muitas pesquisas a respeito do assunto. A questão tem girado em torno de duas perspectivas: o modo como ela vem sendo utilizada na educação básica e, as razões pelas quais ela ainda permanece pouco expressiva no contexto educacional.

Sobre a importância dessas atividades e se mostrarem presentes no ideário dos professores na educação básica, Carvalho *et. al* (2010) relata que mesmo as atividades experimentais estarem há quase 200 anos nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, nem por isso os professores possuem familiaridade com essa atividade. Segundo a mesma autora:

A grande maioria destes laboratórios se traduz em aulas extremamente estruturadas com guias do tipo “receitas de cozinha”. Nessas aulas, os alunos seguem planos de trabalho previamente elaborados, entrando nos laboratórios somente para seguir os passos do guia, onde o trabalho do grupo se caracteriza pela divisão das tarefas e muito pouco pela troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado. (CARVALHO *et.al*, 2010, p. 54).

Para Rosa (2001), as atividades experimentais têm vantagens sobre as aulas teóricas, porém ambas devem caminhar juntas, pois uma é complemento da outra. O autor enfatiza que, o experimento sozinho não é capaz de desencadear uma relação com o conhecimento científico, mas representa a possibilidade de mostrá-lo em situações práticas.

Na literatura, dedicada a atividades experimentais no ensino de Ciências, há diferentes tipos de classificações para os procedimentos experimentais no ambiente de laboratório didático, além de ser considerada por muitos pesquisadores como atividades didáticas de extrema importância para despertar o interesse dos alunos.

Mas antes de classificarmos os tipos de atividades experimentais, é necessário considerar como cita Dourado (2001), que há uso indiscriminado do termo “trabalho experimental” e “experiência”. Muitas atividades são avaliadas e consideradas como trabalho experimental e na verdade não são, o que muitas vezes pode fazer autores considerarem que qualquer experiência seja avaliada como trabalho experimental.

Ainda segundo Dourado (2001), para classificar certa atividade dinâmica de sala de aula como trabalho experimental é interessante considerar os pressupostos epistemológicos, segundo os autores Leite (2001) e Hodson (1998), quando afirmam que este deve abranger o controle e manipulação de variáveis. Os eventos didáticos no laboratório que não envolvam essa vertente, não poderiam ser rotulados como tal. Portanto, o critério que permite distinguir o trabalho experimental do não experimental, centra-se na metodologia empregada.

Hodson (1988), tentava distinguir os termos “trabalho prático”, “trabalho laboratorial” e “trabalho experimental”, mas foi só em meados de 1991 que o pesquisador Woolnough (1991), procurou associar o termo “prático” e “laboratorial”, enfatizando a ideia de que fazer experiências e exercícios práticos com materiais e equipamentos utilizados em grande escala pelos cientistas, geralmente num espaço laboratorial, ou algumas vezes em sala de aula, os alunos já estariam “Praticando Ciência”.

A definição de trabalho prático, de Hodson (1988), é aquele em que os estudantes estão totalmente envolvidos, podendo esse “envolvimento” ser cognitivo, afetivo ou psicomotor, a demarcação dos termos trabalho prático extrapola o ambiente laboratorial, extrapola o ambiente laboratorial e ganha nova dimensão, podendo ser enquadrado também atividades de campo, as pesquisas de informações na internet, a resolução de problemas de lápis e papel (Gil Pérez *et al.*, 1988).

Ainda conforme Hodson (1988), avaliou como trabalho laboratorial, ficou

caracterizado que o mesmo deveria conter procedimentos que envolvessem o emprego de materiais presentes em um laboratório, como pipetas, termômetros etc. O trabalho laboratorial não precisa acontecer em um laboratório dentro dos padrões que conhecemos, mas pode ser uma atividade ao ar livre, ou no ambiente de sala de aula, desde que em ambos os espaços, os procedimentos sejam respeitados.

Quanto à definição básica de trabalho experimental, Hodson (1988) e Leite (2001), consideram o controle e manipulações de variáveis como sendo os procedimentos básicos desse tipo de trabalho. Hodson considera ainda que esse “controle e manipulação de variáveis” dar-se-á não apenas no laboratório, mas no campo ou em outros ambientes, desde que se configurem como atividades práticas, entende-se como controle e manipulação de variáveis como, por exemplo, a influência da temperatura sobre a velocidade de uma determinada reação química ou a intensidade fotossintética, em virtude de uma maior ou menor luminosidade.

Para introduzir em suas aulas atividades inovadoras nas quais se espera que os alunos tenham participação intelectualmente ativa, é necessário que os professores adotem práticas nada habituais para os professores formados “no” e “para” o ensino tradicional. As estratégias de ensino utilizadas pelos professores para guiar seus próprios comportamentos nas interações com os alunos precisam ser muito bem planejadas, pois existe uma forte relação entre o comportamento do professor e o de seus alunos.

Segundo Carvalho *et. al* (2010), propõem uma proposta de sequência de ensino para as atividades experimentais, seja em uma aula de demonstração, seja em um laboratório investigativo, compreende cinco etapas sendo elas:

i. A proposta do problema experimental pelo professor;

O problema precisa ser compreendido pelos alunos. O professor não deve ter medo de repeti-lo com outras palavras. Redefini-lo. Se for uma demonstração para a classe, podem ser feitas perguntas do tipo: “Qual questão estamos investigando?”, procurando observar as expressões dos alunos. Se for um laboratório, onde os alunos estão divididos em pequenos grupos, o professor deve interagir com os grupos, para se certificar de que todos entenderam o problema experimental, mas sempre tomando o cuidado de não dar as respostas nem indicações de como resolver o problema. (CARVALHO *et. al*, 2010, p. 61).

ii. A resolução do problema pelos alunos;

Nessa etapa, o professor exerce um papel diferente tanto na aula de laboratório, onde os alunos trabalham em pequenos grupos, quanto na aula de demonstração. [...] em um laboratório investigativo, o principal papel do professor é observar o trabalho dos grupos, procurando não interferir, lembrando que o erro é importante na construção do conhecimento – aprendemos mais quando erramos e conseguimos

superar esse erro do que quando acertamos sem dificuldades. É nessa etapa que as hipóteses serão propostas – e as manipulações serão planejadas para testá-las. Na aula demonstrativa a estratégia utilizada pelo professor poderá levar os alunos a *predizer – observar – explicar*. O professor precisa engajar os alunos no problema que evidencia o fenômeno que será apresentado. E este engajamento deverá ser feito por meio de questões à classe e por trabalhos com suas respostas. (CARVALHO *et. al.*, 2010, p. 61-62).

iii. A etapa de os alunos apresentarem o que fizeram;

Essa é uma etapa muito importante na construção do conhecimento científico, pois, ao demonstrarem o que fizeram para seus colegas e para o professor, como resolveram o problema, os alunos desenvolvem um raciocínio metacognitivo que os leva a tomarem consciência de suas ações e o porquê destas. É nessa etapa que se solidificam as discussões realizadas nos grupos, levando-os a tomarem consciência das relações entre as variáveis do fenômeno físico estudado, o que se traduz, nas falas dos alunos, em apresentação de análises qualitativas dessas relações. Essas análises qualitativas são os primeiros passos para a introdução da linguagem matemática no ensino de Física – tabelas, gráficos e equações. (CARVALHO *et. al.*, 2010, p. 62).

iv. Etapa da procura de uma explicação causal e/ou de sistematização;

Em muitos casos, as experiências terminam na etapa anterior, mas nossa proposta de ensino é ir além. Os alunos precisam entender que a Ciência, e a Física em particular, não é apenas descritiva, mas principalmente propositiva. Ela propõe conceitos novos para o seu entendimento e esses conceitos são construídos justamente para dar sentido à realidade. As principais experiências levaram os cientistas, e devem levar os alunos, a construir esses conceitos. Os novos conceitos exprimem novas relações. É na passagem da etapa de explicar o *como* fizeram para o *porquê* deu certo, na passagem das relações qualitativas entre as variáveis para a sistematização em uma fórmula, que o conceito se estabelece. Essa passagem não é fácil, e muitas vezes poderíamos chamar esta etapa de aula teórica. (CARVALHO *et. al.*, 2010, p. 63).

v. A escrita individual do aluno.

[...] A escrita é uma atividade complementar à argumentação que ocorre nas etapas anteriores – primeiramente em grupos pequenos e, depois, na relação professor/turma –; ambas são fundamentais em um ensino de Ciências que procura criar nos alunos as principais habilidades do mundo das Ciências. Baseamo-nos no trabalho de Rivard e Straw (2000) para incentivar que cada aluno escreva seu próprio relatório, uma vez que os autores mostram que o “discurso oral é divergente, altamente flexível, e requer pequeno esforço de participantes enquanto eles exploram ideias coletivamente, mas o discurso escrito é convergente, mais focalizado, e demanda maior esforço cognitivo do escritor”. (CARVALHO *et. al.*, 2010, p. 63).

Apesar de todos os professores estarem cientes da importância das atividades experimentais no ensino de Física para todos os níveis de ensino, não é difícil encontrar alunos que nunca entraram em um laboratório didático. Entre os problemas enfrentados pelos professores na organização de atividades experimentais podemos destacar os mais frequentes: o tempo e o material experimental.

Nos currículos atuais, principalmente das escolas públicas, onde os professores contam com duas ou três aulas por semana, as atividades experimentais consomem um tempo

considerável, assim o professor precisa selecionar com muita clareza a experiência que será tratada como um laboratório investigativo. Essa deve ser uma experiência crucial para o desenvolvimento do conteúdo a ser ensinado, outros fenômenos podem ser tratados menos profundamente, utilizando aulas de demonstração, pois, quando bem conduzidas e engajando mentalmente os alunos, sempre podem ser eficientes e utilizam menos tempo.

O material que será utilizado para a realização da atividade experimental, deve ter um papel fundamental para promover o que os alunos vão observar e aprender. A complexidade ou a simplicidade, a novidade ou a familiaridade dos materiais do laboratório tornam-se um importante variável, que os professores precisam considerar para promover uma aprendizagem significativa.

A utilização de equipamentos e materiais de baixo custo, usados com frequência pelos alunos em seu cotidiano, pode ajuda-los no entendimento dos fenômenos e em suas aplicações. Por outro lado, é importante introduzir aos equipamentos e materiais mais sofisticados. Mas é preciso tomar cuidado quando o material necessário para uma experiência é de manipulação perigosa ou muito caro. Então é melhor que sejam manipulados, pelo professor em uma aula de demonstração.

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Nesta seção os estudos estão resumidos em um quadro, que traz artigos que apresentam relação com o trabalho, mas não em sua totalidade, com referência para a fundamentação das atividades propostas para o ensino médio e uma síntese dos trabalhos encontrados podem ser vistos a seguir.

Quadro 2: Artigos encontrados em pesquisa sobre a abordagem de estudo da dissertação.

(continua)

ARTIGO	FONTE	AUTORES	ANO	TÍTULO	OBJETIVO
1	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Muryel Pyetro Vidmar; Fábio da Purificação de Bastos; Ilse Abegg.	2014	Flexibilidade Cognitiva e hipermídia educacional na formação inicial de físico-educadores.	Investigar o desenvolvimento da TFC, estudos permeados por hiperâmias.
2	Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Juleane Boeira Michelena.	2008	Física Térmica: Uma abordagem histórica e experimental	Desenvolvimento de um material didático sobre física térmica com a abordagem histórica e experimental.
3	Biblioteca Anton Dakitsh	Ana Maura Moreira da Silva Ferreira; Fabiano Borges Nascimento.	2008	A história da ciência como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem da termologia.	Detectar as concepções prévias dos estudantes do Ensino Médio em relação aos conceitos de temperatura e calor.
4	Repositório do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF	Daniel Berg de Amorim Lima.	2015	Sequência didática para ensino de alguns conceitos de física térmica para alunos do ensino médio na modalidade EJA.	Elaborar, implementar e avaliar uma sequência didática, que busca otimizar o processo de ensino aprendizagem relacionado a alguns conceitos da física.
5	Dissertação de Mestrado – UFPR	Alysson Ramos Artuso.	2006	O uso de hiperâmia no ensino de física: possibilidades de uma aprendizagem significativa.	Analisar as possibilidades do uso de hiperâmias em busca de uma aprendizagem significativa.

Quadro 2: Artigos encontrados em pesquisa sobre a abordagem de estudo da dissertação.

(conclusão)

6	XI ESUD Congresso Brasileiro de Ensino Superior a distância	Alexandre dos Santos Oliveira; Francisco Fernandes Soares Neto.	2014	Flexibilidade Cognitiva como inovação metodológica na produção de materiais didáticos voltados ao ensino de física.	Utilização da TFC como ferramenta para autonomia e criticidade.
7	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Taís Rabetti Giannella; Míriam Struchiner	2010	Integração de tecnologias de informação e de comunicação no ensino de ciências e saúde: construção e aplicação de um modelo de análise de materiais educativos baseados na internet.	Relatar a construção de um modelo de análise de materiais educativos baseados na Internet para o ensino de ciências e saúde.
8	Revista Portuguesa de Educação	Ana Amélia Amorin Carvalho	2000	A representação do conhecimento segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva.	Mostrar de forma não linear como ocorre a transferência de conhecimento para novas situações.
9	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Fernanda Teresa Moro, Italo Gabriel Neide, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt	2016	Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio	Investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica.

Fonte: Autora (2018).

A seguir faremos uma breve apresentação dos principais pontos dos artigos destacados no quadro 1 e cujos aspectos contribuíram ou influenciaram essa proposta de trabalho.

Artigo 1, dos autores Vidmar, Bastos e Abegg (2014)

O artigo da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências traz a Flexibilidade Cognitiva e o uso de hiperlinks.

Tem como objetivo principal investigar a contribuição da hiperlink educacional como mediação tecnológica para o desenvolvimento de atividades de estudo e, conseqüentemente, para a compreensão dos conhecimentos abordados no ensino médio. Para

isso foi trabalhado a elaboração e análise de atividades de estudo hipermediáticas, estruturadas em consonância com a abordagem contida nos parâmetros curriculares nacionais. Todo o processo ocorreu juntamente com físicos-educadores em formação inicial, contribuindo assim para as futuras práticas escolares dos mesmos, no âmbito do ensino médio.

A obtenção dos dados envolveu os seguintes instrumentos: análise de documentos, questionários, e as ferramentas fórum, tarefa e *Wiki* do *Moodle*. No que diz respeito à TFC, a meta era investigar se os conhecimentos de Física aprendidos nas disciplinas anteriores seriam operacionalizados numa determinada situação-problema, porém os autores explicitam uma limitação desta abordagem de pesquisa o fato de que pressupõem que essa estratégia não permite avaliar plenamente o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva, mas apenas indícios de alguns conceitos da TFC.

Artigo 2, da autora Michelena (2008)

Nesta publicação do Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a autora propõe o desenvolvimento de um material didático sobre física térmica, com a abordagem histórica e experimental desta área da física. O material desenvolvido é constituído de seis módulos, sendo que em todos os módulos se faz a abordagem histórica do conteúdo e para cada conceito trabalhado são propostas atividades experimentais. O material foi desenvolvido de modo a estimular discussões entre os alunos e o professor, para promover a interação social e a troca de experiências na construção do conhecimento.

Artigo 3, dos autores Ferreira e Nascimento (2008)

Nesta publicação os autores, em seus estudos indicam que os estudantes possuem concepções acerca dos conceitos de temperatura e calor, e que muitas vezes, diferem das concepções aceitas cientificamente e que essas concepções interferem no processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos. Em alguns casos, as respostas dos estudantes se aproximam de explicações que já fizeram parte do conhecimento no passado. Este trabalho procurou contribuir para a prática pedagógica dos professores de Física do Ensino Médio no intuito de apresentar uma proposta para o ensino de Física, utilizando a História da Ciência como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem da Termologia.

Artigo 4, do autor Lima (2015)

Seu trabalho teve por objetivo a elaboração, implementação e avaliação de uma sequência didática, que busca otimizar o processo de ensino aprendizagem relacionado a alguns conceitos da Física. Destaca-se também pela aula prática a utilização de simulações virtuais, que visam inserir novas tecnologias de informação e comunicação no contexto educacional, bem como alternativas para atividades práticas no Ensino de Física. A busca por novas metodologias de ensino é fundamental para o avanço da educação. O resultado desta pesquisa aponta que o produto educacional ora desenvolvido favoreceu de forma positiva a inserção de novas metodologias que atendam as especificidades do público para o qual a sequência didática foi aplicada.

Artigo 5, do autor Artuso (2006)

O trabalho tem como principal objetivo analisar as possibilidades do uso da hipermídias, incluindo simulações, em busca de uma aprendizagem significativa. Ao longo da pesquisa, que foi dividida em três fases, nos encontros foi feito o uso da Internet, tal procedimento confirmou a hipótese de que o uso da Internet é capaz de modificar subsunçores, no sentido de que o subsunçor “força” que os alunos tinham foi ampliado e passou a se relacionar com mais situações do que antes da instrução. Os resultados sugerem que o uso da hipermídia em sala oferece e potencializa alguns perigos, mas também oportuniza inúmeras possibilidades.

Artigo 6, dos autores Oliveira e Neto (2014)

Neste artigo do Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, traz a abordagem da TFC como uma inovação metodológica na produção de materiais didáticos. Os autores trazem as travessias de paisagem relacionadas com a TFC pois estas podem emergir com diferentes focos, dependendo dos objetivos pedagógicos dos professores, desta forma o conhecimento trabalhado deve ser reconhecido e utilizado em diversas situações, dando ênfase ao trabalho voltado para busca de interrelações entre fenômenos e conceitos, no intuito de formar uma rede, por meio de várias fontes de conhecimento e de representações mentais, que possam servir para compreensão e resolução de determinado problema.

Artigo 7, das autoras Giannella e Struchiner (2010)

As autoras relatam estratégias de ensino-aprendizagem: aprender refletindo, aprender explorando, aprender fazendo, aprendizagem baseada em casos e aprendizagem incidental, neste contexto as autoras trazem as TIC como uma forma de subsidiar estudos baseados na internet para o ensino de Ciências e Saúde. Afirmam que materiais educativos baseados na internet, constituem-se em lentes por meio das quais podemos pesquisar e desenvolver conhecimento sobre o processo educativo. Isto porque, na construção destes materiais, os professores modelam suas abordagens pedagógicas, escolhendo estratégias de ensino-aprendizagem e atribuindo diferentes papéis as TIC.

Artigo 8, da autora Carvalho (2000)

Neste artigo a autora mostra a eficácia da aplicação da TFC, utilizando as travessias temáticas orientadas, a utilização de hipermídia ocasiona transferência de conhecimento para novas situações o que visa facilitar a forma de adquirir novos conhecimentos. Na TFC surge uma possibilidade de solucionar a dificuldade que os alunos têm em transferir conhecimento para novas situações. A autora ainda diz que a TFC é a capacidade que o sujeito tem de, perante uma situação nova, reestruturar o conhecimento para resolver a situação em causa.

Artigo 9, dos autores Moro, Neide e Rehfeldt (2016)

Nesta publicação do Caderno Brasileiro de Ensino de Física, os autores buscaram investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica, com o intuito de desenvolver o senso crítico do aluno frente aos experimentos. Destacam também que as atividades experimentais, reais e virtuais sendo uma possibilidade para envolver os alunos e motivá-los, bem como, uma alternativa para sair das aulas tradicionais centradas em quadro, giz e livros. Integrando tais atividades experimentais sejam elas reais ou virtuais, podem romper com o formalismo existente na estrutura curricular das escolas onde, os conteúdos estão listados de forma linear, sem idas e voltas. Portanto, a integração entre atividades experimentais e simulações computacionais pode contribuir para a aprendizagem significativa dos estudantes.

Com base nos estudos realizados, somente a utilização de ferramentas digitais, não

asseguram a melhoria e o sucesso dos processos de ensino e aprendizagem, nem a qualidade do conhecimento produzido. Por isso, é tão importante a ligação entre o ambiente de sala de aula e o ambiente digital, para que a aprendizagem não seja ilusória, nem pautada apenas nos processos de memorização.

Os estudos relacionados apresentados se aproximam da proposta deste trabalho, quando inserido o contexto histórico, abordagens experimentais ou virtuais, buscando o ensino da temática calor. Então, podemos considerar que a realização da experimentação e a utilização de recursos multimídia poderão permitir uma melhor aprendizagem de conceitos científicos sobre a temática de estudo.

4 METODOLOGIA

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver, implementar e avaliar uma sequência didática que promova indícios de aprendizagem sobre a temática Calor, oportunizando a participação dos alunos através de atividades experimentais, simulações e objetos virtuais de aprendizagem, com o intuito de agregar conhecimentos científicos ao cotidiano escolar, segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva.

4.1.2 Objetivos Específicos

1. Estruturar uma sequência didática segundo os princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva;
2. Desenvolver uma sequência didática para o ensino da temática (focando no contexto histórico do conceito de calor, conceitos de temperatura, equilíbrio térmico, calor, processos de propagação de casos e mudanças de estados físicos) com o uso de material didático digital, elaborado na forma de hipermídia para o ensino da temática Calor;
3. Proporcionar aos alunos a presença da temática envolvida no cotidiano, através da utilização das mídias digitais;
4. Utilizar a sequência didática também na forma de hipermídia, envolvendo experimentos, simulações, infográficos, vídeos, etc.;
5. Avaliar quantitativa e qualitativamente, a partir dos materiais oriundos da sequência didática e da hipermídia se estes promovem algum ganho na aprendizagem dos alunos nesta temática;
6. Elaborar uma produção educacional.

4.1.3 Objetivos de Ensino e Aprendizagem

No quadro 4 abaixo, serão descritos os recursos, os objetivos de ensino e seus respectivos objetivos de aprendizagem.

Quadro 4 – Relação entre recursos e objetivos de ensino e de aprendizagem das ações a serem realizadas.

Estratégia	Objetivo de Ensino	Objetivo de Aprendizagem
1. Aula expositiva, dialogada e experimental sobre as diferentes concepções de calor (calórico, flogístico e concepção atual) mediada por mídias digitais.	1A. Promover o conhecimento sobre o surgimento das diferentes concepções sobre a natureza do calor. 1B. Promover a apresentação do contexto histórico por trás de tais concepções, assim como apresentar a concepção atual.	1A. Construir um paralelo entre os experimentos sobre a teoria do calórico e teoria do flogístico. 1B. Reconhecer e diferenciar as particularidades de cada teoria. 1C. Compreender que ambas as concepções não estão de acordo com a concepção atual de calor.
2. Aula expositiva, dialogada e experimental sobre temperatura, equilíbrio térmico e calor, mediada por mídias digitais.	2A. Fornecer subsídios para que os alunos compreendam os conceitos de equilíbrio térmico, temperatura e calor.	2A. Relacionar a energia térmica com as energias de agitação média das partículas de um corpo e calor com a energia térmica em trânsito de um corpo para outro devido a diferença de temperatura entre eles.
3. Aula expositiva, dialogada e experimental sobre mecanismos de propagação, mediada por mídias digitais.	3A. Apresentar os diferentes mecanismos de propagação de calor (condução, convecção e irradiação).	3A. Identificar e diferenciar os mecanismos de propagação de calor. 3B. Identificar situações no cotidiano em que os mecanismos de propagação de calor estão presentes.
4. Aula expositiva, dialogada e experimental sobre mudanças de estados físicos, mediada por mídias digitais.	4A. Possibilitar ao aluno que compreenda os estados físicos da matéria e as mudanças de estados físicos.	4A. Reconhecer as diferenças entre os estados físicos da água e as propriedades de cada um. 4B. Reconhecer as mudanças de estado e as propriedades e as propriedades de cada um. 4C. Identificar situações no cotidiano em que as mudanças de estado estão presentes.

Fonte: Autora (2019).

No quadro a seguir serão descritas as relações entre os objetivos de aprendizagem e as atividades a serem realizadas.

Quadro 5 – Objetivos de aprendizagem e descrição das ações a serem realizadas.

Objetivos de Aprendizagem	Descrição das atividades a serem realizadas
1A	O aluno observará dois experimentos, o primeiro sobre a queima da palha de aço e o segundo sobre a dilatação térmica de uma seringa em recipientes com água com temperaturas diferentes, onde será observado o volume do gás contido na seringa em cada recipientes.
1B, 1C	Debate sobre as teorias do Flogístico e Calórico a fim de promover o aprendizado sobre essas concepções errôneas e aprofundar as discussões sobre os experimentos.
2A	Os alunos deverão fazer uma reflexão sobre o vídeo Calor – compartilhando energia a fim de promover uma solidificação entre os conceitos de calor e temperatura abordados no vídeo e na exposição que será feita pela professora.
3A, 3B	O aluno realizará experimentos sobre condução convecção e será apresentado a simulações sobre irradiação, feito isso os alunos serão apresentados a diferentes situações cotidianas a fim de identificar qual mecanismo de propagação mais se adequa.
4A, 4B	Observação de vídeos sobre os estados físicos da matéria a fim de apresentar o comportamento das partículas em cada estado e como ocorrem tais mudanças, por fim, será feita uma exposição sobre os temas para sanar quaisquer dúvidas que ainda possam restar.
4C	Os alunos serão apresentados a diferentes situações cotidianas através de <i>timelapse</i> a fim de identificar qual mudança de estado mais se adequa.

Fonte: Autora (2019).

A sequência didática teve por finalidade capacitar os alunos a:

- Compreender o conceito de calor;
- Diferenciar os conceitos de temperatura e calor, já que os alunos acreditavam ter o mesmo significado;
- Identificar a presença de conceitos científicos no cotidiano dos alunos;
- Reconhecer que a ciência é uma construção humana, através da apresentação de uma linha do tempo sobre a evolução do conceito de calor.

4.2 Estruturação da Sequência Didática

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi organizada uma sequência didática que conforme Oliveira (2013), em resumo, é um processo de sistematização do processo ensino aprendizagem e que adota os seguintes passos básicos: escolha de um tema (Calor), questionamentos para a problematização do assunto, planejamento dos conteúdos, objetivos de ensino e aprendizagem a serem alcançados e delimitação da sequência de atividades (material didático, cronograma, integração das atividades e etapas e avaliação das atividades).

A SD foi desenvolvida nos meses de agosto a outubro de 2018, e foi dividida em quatro etapas:

1. Contexto Histórico do Conceito de Calor;
2. Temperatura e Equilíbrio térmico;
3. Mecanismos de Propagação de Calor;
4. Mudanças de Estados Físicos.

Através da TFC construímos um material didático digital como ferramenta para a sequência didática, contendo uma estrutura de hipertexto, infográficos, experimentos e simulações, para trabalhar o conceito de Calor, (apresentação do assunto como um todo) de acordo com a teoria, desmembrando o assunto complexo em mini-casos, ligados entre si pelos temas que são diferentes visões do mesmo assunto.

Os casos e mini casos que foram construídos no site estão discriminados no quadro a seguir.

Quadro 6 – Casos e mini casos abordados no site.

CASOS	MINI CASOS
<p>CASO 1 Contexto Histórico do Conceito de Calor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria do Flogístico • Teoria do Calórico • Concepções modernas do conceito de calor
<p>CASO 2 Temperatura e Equilíbrio térmico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de temperatura • Definição de Calor • Equilíbrio Térmico
<p>CASO 3 Mecanismos de Transmissão de Calor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de transmissão de calor <ul style="list-style-type: none"> ▪ Condução ▪ Convecção ▪ Irradiação
<p>CASO 4 Mudanças de Estados Físicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estados físicos da matéria • Mudanças dos estados físicos • Exemplos Práticos sobre mudanças de estados físicos

Fonte: Autora (2018).

Os temas selecionados neste trabalho foram: abordagem histórica (AH), abordagem conceitual (AC), abordagem experimental (AE), abordagem simulacional (AS), abordagem microscópica (AM) e abordagem interdisciplinar (AI). No quadro a seguir pode ser visto a relação entre os casos, mini casos e os temas.

Quadro 7 – Relação entre os casos, mini casos e os temas.

CASOS	MINI CASOS	TEMAS
CASO 1 Contexto Histórico do Conceito de Calor	• Teoria do Flogístico	AH e AE
	• Teoria do Calórico	AH e AE
	• Concepções modernas do conceito de calor	AH e AC
CASO 2 Temperatura e Equilíbrio térmico	• Definição de temperatura	AC e AM
	• Definição de Calor	AS
	• Equilíbrio Térmico	AC e AS
CASO 3 Mecanismos de Transmissão de Calor	• Mecanismos de transmissão de calor <ul style="list-style-type: none"> ▪ Condução ▪ Convecção ▪ Irradiação 	AC e AE
CASO 4 Mudanças de Estados Físicos	• Estados físicos da matéria	AC e AS
	• Mudanças dos estados físicos da matéria	AC e AS
	• Exemplos Práticos sobre mudanças de estados físicos.	AC e AS

Fonte: Autora (2019).

Ao longo das aulas, foram realizados questionamentos para os alunos de forma que eles consultassem o material didático que foi disponibilizado para livre acesso durante o desenvolvimento da sequência didática, para que eles pudessem responder algumas perguntas que exigiam que eles fizessem a transposição do conhecimento teórico (oferecido pela professora) para outros contextos (ligados ao cotidiano), e dessa forma eles puderam demonstrar se a proposta de aprender segundo a TFC obteve sucesso ou não.

4.3 Abordagem Metodológica

A proposta de ensino deste trabalho, foi organizada de acordo com os princípios da

Teoria da Flexibilidade Cognitiva, que tem por objetivo promover o desenvolvimento do aluno capacitando a reestruturação do conhecimento para resolver novas situações com que se depara (Spiro e Jehng, 1990), com o uso de hipermídia pode-se apresentar o assunto de uma forma dinâmica e não-linear. Através da hipermídia o aluno pode transitar livremente através das informações, acessar diversos aspectos do mesmo tema, escolhendo até mesmo a ordem que deseja acessá-las (Jonassen *et. al*, 1993).

A metodologia utilizada para este trabalho consistiu numa pesquisa de intervenção pedagógica, que segundo Damiani *et. al* (2013), tem como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos, pois envolve o planejamento e a implementação de interferências (mudanças ou inovações pedagógicas) com o intuito de produzir melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que dela participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interações.

A pesquisa possuiu uma abordagem quantitativa e qualitativa. Os dados coletados das respostas dos pré e pós teste foram analisados quantitativamente, através do método do ganho na aprendizagem de Hake e as respostas dos questionários sobre as atividades experimentais foram analisados qualitativamente, através do método da Análise do Conteúdo (Bardin, 1977).

Após a coleta dos dados, foi feito o tratamento das respostas dos testes aplicados ao longo da sequência didática, com o objetivo de verificar se a aplicação da sequência didática e do uso de hipermídias surtiram efeitos na aprendizagem dos alunos, ou seja, se é possível promover um ganho na aprendizagem dos estudantes. O método proposto por Hake (2002), compara as respostas pré e pós aplicação da proposta didática e não depende dos saberes prévios do aluno, pois verifica apenas o quanto o desempenho do estudando foi alterado.

A fim de verificar se as alterações nos níveis de compreensão dos estudantes sobre o tema foram proporcionadas pela aplicação da proposta e não fruto do acaso e a validação dos resultados quantitativos através de testes estatísticos (Teste t de Student, por exemplo).

Richard R. Hake escreveu um artigo no qual ele fundamenta experimentalmente o método de avaliação da aprendizagem de estudantes em cursos introdutórios de ciências.

Baseado em enquetes realizadas em cursos de diversas instituições de ensino norte-americanas, um total de 62 disciplinas que envolveram 6542 estudantes, ele comparou desempenho de estudantes no tocante ao ganho médio normalizado (cuja fórmula descrevo a seguir) e a eficácia dessa metodologia para avaliar a aprendizagem. Segundo o trabalho de Hake:

[...] estudantes compreendem melhor um conceito se eles próprios o constroem, passo-a-passo, ao invés de serem informados sobre o que é e instruídos a simplesmente lembrar disso. Essa assim chamada aprendizagem ativa tornou-se uma estratégia popular para reformular todos os cursos introdutórios, pedindo aos estudantes que fizessem previsões sobre os resultados de uma situação hipotética por meio do compartilhamento de informações em laboratórios e em discussões (HAKE, 2002, p. 2).

Hake (2002) utiliza-se de uma equação simples que permite avaliar o quanto um estudante envolvido em atividades de aprendizagem com envolvimento interativo (EI) progrediu na compreensão daquele determinado tópico em particular, a vantagem de usar o ganho de aprendizagem é de comparar o aluno consigo mesmo. Essa equação calcula o ganho médio normalizado $\langle g \rangle$, o qual é definido como:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle \text{Ganho} \rangle}{\% \langle \text{Ganho} \rangle_{\max}} \quad \text{Ou} \quad \langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{pós-teste} \rangle) - (\% \langle \text{pré-teste} \rangle)}{100 - \% \langle \text{pré-teste} \rangle} \quad (1)$$

$\% \langle \text{Ganho} \rangle$ é a percentagem de aumento de acertos entre o pré-teste e o pós-teste.

$\% \langle \text{pré-teste} \rangle$ é a percentagem de acertos do aluno individual ou da turma toda no pré-teste.

$\% \langle \text{pós-teste} \rangle$ é a percentagem de acertos do aluno individual ou da turma toda no pós-teste.

Hake justifica essa metodologia de avaliação da aprendizagem com base em análise estatística com amostragem de participantes bastante elevada (6542 alunos). Ele calcula o fator de correlação entre $\langle g \rangle$ (Ganho) e $\% \langle \text{pré-teste} \rangle$ (conhecimentos prévios dos alunos).

Em seu artigo de 2002 ele obtém um fator de correlação de +0,02, um valor baixo representa que a metodologia é válida. Quando ele compara $\% \langle \text{pós-teste} \rangle$ com $\% \langle \text{pré-teste} \rangle$, o fator de correlação é +0,55. Comparando $\% \langle \text{Ganho} \rangle$ com $\% \langle \text{pré-teste} \rangle$ o fator de correlação é -0,49. Indicando que essas comparações possuem alta correlação entre si, impedindo o uso delas como indicativos de ganho na aprendizagem.

Assim, ele obtém uma justificativa experimental para utilizar $\langle g \rangle$ como uma medida comparativa da efetividade da proposta didática dentro de sala de aula.

O teste t (de Student) foi desenvolvido por Willian Sealy Gosset em 1908 que usou o pseudônimo “Student” em função da confidencialidade requerida por seu empregador (cervejaria Guinness) que considerava o uso de estatística na manutenção da qualidade como uma vantagem competitiva.

Possui diversas variações de aplicação, mas sempre há a limitação do mesmo teste t ser usado na comparação de duas (e somente duas) médias e as variações dizem respeito às hipóteses que são testadas. É o método mais utilizado para se avaliar as diferenças entre as

médias entre dois grupos. Por exemplo, pode ser usado para testar o efeito provocado por um programa de atividade física, ou o desempenho de alunos.

O teste t para média de uma amostra consiste em medir a probabilidade da média da amostra em questão ter apresentado o valor observado \bar{x} ou algo mais extremo, dada a média da população.

Para fins de cálculo entre duas amostras, com n_1 e n_2 sujeitos ($n_1 \neq n_2$), de médios e desvios padrão dados por \bar{x}_1 , σ_1 , \bar{x}_2 e σ_2 respectivamente, o valor de t é dado por:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sigma_t \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Nesta expressão, a quantidade σ_t é definida por:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Valores de **t** foram calculados, para níveis de significância de 0,05 e 0,01, para qualquer tamanho de amostra. Os estatísticos prepararam tabelas estatísticas destes valores **t** para todos os tamanhos das amostras sendo comparadas, de modo que, se soubermos quantos sujeitos existem em cada amostra podemos compará-las facilmente e determinar o valor **t** necessário para o nível de significância desejado (0,05 ou 0,01). Tabela desse tipo está exemplificada na Tabela 1.

Segundo Marconi e Lakatos (2009), destacam:

Via de regra, os graus de liberdade de uma estatística, objeto de cálculo, indicam o número de fatores (a partir dos quais a estatística é calculada que podem ser alterados independentemente, sem alterar o valor da estatística. Se a soma é fixada na equação, e todas, menos uma das variáveis são determinadas, também esta última variável estará determinada. Portanto, todas as variáveis menos uma são “livres”. Neste caso, portanto há dois graus de liberdade. Em geral, se há n variáveis, e uma equação que define a estatística, há $n - 1$ graus de liberdade. (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 209).

Tabela 1 – Tabela t para hipóteses unilaterais e bilaterais.

*g _i	<i>Nível de significância para hipótese unilateral</i>									
	.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
	<i>Nível de significância para hipótese bilateral</i>									
	.80	.50	.20	.10	.05	.02	.01	.005	.002	.001
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.326	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	.265	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.133	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

Fonte: Moreira (2011).

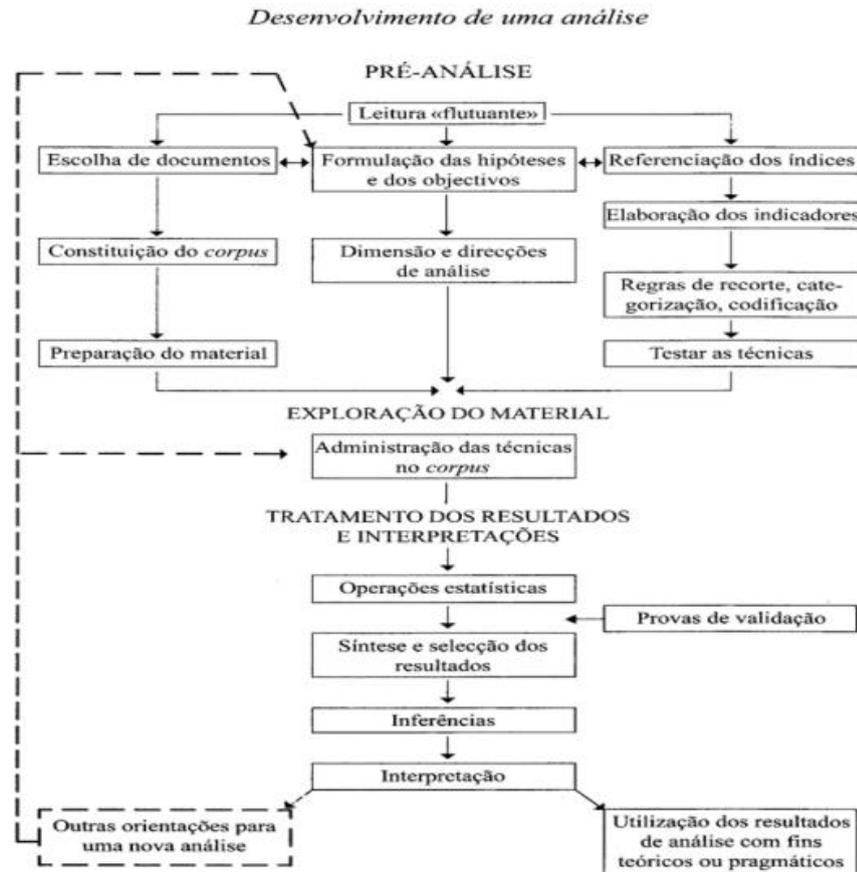
Os dados qualitativos foram tratados através da análise de conteúdo (AC) de Bardin, conhecida como análise temática ou categorial, que consiste no desmembramento do texto em unidades de significado. Nesta análise as unidades são agrupadas em categorias de acordo com o sentido da mensagem (Bardin, 1977), no caso desta pesquisa as categorias foram definidas a priori.

O método da AC, consiste em tratar a informação a partir de um roteiro específico,

iniciando com (a) pré-análise, na qual se escolhe os documentos, se formula hipóteses e objetivos para a pesquisa, (b) na exploração do material, na qual se aplicam as técnicas específicas segundo os objetivos e (c) no tratamento dos resultados e interpretações.

A figura 3 é um resumo esquemático das fases da pesquisa produzido por Bardin (1977) a respeito das fases que serão descritas a seguir.

Figura 3 – Fases da Análise de Conteúdo.



Fonte: Bardin (1977, p. 102).

A (a) pré-análise possui subfases descritas por Bardin (1977), sendo elas:

(i) Leitura flutuante: pode ser identificada como uma fase de organização, estabelece-se um esquema de trabalho que deve ser preciso, com procedimentos bem definidos, embora flexíveis.

(ii) Escolha dos documentos, obedecendo algumas regras;

a. Regra da exaustividade = deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada;

b. Regra da representatividade = a amostra deve representar o universo;

c. Regra da homogeneidade = os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por indivíduos semelhantes;

d. Regra da pertinência; os documentos precisam adaptar-se ao conteúdo e objetivo da pesquisa)

(iii) Formulação de hipóteses e dos objetivos;

(iv) Referenciação dos índices e a elaboração de indicadores;

(v) Preparação do material;

A fase (b) exploração do material consiste nas operações de codificação ou enumeração, em função de regras previamente formuladas. Nesta fase são escolhidas as unidades de codificação, adotando-se os seguintes procedimentos de codificação, classificação, sintático, léxico; expressivo e categorização. Com a unidade de codificação escolhida, o próximo passo será a classificação em blocos que expressem determinadas categorias, que confirmam ou modificam aquelas, presentes nas hipóteses, e referenciais teóricos inicialmente propostos. Assim, num movimento contínuo da teoria para os dados e vice-versa, as categorias vão se tornando cada vez mais claras e apropriadas aos propósitos do estudo.

A fase (c) tratamento dos resultados obtidos e interpretação liga os resultados obtidos ao escopo teórico, e permite avançar para conclusões que levem ao avanço da pesquisa. Com os resultados brutos, o pesquisador procurará torná-los significativos e válidos. Esta interpretação deverá ir além do conteúdo manifesto dos documentos, pois, interessa ao pesquisador o conteúdo latente, o sentido que se encontra por trás do imediatamente apreendido.

As respostas das fichas de atividades foram categorizadas a partir da correção conceitual. Três categorias foram utilizadas para classificar as respostas de acordo com suas mensagens: Adequada, Parcialmente adequada e Inadequada. A categoria Adequada foi atribuída às respostas conceitualmente corretas, a categoria parcialmente adequada foi atribuída às respostas em que havia algum equívoco conceitual, mas com indicação de que o aluno compreendeu conceitos inerentes as questões, ou ainda, para as respostas que estavam incompletas. A categoria Inadequada foi atribuída as respostas que não apresentaram menção a qualquer ideia relevante, ou ainda respostas deixadas em branco.

4.4 Sujeitos da Pesquisa

A intervenção e a pesquisa foram realizadas na Escola Estadual de Ensino Médio Professor Leopoldo Maieron – CAIC, localizada na Avenida Tupy Silveira, 3298, no bairro São Jorge, no município de Bagé, RS.

Figura 4 – Vista externa da escola.



Fonte: Autora (2018).

A escola oferece alguns projetos e programas aos alunos e comunidade, como o Projeto Meio Ambiente, Programa Escola Aberta para Cidadania e Programa “Tempo Integral”. Os programas e projetos desenvolvidos na escola proporcionam uma boa relação entre alunos, professores e equipe diretiva, relação está baseada no diálogo, além de proporcionar atividades que contribuam na construção e fortalecimento de valores capazes de mudar o comportamento dos alunos na comunidade.

A pesquisa foi realizada somente com uma turma do 2º ano do ensino médio, no turno da manhã, que possui em média dezenove alunos, destes quatro alunos moram na zona rural da cidade, e muitas vezes encontram dificuldades para frequentarem as aulas devido ao transporte escolar, possuem idade média de 16 anos, a escolha desta turma deve-se pelo fato da temática da pesquisa ser trabalhada somente no 2º ano do ensino médio.

As atividades aconteceram durante o período das aulas de Física, totalizando 15 encontros, na turma que foi gentilmente cedida pelo professor titular da turma.

4.5 Instrumentos de Coletas de Dados

Primeiramente, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue aos pais dos estudantes a fim de obter a autorização para a realização da pesquisa, bem como um documento solicitando a participação voluntária dos mesmos nesse processo de pesquisa (APÊNDICE A).

Um questionário foi elaborado como instrumento de coleta de dados (ICD), para a posterior análise estatística segundo o método de Hake (2002) sobre a temática Calor. Esses questionários tiveram perguntas fechadas de múltipla escolha, versando sobre os diferentes mini-casos (miniunidades didáticas) referentes aos diferentes casos (unidades didáticas segundo a TFC) e foram aplicados antes e após cada Caso da SD que foi desenvolvida em sala

de aula.

Questionários com perguntas abertas, também foram utilizados como ICD, e foram aplicados em aulas com atividades experimentais, para posterior análise segundo a análise de conteúdo de Bardin (1977).

Para Cervo *et al.* (2006), o questionário é a forma mais usada para a coleta de dados porque através deste instrumento mede-se o que deseja. As questões de múltipla escolha são de fácil aplicação e simples de codificar e analisar. As perguntas abertas possibilitam recolher informações mais ricas e variadas, porém são analisadas e codificadas com mais dificuldades.

Para fins de proteção dos estudantes, os questionários não foram identificados por nome, apenas por um sistema de codificação desenvolvido previamente.

Após a coleta dos dados, procedeu-se ao tratamento das respostas dos pré-testes e pós testes (analisados quantitativamente) e das respostas dos questionários abertos (analisados qualitativamente) que foram aplicados na SD. Verificamos se a utilização de experimentos e da hipermídia surtiu efeito no ganho em aprendizagem da turma.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento da SD, foram analisadas diversas produções dos alunos bem como as suas atitudes diante de diferentes perspectivas sobre o mesmo conteúdo, neste caso, a temática calor. Foram analisados o processo de aprendizagem com os pré-testes e pós-testes e com questões abertas referentes as atividades trabalhadas ao longo da SD.

Inicialmente faremos um relato da SD (seção 5.1), descrição do diário das atividades (seção 5.2), análise da intervenção pedagógica (seção 5.3).

5.1 Relato da Sequência Didática

A SD aconteceu nos meses de agosto a outubro de 2018, iniciando logo após o retorno do recesso escolar. A proposta foi desenvolvida na componente curricular de Física, que possui dois períodos semanais, totalizando 19 horas/aula.

Inicialmente foi entregue aos alunos o TCLE (APÊNDICE A) e após a entrega dos termos, foi realizada uma conversa com os alunos explicando a importância deste trabalho e a “Aula Inaugural” foi realizada, com apresentação do site e exploração do mesmo com o objetivo de explicar aos alunos que eles teriam livre acesso ao site e teria também alguns momentos em que eles fariam testes sobre os temas propostos. E ao longo das demais aulas foi implementada a SD.

Foi aplicado para cada caso (Contexto Histórico do conceito de calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico, Processos de Propagação de Calor e Mudanças de Estados Físicos) um teste de conhecimentos prévios, com questões fechadas sobre os mini casos, e após algumas aulas o mesmo teste foi reaplicado para posterior análise de dados.

O quadro abaixo mostra uma síntese das atividades realizadas durante esta intervenção pedagógica.

Quadro 8 – Síntese das atividades realizadas nesta SD.

CASOS	AULAS
1º Caso: Contexto Histórico do Conceito de Calor	<p>1ª aula: Apresentação da proposta e exploração do site. (1hora/aula).</p> <p>2ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 1 e apresentação da linha do tempo do conceito de calor. (1hora/aula).</p> <p>3ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre a teoria do Flogístico e Teoria do Calórico. (1hora/aula).</p> <p>4ª aula: Aula prática, teoria do Flogístico e teoria do calórico, aplicação do pós-teste do caso 1. (2horas/aula).</p>
2º Caso: Temperatura e Equilíbrio Térmico	<p>5ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 2. (1hora/aula).</p> <p>6ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre equilíbrio térmico, sensação térmica, temperatura, calor e simulações sobre temperatura e sensação térmica. (2horas/aula).</p> <p>7ª aula: Aula prática sobre sensação térmica. (1hora/aula).</p> <p>8ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 2. (1hora/aula).</p>
3º Caso: Mecanismos de Propagação de Calor	<p>9ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 3. (1hora/aula).</p> <p>10ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre condutores térmicos, isolantes térmicos, mecanismos de propagação de calor e simulações. (2horas/aula).</p> <p>11ª aula: Aula prática sobre os processos de propagação de calor. (2horas/aula).</p> <p>12ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 3. (1hora/aula).</p>
4º Caso: Mudanças de Estados Físicos	<p>13ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 4. (1hora/aula).</p> <p>14ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre estados físicos, mudanças de estados físicos e timelapses. (2horas/aula).</p> <p>15ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 4. (1hora/aula).</p>

Fonte: Autora (2019).

5.2 Diário das Atividades

Nesta seção, serão descritas as aulas e as atividades realizadas ao longo da SD.

5.2.1 Descrição Das Aulas

- **CASO 1**

1ª aula: Apresentação da proposta e exploração do site. (1hora/aula).

A sequência didática teve início no dia 02/08/2018, com a apresentação da proposta a ser desenvolvida, os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Como eu não era a professora titular da turma, tive que realizar um momento de apresentação e esclarecimento das possíveis dúvidas, logo após expliquei a eles que ao longo do trabalho precisariam responder testes sobre os assuntos que seriam trabalhados, com isso logo surgiram as preocupações com o erro, em não saber responder as perguntas, ficaram preocupados também se valeria nota todos esses testes. A turma estava calma e atenta a todas as informações, mas notei que tinha um pequeno grupo desinteressado e muito preocupado com o erro. Posteriormente o site foi mostrado aos alunos, onde eles puderam explorar e fazer questionamentos principalmente sobre o que era uma simulação.

2ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 1 e apresentação da linha do tempo do conceito de calor. (1hora/aula).

Nesta aula havia uma preocupação muito grande por parte dos alunos, por não saberem as respostas do teste que iriam responder logo em seguida, foi perguntado diversas vezes se seria atribuído nota ao teste e o que seria feito caso as notas fossem baixas, novamente expliquei que o teste tinha como objetivo apenas levantar o conhecimento prévio deles com relação ao assunto que seria abordado nas próximas.

O teste basicamente continha três perguntas fechadas, conforme pode ser visto no Apêndice B. Para minha surpresa, não houve resistência de nenhum aluno em responder o teste, mesmo com toda a preocupação com o erro e com as notas. Logo em seguida foi distribuído aos alunos uma linha do tempo do conceito de calor (da antiguidade até os dias atuais), que pode ser visto no Apêndice C.

3ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre a teoria do Flogístico e Teoria do Calórico. (1hora/aula).

Posteriormente a aplicação do pré-teste do caso 1, com o auxílio de slides em *PowerPoint* (Apêndice D), na qual foi abordada a evolução do conceito de calor. A apresentação do contexto histórico despertou o interesse dos alunos por desconhecerem tal evolução e fizeram vários questionamentos, como por exemplo: Como eram testadas cada teoria e o que faziam quando algum conceito era refutado? Como se sabe das teorias mais antigas?

O motivo das teorias obsoletas terem sido aceitas por tanto tempo? Um pequeno grupo de alunos chegou a constar que as teorias do Flogístico e do Calórico faziam sentido, mas acabaram chegando à conclusão que eram teorias errôneas, ao final da aula, uma pequena

mudança já era visível na turma, pois já demonstravam estar interessados nas próximas atividades.

4ª aula: Aula prática, teoria do Flogístico e teoria do Calórico, aplicação do pós-teste do caso 1. (2horas/aula).

Em sala de aula, foram realizadas duas atividades práticas sobre as Teorias do Flogístico e do Calórico, com o objetivo de fornecer subsídios para os alunos compreenderem que ambas as teorias não estão de acordo com a concepção atual de calor.

No início da aula os alunos receberam um material de apoio com o contexto histórico da teoria do Flogístico e da Teoria do Calórico e com questões a serem respondidas ao longo da atividade (Apêndice E e Apêndice F).

A. Atividade prática 1: Teoria do Flogístico

* Materiais utilizados: Palha de aço, recipiente de vidro, isqueiro e balança.

Inicialmente um aluno mediu a massa da palha de aço, após a queima da palha de aço outro aluno voluntário realizou novamente a medida, e para a surpresa dos alunos a massa da palha de aço havia aumentado, o que gerou um grande espaço de debate pois começaram a especular o porquê de isto ter acontecido. Em um dado momento um aluno citou o exemplo da vela que precisa de oxigênio para queimar e quando é colocado um copo sobre ela a vela apaga e se a teoria do flogístico fosse certa, esses dois fatos não fariam sentido, após um amplo debate os alunos perceberam que era uma teoria obsoleta.

B. Atividade prática 2: Teoria do Calórico

* Materiais utilizados: Seringas descartáveis, recipiente com água fria, recipiente com água quente.

Inicialmente um aluno verificou o volume inicial do êmbolo da seringa, em seguida a seringa foi mergulhada em um recipiente com água quente, e posteriormente foi mergulhada no recipiente com água fria. Constataram que ao ser mergulhada na água quente o volume aumentava e na água fria o volume diminuía. Uma aluna perguntou se era o mesmo que acontecia com os trilhos em dias quentes que o tamanho aumentava? Um outro aluno questionou: “A teoria do calórico fala que haveria uma troca de fluido, do corpo mais quente, para o mais frio, mas não explica porque diminuía o volume”. Sendo assim, concluíram que a teoria não explicava tudo.

Após vários questionamentos dos alunos e explicações os alunos compreenderam que ambas as teorias eram obsoletas e que não podiam explicar tais fenômenos. Ao final das atividades práticas os alunos realizaram o pós-teste do caso 1, encerrando assim a primeira etapa da SD.

- **CASO 2**

5ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 2. (1hora/aula).

Nesta aula foi aplicado ao pré-teste do caso 2, o teste continha dezessete questões fechadas, conforme pode ser visto no Apêndice G, as questões abordaram os seguintes conceitos: calor, equilíbrio térmico, temperatura e sensação térmica, em diferentes situações cotidianas.

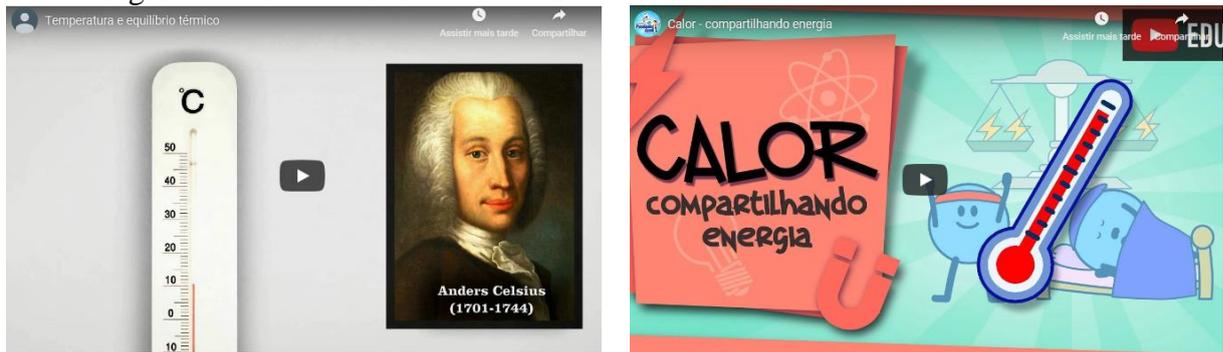
Ao final da aplicação do pré-teste questionei aos alunos, sobre o que eles sabiam/entendiam sobre os conceitos citados acima, e pude perceber que os alunos confundiam os conceitos de calor e temperatura, acreditavam ter o mesmo significado.

6ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre equilíbrio térmico, sensação térmica, temperatura, calor e simulações sobre temperatura e sensação térmica. (2horas/aula).

Sucessivamente a aplicação do pré-teste, foi introduzido o caso 2 assunto: Temperatura e Equilíbrio Térmico, inicialmente questionei os alunos oralmente sobre suas concepções sobre: equilíbrio térmico, temperatura, calor e sensação térmica. Com o auxílio do *PowerPoint* (APÊNDICE H), foram trabalhados os tópicos listados acima, no qual priorizou-se reconhecimento e diferenciação de cada conceito, através de vídeos e simulações.

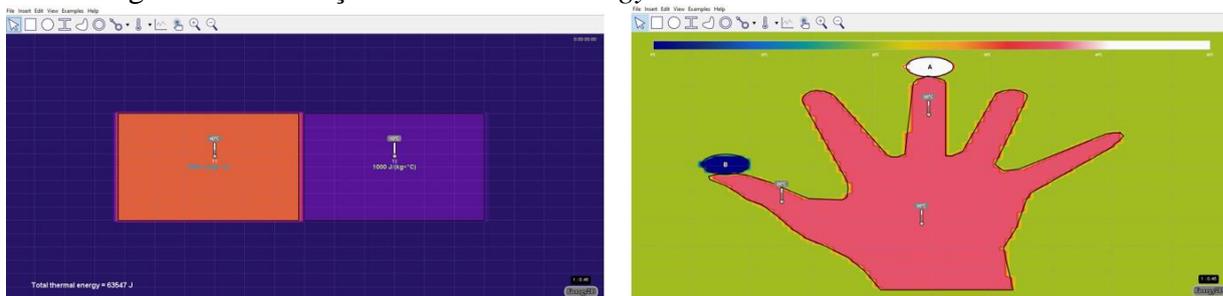
Foram mostrados dois vídeos (Figura 5), o primeiro sobre equilíbrio térmico e o segundo sobre calor, que estão hospedados no site e também duas simulações do software *Energy2D* (Figura 6), que podem ser baixadas diretamente do site <https://calor2018.weebly.com/mecanismos-de-propagaccedilatildeo-de-calor> na aba Mecanismos de Propagação de Calor, sendo a primeira sobre equilíbrio térmico e a segunda sobre sensação térmica, as simulações estavam disponíveis no site, então durante a aula eles podiam baixar e explorar. Segundo relatos dos alunos, eles não sabiam o que era uma simulação e nunca tinham trabalhado com uma, ao longo da apresentação dos conteúdos os alunos a todo momento faziam questionamentos sobre as diferenças entre os conceitos.

Figura 5 – Vídeos exibidos aos alunos do caso 2.



Fonte: Autora (2019).

Figura 6 – Simulações do software *Energy2D* do caso 2.



Fonte: Autora (2019).

Aos poucos os alunos iam discutindo entre eles, apresentando exemplos sobre o assunto trabalhado, e assim a timidez inicial dos alunos foi se dissipando. No final da aula os alunos pediram para que fossem feitas mais atividades como essa, pois facilitava a aprendizagem.

7ª aula: Aula prática sobre sensação térmica. (1hora/aula).

Em sala de aula, foi realizada uma atividade prática sobre sensação térmica, com o objetivo de que os alunos compreendessem que temperatura e sensação térmica são conceitos distintos, pois um tem a ver com o estado de agitação das partículas podendo ser medido e o outro com a percepção que temos de um sistema.

No início da aula os alunos receberam um material de apoio sobre a atividade e com questões a serem respondidas ao longo da atividade (Apêndice I).

* Materiais utilizados: Três recipientes; água fria, água morna e água quente.

A atividade consistia em: Encher os três recipientes, um com água fria, outro com água morna e outro com água quente (tomando o cuidado para a água não estar muito quente para não queimar). Uma aluna colocou uma mão na água fria e outra mão na água quente e aguardou uns instantes a seguir colocou ambas as mãos na bacia com água morna. E foi pedido que relatasse o que sentia. Ela relatou que mesmo as mãos estão mergulhadas no

mesmo recipiente, portanto a água está à mesma temperatura, mas o que se sente não é igual em ambas as mãos, uma parece estar mais fria que a outra.

Feito isso, mais alunos realizaram a atividade, dividiram-se em pequenos grupos para discutir o que estava ocorrendo, alguns instantes depois os alunos chegaram a seguinte conclusão: Quando colocamos a mãos na água morna, tinham sensações diferentes em cada mão, mas não podiam dizer nada quanto a temperatura da água. Quando questionados se os conceitos de temperatura e sensação térmica possuíam o mesmo significado afirmaram que não, pois a sensação térmica como o próprio nome já diz é uma sensação, não é uma medida precisa, e temperatura não tem como saber seu valor, só com um termômetro.

8ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 2. (1hora/aula).

Nesta aula foi aplicado ao pós-teste do caso 2, o teste continha as mesmas dezessete questões fechadas do pré-teste aplicado na 5ª aula. Ao final da aplicação do pós-teste, quando questionados os alunos conseguiram fazer relações com os conceitos abordados com fenômenos do cotidiano e alguns alunos destacaram que quando fizeram o pré-teste não conseguiam distinguir os conceitos e que agora era mais fácil, pois conseguiam enxergar a física em algumas situações do dia a dia.

- **CASO 3**

9ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 3. (1hora/aula).

Nesta aula foi aplicado ao pré-teste do caso 3, o teste continha cinco questões fechadas, conforme pode ser visto no Apêndice J, as questões abordaram sobre condutores e isolantes térmicos e os mecanismos de propagação de calor.

Ao final da aplicação do pré-teste os alunos dividiram-se em grupos para discutir sobre os assuntos do pré-teste, neste momento da SD, os alunos já não tinham mais a preocupação com o erro, estavam muito empolgados com o andamento da SD, inclusive trazendo exemplos ou fenômenos para serem discutidos na sala de aula.

10ª aula: Aula expositiva-dialogada sobre condutores térmicos, isolantes térmicos e mecanismos de propagação de calor. (2 horas/aula).

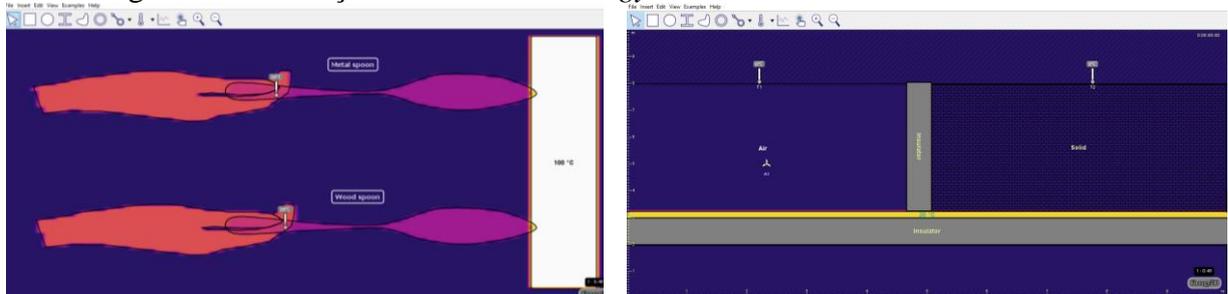
Com o auxílio do *PowerPoint* (APÊNDICE K), foram trabalhados os tópicos da aula (condutores térmicos, isolantes térmicos e mecanismos de propagação de calor), quando começamos a discutir sobre condutores e isolantes térmicos, os alunos fizeram analogia com os condutores e isolantes elétricos perguntando se era o mesmo princípio, já que condutores elétricos facilitam a passagem da eletricidade, então os condutores térmicos facilitam a

passagem do calor, e os isolantes térmicos dificultavam a passagem do calor.

Quando perguntados se sabiam de algum exemplo do dia a dia sobre condutores e isolantes térmicos, uma aluna citou o exemplo: “Quando estamos preparando um alimento em uma panela é mais fácil de mexer nos alimentos com uma colher de madeira do que com uma colher de metal, porque a colher de metal aquece muito rápido e a colher de madeira não.”

Dando continuidade à aula e abordando sobre os mecanismos de propagação de calor, trabalhamos os diferentes mecanismos, com os alunos trazendo os exemplos de cada um dos mecanismos. Trabalhamos também duas simulações do *Energy2D* (Figura 7), sendo uma sobre condução térmica e a outra sobre convecção térmica, e para minha surpresa oito alunos já tinha testado em casa.

Figura 7 – Simulações do software *Energy2D* do caso 3.



Fonte: Autora (2019).

Ao final da aula os alunos já tinham conseguido relacionar os mecanismos de propagação de calor com fatos do cotidiano, como funcionamento da geladeira e do ar condicionado, aquecimento da Terra através do sol entre outros.

11ª aula: Aula prática sobre os processos de propagação de calor. (2horas/aula).

Nesta foram realizadas duas atividades práticas sobre condução térmica, com o objetivo de compreender a condução térmica como um processo de transferência de calor em que as partículas de uma região com maior temperatura transferem sua agitação térmica para as partículas de uma região vizinha com temperatura inferior, e sobre convecção térmica, com o objetivo de compreender que a convecção é um processo caracterizado pelo movimento de massas de um fluido e tem sua origem nas diferenças de densidade no interior do fluido provocadas, especialmente, por meio de calor.

No início da aula os alunos receberam um material de apoio com questões a serem respondidas ao longo da atividade sobre condução térmica (Apêndice L) e convecção térmica (Apêndice M).

A. Atividade prática 1: Condução térmica

* Materiais utilizados: Uma barra metálica, um palito de madeira, uma vela, duas latas de refrigerante, seis pregos, uma caixa de fósforos, um alicate e papel alumínio.

Figura 8 – Montagem do experimento condução térmica.



Fonte: Autora (2019).

Primeiramente as velas foram acesas e os alunos ficaram observando o que iria acontecer, dois alunos quando questionados disseram que os pregos se soltariam ao mesmo tempo tanto na lata com a barra de ferro quanto no palito de madeira, mas antes mesmo que eu fizesse algum comentário, uma aluna disse: “Isso não pode acontecer porque os materiais eram diferentes e por causa disso o calor se propaga de formas diferentes”. Fato esse que foi observado pelos alunos logo depois, feito isso eles responderam as questões do material de apoio.

B. Atividade prática 1: Condução térmica

* Materiais utilizados: Duas latas de alumínio (latas de achocolatado), dois pedaços de tubos de alumínio de 30 centímetros de comprimento, um ebulidor, massa epóxi, uma rolha de borracha (ou cortiça) do diâmetro dos tubos de alumínio.

Figura 9 – Montagem do experimento convecção térmica.



Fonte: Autora (2019).

Uma das extremidades dos tubos foi fechada com uma rolha, e na outra extremidade foi colocado um ebulidor para aquecer a água contida no interior das latas, alguns instantes depois o ebulidor foi desligado e retirado assim como a rolha, feito isso os alunos observaram o ocorrido e novamente ficaram surpresos, fazendo perguntas e envolvidos em preencher adequadamente as questões do material de apoio. A aula terminou com os alunos pedindo para serem levados mais experimentos e simulações.

12ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 3. (1hora/aula).

Nesta aula foi aplicado ao pós-teste do caso 3, o teste continha as mesmas cinco questões fechadas do pré-teste aplicado na 9ª aula. Ao final da aplicação do pós-teste, quando questionados os alunos conseguiram fazer relações com os conceitos abordados com fenômenos do cotidiano, salientando antes da SD era difícil para eles conseguirem levar a física vista em sala de aula para o dia a dia.

- **CASO 4**

13ª aula: Aplicação do pré-teste do caso 4. (1hora/aula).

Nesta aula foi aplicado ao pré-teste do caso 4, o teste continha oito questões fechadas, conforme pode ser visto no Apêndice N, as questões abordaram as mudanças de estados físicos e exemplos do cotidiano associada as mudanças de estados físicos.

Ao final da aplicação do pré-teste os alunos dividiram-se em grupos para discutir sobre os assuntos do pré-teste, e relataram que já tinham uma ideia sobre os estados físicos e as mudanças de estados, mas sem saber ao certo o nome de cada mudança.

14ª aula: Aula expositiva sobre estados físicos, mudanças de estados físicos e timelapses. (2horas/aula).

Com o auxílio do *PowerPoint* (APÊNDICE O), foram trabalhados os tópicos da aula (estados físicos e mudanças dos estados físicos), além de dois vídeos o primeiro sobre estados físicos e o segundo sobre as mudanças de estados físicos, foi entregue também uma ficha de atividades (Apêndice P). Quando começamos a discutir sobre estados físicos os alunos tinham bem claro o nome de cada um dos estados físicos, mas com relação as mudanças de estados físicos os alunos tinham muitas dúvidas e dificuldade em compreender as diferenças entre tais mudanças, para exemplificar tais mudanças de estados físicos trabalhamos duas *timelapses*, que podem ser acessadas diretamente do site <https://calor2018.weebly.com/mudancedilas-de-estados-fiacutesicos>, na aba Mudanças de Estados Físicos, a primeira é a passagem de sólido-líquido e a segunda passagem de líquido-vapor/sólido-líquido, após isso os alunos preencheram uma ficha de atividades sobre as mudanças de estados. E a aula foi finalizada com várias discussões sobre os assuntos da aula, relações com o cotidiano e esclarecimentos de possíveis dúvidas que ainda existiam.

15ª aula: Aplicação do pós-teste do caso 4. (1hora/aula).

Nesta aula foi aplicado ao pós-teste do caso 4, o teste continha as mesmas cinco questões fechadas do pré-teste aplicado na 13ª aula. Ao final da aplicação do pós-teste, os alunos relataram que aos poucos foi ficando mais fácil fazer os testes e que inicialmente tinham medo do erro, foi feito também uma retomada dos tópicos vistos ao longo de toda SD, até mesmo os conteúdos que foram trabalhados a mais tempo, os alunos conseguiram salientar os aspectos mais importantes e relacionar com os exemplos do dia a dia.

5.3 Análise da Intervenção Pedagógica

5.3.1 Análise Quantitativa

Para a obtenção de dados quantitativos para posterior validação estatística e análise pelo método do ganho na aprendizagem, elaborou-se quatro instrumentos de coleta de dados na forma de questionário fechado com perguntas de múltipla escolha (Apêndices B, G, J e N). O primeiro questionário compreendia questões sobre a Teoria do Flogístico, Teoria do Calórico e concepção atual do conceito de calor, referente ao caso 1. O segundo questionário compreendia questões sobre equilíbrio térmico, calor e temperatura em diferentes contextos, referente ao caso 2, o terceiro questionário continha questões sobre os processos de propagação de calor, referente ao caso 3 e o último questionário possuía questões sobre os estados físicos da matéria e suas mudanças, referente ao caso 4. Antes da aplicação de cada caso da sequência didática, aplicaram-se os instrumentos a título de pré-teste, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre cada um dos casos, esses mesmos testes foram aplicados após a aplicação da sequência de aulas de cada caso.

No quadro 9 pode ser visto a evolução do desempenho dos estudantes entre os pré e pós-teste na forma de médias, desvios-padrão e nível de significância segundo o teste estatístico *t* de Student.

Quadro 9 – Evolução do desempenho dos alunos entre o pré e o pós-teste.

Média geral	9
Desvio padrão geral	2,96
Desvio padrão geral da média	0,67
Média geral do pré-teste	13,16
Desvio padrão geral do pré-teste	4,09
Desvio padrão geral do pré-teste da média	0,94
Média geral do pós-teste	22,16
Desvio padrão geral do pós-teste	3,96
Desvio padrão geral do pós-teste da média	0,91
Nível de significância estatística entre as médias do pré e pós teste	Menor que 0,01 ($t = 13,24$) t -crítico = 3,9216

Fonte: Autora (2018).

A média geral e o respectivo desvio-padrão ($9 \pm 2,96$) indica que, na média, os alunos acertaram 9 questões de um total de 30. Considerando esses valores, o número de acertos ficou entre 7 e 12 questões.

Considerando a média geral do pré-teste e o respectivo desvio padrão ($13,16 \pm 4,09$), os estudantes acertaram aproximadamente entre 9 a 17 questões.

Considerando a média geral do pós-teste e o respectivo desvio padrão ($22,16 \pm 3,96$), os estudantes acertaram aproximadamente entre 18 a 26 questões.

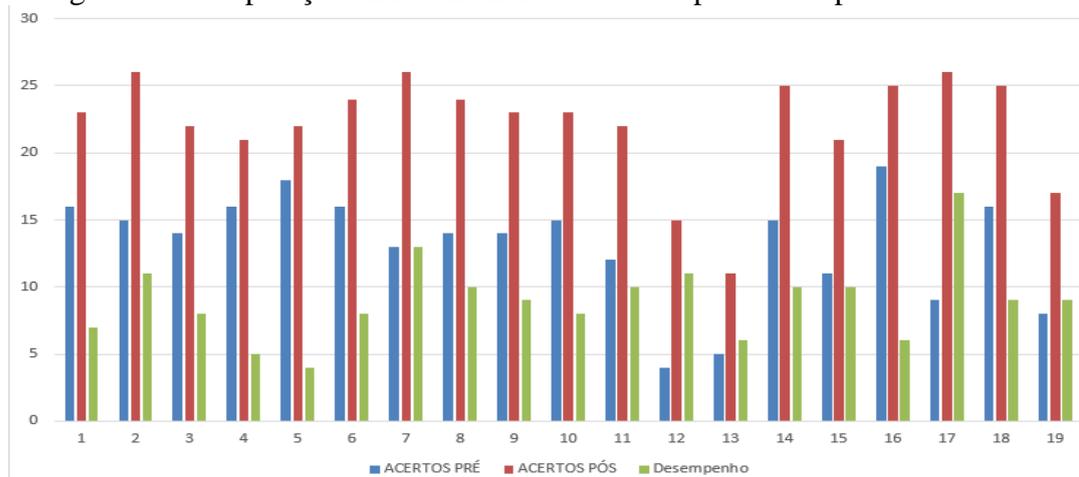
Considera-se que é um fato de grande importância o nível de significância estatística entre as médias dos pré e pós-teste ser menor que 0,01, valor encontrado em uma tabela de valores de teste- t de Student. Esse nível de significância indica que a probabilidade de as alterações no ganho (desempenho dos estudantes ao responder as perguntas do pré e pós-teste) tenham ocorrido por acaso é menor que 1%.

Calculamos o valor de t para realizar o Teste estatístico t de Student (que é obtido dividindo-se o desempenho médio pelo desvio padrão da média. O desempenho é calculado fazendo-se a diferença entre o número de acertos pós e pré-teste, e o desempenho médio pela média aritmética destes valores). Obteve-se o valor $t = 13,24$. Buscando o valor de t -crítico para $(N-1)$ participantes da pesquisa, (18 indivíduos), encontramos o valor de $t_{\text{crítico}} = 3,9216$. O que significa que com o resultado obtido de $t = 13,24 > t_{\text{crítico}} (3,9216)$ nos dá 99% de certeza de que o ganho na aprendizagem que obtivemos não é por acaso ou que a chance de que isso ocorreu por acaso é menor que 1%.

As questões escolhidas para os testes foram retiradas, em sua maioria, de vestibulares de diferentes universidades do país. Ou seja, são questões com nível de exigência de médio para alto, o que torna os resultados bastante satisfatórios.

A Figura 10 apresenta uma comparação entre o número de acertos pré-teste e pós-teste de cada um dos 19 alunos participantes dessa pesquisa, os quais responderam um total de 30 questões no pré-teste e 30 questões no pós-teste e o desempenho de cada aluno. Observando o gráfico de barras, pode-se perceber que todos os estudantes apresentaram um melhor desempenho após a aplicação da sequência didática (barras em vermelho).

Figura 10: Comparação entre o número de acertos pré-teste e pós-teste.



Fonte: Autora (2018).

Legenda: As barras azuis representam o número de acertos de cada estudante no pré-teste, as barras vermelhas representam o número de acertos de cada estudante no pós-teste e as barras verdes representam o desempenho de cada estudante

No quadro 10 (abaixo), calculamos o percentual do rendimento nos pré e pós-teste, bem como a diferença de desempenho entre esses mesmos dois testes. Este quadro é para estratificar os alunos por faixas de desempenho e também a respeito da compreensão do tema.

Quadro 10 – Desempenho = % (acertos pós) - % (acertos pré)

ALUNO	%ACERTOS PRÈ-TESTE	%ACERTOS PÒS-TESTE	DESEMPENHO
1	53,33%	76,67%	23,33%
2	50,00%	86,67%	36,67%
3	46,67%	73,33%	26,67%
4	53,33%	70,00%	16,67%
5	60,00%	73,33%	13,33%
6	53,33%	80,00%	26,67%
7	43,33%	86,67%	43,33%
8	46,67%	80,00%	33,33%
9	46,67%	76,67%	30,00%
10	50,00%	76,67%	26,67%
11	40,00%	73,33%	33,33%
12	13,33%	50,00%	36,67%
13	16,67%	36,67%	20,00%
14	50,00%	83,33%	33,33%
15	36,67%	70,00%	33,33%
16	63,33%	83,33%	20,00%
17	30,00%	86,67%	56,67%
18	53,33%	83,33%	30,00%
19	26,67%	56,67%	30,00%

Fonte: Autora (2019).

Oito alunos (1, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 16), apresentaram desempenho abaixo de 30%, nove alunos (2, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19) apresentaram desempenho maior ou igual a 30% e menor que 40% e dois alunos (7, 17) com desempenho maior que 40%. Considerando os estudantes com melhora no desempenho superior a 30%, obtemos um total de 11 alunos, totalizando 57,9% da turma. Esse curto estudo comparativo mostra que a aplicação da SD surtiu um efeito positivo sobre a aprendizagem dos estudantes, visto que todos os participantes da pesquisa tiveram algum incremento no desempenho entre o pré e o pós-teste.

Para melhor compreender o crescimento nos resultados dos alunos, realizamos um outro tipo de análise quantitativa, o método do ganho na aprendizagem tal como descrito por Hake (2002).

Com os dados calculados através das porcentagens de acertos no pré (%<pré-teste>) e no pós-teste (%<pós-teste>), aplicando os dados na equação (1) do método, para assim obtermos o ganho normalizado na aprendizagem da turma (<g>).

Quadro 11: Valores percentuais de acerto nos pré e pós-teste.

%<pré-teste>	%<pós-teste>
43,86%	73,86%

Fonte: Autora (2019).

% acertos pré-teste: 43,86%

% acertos pós-teste: 73,86%

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{pós} - \text{teste} \rangle) - \% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle}{100 - \% \langle \text{pré} - \text{teste} \rangle}$$

$$\langle g \rangle = \frac{(73,86 - 43,86)}{100 - 43,86} = \langle g \rangle = \frac{30,00}{56,14} = \langle g \rangle = 53,44\%$$

Ainda segundo Hake, turmas que apresentem um ganho normalizado na aprendizagem entre 30% e 70%, são classificadas como cursos de ganho médio e, portanto, são cursos associados ao uso de atividades que promovem um envolvimento interativo (EI).

Como o objetivo inicial era desenvolver uma SD amparada pelos princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, e avaliar a utilização de material didático interativo no ensino da Temática Calor e seus aspectos, considera-se que um ganho de 53,44% e a consequente classificação como um curso com EI é um excelente resultado.

5.3.2. Análise Qualitativa

Para a obtenção de dados qualitativos para posterior análise, elaborou-se seis instrumentos de coleta de dados na forma de fichas de acompanhamento das atividades (Apêndices E, F, I, L, M, P), relacionados as atividades práticas referentes a cada caso. O primeiro e segundo questionários compreendiam questões sobre as teorias do Flogístico e do Calórico, referente ao caso 1, o terceiro questionário sobre temperatura e sensação térmica referente ao caso 2, quarto e quinto questionários sobre os mecanismos de propagação de calor condução e convecção, respectivamente, referente ao caso 3 e o sexto questionário sobre mudanças de estados físicos, referente ao caso 4.

As respostas dos questionários foram categorizadas a partir da correção conceitual. Três categorias foram utilizadas para classificar as respostas de acordo com suas mensagens: Adequada, Parcialmente adequada e Inadequada.

No quadro 12 pode ser visto os dados das respostas tratados através da análise do conteúdo de Bardin, para cada um dos casos da SD, os exemplos de respostas que aparecem no quadro foram dadas pelos alunos, nas categorias que não possuem exemplos deve-se a ausência de respostas dos alunos.

Quadro 12 – Dados qualitativos dos questionários referentes a cada caso.

(continua)

Casos	Questão	Resposta esperada	Exemplo de resposta dos alunos
Questões do caso 1	1 – Descreva o que foi observado durante a realização do experimento?	Passo 1: Medir a massa da palha de aço; Passo 2: Colocar fogo na palha de aço; Passo 3: Medir a massa da palha de aço após a queima.	Adequada: Indicação de todos os passos da atividade. Ex: --- Parcialmente adequada: Indicação de pelo menos dois passos da atividade. Ex: Estava observando o bombril pegar fogo e depois de queimar notei que sua massa aumentou. Inadequada: Nenhuma indicação dos passos da atividade: Ex: ---

Quadro 12 – Dados qualitativos dos questionários referentes a cada caso.

(continuação)

	<p>2 – Como você explica o fato observado?</p>	<p>O flogístico seria uma substância liberada pelos corpos durante a combustão, o fato de o fogo se apagar significava que todo o flogístico tinha sido consumido. Seguindo esse mesmo raciocínio, o motivo de um corpo não entrar em combustão se devia a ele não possuir flogístico. A teoria não é suficiente para explicar por que os metais aumentam sua massa depois da queima, de sua corrosão ou enferrujamento, isto é, sua oxidação, e quando queimamos outras substâncias como o papel a massa diminui.</p>	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: O flogístico não é capaz de explicar o que ocorre, de acordo com a teoria era uma substância liberada pelos corpos durante a queima, a massa devia diminuir. Se queimar papel sua massa diminui e ao queimar o bombril a massa aumenta, e isso mostra que a teoria não é suficiente para explicar.</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: Depois de queimar a massa tinha que diminuir, mas aumenta, sendo assim o flogístico não é suficiente.</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: ---</p>
	<p>3 – Com base nos seus conhecimentos como você explica o que ocorre ao mergulhar a seringa no recipiente com a água quente?</p>	<p>A Teoria do Calórico supunha a existência de um fluído invisível e inodoro, chamado calórico. Todos os corpos deveriam conter na sua composição, em quantidades determinadas. Ele seria o causador das alterações de temperatura até metade do século XIX. Quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a sua quantidade de calórico, limitada, para cada corpo, a uma quantidade finita. Quando dois corpos fossem colocados em contato num mesmo meio, o corpo com maior quantidade de calórico cederia parte dele para o corpo de menor quantidade até que, os dois corpos, tivessem a mesma quantidade de calórico.</p>	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: ---</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: O volume da seringa aumenta, porque os corpos se dilatam.</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: ---</p>

Quadro 12 – Dados qualitativos dos questionários referentes a cada caso.

(continuação)

	4 – Com base nos seus conhecimentos como você explica o que ocorre ao mergulhar a seringa no recipiente com a água fria?	Quando dois objetos de temperaturas diferentes estavam em contato, acreditava-se que haveria uma troca de fluido, sendo que o fluido passava do corpo mais quente para o corpo mais frio, até que suas temperaturas ficassem iguais, ou seja, até que se atingisse o equilíbrio térmico. Quando as temperaturas se igualavam, o processo parava. O que não ocorre quando temos a temperatura mais baixa, o calórico não fluiria do corpo mais frio para o mais quente.	Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: --- Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: O volume da seringa diminui. Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: ---
Questões caso 2	1 – Colocando uma mão na água fria e outra mão na água quente, a seguir coloque a ambas as mãos na bacia de água morna. Qual a sensação?	Ao colocar a mão na água quente, a temperatura da mão se aproxima da temperatura da água, e ao colocar a mão na fria o mesmo ocorre, ao colocar as mãos na água morna as sensações serão diferentes.	Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: Na mão que estava na água quente, ficou mais gelada e na mão que estava na água gelada ficou mais quente, como as mãos estavam em bacias com água em temperaturas diferentes as sensações foram diferentes. Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: ---
	2 – Afinal, as mãos estão mergulhadas no mesmo recipiente, portanto a água está a mesma temperatura, mas o que se sente não é igual em ambas, uma parece estar mais fria que a outra. Com base em seus conhecimentos como você explica esse fenômeno.	A sensação térmica é uma percepção individual, trata-se de uma percepção do ar, a qual pode diferir muito da temperatura real, as sensações térmicas são aquelas que podemos identificar através do corpo. Já temperatura é uma grandeza física que mede o grau de agitação das partículas que constituem um sistema.	Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: --- Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: O que percebemos é a sensação térmica, que não é um parâmetro confiável, porque ela nunca é igual a temperatura, porque depende das condições do corpo, e a temperatura é uma grandeza que pode ser medida, ao contrário da sensação térmica que não pode ser medida só sentida. Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: --- Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: ---

Quadro 12 – Dados qualitativos dos questionários referentes a cada caso.

(continuação)

<p>Questões do caso 3</p>	<p>1 – Por que os pregos vão se soltando sequencialmente da barra de metal? Como você explica esse fenômeno?</p>	<p>A barra de ferro é condutora de calor, e transmite facilmente a passagem do calor, e através da condução térmica que é o processo de transferência de calor em que as partículas de uma região com maior temperatura transferem sua agitação térmica para as partículas de uma região vizinha com temperatura inferior, por isso os pregos que estão mais próximos da vela se descolam primeiro.</p>	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: O metal é condutor de calor, os pregos que começam a se soltar são os que estão mais perto do fogo, por causa da condução térmica, onde o calor é passado de partícula para partícula.</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: Porque o metal é condutor de calor.</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: ---</p>
	<p>2 – Por que o mesmo não ocorre no palito de madeira? Como você explica esse fenômeno?</p>	<p>A madeira é um isolante térmico, o que dificulta a passagem do calor e por isso até os pregos que estavam próximo da vela não se soltam.</p>	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: Não ocorre o mesmo da barrinha de ferro, porque a madeira é isolante térmico o que dificulta a passagem do calor e a condução depende do material, é mais fácil em condutores e difícil em isolantes.</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: ---</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: ---</p>
	<p>3 – Descreva o que foi observado durante a realização do experimento?</p>	<p>Passo 1: Colocar água em ambas as latas; Passo 2: Colocar uma rolha em uma das extremidades do tubo e aquecer a água com o ebulidor; Passo 3: Depois de alguns instantes desligamos o ebulidor e retiramos a rolha; Passo 4: Observar o ocorrido.</p>	<p>Adequada: Indicação de todos os passos da atividade e explicação do fenômeno. Ex: Primeiro foi colocado água nas latas, em um dos lados colocamos uma rolha e um ebulidor para aquecer a água, depois de alguns instantes retiramos a rolha e foi possível observar a água passando para o outro lado, assim como a água fria também passava para o outro lado, isso se chama corrente de convecção, ao final da experiência tocando nos tubos podemos percebermos que um estava quente e o outro frio, e isso se explica pela convecção térmica.</p> <p>Parcialmente adequada: Indicação os principais passos da atividade. Ex: Inicialmente as duas latas estavam com água na mesma temperatura, logo depois de aquecer a água de uma das latas e retirar a rolha a água quente começou a passar para a lata que estava com a água fria.</p> <p>Inadequada: Nenhuma indicação de principais passos da atividade: Ex: ---</p>

Quadro 12 – Dados qualitativos dos questionários referentes a cada caso.

(conclusão)

	4 – Com base nas observações feitas durante a realização do experimento responda. O que acontece com a água que é aquecida em uma panela, sendo o fogão a fonte de calor?	Nesta experiência, a parte aquecida do líquido, menos densa, se expande e tende a subir enquanto a parte fria, mais densa, tende a descer para a parte inferior do líquido, esse movimento das camadas quente e fria do líquido é denominado de corrente de convecção.	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: O mesmo fenômeno ocorre, a única diferença é a fonte de calor, a parte da água que está mais próxima da chama do fogão aquece primeiro e sobe, a parte da água fria que está em cima, como é mais pesada desce e esse ciclo fica até que a água fique com a mesma temperatura.</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: A água da parte de baixo da panela irá aquecer mais rápido, e com isso a água quente sobe para cima e água fria vai para parte de baixo.</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: A corrente de convecção vai fazer com que a água fria suba porque é mais leve.</p>
Questões do caso 4	1 – Identifique qual a mudança observada. Descreva o que foi observado durante a realização do experimento, como você explica esse fenômeno?	<p>Passo 1: Identificar a mudança de estado físico: Fusão.</p> <p>Passo 2: Com o passar do tempo podemos observar o gelo derretendo, passando assim do estado sólido para o estado líquido.</p>	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: Mudança de estado: Fusão, porque o cubo de gelo passa da fase sólida para a fase líquida e o que faz isso ocorre é o calor, já que as gelo está com temperatura diferente do ar.</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: O calor é responsável pela mudança de estado, fazendo o gelo derreter.</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: Deixou em branco.</p>
	2 – Identifique qual a mudança observada. Descreva o que foi observado durante a realização do experimento, como você explica esse fenômeno?	<p>Passo 1: Mudanças de estado físico: 1) Condensação e 2) Fusão.</p> <p>Passo 2: Podemos observar a água quente no copo sendo condensada na base da tigela contendo gelo. O vapor de água que sobe, encontra a superfície fria da tigela e condensa, voltando ao estado líquido (representado pelas gotas que se formam na tigela). O calor transferido do vapor de água para o gelo faz com que este último derreta, passando do estado sólido para o estado líquido.</p>	<p>Adequada: Resposta conceitualmente correta. Ex: Primeira mudança: Condensação, a água quente no copo está sendo condensada no fundo da tigela que está com o gelo. O vapor que sobe, encontra o fundo da tigela e condensa, voltando ao estado líquido. Segunda mudança: Fusão, o calor que é transmitido pelo vapor para o gelo faz com que o gelo derreta.</p> <p>Parcialmente adequada: Resposta parcialmente correta. Ex: O gelo derrete por causa do vapor da água quente que está no copo.</p> <p>Inadequada: Resposta conceitualmente incorreta. Ex: Deixou em branco.</p>

Fonte: Autora (2019).

A tabela 2 apresenta as frequências das respostas em porcentagem para as questões referentes ao caso 1.

Tabela 2 – Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 1.

Questões Caso 1	Categorias		
	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada
Questão 1	0%	100%	0%
Questão 2	63,2%	36,8%	0%
Questão 3	0%	100%	0%
Questão 4	0%	100%	0%

Fonte: Autora (2019).

A questão 1, solicitava aos alunos que descrevessem os passos da atividade, verifica-se que todas as respostas dos alunos foram categorizadas como Parcialmente adequada, isso significa que eles indicaram pelo menos dois passos da execução da atividade, nessa atividade os alunos sentiram um pouco de dificuldade em descrever os passos da atividade, pois não tinham familiaridade com atividades experimentais, tinham dúvidas se citavam todos os passos ou só os principais.

Já na questão 2, solicitava que os alunos explicassem o aumento da massa da palha de aço, 63,2% das respostas foram categorizadas como Adequada, pois os alunos responderam de forma correta conceitualmente, chegando a relatar que a Teoria do Flogístico não era capaz de explicar o ocorrido, 36,8% foram categorizadas como Parcialmente adequada, mesmo com algum equívoco conceitual pode-se perceber que os alunos compreendiam o conceito mas tinham dificuldade em transcrever.

As questões 3 e 4, solicitava aos alunos que explicassem os fatos observados de acordo com a Teoria do Calórico e nas duas situações todas as respostas dos alunos foram categorizadas como Parcialmente adequada, os alunos até conseguiam explicar o que observaram, mas as suas respostas estavam incompletas, havia dificuldade em entender a Teoria do Calórico.

Ao final das atividades deste caso, os alunos relataram que as Teorias do Flogístico e do Calórico, eram teorias que não se encaixavam com a realidade, que as teorias devem explicar todas as situações e não algumas ou com exceções, relataram também que eram teorias um pouco difíceis de se compreender, mas que percebiam que para o entendimento dos próximos assuntos era importante compreender que a ciência evoluiu ao longo dos anos.

A tabela 3 apresenta as frequências das respostas em porcentagem para as questões

referentes ao caso 2.

Tabela 3 – Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 2.

Questões Caso 2	Categorias		
	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada
Questão 1	100%	0%	0%
Questão 2	100%	0%	0%

Fonte: Autora (2019).

A questão 1, solicitava aos alunos que descrevessem a sensação térmica nas mãos após colocar uma mão na água fria e outra mão na água quente e a seguir coloque a ambas as mãos na bacia de água morna, todas as respostas foram categorizadas como Adequada, todos os alunos conseguiram descrever o que sentiam em ambas as mãos.

Já na questão 2, solicitava para que os alunos explicassem por que mesmo as mãos estando no mesmo recipiente com água morna porque tinham sensações diferentes, novamente todas as respostas foram categorizadas como Adequada, todos os alunos conseguiram compreender que sensação térmica e temperatura eram conceitos diferentes.

Ao final das atividades, os alunos relataram que inicialmente achavam que temperatura e sensação térmica eram a “mesma coisa”, mas que depois da atividade puderam ver que eram conceitos diferentes e com suas próprias características, e que os experimentos serviam como exemplos para compreenderem melhor o que estavam estudando.

A tabela 4 apresenta as frequências das respostas em porcentagem para as questões referentes ao caso 3.

Tabela 4 – Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 3.

Questões Caso 3	Categorias		
	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada
Questão 1	84,2%	15,8%	0%
Questão 2	100%	0%	0%
Questão 3	79%	21%	0%
Questão 4	73,7%	21%	5,3%

Fonte: Autora (2019).

A questão 1, solicitava que os alunos explicavam porque os pregos se soltavam sequencialmente de uma barra de metal quando aquecida, 84,2% das respostas foram classificadas como Adequadas, os alunos explicaram o fato, indicando o mecanismo de

propagação de calor envolvido e também porque a barra de metal era condutor de calor, facilitando assim a passagem do calor e 15,8% das respostas foram classificadas como Parcialmente adequada, destacaram apenas que o metal era condutor de calor.

Na questão 2, perguntava por que o mesmo não ocorria no palito de madeira, 100% das respostas dos alunos foram classificadas como Adequada, os alunos destacaram que a condução térmica acontece com mais facilidade em condutores térmicos e como a madeira é isolante térmico, a madeira se comporta diferente que o metal.

Já a questão 3, solicitava os alunos descrever e explicar uma atividade de convecção térmica, 79% das respostas dos alunos foram classificadas como Adequada, pois os alunos conseguiram descrever os passos e explicar a convecção térmica e 21% das respostas foram classificadas como Parcialmente adequadas, já que só descreveram os passos da atividade sem explicar o motivo de acontecer o que foi observado.

Na questão 4, citava um exemplo do cotidiano de convecção térmica, que é o aquecimento da água em uma panela, 73,7% das respostas foram classificadas como Adequadas, pois os alunos conseguiram identificar, compreender e explicar que era mais exemplo de convecção térmica, 21% das respostas foram classificadas como Parcialmente adequada explicaram o ocorrido sem citar o nome do mecanismo de propagação envolvido e 5,3% foram classificadas como Inadequadas, pois havia erros conceituais graves.

Ao final da atividade, segundo relato dos alunos os experimentos são uma forma de identificar a física fora da sala de aula e quando associadas as simulações fica ainda mais fácil de aprender.

A tabela 5 apresenta as frequências das respostas em porcentagem para as questões referentes ao caso 4.

Tabela 5 – Frequências das respostas em porcentagem, das categorias de análise, a partir das respostas dos alunos, referentes ao caso 4.

Questões Caso 4	Categorias		
	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada
Questão 1	47,4%	36,8%	15,8%
Questão 2	26,3%	57,9%	15,8%

Fonte: Autora (2019).

Na questão 1, mostrava a fusão de um cubo de gelo e solicitava a identificação, descrição e explicação da mudança de estado ocorrida, 47,4% das respostas foram classificadas como Adequadas, pois os alunos responderam corretamente as três solicitações (identificação, descrição e explicação), 36,8% foram classificadas como Parcialmente

adequadas, pois só foi explicada a mudança de estado físico ocorrida e 15,8% foi classificada como Inadequada, já que foram deixada em branco pelos alunos.

Já a questão 2, mostrava duas mudanças de estado físico distintas, a condensação e a fusão, e era pedido aos alunos a identificação e explicação de tais mudanças, 26,3% das respostas foram classificadas como Adequadas, já que os alunos conseguiram identificar e explicar as duas mudanças de estado físico, 57,9% das respostas foram classificadas como Parcialmente adequada, já que foi identificada somente uma das mudanças de estado físico (Fusão), ou foi feito somente a descrição do derretimento do gelo e 15,8% foi classificada como Inadequada, já que foram deixada em branco pelos alunos.

Ao final dessa aula os alunos relataram que mesmo não fazendo o experimento, era uma nova forma de vivenciar as mudanças de estados físicos.

Ao longo das 15 aulas da SD, pude perceber uma mudança significativa no perfil dos alunos, ao longo da SD aqueles alunos que tinham uma preocupação muito grande com o erro e de explanar suas ideias, aos poucos foi se transformando em alunos participativos. Segundo o relato dos alunos as atividades experimentais e as simulações serviram para motivar e envolver a turma, ficando assim “mais fácil aprender” fato esse que é corroborado pelos autores Moro, Neide e Rehfeldt (2016), que destacam que as atividades reais ou virtuais são elementos de motivação para os alunos além de serem uma saída para as aulas tradicionais contribuindo assim para aprendizagem significativa dos alunos o que pode ser visto ao longo das aulas.

Com relação ao uso de hiperlinks, os alunos visitavam o site quando estavam em casa, e procuravam sempre trazer para aula exemplos ou fenômenos que pudessem ser associados aos conteúdos de aula, ou simplesmente para poder entender a física por trás destes fenômenos, chegando a comentar que a utilização desse tipo de material tanto em sala de aula e até em casa, traz um mundo de alternativas sobre os temas estudados, conforme destaca Artuso (2006), o uso de hiperlinks oportuniza inúmeras possibilidades além de possibilitar a aprendizagem de conceitos de Física de forma motivadora e significativa para os alunos de Ensino Médio.

Quando perguntados sobre a inserção da História da Ciência em sala de aula, os alunos relataram que apesar da dificuldade em compreender tais teorias, podia ser pelo fato de que muitas vezes já traziam ideias sobre determinados conceitos, ideias essas muitas vezes erradas o que prejudicava a aprendizagem, deixando tudo “mais difícil”, um exemplo disso é a confusão entre os conceitos de temperatura, calor e sensação térmica que acreditavam ter o mesmo significado, mas com aplicações diferentes, mas que conhecer como as teorias e os

conceitos foram construídos e que foram evoluindo com o tempo é uma forma diferente de ver a Física, como destacam Ferreira e Nascimento (2008) que a inserção de História da Ciência como ferramenta facilitadora no processo de ensino aprendizagem, podendo desfazer as concepções errôneas que interferem no processo de ensino aprendizagem.

Ainda segundo relatos dos alunos, a apresentação do contexto histórico, as simulações, as atividades experimentais, o material didático digital auxiliaram no processo de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante minha trajetória acadêmica sempre fui muito curiosa, e sempre busquei formas de facilitar a minha aquisição de conhecimento e posteriormente dos meus alunos, buscando sempre construir relações entre os conceitos estudados com eventos do cotidiano, mas trabalhar com a temática Calor sempre me causou questionamentos e indagações, pois sempre observei muitas dificuldades para o entendimento deste conteúdo por parte dos alunos, pois é um conceito abstrato e muitas vezes de difícil compreensão.

Hoje em dia todo aluno tem um celular em mãos, tendo assim um vasto número de informações ao seu alcance, pensando em aproveitar essa oportunidade resolvi então trabalhar os conteúdos da temática permeados pelo uso de mídias digitais, além de associar o uso de atividades experimentais e simulacionais.

Devido ao atual cenário, em que a tecnologia está cada vez mais ao alcance dos estudantes é necessária uma ruptura na linearidade da dinâmica de aula e, como consequência, o ensino deve ser adequado às necessidades dos alunos, portanto professor e aluno devem trabalhar de forma ativa na construção do conhecimento.

O começo deste trabalho foi de revisão bibliográfica, sobre o ensino do conceito de calor, estruturação de sequências didáticas, uso de atividades experimentais e simulacionais, além da inserção do contexto histórico em sala de aula e também estudo contínuo sobre a Teoria da Flexibilidade Cognitiva que veio ao encontro das minhas indagações de professora, do quanto os alunos sentem-se desmotivados para trabalhar questões abstratas, já que para os estudantes é difícil fazer relações do conteúdo estudado com o cotidiano, sendo assim busquei aliar o conhecimento físico ao uso de tecnologias.

Com as atividades desenvolvidas durante as disciplinas do mestrado tive a possibilidade de ampliar meu conhecimento sobre o uso de teorias de aprendizagem, que me deram suporte na construção do meu referencial teórico, sobre o uso de tecnologias da informação e comunicação, me deu aporte para produzir meu material digital, que encontra-se hospedado no site (<https://calor2018.weebly.com/>) e conta com vídeos, infográficos, imagens, simulações, atividades experimentais e timelapses. Como esse tipo de material não é encontrado nos livros didáticos comumente utilizados nas escolas, acredita-se que pode contribuir para um ensino mais dinâmico.

Após a análise dos resultados da intervenção pedagógica, consideramos que ela proporcionou um ganho em aprendizagem, alcançando todos os objetivos propostos. Os resultados obtidos através das análises quantitativas e qualitativas evidenciam a melhora dos

alunos em relação aos conteúdos abordados em aula. Os resultados do ganho na aprendizagem utilizando o método de Hake, resultaram em um valor de 53,44% de ganho normalizado. Isso evidencia que as atividades de ensino e o material didático desenvolvido para dar suporte à Sequência Didática contribuíram para o desenvolvimento de uma aprendizagem caracterizada pelo engajamento interativo.

O teste t de Student retornou um valor de t (13,24) maior que o valor de t crítico (3,9216) para um nível de significância estatística de 99%, o que indica que a chance de que o ganho normalizado na aprendizagem ser devido ao acaso é menor que 1%. É possível atribuir esse ganho na aprendizagem, ao menos em parte, às atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da sequência didática.

Por fim, o desenvolvimento deste trabalho de mestrado foi muito importante, pois possibilitou um repensar da minha prática docente, já que adquiri novos conhecimentos e os coloquei em prática, trazendo novos métodos e muitas vezes atrativos para os meus alunos, com certeza saio do mestrado uma nova pessoa, pois ao longo do curso fui me reinventando sempre buscando novas e melhores formas de produzir conteúdo tanto para mim quanto para os meus alunos, por mais desgastante que isso fosse as vezes.

Ao longo do tempo fui percebendo que nós professores, além de sermos aquele que ensina, somos também pais, amigos, conselheiros e tantas outras funções que assumimos durante nossa jornada, continuo acreditando que um professor é capaz de mudar o mundo, já que a educação é a arma mais poderosa para termos um mundo melhor, por tudo isso continuarei sempre estudando e me aperfeiçoando.

7 PRODUÇÕES ORIUNDAS DESSA DISSERTAÇÃO

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, foram produzidos trabalhos que foram apresentados em eventos regionais e internacionais, relatando as fases de planejamento, execução e resultados desta sequência didática.

1. 9º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (9º SIEPE)

Este trabalho foi apresentado no dia 21 de novembro de 2017 na Unipampa – campus de Santana de Livramento, na modalidade apresentação oral, e consistia em relatar o planejamento inicial do projeto de dissertação, o desenvolvimento do site e dos materiais para os alunos, o tipo de pesquisa a ser utilizado, instrumentos de coletas de dados e resultados esperados.

2. FÓRUM INTEGRADO DE ENSINO – SEMENTES NO CHÃO DA ESCOLA: PRÁTICAS E SABERES DOCENTES

Este trabalho foi apresentado no dia 15 de junho de 2018 na UFN na cidade de Santa Maria, na modalidade apresentação oral, e consistia em relatar o planejamento da sequência didática, estrutura do site, instrumentos de coletas de dados, método de análise dos dados que até este momento seria somente quantitativa e resultados esperados, já que a pesquisa ainda não tinha sido implementada.

3. 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (9º SIEPE)

Este trabalho foi apresentado no dia 06 de novembro de 2018 na Unipampa – campus de Santana de Livramento, na modalidade apresentação oral, e consistia em relatar o planejamento da sequência didática, estrutura do site, instrumentos de coletas de dados, método de análise dos dados, e os resultados preliminares da análise da comparação entre o número de acertos pré-teste e pós-teste dos alunos das 17 questões que foram respondidas pelos 19 alunos, totalizando um ganho na aprendizagem de 55,20%, e a consequente classificação como um curso com EI é um excelente resultado.

4. 4º ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSUL CAMPUS BAGÉ

Este trabalho foi apresentado no dia 27 de novembro de 2018 no IFSUL – campus

Bagé, na modalidade apresentação oral, e consistia em relatar o número de aulas da sequência didática, público alvo, estrutura do site e da sequência didática (Casos e mini-casos), instrumentos de coletas de dados, método de análise dos dados, e os resultados preliminares da análise dos dados, totalizando um ganho na aprendizagem de 55,20%, e a consequente classificação como um curso com EI é um excelente resultado, visto que no desempenho um total de 14 alunos, totalizando 73,7% da turma mostra que a aplicação da SD surtiu um efeito positivo sobre a aprendizagem dos estudantes, visto que todos os participantes da pesquisa tiveram algum incremento no desempenho entre o pré e o pós-teste.

O trabalho apresentado no 4º ENCIF, foi premiado no evento e obteve o 1º lugar na área Ciências Exatas e da Terra - Oral do Ensino Superior, pela apresentação do trabalho SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA TEMÁTICA “CALOR” COM O USO DE HIPERMÍDIAS no 4º Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSul Campus Bagé.

Figura 11 – Certificado de Premiação.



Fonte: Autora (2019).

Durante o mestrado foram publicados: 1 resumo em evento regional (Fórum Integrado de Ensino), 2 artigos em eventos internacionais (9º SIEPE e 10º SIEPE) e 1 artigo em evento regional (4º ENCIF).

8 REFERÊNCIAS

- ARTUSO, A. R. **O uso de hipermídia no ensino de física**: possibilidades de uma aprendizagem significativa. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em: http://www.ppge.ufpr.br/teses/teses/M06_artuso.pdf. Acesso em: 18. Jun. 2017.
- AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. O conceito de calor nos livros de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 128-142, jan. 1989. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9805/9041>. Acesso em: 18 jun. 2017. Doi:<http://dx.doi.org/10.5007/9805>.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Paris: Edições 70, 1977.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002.
- CARVALHO, A.A.A. A representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva. **Revista Portuguesa de Educação**. [en linea] 2000, v. 13, n.1, p. 169-184. ISSN 0871-9187. Disponível: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37413108>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010 – (Coleção Ideias em Ação).
- CARVALHO, A. A. A.; PINTO, C. S.; MONTEIRO, P. J. M. **Flexml**: plataforma de ensino a distância para promover flexibilidade cognitiva. Universidade do Minho, Portugal, 2002.
- CERVO, A. L. *et al.* **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHEN, W; DWYER, F. M.; CHUANG, C. **Hypermedia on learning**: a literature review, 2001.
- DAMIANI M. F. et al. Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, v. 45, p. 57-67. Pelotas: FaE/PPGE/UFPel, 2013.
- DOLZ, J. ; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita**: apresentação de um procedimento. *In*: SCHNEUWLY, B; DOLZ, J. Gêneros Oraís e escritos na escola. Trad. e org. ROJO, R.; CORDEIRO, G. S. São Paulo: Mercado das Letras, 2004.
- DOURADO, L. **Trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental no ensino de ciências** – Contributo para uma clarificação de termo. *In*: VERÍSSIMO, A.; PEDROSA, A.; RIBEIRO, R. (orgs.). (Re)pensar o ensino das Ciências. Departamento do Ensino Secundário. Portugal: Ministério da Educação, 2001.

FERREIRA, A. M. M. S.; NASCIMENTO, F. B. **A história da ciência como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem da terminologia.** *Biblioteca Anton Dakitsch, IFF Campus Campos Centro*, 2008. Disponível em: <http://bd.centro.iff.edu.br/xmlui/handle/123456789/282>. Acesso em: 18. Jun. 2017.

GIANNELLA T, STRUCHINER M. Integração de tecnologias de informação e de comunicação no ensino de ciências e saúde: construção e aplicação de um modelo de análise de materiais educativos baseados na internet. **Revista Electrónica Enseñaza de las Ciências [Internet]**. 2010. Disponível em: Acessado em: 27 de mar de 2018.

GIL PÉREZ, D. *et al.* La resolución de problemas de lápiz y papel: como actividad de investigación. **Investigación en la Escuela**, n. 6, p. 3-19, 1988.

Hake (2002). **Assessment of student learning in introductory science courses. 2002 PKAL Roundtable on the Future.** Duke University, Março 1-3. Disponível em: <http://www.pkal.org/events/roudttable2002/papers.html>. Acesso em: 02. jun. 2017.

HODSON, D. Experiments in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, 1988.

JONASSEN, D.H., WANG, S. (1993), "The Physics Tutor: Integrating Hypertext and Expert Systems", **Journal of Educational Technology Systems**, v. 22, n. 1, p. 19-28.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica.* São Paulo, 2008. p. 212-217. **Anais Eletrônicos.** Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/estacaocienciaformacaodeeducadoresparaensinodecienciasnasseriestiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf>. Acesso em: 11. nov. 2017.

LIMA, D. B. A. **Sequência didática para ensino de alguns conceitos de física térmica para alunos do ensino médio na modalidade EJA.** Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro - BA, 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/0B2iSMD0xYR9FTHdoNzVUM0xWMG8>. Acesso em: 10 jan. 2019.

LEITE, L. Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências. *In: CAETANO, H. V.; SANTOS, M. G. (orgs.). Cadernos Didáticos de Ciências 1.* Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, 2001.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7 ed. São Paulo, Atlas, 2009.

MICHELENA, J. B. **Física térmica:** uma abordagem histórica e experimental. repositório digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/15607>. Acesso em: 18. jun. 2017.

- MORAN, J. M. **As mídias na educação**. In: Desafios na Comunicação Pessoal, 3. ed. São Paulo: Paulinas, 2007, p. 162-166. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_educacao/midias_educ.pdf. Acesso em: 18. jun. 2017.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (ed.). **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2007.
- MOREIRA, M.A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 242 p.
- MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p987>. Acesso em: 27 mar. 2019. Doi:<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p987>.
- OLIVEIRA, A. S.; NETO, F. F. Flexibilidade Cognitiva como inovação metodológica na produção de materiais didáticos voltados ao ensino de física. **Revista XI ESUD Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância**. 2014
- OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- REIGELUTH, C. M.; MERRILL, M. D.; WILSON, B.G. **Final report on the structural strategy diagnostic profile project**. San Diego: [s.n], 1978. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED175426.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- REZENDE, F.; COLA, C. S. D. Hipermídia da educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2004.
- RIVARD, L. P.; STRAW S. B. The Effect of Talk and Writing on Learning Science: na exploratory study. **Science Education**, 84, p. 556-593, 2000.
- ROSA, C. T. W. **Laboratório didático de física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.
- SILVA, C. M. T. e ELLIOT, L. G. Avaliação da hipermídia para uso em educação uma abordagem alternativa. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 78, n. 188-189-190, 1997, p. 262-284.
- SPIRO, R. J. *et al.* **Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in illstructured domains**. Campaign: [s.n.], 1988.

SPIRO, R.; JEHNG, J. (1990). **Cognitive flexibility and hypertext**: theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter. D. Nix & R. Spiro (eds.), *Cognition, Education, and Multimedia*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 163-205.

SPIRO, R. J.; COLLINS, B. P.; RAMCHANDRAN, A. R. **Modes of openness and flexibility in cognitive flexibility hypertext learning environments**. In: KHAN, B. (Ed.). *Flexible learning in an information society*. Hershey: Information Science Publishing, 2006. p. 18-25.

TOLHURST, D. **Hypertext, hypermedia, multimedia defined?:** educational e technology, Saddle Brook, NJ, v. 35, n. 2, p. 21-26, 1995.

VARELA, Aída Varela; BARBOSA, Marilene Lobo Abreu; FARIAS, Maria Giovanna Guedes. Ferramentas cognitivas, ambientes modificadores, medição e construção do conhecimento: potencializando a cognição do sujeito social na perspectiva do aprender. **Ciência da Informação**, [S.l.], v. 43, n. 2, may 2015. ISSN 1518-8353. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1404>. Acesso em: 26 jan. 2019.

VIDMAR, M. P.; BASTOS, F. P. de; ABEGG, Ilse. Flexibilidade cognitiva e hipermídia educacional na formação inicial de físicos-educadores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 14, n.3, p. 1-18, 2014.

WITTGENSTEIN, L. **Culture and value**. Trad. Peter Winch, Chicago, University of Chicago Press: 198.

WOOLNOUGH, B. (ed.). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de Identificação

Título do Projeto: **Sequência Didática para o Ensino da Temática Calor com o uso de Hiperfólios.**

Pesquisador Responsável: Márcio Marques Martins

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – MPEC

Telefones para contato: (53) 999074788

Nome do voluntário: _____

Idade: _____ anos R.G. _____

A prof^ª **Sheila Correia Corrêa** é aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Este programa visa à diversificação e qualificação do ensino de ciências na Educação Básica, proporcionando a seus alunos contato com o uso de novas tecnologias e novas práticas pedagógicas. Visando cumprir com os requisitos do programa, a professora precisa aplicar, em sala de aula, uma metodologia inovadora. Estas metodologias não irão, de forma alguma, expor os participantes a situações desconfortáveis ou inseguras, assim como eventuais filmagens e fotografias serão utilizadas exclusivamente para a análise, por parte do pesquisador, da eficácia de sua proposta didática inovadora.

Em casos de dúvidas, os voluntários poderão telefonar para o pesquisador responsável (55) 91597780 ou enviar mensagem eletrônica para o endereço marciomarques@unipampa.edu.br

A participação dos alunos é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem prejuízos a continuidade da pesquisa. As informações prestadas serão de caráter confidencial e a sua privacidade será garantida.

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Bagé, _____ de _____ de _____.

 Nome do aluno

 Nome e assinatura do responsável

APÊNDICE B – Pré e Pós Teste Caso 1



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

QUESTÕES DIAGNÓSTICAS

1) Leia o texto a seguir. Para muitos filósofos naturais gregos, todas as substâncias inflamáveis continham em si o elemento fogo, que era considerado um dos quatro elementos fundamentais. Séculos mais tarde, George Stahl ampliou os estudos sobre combustão com a teoria do flogístico, segundo a qual a combustão ocorria com certos materiais porque estes possuíam um “elemento” ou um princípio comum inflamável que era liberado no momento da queima. Portanto, se algum material não queimasse, era porque não teria flogístico em sua composição. Uma dificuldade considerável encontrada pela teoria do flogístico era a de explicar o aumento de massa dos metais após a combustão, em sistema aberto. Lavoisier critica a teoria do flogístico e, após seus estudos, conciliou a descoberta acidental do oxigênio feita por Joseph Priestley, com seus estudos, chegando à conclusão de que o elemento participante da combustão estava nesse componente da atmosfera (o ar em si) juntamente com o material, e não em uma essência que todos os materiais continham.

(Adaptado de: STRATHERN, P. O Princípio da Combustão. In: STRATHERN, P. O Sonho de Mendeleiev. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. p.175-193.)

Com base no texto e nos seus conhecimentos, assinale a alternativa correta.

- De acordo com a Lei de Lavoisier, ao queimar uma palha de aço, em um sistema fechado, a massa do sistema irá aumentar.
- Ao queimar uma folha de papel em uma caixa aberta, a massa da folha de papel diminui, porque os produtos da combustão são gasosos e se dispersam na atmosfera.
- Ao queimar uma vela sobre uma bancada de laboratório, a massa da vela se manterá constante, pois houve apenas uma mudança de estado físico.

2) A Teoria do Calórico é uma teoria, que supunha a existência de um fluido invisível e inodoro, chamado calórico. Logo, todos os corpos deveriam o conter na sua composição, em quantidades determinadas, sendo então o causador das alterações de temperatura. Quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a sua quantidade de calórico, limitada, para cada corpo, a uma quantidade finita. Quando dois corpos fossem colocados em contato num mesmo meio, o corpo com maior quantidade de calórico cederia parte dele para o corpo de menor quantidade até que, os dois corpos, tivessem a mesma quantidade de calórico. Essa afirmativa é:

- verdadeira.
- falsa.
- depende o material dos materiais.

3) Com base em seus conhecimentos assinale a afirmativa correta:

- O frio é a ausência do calor.
- Em locais de temperaturas baixas, as janelas são fechadas para o frio não entrar.
- O frio é uma forma de energia que atua no sentido contrário ao do calor.
- Apenas a diferença de temperatura provoca o trânsito da forma de energia chamada calor.

APÊNDICE C – Linha do tempo do conceito de calor

LINHA DO TEMPO DO CONCEITO DE CALOR

Da Antiguidade até os Dias Atuais

NA ANTIGUIDADE

Muitos filósofos gregos como Empédocles e Aristóteles, acreditavam que o fogo era um elemento formador da natureza, essa ideia permaneceu por quase 2000 anos, a preocupação na época era só como o Universo era constituído.

ALQUIMIA

Os alquimistas, também acreditavam que o fogo podia levá-los até a pedra filosofal e ao elixir da vida.

EM 1611

Robert Boyle, combateu esses conceitos, tornando o fogo um elemento químico.

SURGIMENTO DO FLOGÍSTICO

Depois de um tempo George Stahl, idealizou o flogístico (princípio do fogo). Quando um corpo estava quente recebia flogístico, quando este esfriava perdia o flogístico. Joseph Priestley também defendia o conceito de flogístico. Mas após a descoberta do oxigênio, o conceito de flogístico foi derrubado.

SURGIMENTO DO CALÓRICO

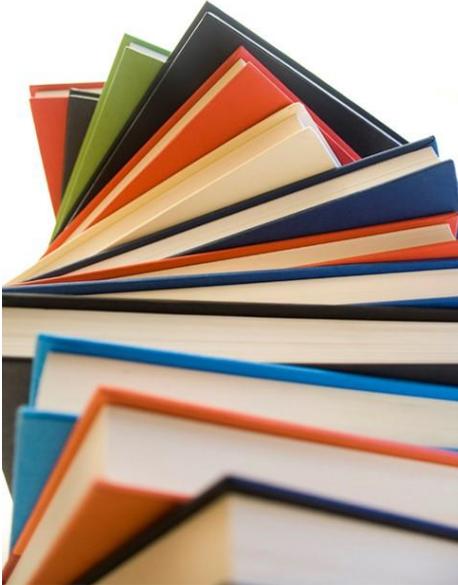
Lavoisier introduziu o termo calórico para descrever o elemento imponderável responsável pelo aquecimento dos corpos, por algumas reações químicas e por outros fenômenos. Em colaboração com Laplace, fez importantes estudos sobre o calor liberado na combustão. Assim como Lavoisier, Joseph Black, entendia o calórico como uma substância que podia combinar-se quimicamente com a matéria.

Apesar de suas idéias não corresponderem à realidade, Black teve o mérito de entender o calor como uma quantidade, definindo também a unidade até hoje utilizada a caloria.

1799 - DIAS ATUAIS

A idéia atual de que o calor é energia nasceu com o americano radicado na Alemanha BENJAMIN THOMPSON (1753-1814), o conde de Rumford, que, em 1799, ao pesquisar a perfuração de canhões numa fábrica de armas na Baviera, percebeu que o aumento de temperatura que ocorria no material perfurado só poderia provir da energia mecânica das brocas. Mas foi James Prescott Joule com seus experimentos, que comprovou que o calor não era um fluido. Joule definiu que o calor é a energia que se movimenta entre os corpos que apresentam temperaturas diferentes.

APÊNDICE D – Slides sobre Teoria do Flogístico e Teoria do Calórico



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR

Professora Sheila Correia Corrêa

Calor na Antiguidade

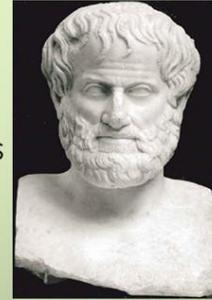
- O homem das cavernas, ao usar o fogo para se aquecer e cozinhar, foi provavelmente quem primeiro tentou entender o mistério do "calor".



- Os filósofos gregos dos séculos VI, V e IV a.C, EMPÉDOCLES, ARISTÓTELES e outros, acreditavam que o fogo, ao lado da água, da terra e do ar, era um dos elementos formadores da natureza e essa ideia sobreviveu por quase dois mil anos.



Empédocles



Aristóteles

Calor na Alquimia

- Os alquimistas, também acreditavam que o fogo podia levá-los até a pedra filosofal e ao elixir da vida.



1661

- Apenas em 1661, o químico irlandês ROBERT BOYLE (1627-1691), contemporâneo de Newton, em sua obra O químico céptico, combateu as ideias dos alquimistas, emitindo com precisão o conceito de elemento químico. Entretanto, Boyle ainda incluía o fogo como um desses elementos.

Robert Boyle



SURGIMENTO DO FLOGÍSTICO

- Alguns anos depois, GEORG STAHL, o médico do rei da Prússia, criou a ideia do flogístico. Segundo ele, o flogístico era o princípio do fogo. Um corpo ao ser aquecido, recebia flogístico; ao se resfriar, o corpo perdia flogístico.



Georg Stahl

- JOSEPH PRIESTLEY (1733-1809), químico inglês, era liberal em política e religião, mas conservador em ciência, defendendo a teoria do flogístico. Entretanto, ao descobrir o oxigênio (que chamou de ar deflogisticado), permitiu ao notável químico francês ANTOINE-LAURENT LAVOISIER (1743-1794) derrubar definitivamente, em 1777, a teoria do flogístico, explicando a combustão como uma simples reação com o oxigênio.



Joseph Priestley



Lavoisier

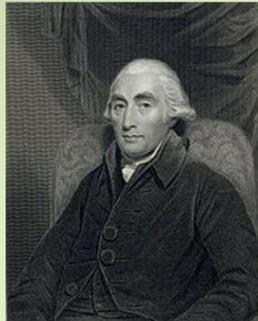
SURGIMENTO DO CALÓRICO

- Lavoisier introduziu o termo calórico para descrever o elemento imponderável responsável pelo aquecimento dos corpos, por algumas reações químicas e por outros fenômenos.
- Em colaboração com PIERRE-SIMON LAPLACE (1749-1827), fez importantes estudos sobre o calor liberado na combustão. Sobre sua trágica morte na guilhotina, seu contemporâneo JOSEPH-LOUIS LAGRANGE (1736-1813) comentou: *"Talvez um século não baste para produzir uma cabeça como essa, que se levou apenas um segundo para cortar"*.

- O médico escocês JOSEPH BLACK (1728-1799), assim como Lavoisier, entendia o fluido calórico como uma substância que podia combinar-se quimicamente com a matéria. Segundo ele, quando entre o corpo e o calórico havia uma simples mistura, a temperatura aumentava, sendo perceptível a presença do calor: era o calor sensível. Quando o calórico se combinava quimicamente com a matéria, ele "desaparecia", não produzindo variação de temperatura: era o calor latente. Um exemplo dessa "reação química" com o calor aconteceria nas mudanças de estado:

GELO + CALÓRICO → ÁGUA.

- Apesar de suas ideias não corresponderem à realidade, como ficaria comprovado mais tarde, Black teve o mérito de entender o calor como uma quantidade, definindo a unidade até hoje usada para medi-lo: a caloria. Introduziu ainda os importantes conceitos de capacidade térmica e calor específico.



Joseph Black

IDEIA ATUAL DE CALOR

- A ideia atual de que o calor é energia nasceu com o americano radicado na Alemanha BENJAMIN THOMPSON (1753-1814), o conde de Rumford, que, em 1799, ao pesquisar a perfuração de canhões numa fábrica de armas na Baviera, percebeu que o aumento de temperatura que ocorria no material perfurado só poderia provir da energia mecânica das brocas.
- A equivalência entre calor e energia mecânica foi determinada por JULIUS ROBERT MAYER (1814-1878) em 1842 e, com mais precisão, por JAMES PRESCOTT JOULE (1818-1889) em 1843. O relacionamento definitivo da energia térmica com a energia cinética das moléculas foi estabelecido em 1857 pelo físico alemão RUDOLPH CLAUSIUS (1822-1888).

APÊNDICE E – Ficha de atividades: Teoria do Flogístico



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



UM POUCO DE HISTÓRIA

❖ TEORIA DO FLOGÍSTICO

Baseando-se em uma obra de Johann Joachim Becher, o cientista alemão Georg Ernst Stahl criou a teoria do flogístico que dizia que a combustão ocorria com certos materiais porque estes possuíam um “elemento” ou um princípio comum inflamável que era liberado no momento da queima.



Durante muito tempo o mistério da origem do fogo foi objeto de especulação filosófica. Várias teorias surgiram para explicar o que ocorre com os materiais no momento em que entram em combustão.

Uma delas foi desenvolvida pelo químico alemão Georg Ernst Stahl (1660-1734). Ao ler um livro de Johann Joachim Becher (1635-1682), publicado em Viena, em 1667, com o título “Physica subterranea”, algo lhe chamou a atenção. Neste livro, Becher apresentou sua própria teoria dos elementos. Segundo ele todas as substâncias eram compostas de três tipos de terras. Uma delas era a terra pinguis (literalmente, “terra gorda”), que dava à substância qualidades oleosas e a propriedade de ser combustível. Ou seja, para exemplificar, pense em uma madeira que é queimada. No início ela era composta de cinzas e terra pinguis, no final da combustão ela liberava a terra e permaneciam apenas as cinzas.



Johann Joachim Becher e Georg Ernst Stahl

Ao ler este livro, Stahl, deu à terra pinguis um novo nome: “flogístico”; de origem grega “phlogios”, que significa “ígnico”. Então, ele criou uma nova teoria: a “teoria do flogístico”; e segundo ela os materiais combustíveis, como papel, madeira, enxofre, carvão e óleos vegetais, possuíam um princípio comum inflamável presente apenas nos materiais combustíveis. Se algum material não queimasse, é porque não teria flogístico em sua composição.

Esta teoria permaneceu satisfatória por muito tempo porque explicava vários dos

maiores mistérios das transformações dos materiais. Além de explicar fenômenos envolvendo a combustão, englobava também os referentes à oxidação. Vejamos dois deles:

- Sem ar a combustão não ocorre- Segundo Stahl, o flogístico precisa sair para o ar durante a combustão. Mas, certa quantidade de ar só encerra uma parte de flogístico; assim, se retirássemos o ar do sistema a combustão cessaria porque o flogístico não teria para onde ir. Exemplo: se colocarmos um copo sobre uma vela acesa, ela apagará. Além disso, ele indicou o ar como imprescindível na combustão porque seria ele que transportaria o flogístico de um corpo para outro.
- Os metais aumentam sua massa depois da queima, de sua corrosão ou enferrujamento, isto é, sua oxidação – O flogístico era repelido pela terra, assim quanto mais flogístico um material possuísse, mais leve ele seria. Por isso, ao sofrer combustão o metal ficava mais pesado.

Outro ponto que apoiava sua ideia era o fato de o óxido ter maior massa que o metal; desse modo, ele concluiu que o metal possuía mais flogístico que o óxido.

No entanto, esta teoria foi abandonada, pois alguns fatores entraram em contradição com sua explicação. Por exemplo, o papel ficava com menor massa depois que era queimado, ao contrário do metal.

Um ponto culminante para a queda desta teoria foi o fato de que no século XVIII, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) descobrir, por meio de inúmeras experiências bem elaboradas e controladas, a importância de um elemento químico no processo da combustão. Este elemento era o oxigênio (O). Foi desse modo que a teoria do flogístico foi abandonada.

Nome: _____

Questões sobre a Atividade de Demonstração Experimental sobre Flogístico

Materiais utilizados: Palha de aço, recipiente de vidro, isqueiro e balança.

Passo 1: Qual a massa inicial? _____

Passo 2: Qual a massa final? _____

1) Descreva o que foi observado durante a realização do experimento.

2) Com base nas observações feitas durante a realização do experimento, e com seus conhecimentos na teoria do flogístico responda. Como você explica o que ocorre o fato observado?

APÊNDICE F – Ficha de atividades: Teoria do Calórico



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIG
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



UM POUCO DE HISTÓRIA

❖ TEORIA DO CALÓRICO

As experiências de Lavoisier levaram a concluir que a combustão era uma reação química que se dava não pela presença de uma substância na matéria submetida à queima, mas na “atmosfera” em que o fenômeno ocorria, ou seja, seria um elemento presente no ar, elemento que ele denominou **Calórico**. No século XVIII, surgia a Teoria do Calórico, que supunha a existência de fluido invisível e inodoro, inicialmente o conceito de calor o colocava como sendo uma substância e não como sendo energia. A rigor, todos os corpos deveriam o conter na sua composição, em quantidades determinadas. Ele seria o causador das alterações de temperatura até metade do século XIX. Quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a sua quantidade de calórico, limitada, para cada corpo, a uma quantidade finita. Quando dois corpos fossem colocados em contato num mesmo meio, o corpo com maior quantidade de calórico cederia parte dele para o corpo de menor quantidade até que, os dois corpos, tivessem a mesma quantidade de calórico.



Quando dois objetos de temperaturas diferentes estavam em contato, acreditava-se que haveria uma troca de fluido, sendo que o fluido passava do corpo mais quente para o corpo mais frio, até que suas temperaturas ficassem iguais, ou seja, até que se atingisse o equilíbrio térmico. Quando as temperaturas se igualavam, o processo parava. Essa teoria considerava ainda que o calor era atraído pela matéria e sua quantidade total era constante: ele não podia ser criado nem destruído. Além disso, os corpos quando aquecidos, se dilatam, o que levou alguns teóricos da época a concluir que o calórico ocupava espaço físico.

Alguns processos foram bem explicados pela teoria do calor como substância, já outros fenômenos não eram corretamente explicados, pois era preciso admitir que essa substância (calor), também denominada calórico, apresentava características muito especiais: penetrava facilmente na matéria, era atraída por ela, não podia ser criada nem destruída e não possuía massa.

Quando esfregamos as mãos constantemente, percebemos que elas se aquecem. Notamos esse aquecimento também quando perfuramos um metal com uma broca. Sendo assim, podemos afirmar que esse aquecimento está relacionado ao atrito entre dois objetos.



Thompson, no século XVIII, percebeu que, ao fazer um furo no cano de um canhão de metal, produzia-se um elevado aquecimento. Esse aquecimento nada mais era do que a quantidade de calórico sendo aumentada.

A hipótese de que todo aquele calor já estivesse na peça levaria à conclusão de que o canhão deveria derreter antes mesmo de ser furado, o que era um absurdo. Foi Thompson quem reelaborou o conceito de calor como o movimento das partículas que constituem os metais. Apesar disso, a teoria do calor como substância foi aceita pelos cientistas durante todo o século XVIII e, cotidianamente, muitas vezes consideramos o calor como uma substância.

Nome: _____

Questões sobre a Atividade de Demonstração Experimental sobre Calórico – Dilatação Térmica

Materiais utilizados: Seringas descartáveis, recipiente com água fria, recipiente com água quente e ebulidor.

Passo 1: Verifique o volume da seringa em temperatura ambiente _____.

1) Mergulhando a seringa em um recipiente com água quente o que ocorre com o volume da seringa?

2) Com base nas observações feitas durante a realização do experimento ao mergulhar a seringa no recipiente com água quente, e com seus conhecimentos na teoria do calórico responda. Como você explica o que ocorre o fato observado?

3) Mergulhando a seringa em um recipiente com água fria o que ocorre com o volume da seringa?

4) Com base nas observações feitas durante a realização do experimento ao mergulhar a seringa no recipiente com água fria, e com seus conhecimentos na teoria do calórico responda. Como você explica o que ocorre o fato observado?

APÊNDICE G – Pré e Pós Teste Caso 2



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIG
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

QUESTÕES DIAGNÓSTICAS

➤ Perguntas referentes ao conceito de calor

01-Uma pessoa afirma que seu cobertor é bom, “porque impede que o frio passe através dele”. Essa afirmativa é:

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| a) verdadeira. | b) falsa. | c) depende o material do cobertor. |
| d) depende em qual país você esteja. | e) é verdade se o ar não estiver mais quente que o cobertor. | |

02-(CEFET-SP) Calor é:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| a) energia em trânsito de um corpo para outro, quando entre eles há diferença de temperatura. | d) uma forma de energia que se atribui aos corpos quentes. |
| b) medido em graus Celsius. | e) o mesmo que temperatura. |
| c) uma forma de energia que não existe nos corpos frios. | |

03-(PUCCAMP-SP) Sobre o conceito de calor pode-se afirmar que se trata de uma:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| a) medida da temperatura do sistema. | d) quantidade relacionada com o atrito. |
| b) forma de energia em trânsito. | e) energia que os corpos possuem. |
| c) substância fluida. | |

04-(UFP-RS) Considere as afirmações a seguir:

- I. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma quantidade de calor.
 II. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma temperatura.
 III. Calor é transferência de temperatura de um corpo para outro. IV. Calor é uma forma de energia em trânsito.

Das afirmações acima, pode-se dizer que:

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| a) I, II, III e IV são corretas. | b) I, II, III são corretas. | c) I, II, IV são corretas. |
| d) II e IV são corretas. | e) II e III são corretas. | |

05-(OSEC-SP) O fato de o calor passar de um corpo para outro se deve a:

- | | | |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| a) quantidade de calor existente em cada um. | b) diferença de temperatura entre eles. | c) energia cinética total de suas moléculas. |
| d) o número de calorías existentes em cada um. | e) nada do que se afirmou acima é verdadeiro. | |

➤ Perguntas referentes ao conceito de temperatura e equilíbrio térmico

01-(UFV-MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados do meio ambiente, pode-se afirmar que:

- a) o mais quente é o que possui menor massa.
 b) apesar do contato, suas temperaturas não variam.
 c) o mais quente fornece calor ao mais frio.
 d) o mais frio fornece calor ao mais quente.
 e) suas temperaturas dependem de suas densidades.

02-(MACKENZIE-SP) O célebre físico irlandês William Thomson, que ficou mundialmente conhecido pelo título de Lord Kelvin. Entre tantos trabalhos que desenvolveu "criou" a escala termométrica absoluta. Essa escala, conhecida por escala Kelvin, conseqüentemente não admite valores negativos, e para tanto, estabeleceu como zero o estado de repouso molecular. Conceitualmente sua colocação é consistente, pois a temperatura de um corpo se refere à medida:

- a) da quantidade de movimento das moléculas do corpo.
 b) da quantidade de calor do corpo.
 c) da energia térmica associada ao corpo.
 d) da energia térmica das moléculas do corpo.
 e) do grau de agitação das moléculas do corpo.

03-(FEI-SP) Um sistema isolado termicamente do meio possui três corpos, um de ferro, um de alumínio e outro de cobre. Após certo tempo verifica-se que as temperaturas do ferro e do alumínio aumentaram. Podemos concluir que:

- a) o corpo de cobre também aumentou a sua temperatura.
 b) o corpo de cobre ganhou calor do corpo de alumínio e cedeu calor para o corpo de ferro.
 c) o corpo de cobre cedeu calor para o corpo de alumínio e recebeu calor do corpo de ferro.
 d) o corpo de cobre permanece com a mesma temperatura.
 e) o corpo de cobre diminuiu a sua temperatura.

04- (FATEC-SP) Um sistema A está em equilíbrio térmico com outro B e este não está em equilíbrio térmico com outro C. Então, podemos dizer que:

- a) os sistemas A e C possuem a mesma quantidade de calor.
 b) a temperatura de A é diferente da de B.
 c) os sistemas A e B possuem a mesma temperatura.
 d) a temperatura de B é diferente da de C, mas C pode ter temperatura igual à do sistema A.
 e) nenhuma das anteriores.

05-(UFSCAR-SP) Dois corpos A e B, de massas m_A e m_B , estão inicialmente às temperaturas T_a e T_b , respectivamente, com $T_a \neq T_b$. Num dado instante, eles são postos em contato térmico. Após atingir o equilíbrio térmico, teremos:

- a) $T_a' > T_b'$ b) $T_a' < T_b'$ c) $T_a' = T_b'$ d) $m_a = m_b$ e) n.d.a.

06- Um termômetro é encerrado dentro de um bulbo de vidro onde se faz vácuo. Suponha que o vácuo seja perfeito e que o termômetro esteja marcando a temperatura ambiente, 25°C . Depois de algum tempo, a temperatura ambiente se eleva a 30°C . Observa-se, então, que a marcação do termômetro.

- a) eleva-se também, e tende a atingir o equilíbrio térmico com o ambiente.
- b) mantém-se a 25°C , qualquer que seja a temperatura ambiente.
- c) tende a reduzir-se continuamente, independente da temperatura ambiente.
- d) vai se elevar, mas nunca atinge o equilíbrio térmico com o ambiente.
- e) tende a atingir o valor mínimo da escala do termômetro.

07-(UNESP-SP) Quando uma enfermeira coloca um termômetro clínico de mercúrio sob a língua de um paciente, por exemplo, ela sempre aguarda algum tempo antes de fazer a sua leitura. Esse intervalo de tempo é necessário.

- a) para que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o corpo do paciente.
- b) para que o mercúrio, que é muito pesado, possa subir pelo tubo capilar.
- c) para que o mercúrio passe pelo estrangulamento do tubo capilar.
- d) devido à diferença entre os valores do calor específico do mercúrio e do corpo humano.
- e) porque o coeficiente de dilatação do vidro é diferente do coeficiente de dilatação do mercúrio.

08- (CFT-SC-010) Em nossas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

- a) Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- b) Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- c) Porque o piso de cerâmica no quarto dá um tom menos elegante.
- d) Porque o piso de madeira troca menos calor com os nossos pés, causando-nos menos sensação de frio.
- e) Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso nos troca mais calor, causando sensação de frio.

APÊNDICE H – Slides sobre Sensação Térmica, Temperatura, Equilíbrio Térmico e Calor



TEMPERATURA E EQUILÍBRIO TÉRMICO

Professora Sheila Correia Corrêa

CONDUTORES E ISOLANTES TÉRMICOS

- O que determina se um material será bom ou mau condutor térmico são as ligações em sua estrutura atômica ou molecular.



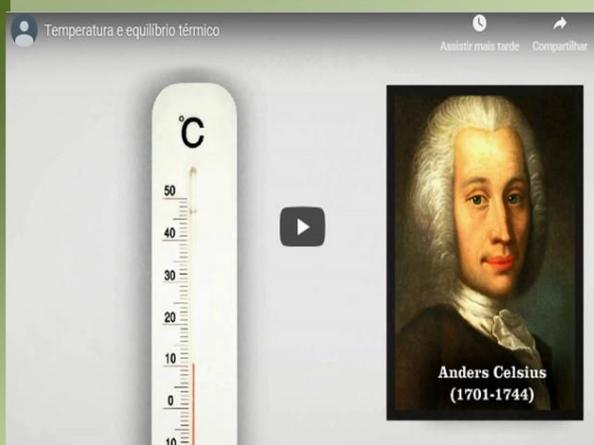
Condutores térmicos são materiais nos quais o processo de condução do calor é acentuado. Exemplo: os metais.

Isolantes térmicos são materiais nos quais ocorre pouca ou nenhuma transmissão de calor. Exemplos: madeira e isopor.



EXEMPLO DE CONDUTORES E ISOLANTES TÉRMICOS

CONDUTORES	ISOLANTES
Alumínio	Plástico
Ferro	Madeira
Aço Inox	Isopor
Cobre	Vidro
Prata	Lã
Latão	Cerâmica
Silício	Papelão
Corpo humano	Penugem e pelugem

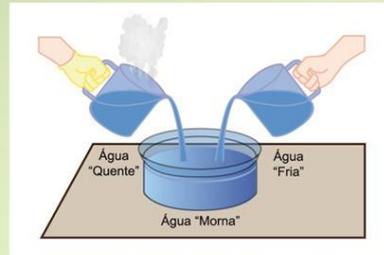


VÍDEOS



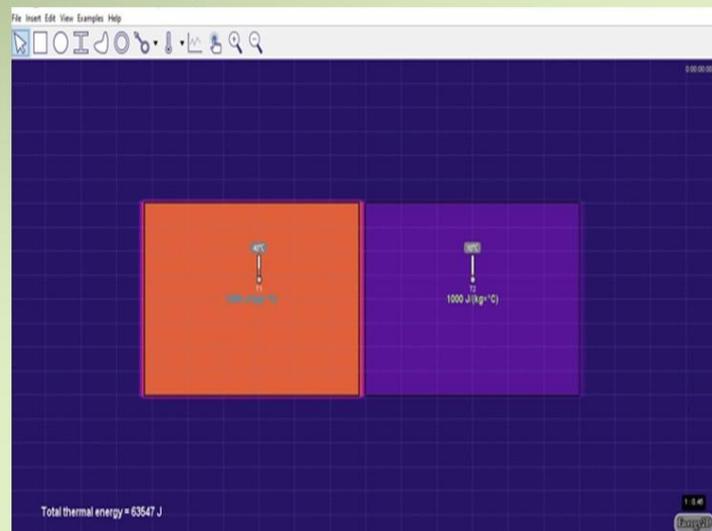
EQUILÍBRIO TÉRMICO

- Também chamado de equilíbrio termodinâmico, é quando dois corpos ou substâncias atingem a **mesma temperatura**.



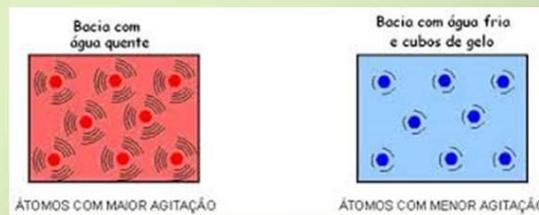
- As partículas da água "quente" fornecem parte de sua energia de agitação para as partículas da água "fria" e vice-versa. A troca de energia só é interrompida quando o equilíbrio térmico é atingido.

SIMULAÇÃO SOBRE EQUILÍBRIO TÉRMICO



MAS AFINAL O QUE É TEMPERATURA?

- Temperatura é a grandeza física associada à agitação das partículas que compõem os corpos .
- ❖ Moléculas muito agitadas = Temperatura alta.
- ❖ Moléculas pouco agitadas = Temperatura baixa.

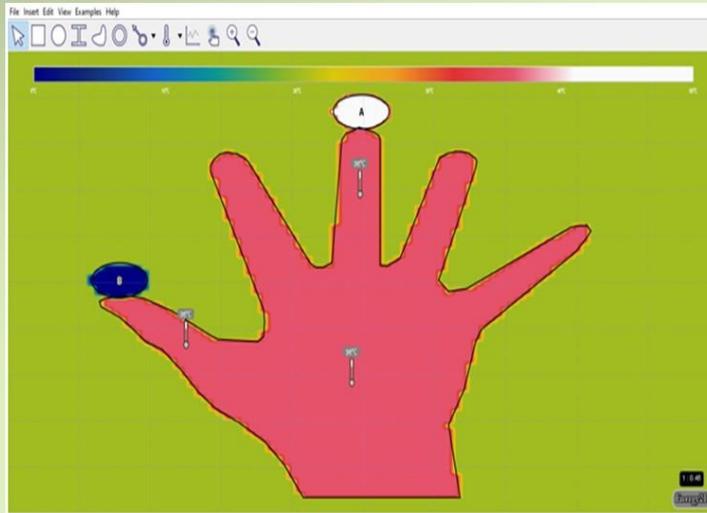


SENSAÇÃO TÉRMICA

- Ao se falar em sensação térmica, não se pode omitir a palavra percepção individual. Por definição física, a sensação térmica trata-se de uma percepção do ar, a qual pode diferir muito da temperatura real, pois fatores como a umidade relativa do ar, densidade atmosférica e a velocidade de propagação do vento alteram a transferência de energia (calor) entre o meio ambiente e o corpo. **De modo mais restrito, as sensações térmicas são aquelas que podemos identificar através do corpo.**



SIMULAÇÃO SENSAÇÃO TÉRMICA



APÊNDICE I – Ficha de atividades: Sensação Térmica e Temperatura



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

Atividade de Demonstração Experimental sobre Sensação Térmica e Temperatura

Do que trata a atividade? Temperatura e sensação térmica.

O que queremos desta atividade? Queremos compreender que temperatura e sensação térmica são conceitos distintos, pois um tem a ver com o estado de agitação das partículas podendo ser medido e o outro com a percepção que temos de um sistema.



Figura 1. Termômetro indicando a temperatura e a sensação térmica.

O que podemos aprender com esta atividade? Que a temperatura é uma grandeza física que pode ser medida por termômetros e a sensação térmica trata-se de uma percepção do ar, a qual pode diferir muito da temperatura real, e sofre influência de fatores como a umidade relativa do ar, densidade atmosférica e a velocidade de propagação do vento que alteram a transferência de calor entre o ambiente e o corpo. De modo geral, com essa atividade pretende-se compreender os conceitos em diferentes situações, como pode ser visto na figura abaixo.

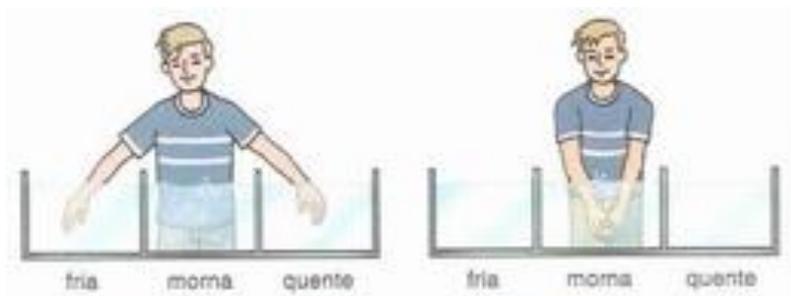


Figura 2. Situações cotidianas das grandezas envolvidas.

Questões sobre a Atividade de Demonstração Experimental sobre Sensação Térmica e Temperatura

- Material: 3 recipientes; água fria, água morna e água quente.

Procedimento:

1 – Encha os três recipientes: um com água fria, outro com água morna e outro com água quente (não demasiado para não queimar);

2 – Coloque uma mão na água fria e outra mão na água quente. Aguarde uns instantes, cerca de 1 minuto. A seguir coloque ambas as mãos na bacia com água morna. Qual a sensação?

3 – Afinal, as mãos estão mergulhadas no mesmo recipiente, portanto a água está à mesma temperatura, mas o que se sente não é igual em ambas as mãos, uma parece estar mais fria que a outra. Com base em seus conhecimentos como você explica esse fenômeno?

APÊNDICE J – Pré e Pós Teste Caso 3



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2° – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

QUESTÕES DIAGNÓSTICAS

1. (UFTM) A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

- I. na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto afirmar que:

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

2. (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. A preferência por roupas claras se deve ao fato de que elas:

- a) absorvem menos radiação térmica do que as roupas escuras.
- b) refletem menos a radiação térmica do que as roupas escuras.
- c) absorvem mais a radiação térmica do que as roupas escuras.
- d) impedem a formação de correntes de convecção com maior facilidade do que as roupas escuras.
- e) favorecem a condução do calor por apresentarem maior condutibilidade térmica do que as roupas escuras.

3. (Mackenzie) Uma das razões que faz a água, próxima à superfície livre de alguns lagos, congelar no inverno, em regiões de baixas temperaturas, é o fato de que ao ser resfriada, no intervalo aproximado de 4 °C a 0 °C, ela sofre um processo de dilatação. Com isso seu volume _____ e sua densidade _____.

Desprezando os efeitos da irradiação térmica, durante esse resfriamento a água do fundo do lago não consegue atingir a superfície livre, pois não ocorre mais a _____ e sua temperatura diminuirá, devido ao processo de _____.

As informações que preenchem corretamente as lacunas, na ordem de leitura são, respectivamente:

- a) aumenta, diminui, convecção térmica e condução térmica.
- b) diminui, aumenta, convecção térmica e condução térmica.
- c) aumenta, diminui, condução térmica e convecção térmica.
- d) diminui, aumenta, condução térmica e convecção térmica.
- e) aumenta, aumenta, condução térmica e convecção térmica.

4. (PUC-MG) Uma garrafa térmica tem paredes prateadas e duplas com vácuo no espaço intermediário. A vantagem de se fabricarem garrafas térmicas assim é porque as paredes prateadas:

- a) absorvem o calor e o vácuo é um ótimo isolante térmico.
- b) são altamente refletoras e o vácuo, um ótimo isolante térmico.

- c) absorvem o calor e o vácuo é um excelente condutor.
- d) são altamente refletoras e o vácuo é um excelente condutor.

5. (CFT-MG) As modernas panelas de aço inox possuem cabos desse mesmo material, que é um _____ condutor de calor. Eles não queimam as mãos das pessoas, porque possuem um formato vazado, facilitando a troca de calor por _____ do ar através deles. A opção que completa, correta e respectivamente, as lacunas é:

- a) mau / irradiação.
- b) bom / irradiação.
- c) bom / convecção.
- d) mau / convecção.

APÊNDICE K – Slides sobre Mecanismos de Propagação de Calor

MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

Professora Sheila Correia Corrêa

MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

- Para ocorrer a troca de calor entre dois corpos é necessário que exista diferença de temperatura entre eles. Assim, o calor se transfere do corpo mais quente para o corpo mais frio até que ambos alcancem uma temperatura comum. Mas, como o calor, ou a energia, passa de um objeto para outro? Essa troca de calor pode ocorrer de três maneiras:

1. **CONDUÇÃO,**
2. **CONVECÇÃO E**
3. **IRRADIAÇÃO.**



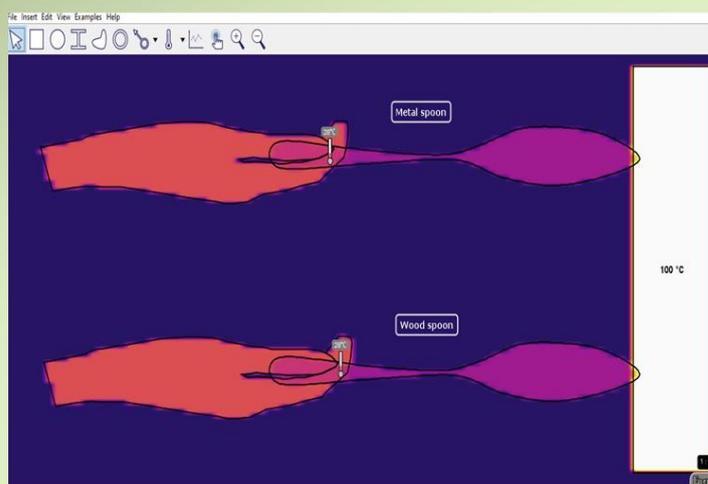
CONDUÇÃO TÉRMICA

- É o processo de propagação de calor, no qual a energia térmica passa de partícula para partícula em um meio.



Condução de calor através de uma barra de metal.

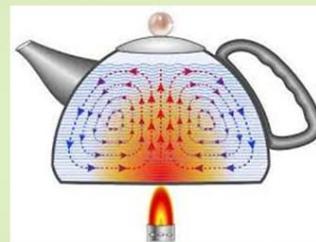
SIMULAÇÃO: CONDUÇÃO TÉRMICA



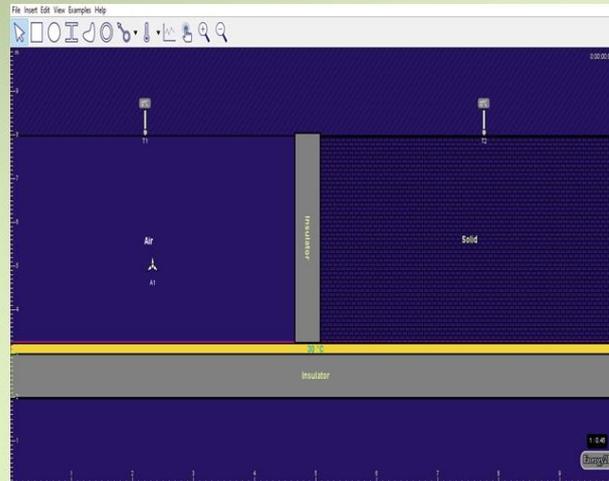
CONVECÇÃO TÉRMICA

- Esse tipo de transmissão de calor ocorre em substâncias que estejam no estado líquido ou gasoso. Na convecção a propagação do calor se dá através do movimento do fluido envolvendo transporte de matéria. Criam-se correntes circulares chamadas de "correntes de convecção", as quais são determinadas pela diferença de densidade entre o fluido mais quente e o mais frio.

- A refrigeração dos alimentos em refrigeradores domésticos, assim como o aquecimento da água em uma chaleira acontecem por correntes de convecção.



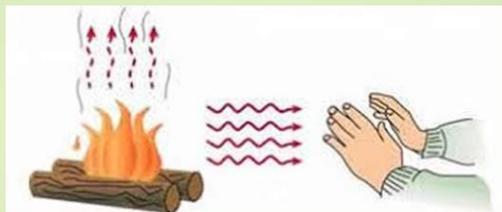
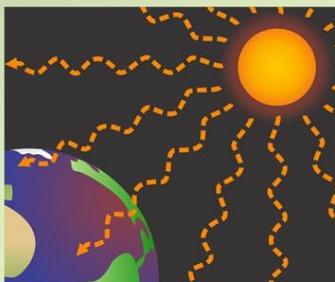
SIMULAÇÃO: CONVECÇÃO TÉRMICA



IRRADIAÇÃO TÉRMICA

- No caso da irradiação, não há necessidade de meios materiais para que a energia passe de uma região para a outra, pois o calor pode se propagar na forma de ondas de energia eletromagnética.
- O calor é transmitido por radiação, ao interagir com a matéria, põe suas cargas a oscilar, aumentando assim a energia cinética delas.

- A energia vinda do Sol e a que provém de uma fogueira para aquecer as mãos são exemplos de propagação de calor por irradiação.



APÊNDICE L – Ficha de atividades: Condução Térmica



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIG
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

Atividades de Demonstração Experimental sobre Transmissão de Calor por Condução

Do que trata a atividade? Trata do conceito de *condução*.

O que queremos desta atividade? Queremos compreender o conceito de *condução* como um processo de transferência de calor em que as partículas de uma região com maior temperatura transferem sua agitação térmica para as partículas de uma região vizinha com temperatura inferior. Na figura abaixo pode-se notar que a energia térmica é passada sequencialmente de partícula para partícula e que vibram mais as partículas mais próximas da fonte de calor.

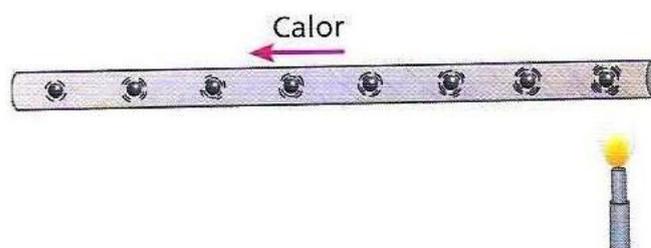


Figura 1. Esquema que representa a condução do calor através de uma barra.

O que podemos aprender com esta atividade? Que a condução térmica depende do material de que um determinado objeto é feito. Os materiais que diminuem o fluxo de calor entre os corpos, impedindo que o calor entre ou saia de um corpo, são denominados isolantes térmicos, como é o caso da madeira, plástico, isopor, lã, entre outros. Já os materiais que transmitem facilmente calor de um corpo para o outro são considerados bons condutores térmicos, e os melhores exemplos desse tipo de material são os metais, que, por isso, são utilizados na confecção de panelas, ferros de passar, etc.

Questões sobre a Atividade de Demonstração Experimental sobre Propagação de Calor por Condução

Materiais utilizados: Uma barra metálica ou fio de cobre, um palito de madeira, uma vela, duas latas de refrigerante, quatro pregos, uma caixa de fósforos, um alicate e papel alumínio.

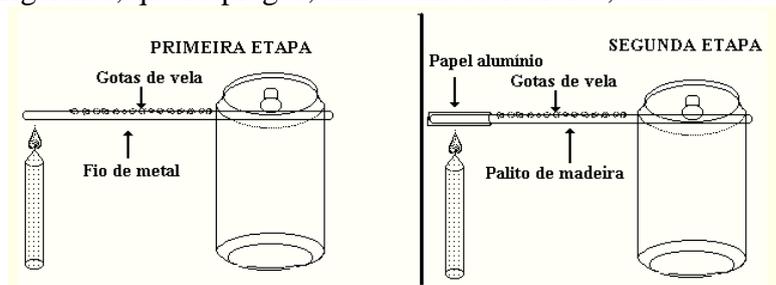


Figura 2. Montagem do experimento.

1) Por que os pregos vão se soltando sequencialmente do fio?

2) Como você explica esse fenômeno?

3) Por que o mesmo não ocorre no palito de madeira?

4) Como você explica esse fenômeno?

APÊNDICE M – Ficha de atividades: Convecção Térmica



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2° – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

Atividade de Demonstração Experimental sobre Transmissão de Calor por Convecção

Do que trata a atividade? Trata do conceito de *convecção*.

O que queremos desta atividade? Queremos compreender o conceito de *convecção* como um processo que transporta *massa* e *calor* de um ponto a outro de um fluido pelo movimento de camadas do fluido que se dá devido a diferenças de densidade provocadas, especialmente, por diferenças de temperatura (calor).

Se denomina *calor* à energia térmica em processos que envolvem diferenças de temperatura entre um sistema e sua vizinhança.

Sistema: é uma porção do universo, um recorte do universo, que pode ser um corpo, ou parte de um corpo. *Vizinhança*: tudo que está a volta do sistema escolhido.

O que podemos aprender com esta atividade? Que a *convecção* é um processo caracterizado pelo movimento de massas de um fluido e tem sua origem nas diferenças de densidade no interior do fluido provocadas, especialmente, por meio de calor. Nesta experiência, a parte aquecida do líquido, menos densa, se expande e tende a movimentar-se de forma ascendente (subir) enquanto a parte fria, mais densa, tende a descer para a parte inferior do líquido. Esse movimento das camadas quente e fria do líquido é denominado *corrente de massa* ou *corrente de convecção*.

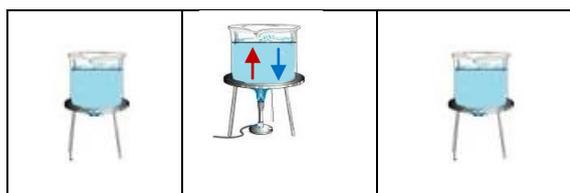


Figura 1. a.) corpo a temperatura ambiente, b.) corpo sendo aquecido e c.) corpo aquecido

Quais materiais são utilizados na atividade? Duas latas de alumínio (lata de Nescau), dois pedaços de tubos de alumínio de 30 centímetros de comprimento, um ebulidor, massa epóxi, uma rolha de borracha (ou cortiça) do diâmetro dos tubos de alumínio e um termômetro (opcional).

Como funciona o experimento? O aparato experimental é montado de modo a conectar dois canecões de alumínio, em duas alturas distintas, por hastes de alumínio. A água no interior de um dos canecões é aquecida com o ebulidor e, após retirada a rolha, se movimentam para a parte superior do líquido, entrando através do tubo de alumínio e chegando até o outro canecão, misturando-se com a água inicialmente fria deste outro canecão, o que faz movimentar a água que lá está através do tubo de alumínio até o canecão que está sendo aquecido com o ebulidor.

As correntes de convecção poderão ser visualizadas por meio do tato (contato com a mão) sobre ambos os tubos de alumínio por onde circulam água quente e fria, não necessitando de termômetro.



Figura 2. Montagem do experimento

Questões sobre a Atividade de Demonstração Experimental sobre Propagação de Calor por Convecção

Materiais utilizados: Duas latas de alumínio (lata de Nescau), dois pedaços de tubos de alumínio de 30 centímetros de comprimento, um ebulidor elétrico, massa epóxi, uma rolha de cortiça do diâmetro dos tubos de alumínio.

1) Descreva o que foi observado durante a realização do experimento.

2) Com base nas observações feitas durante a realização do experimento responda. O que acontece com a água que é aquecida em uma panela, sendo a chama do fogão a fonte de calor?

APÊNDICE N – Pré e Pós Teste Caso 4



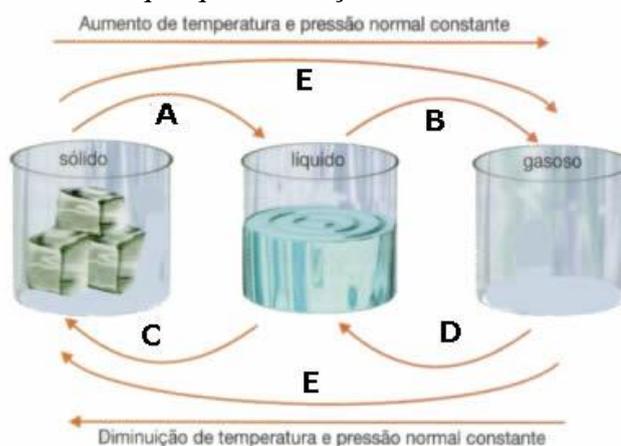
ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

Questões Diagnósticas

1) Observe a figura abaixo e indique que mudança de estado está ocorrendo na letra A e B.



- a) Fusão e vaporização
- b) Solidificação e vaporização
- c) Fusão e sublimação
- d) Nenhuma das alternativas

2) Como é chamada a mudança do estado líquido para o sólido?

- a) Solidificação
- b) Transformação
- c) Vaporização
- d) Vaporização
- e) Sublimação
- f) Nenhuma das alternativas

3) A passagem da água no estado sólido para o estado líquido é chamada de:

- a) Vaporização
- b) Fusão
- c) Calefação
- d) Nenhuma das alternativas
- e) Solidificação

4) (UFPR 2009) A água pode ser encontrada na natureza nos estados sólido, líquido ou gasoso. Conforme as condições, a água pode passar de um estado para outro através de processos que recebem nomes específicos. Um desses casos é quando ela muda do estado gasoso para o líquido. Assinale a alternativa que apresenta o nome correto dessa transformação.

- a) Condensação
- b) Sublimação
- c) Evaporação
- d) Fusão
- e) Nenhuma das alternativas

5) (Vunesp – SP) O naftaleno, comercialmente conhecido como naftalina, empregado para evitar baratas em roupas, funde em temperaturas superiores a 80 °C. Sabe-se que bolinhas de naftalina, à temperatura ambiente, têm suas massas constantemente diminuídas, terminando por desaparecer sem deixar resíduo. Essa observação pode ser explicada pelo fenômeno da:

- a) Sublimação
- b) Ebulição
- c) Fusão
- d) Calefação
- e) Nenhuma das alternativas

6) Nos locais onde não existe estação de tratamento de água, podemos ferver a água para eliminar bactérias. Para isso precisamos fornecer calor a água e esta passa do estado líquido para o estado de vapor. Essa mudança do estado líquido para o estado de vapor de forma não espontânea, com formação de bolhas, recebe o nome de ebulição. Essa afirmação é:

- a) Verdadeira.
- b) Falsa.

7) Observe os seguintes fatos:

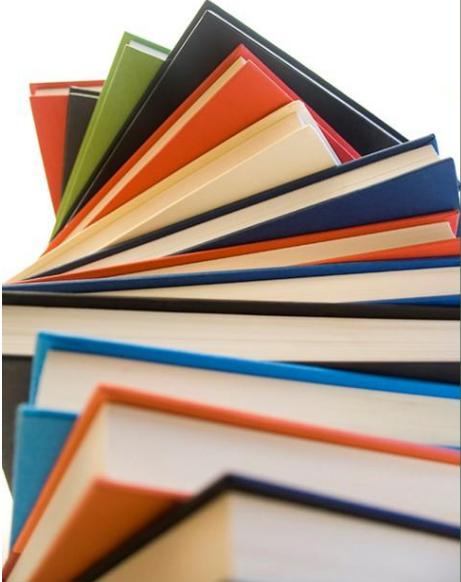
- I) Gelo seco no palco de um teatro transforma-se em gás;
- II) A formação da neve;
- III) A secagem da roupa no varal;
- IV) O derretimento do ferro-gusa para a fabricação de aço.

Nesses fatos estão relacionados corretamente os seguintes fenômenos, respectivamente:

- a) Fusão, sublimação, evaporação e solidificação.
- b) Evaporação, solidificação, fusão e sublimação
- c) Sublimação, solidificação, fusão e evaporação
- d) Sublimação, solidificação, evaporação e fusão.
- e) Nenhuma das alternativas.

8) Roupas secando no varal é um exemplo de qual mudança de estado?

- a) Fusão
- b) Liquefação
- c) Vaporização
- d) Condensação
- e) Solidificação

APÊNDICE O – Slides sobre Estados Físicos e Mudanças de Estados Físicos

MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS

Professora Sheila Correia Corrêa

VÍDEO SOBRE OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA



Estados Físicos da Matéria - a matéria organizada de diferentes formas

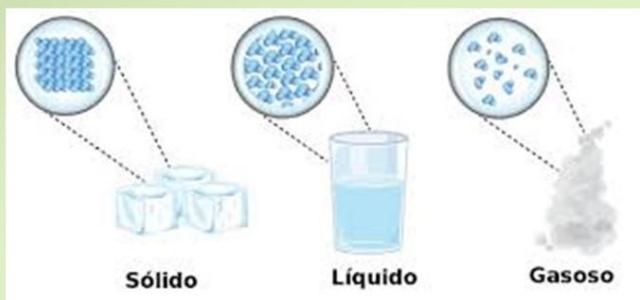
Assistir mais tarde Compartilhar

EDU

ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

- A matéria pode ser encontrada em três estados: **sólido, líquido e gasoso**. O que determina o estado em que a matéria se encontra é a proximidade das partículas que a constitui.



- **Estado Sólido:** aqui as moléculas se encontram muito próximas, sendo assim possuem forma fixa, volume fixo e não sofrem compressão. Um exemplo é um cubo de gelo, as moléculas estão muito próximas e não se deslocam, ao menos que passe por um aquecimento.



- **Estado Líquido:** aqui as moléculas estão mais afastadas do que no estado sólido, possuem forma variada, mas volume constante. Além destas características, possui facilidade de escoamento e adquirem a forma do recipiente que os contém.



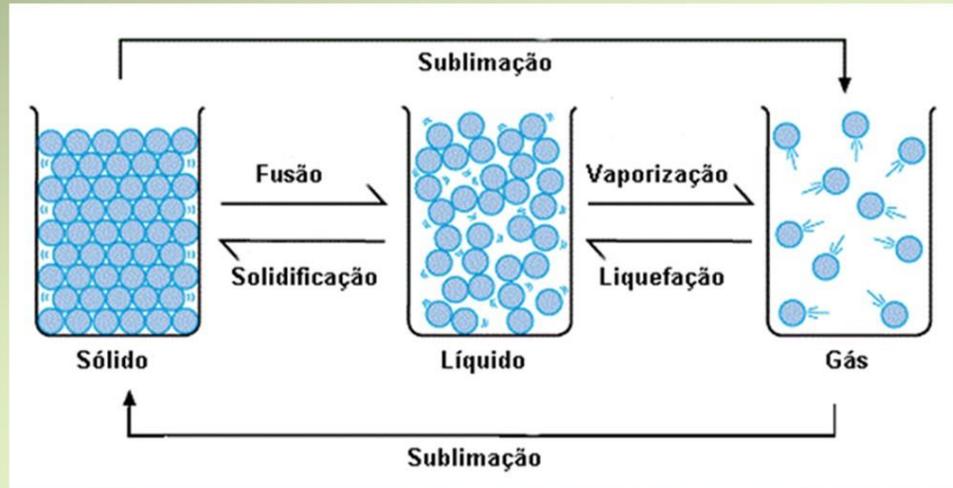
- **Estado Gasoso:** O movimento das moléculas nesse estado é bem maior que no estado líquido ou sólido. As forças de repulsão predominam fazendo com que as substâncias não tomem forma e nem volume constante. Os elementos gasosos tomam a forma do recipiente que os contém.



VÍDEO SOBRE MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS



MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS



- **Fusão:** passagem da fase sólida para a líquida. Exemplo: o gelo derretendo e se transformando em água líquida.
- **Vaporização:** passagem da fase líquida para a gasosa. Exemplo: a água fervendo e se transformando em vapor de água, como a vaporização dos rios, lagos e mares.
- **Solidificação:** passagem da fase líquida para a sólida. Exemplo: água líquida colocada no congelador para formar gelo.
- **Condensação/Liquefação:** passagem da fase gasosa para a líquida. Exemplo: o vapor da água se transformando em gotículas de água quando sua temperatura fica abaixo de 100 °C.
- **Sublimação:** passagem que se dá de forma direta, da fase sólida para a gasosa ou da fase gasosa para a sólida. Exemplo: a naftalina.

APÊNDICE P – Ficha de atividades: Mudanças de Estados Físicos



ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO
 PROFESSOR LEOPOLDO MAIERON – CAIC
 Componente Curricular: Física – Série: 2º – Turma: 211
 Mestranda: Sheila Correia Corrêa



Nome: _____

ATIVIDADE DE DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL SOBRE MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO – PARTE 1

Observe a timelapse:



1) Identifique qual é a mudança de estado físico observada: _____

2) Descreva o que foi observado durante a realização do experimento. Como você explica esse fenômeno?

ATIVIDADE DE DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL SOBRE MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO – PARTE 2

Observe a timelapse:



1) Identifique quais são as mudanças de estado físicos observadas:

2) Descreva o que foi observado durante a realização do experimento. Como você explica esse fenômeno?
