



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPART. DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICAS E ESTATÍSTICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

APLICAÇÃO DE ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO SIMULADA EM TERMODINÂMICA

FRANCISCO RENAN ROCHA SANTIAGO LEITE

Mossoró – RN
2022

FRANCISCO RENAN ROCHA SANTIAGO LEITE

**APLICAÇÃO DE ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO SIMULADA EM
TERMODINÂMICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UFERSA, MNPEF como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa

Mossoró – RN
2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L533a LEITE, FRANCISCO RENAN ROCHA SANTIAGO.
APLICAÇÃO DE ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO
SIMULADA EM TERMODINÂMICA / FRANCISCO RENAN ROCHA
SANTIAGO LEITE. - 2022.
118 f. : il.

Orientador: Lázaro Luis Lima Sousa.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2022.

1. Termodinâmica. 2. Roteiros. 3. Simulações
Computacionais. I. Lima Sousa, Lázaro Luis,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCO RENAN ROCHA SANTIAGO LEITE

APLICAÇÃO DE ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO SIMULADA EM TERMODINÂMICA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UFERSA, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 20/12/2022, aprovada pela banca examinadora.

**Lázaro Luis de
Lima Sousa**

Assinado digitalmente por Lázaro Luis de Lima Sousa
ND: C=BR, OU=UFERSA, CN=Lázaro Luis de Lima
Sousa, E=lazaro@ufersa.edu.br
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2022.12.20 22:27:54-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 12.0.0

Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa
Orientador – UFERSA

Documento assinado digitalmente
gov.br LUCIANA ANGÉLICA DA SILVA NUNES
Data: 21/12/2022 22:25:36-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Luciana Angélica da Silva Nunes
Avaliador Interno – UFERSA

Documento assinado digitalmente
gov.br IGO TORRES LIMA
Data: 21/12/2022 07:59:07-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Igo Tôrres Lima
Avaliador Externo-UFMA

Mossoró-RN
2022

A Deus por me sustentar durante toda essa trajetória. A minha família por toda a confiança e apoio durante todo o processo de graduação, em especial ao meu pai, meu maior incentivador, e a minha esposa por todo apoio, compreensão e contribuições, por acreditarem e fazerem da minha conquista, a deles.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa pela amizade, incentivo, atenção, dedicação, paciência, confiança, e principalmente pelos ensinamentos de simplicidade e determinação que levarei por toda a minha vida, como admirador e amigo.

Com muito amor aos meus pais Raimundo Santiago Leite (in memória) e Francisca Gislene Rocha Leite, que tanto se esforçaram para me dar uma boa educação e sempre me aconselharam para o caminho da determinação e sucesso.

Com amor e carinho a minha esposa Juliana Celedônio do Nascimento Leite, pela paciência, incentivo e motivação em todos os momentos. Feliz por estar ao seu lado.

Ao meu sogro Juracir Celedônio de Lima, pelo incentivo e conselhos de sempre e por todas as viagens que realizou comigo durante o período de seleção.

Ao meu eterno professor e amigo José Maria Sombra Júnior pelo incentivo, amizade, conselhos e por sempre me incentivar na minha trajetória acadêmica e pessoal.

A EEEP Francisca Rocha Silva, na pessoa do diretor Francisco Leandro de Paula, pelo incentivo e a disponibilidade na realização das atividades do Produto Educacional.

Aos meus colegas de turma do Mestrado, que fizeram nas aulas remotas mais divertidas e cheios de conhecimentos.

A todos os professores do Mestrado, pelos conhecimentos compartilhados, minha eterna gratidão.

A coordenação do curso pelo apoio e dedicação, continuem assim para as próximas turmas.

A todos que contribuíram para a realização desse trabalho e minha formação, eterna gratidão.

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

APLICAÇÃO DE ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO SIMULADA EM TERMODINÂMICA

Francisco Renan Rocha Santiago Leite

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

RESUMO: O presente trabalho é base fundamental para a conclusão do curso mestrado nacional no ensino de física, onde ele faz referência a utilização de uma ferramenta que facilitará o entendimento básico de física térmica, podendo qualquer escola fazer uso desta ferramenta de ensino. Neste trabalho apresentamos uma sequência didática utilizando roteiros guias em que o próprio aluno é autor e coautor de seu aprendizado, o mesmo proporcionará ao mesmo a possibilidade de entender os fenômenos da física térmica inseridos em nosso cotidiano, com o auxílio de simulações interativas virtuais. As simulações computacionais utilizadas neste trabalho foram desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado, disponíveis gratuitamente e on-line. O produto educacional foi testado nas turmas do 2º Ano do ensino médio da Escola Estadual de Educação Profissional Francisca Rocha Silva, na cidade de Jaguaruana-CE. Visto que utilizamos as simulações virtuais como aulas práticas, foram elaborados quatro roteiros de aulas para as simulações computacionais aplicadas. Os roteiros das aulas práticas foram elaborados tomando por base a teoria da Sócio Interacionista de Lev Vygotsky, na realização de uma intervenção pedagógica e posteriormente aplicar os questionários que se encontram no final de cada capítulo dos roteiros, para identificarmos o crescimento do saber cognitivo dos alunos em relação ao conhecimento básico sobre a Termodinâmica.

Palavras-chave: Termodinâmica. Roteiros, Simulações Computacionais.

APPLICATION OF GUIDE SCRIPTS FOR SIMULATED EXPERIMENTATION OF THERMODYNAMICS

Francisco Renan Rocha Santiago Leite

Advisor: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa

Master's Dissertation presented to the National Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF) at the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), as part of the requirements for obtaining a Master's Degree in Physics Education.

ABSTRACT: The following work is a fundamental basis for the conclusion of the national master's course in physics teaching, where it refers to the use of a tool that will facilitate the basic understanding of thermal physics, allowing any school to make use of this teaching tool. In this work we present a didactic sequence using guide scripts in which the student is the author and co-author of his learning process. This educational product will provide him with the possibility of understanding the phenomena of thermal physics inserted in our daily life, with the aid of virtual interactive simulations. The computer simulations used in this work were developed by the Technology in Physics Teaching (PHET) project at the University of Colorado, they are available free of charge and online. The educational product was tested in the classes of the 2nd year of a high school at the State School of Professional Education Francisca Rocha Silva, in the town of Jaguaruana-CE. Since we would use the virtual simulations as practical classes, four class scripts were prepared for the computer simulations applied. The scripts of the practical classes were elaborated based on Lev Vygotsky's Socio Interactionist theory, a pedagogical intervention will be carried out and later we will apply the questionnaires that are at the end of each chapter of the scripts to identify the growth of the students' cognitive knowledge in basic knowledge of thermodynamics.

Keywords: Thermodynamics; Scripts; Computer Simulations.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Exemplo de uma simulação não interativa, ciclo de convecção</i>	10
<i>Figura 2: Exemplo de uma simulação pouco interativa</i>	10
<i>Figura 3: Exemplo de simulação com grande interação do participante</i>	11
<i>Figura 4: (a) Modelo de uma caixa cúbica de lados com comprimento L contendo uma partícula de gás ideal. (b) A molécula sofre uma colisão elástica com a parede da caixa se movendo no plano xy</i>	20
<i>Figura 5: Digrama PV</i>	24
<i>Figura 6: Estrutura do Roteiro-guia por capítulo</i>	28
<i>Figura 7: Momento da entrega física dos roteiros</i>	29
<i>Figura 8: Alunos interagindo com a simulação</i>	30
<i>Figura 9: Interação entre professor, aluno e plataforma</i>	31
<i>Figura 10: Aluno utilizando a simulação</i>	34
<i>Figura 11: Alunos respondendo as perguntas do roteiro</i>	34
<i>Figura 12: professor usando a lousa</i>	35
<i>Figura 13: Aluna respondendo no roteiro-guia</i>	37
<i>Figura 14: Momento de interação professor e alunos</i>	38
<i>Figura 15: Diálogo entre alunos a respeito da simulação</i>	40
<i>Figura 16: Interação entre aluno e simulação</i>	41
<i>Figura 17: Interação entre os participantes e professor</i>	42
<i>Figura 18: Avaliação dos alunos dos roteiros utilizados</i>	46

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Quantidade de Alunos por turma</i>	17
<i>Tabela 2: Médias das turmas antes da aplicação do Produto Educacional</i>	44
<i>Tabela 3: Médias das turmas após a aplicação do Produto Educacional</i>	45

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1: Transformações Termodinâmicas</i>	26
<i>Quadro 2: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes</i>	30
<i>Quadro 3: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes</i>	33
<i>Quadro 4: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes</i>	37
<i>Quadro 5: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes</i>	40
<i>Quadro 6: Descrição dos valores que norteariam a avaliação do produto por partes dos alunos.</i>	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	3
1.2 Objetivos	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 TDICs e a educação	5
2.2 Os ambientes virtuais	6
2.2.1 Ambiente virtual de aprendizagem	6
2.2.2 Simulação no ensino de física	8
2.2.3 O uso do simulador Phet	12
2.2.2 A teoria sócio interacionista de Vygotsky	14
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	16
3.1 A caracterização do contexto da pesquisa	16
3.1 A turma de alunos	17
3.2 Delineamento da pesquisa	17
4. CAPÍTULO DE FÍSICA	19
4.1 Calor sensível e capacidade térmica	19
4.2 Lei dos Gases Ideais	19
4.3 Trabalho realizado por um gás ideal a temperatura constante	24
4.4 Primeira Lei da Termodinâmica	25
5. PRODUTO EDUCACIONAL	27
5.1 Primeira aula: “O início da jornada” e entrega dos roteiros-guias.	28
5.2 Segunda aula: Aula experimental sobre escalas termométricas	29
5.3 Terceira aula: Interação professor-aluno sobre escalas termométricas	31
5.4 Quarta aula: Aula experimental sobre calorimetria	33
5.5 Quinta aula: Aula dialogada sobre calorimetria	34
5.6 Quinta aula: Aula experimental sobre gases ideais.	36

5.7 Sexta aula: Aula dialogada sobre gases ideais.	38
5.8 Sétima aula: Aula experimental sobre sistemas de energia.	39
5.8 Oitava aula: Aula dialogada sobre sistemas de energia.	41
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO A - PRODUTO EDUCACIONAL	Erro! Indicador não definido.
A.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	56
A.2 JUSTIFICATIVA	56
A.3 INSTRUÇÕES	56
A.4 REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL	57
A.5 REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL	57

1. INTRODUÇÃO

No cenário educacional brasileiro exposto nos documentos regulatórios, são esperados no Ensino Médio (EM), o alcance dos saberes relacionados ao ensino de Física que perpassa, em parte, por uma reformulação das práticas adotadas pelos professores. Desses documentos destacam-se o Novo Ensino Médio, que entrou em vigor no ano de 2021, a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) publicado em 1998 e revisado em 2002. Neles são apresentadas algumas propostas, dirigidas aos professores, onde se busca aprofundar, através de exemplos e estratégias de trabalho, uma nova metodologia sobre o ensino de Física onde as informações e os saberes relacionados aos conhecimentos que se espera que o estudante aprenda são geralmente apresentados pelo professor ao discente em muitos casos somente em exposições orais carecendo de recursos visuais e interativos.

Para tentar reverter o quadro das aulas de Física engessadas e com pouco estímulo a participação dos alunos, são muitas as propostas para que esse cenário mude. Como alternativa existem sites na internet que disponibilizam simuladores computacionais (PHET) e os mais variados recursos para os professores de Física. Entretanto, apesar dos recursos citados proporcionarem ao professor capacidade de melhor explorar os conteúdos que se deseja abordar, os resultados continuarão aquém do esperado se o processo e sua prática seguirem a mesma lógica, exposição do conteúdo (agora com recursos qualificados) – exercícios – testes.

Portanto é imprescindível fazer uso de metodologias que auxiliem o professor a reverter esse quadro e repensar sua prática. Neste trabalho, implementamos um método ativo com o auxílio de roteiros-guias para auxílio nas aulas com simulações interativas, a ideia é a de que o estudante é responsável, em última análise, pela sua aprendizagem. Nessa concepção, o estudante de maneira ativa e de interação com o meio e recursos pode aprender dentro da sala de aula e, substancialmente, muito mais tempo fora dela, tanto por permitir que o professor compreenda previamente o grau de conhecimento dos estudantes sobre o assunto que será abordado, quanto para que seja feito o mapeamento de possíveis concepções alternativas acerca dos conceitos envolvidos no tema da aula.

Foi utilizada teoria sociointeracionista que potencializa a interação entre os ambientes virtuais e o aluno e entre os seus colegas. Os conhecimentos prévios são levados em consideração pela devida mediação por parte do professor para exploração do conhecimento científico. Essa metodologia permite que os educandos utilizem o tempo de aula para questionamentos e reflexões. Os mesmos têm participação ativa em atividades colaborativas

permitindo que o professor efetivamente se torne mediador da construção do conhecimento e os estudantes aprendam significativamente (MOREIRA 2010).

O produto educacional consiste em material instrucional implementado por um método ativo de ensino. Esse material é formado por textos de apoio, material ilustrado com um roteiro guiado com perguntas norteadoras de caráter conceitual para o aluno explorar diferentes situações problemas dentro do ambiente interativo e questionário final de avaliação como processo avaliativo da aula podendo servir de exemplo para que os professores que pretendem utilizar métodos ativos de ensino conceitos de nível médio sobre o conteúdo de termodinâmica sendo perfeitamente possível a sua extensão para outros assuntos.

A elaboração de uma proposta de ensino, visando suprir a falta de contextualização dos conteúdos, uma das deficiências mais significativas do chamado ensino tradicional, ainda presente em nosso sistema educacional (LIMA, 2012; FRAGA, 2007; RICARDO, 2007), se constitui na motivação fundamental do presente trabalho. Para tanto, se buscou referenciais teóricos e metodológicos que incentivam a participação ativa do aluno, a partir de seu universo vivencial, no processo de ensino e aprendizagem, visando à atribuição de significados próprios aos conteúdos de ensino. O produto educacional aqui apresentado é resultado de nosso trabalho no polo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e foi aplicado na Escola Estadual de Educação Profissional Francisca Rocha Silva, na cidade de Jaguaruana-CE, em duas turmas de segundo ano do Ensino Médio.

O texto está estruturado em sete capítulos, considerando a presente introdução como o primeiro. No segundo, abordamos a justificativa, objetivo geral e específicos do conteúdo conceitual contemplado na sequência didática.

No terceiro capítulo apresentamos uma fundamentação teórica, baseada nos documentos dos PCN e da BNCC por considerar que nesses documentos subjaz um bom referencial teórico para o ensino de Física com conteúdo de várias teorias de ensino e aprendizagem. Fazemos referência a teoria sócio interacionista de Lev Vygotsky. Justificamos a pertinência da nossa proposta no âmbito da pesquisa em ensino de Física no Brasil com base nos resultados de revisão bibliográfica sobre o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagens e sobre usos de Simulações no Ensino de Física.

Destinado para uma revisão sobre a Física empregada nesta sequência didática, o quarto capítulo foi contemplando os tópicos de Física Térmica, como o estudo dos calores específicos, gases ideais e transformações termodinâmicas além de apresentar a primeira lei da Termodinâmica.

O quinto capítulo é dedicado ao planejamento e relato da implementação da sequência didática, caracterizando o contexto da sua aplicação.

Apresentamos no sexto capítulo os resultados e discursões. Nele, com base nas observações e nos resultados das avaliações realizadas durante a implementação da sequência didática, discutimos como os objetivos da presente proposta de intervenção em sala de aula foram alcançados.

No último capítulo apresentamos as considerações finais explorando como o presente trabalho gerou resultados nas turmas pesquisadas e se tornou uma experiência enriquecedora para os jovens participantes gerando resultados na média geral da turma e também na aprendizagem significativa dos alunos.

1.1 Justificativa

Vários trabalhos de diferentes autores questionam as atuais formas de ensino de física. Avaliam que o ensino de Física ocorre por intermédio da apresentação desarticulada de fórmulas, equações, modelos, leis e conceitos, descontextualizados do cotidiano do aluno (BRASIL, 2002, p.22). Isso é uma constatação na prática daquilo que os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCNs já vêm alertando há algum tempo.

Não é novidade afirmar que em muitas aulas de Física encontramos os estudantes numa postura de pouco interesse pela aprendizagem. A razão disso já parece ser um consenso, partindo do princípio que estamos falando de metodologia de ensino totalmente voltada para a aprendizagem mecânica, em que a prioridade é valorizar a memorização de fórmulas e aplicação delas de forma totalmente descontextualizada.

Outro fator preocupante é que este tipo de ensino prioriza a abstração e a teorização, além de valorizar a solução de exercícios repetitivos, proporcionando um aprendizado pela automatização ou memorização e não pela valorização do conhecimento (Medeiros E Medeiros, 2002).

Chiquetto (2011) sustenta que para os alunos do ensino médio, a Física se apresenta como um conjunto de fórmulas que servem apenas para resolver problemas de provas. Os estudantes não conseguem fazer uma descrição do mundo e não são capazes de tirar proveito daquilo que é ensinado. A maioria dos alunos não consegue nem manipular as fórmulas, sentindo frustração e incompetência.

Diante desse cenário preocupante, precisamos encontrar alternativas para ensinar os conceitos e leis Físicas de modo que os estudantes enxerguem algum significado para o

conhecimento recebido e não venham estigmatizar a Física como uma disciplina difícil e desinteressante.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um produto educacional na forma de uma sequência didática com roteiros-guias através de simulações virtuais sobre física térmica no Ensino Médio. Os objetivos específicos são norteadores para o processo de ensino e aprendizagem, com eles potencializamos o uso deste produto educacional:

- Efetuar nivelamento em física;
- Potencializar a tomada de decisões e interações dos alunos;
- Aguçar a curiosidade em relação aos fenômenos térmicos;
- Estimular a participação nas aulas de física.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TDICs e a educação

A sociedade atual é fortemente influenciada pela inserção das tecnologias digitais, que se intensificou nas últimas décadas do século XX e no decorrer do século XXI, levando-nos a repensar os sentidos do ensino-aprendizagem no mundo contemporâneo. Desde a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a discussão e a implementação do uso da tecnologia educacional vêm ocupando espaço importante nesse debate. Os recursos tecnológicos sempre encontram um lugar para o desenvolvimento de novas propostas na educação, quer para facilitar a aprendizagem, quer para melhorar seu desempenho, com a criação e organização de metodologias bem estruturadas. Este tema integra o número 5 das competências gerais do documento, que sugere às unidades,

“[...] compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. [...]” Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília: MEC; SEB, 2018, p.9-10.

As práticas e todo o processo educativo devem ser objetos de reflexão, de modo que tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) passem a integrar as estratégias metodológicas de maneira transversal no processo de ensino-aprendizagem. Não se trata apenas de mudar a forma de dar aula com recursos digitais, mas de se questionar e refletir sobre práticas educativas que incluem pessoas interligadas em uma sociedade global.

Estamos vivendo uma época de excesso de mídias sociais, em que os estudantes estão constantemente envolvidos com essa tecnologia fora da sala de aula, ao se dedicar a jogos eletrônicos, navegar na internet ou a compartilhar informações em redes sociais. O uso da tecnologia em sala como recurso de forma planejada favorece e enriquece a aprendizagem manuseando com mais proximidade o conhecimento científico, a fim de criar um ambiente de aprendizagem em que discentes e docentes interajam de forma crítica e cooperativa.

2.2 Os ambientes virtuais

2.2.1 Ambiente virtual de aprendizagem

Por muito tempo, os recursos disponíveis para professores em sala de aula eram predominantemente, a lousa, o giz e o papel. Após o advento da televisão com a possibilidade de uso de vídeos seu uso foi incorporado na prática por muitos educadores. Com os computadores novamente houve transformação nas rotinas escolares. Mas é importante ressaltar o quanto as novas tecnologias podem ser inúteis se não forem usadas adequadamente.

Vivemos numa era digital, em que as tecnologias estão inseridas nas mais diversas tarefas e por informações que se alteram em alta velocidade. No século XXI, a presença e alcance da tecnologia de informação e comunicação na sociedade se intensifica. No ensino é extremamente necessário trazer para o aluno diferentes formas de processos de ensino e aprendizagem para gerar maior estímulo, engajamento e motivação para o desenvolvimento de competências e habilidades, pois na sociedade moderna a escola já não monopoliza o acesso ao conhecimento e às informações, hoje espalhadas pelas redes sociais e diversos veículos de acesso à informação. Assim, a escola deve inserir tais recursos a fim de facilitar o desenvolvimento de competências e habilidades no ensino.

Segundo MORAN (2000), as diversas formas tecnologias nos permite ampliar o conceito de espaço e tempo, estabelecendo ligações entre o presencial e o virtual. Os discentes, já na infância, estão imersos no mundo digital, mas na escola houve uma demora para inserir a tecnologia em sala de aula. Como diz o autor:

“As crianças e os jovens estão totalmente sintonizados com a multimídia e quando lidam com texto fazem-no mais facilmente com o texto conectado através de links, de palavras-chave, o hipertexto. Por isso o livro se torna uma opção menos atraente; está competindo com outras mais próximas da sensibilidade deles, das suas formas mais imediatas de compreensão”. (MORAN, 2000, p. 21).

Precisamos inovar no ensino como chama a reflexão a fala de Cortella (2018): “Temos alunos do século XXI, professores do século XX e metodologia do século XIX”. No ensino de física e ciências naturais ainda se encontra muitas vezes o modelo tradicional de instrução como afirma OLIVEIRA (2010), é necessário a aplicação de exemplos voltados para o cotidiano do aluno, é fundamental que o docente aproveite qualquer recurso didático a sua disposição.

Podemos utilizar o computador ou tablet, mídia e ambientes virtuais como uma maneira de introdução a inovação nos processos de ensino e aprendizagem, pois propicia a propagação de atividades e exercícios que fomentem o desenvolvimento de práticas educativas no processo

de ensino dando condições para o aluno ser protagonista em sala de aula em que pode buscar e selecionar informações e resolver situações-problemas como consta na redação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de nº. 9.394 de 20 de dezembro de 1996 que diz:

“[...] os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre: domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna [...]” Fonte: BRASIL (1996).

O uso das TDICs como exemplo, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), pode servir como mediador no ensino, mas se a atividade educativa não tiver significado para o aluno, não ocorrerá a aprendizagem. Será um processo de busca ou observação de informações sem objetivos prévios definidos e cujo tempo será desperdiçado. Se o uso do ambiente virtual, em conjunto com o conteúdo programado, não for trabalhado pelo professor, o processo ensino-aprendizagem não ocorrerá da melhor maneira. O papel do professor como mediador entre o aluno e a plataforma é fundamental e será explicado posteriormente.

No Ambiente Virtual de acordo com MOREIRA (2011), o aluno terá um enfoque interveniente de estímulo e resposta como percepção, tomada de decisão, processamento da informação, compreensão e resolução de uma possível intervenção, dando significado maior ao aluno, além disso soma o fato de que se atividade for planejada em grupos colaborativos de alunos, esses estímulos serão potencializados, transpondo a metodologia de somente usar como recurso o livro didático. O uso do ambiente virtual para a sala de aula permite abrir novas possibilidades de conhecimento, concomitantemente em que o aluno tem contato com o software, os demais alunos e o professor tendo uma troca de informação em três diferentes momentos de interação.

Valente (2014, p.144) destaca quatro cenários nos quais é possível utilizar as TDICs na educação: “na Educação a distância, no uso de software do tipo simulação, na construção de narrativas digitais, e na implantação da abordagem híbrida de ensino e de aprendizagem, conhecida como a sala de aula invertida”.

Costa et al., (2012) declaram que, mesmo que muitas informações a respeito das tecnologias sejam necessárias para que os educadores compreendam sua importância no processo de ensino e aprendizagem, é essencial designar ocasiões para se utilizar as tecnologias em situações reais das aulas. As tecnologias são recursos que devem ser pensados pelos educadores a serem usados como fins didáticos, visto sua importância neste processo de ensino-aprendizagem.

Silva et al., (2016) afirmam que as tecnologias estão presentes em muitas instituições públicas estaduais, como as escolas; no entanto, ainda não são usadas com finalidades didáticas, cabe à escola fazer com que este recurso seja usado como meio para os estudantes expandirem seus conhecimentos culturais. A escola deve integrar as mídias que já são tão utilizadas pelos estudantes na sua vida social com o ambiente escolar, favorecendo a qualidade do ensino por meio da inserção das mesmas nos planejamentos.

Para Santos (2016), as tecnologias móveis são novos modelos didáticos que, quando não censurados dentro da escola, podem ocasionar em uma nova relação entre professores e alunos, e destes com as diversas formas de informação e produção do conhecimento. Ensinar e aprender podem ganhar novos sentidos a partir da introdução das tecnologias móveis em sala de aula, possibilitando criar cenários diferentes e dinâmicos no ambiente escolar.

Segundo Saraiva et al., (2017), o computador é visto pela história da Informática Educativa no Brasil como um recurso didático que impulsiona o aluno e o professor a fazerem novas descobertas e a aprimorarem os componentes curriculares. Os componentes curriculares podem ser desenvolvidos perfeitamente com a integração do computador como ferramenta didática, o qual visa melhorar suas práticas e estimular os educadores e educandos na busca do conhecimento.

De acordo com Oliveira et al., (2015), o professor deve se instruir para fazer uso das tecnologias dentro dos espaços escolares, de forma que tenha suporte para controlar e dirigir essas ferramentas como recursos didáticos a serem utilizados e atinja seus objetivos em sala de aula. O computador, como outras mídias digitais, pode ser utilizado como ferramenta didática desde que o professor se planeje, organizando o material a ser usado pensando nos objetivos que deseja alcançar.

Neste trabalho de pesquisa temos como objetivo fazer uso de um ambiente virtual de aprendizagem por meio de simulações interativas, especificamente o Physics Education Technology Project - PHET, Valente (2014) destaca que, nesse caso, um ciclo será gerado para a realização da atividade proposta, com o recurso de tablets e computadores para acesso a plataforma.

2.2.2 Simulação no ensino de física

As simulações elas são divididas em dois grupos de acordo com suas características: as não interativas e as interativas. A primeira, em um modelo estático, o estudante tem pouco ou nenhum controle sobre os parâmetros da simulação. “Os simuladores não interativos servem

para mostrar e ilustrar a evolução temporal de algum evento ou fenômeno.” (HECKLER, 2004, p. 24), enquanto no segundo grupo por serem dinâmicas, os parâmetros podem ser modificados e, portanto, o estudante pode verificar as implicações de cada variável no resultado do fenômeno estudado.

A interativa é muito necessária porque está ligada à tomada de decisões, permitindo ao usuário se questionar, propor hipóteses e elaborar conclusões. As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de sistemas e/ou fenômenos físicos e podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência real for praticamente impossibilitada de ser reproduzida, por falta de materiais, falta de tempo hábil, custo alto, por serem perigosas, demasiadamente rápidas, entre outras. Elas possibilitam observar, em minutos, a evolução temporal de um fenômeno que demoraria muito para ser analisado em tempo real, como o aquecimento de uma amostra além de permitir ao aluno repetir essa observação sempre que quiser.

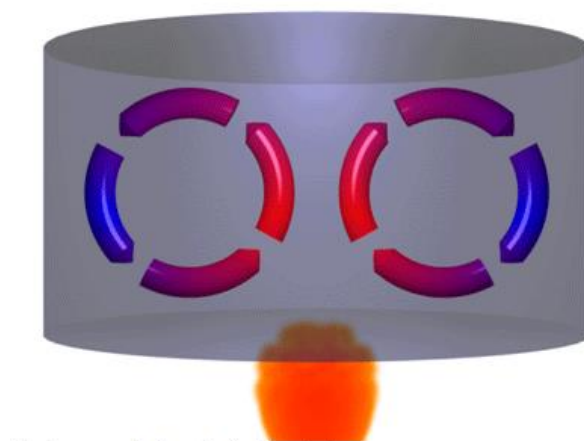
Coelho (2002) apresenta outras vantagens quanto ao uso de simulações virtuais no ensino:

“... os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro-de-giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas” (p.39).

Coelho (2002), diz que nas simulações dinâmicas, o usuário pode alterar vários parâmetros da simulação de maneira a verificar as implicações das alterações feitas nos conceitos físicos representados.

A Figura 1, mostra uma simulação não interativa, que representa o ciclo da corrente de convecção que ocorre nos fluidos. A movimentação ocorre devido a diferença de densidade entre a camada com temperatura menor, representada pela cor azul, que por ser mais densa gera um movimento descendente, enquanto que em tonalidade vermelha, mostra o fluido com temperatura maior então provocando um movimento ascendente, por ter densidade menor. Nesta simulação é possível visualizar o ciclo de convecção, mas não é possível alterar as temperaturas.

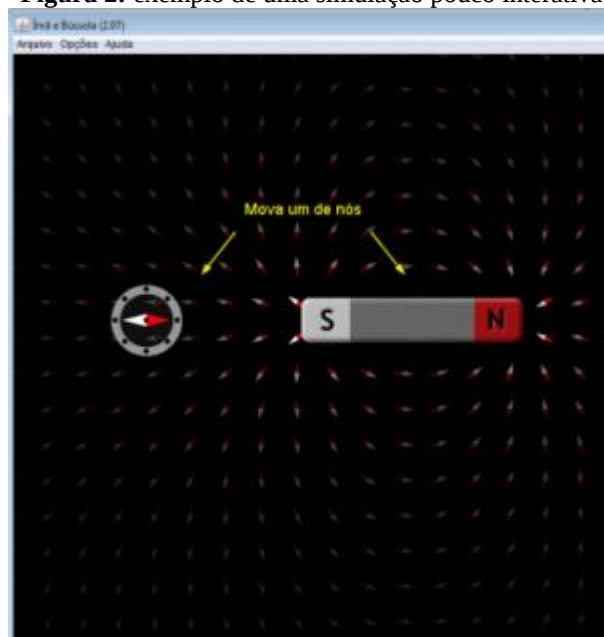
Figura 1: Exemplo de uma simulação não interativa, ciclo de convecção



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wik>

Na Figura 2, visualizamos um exemplo desse tipo de simulação, porém, dizemos que essa é pouco dinâmica. Nela é possível perceber o ímã, as linhas de campo magnético e as representações da bússola em função da direção dos polos magnéticos. O ímã dessa simulação está em uma superfície virtual mostrando a direção das linhas do campo magnético gerado e a interação com a bússola, que pode ser aproximada ou afastada do ímã. Embora, para o usuário que faz a manipulação, a interatividade dessa simulação seja relativamente pequena, sua capacidade de simular qualitativamente o fenômeno magnético é muito alta, possibilitando a aprendizagem do conceito físico.

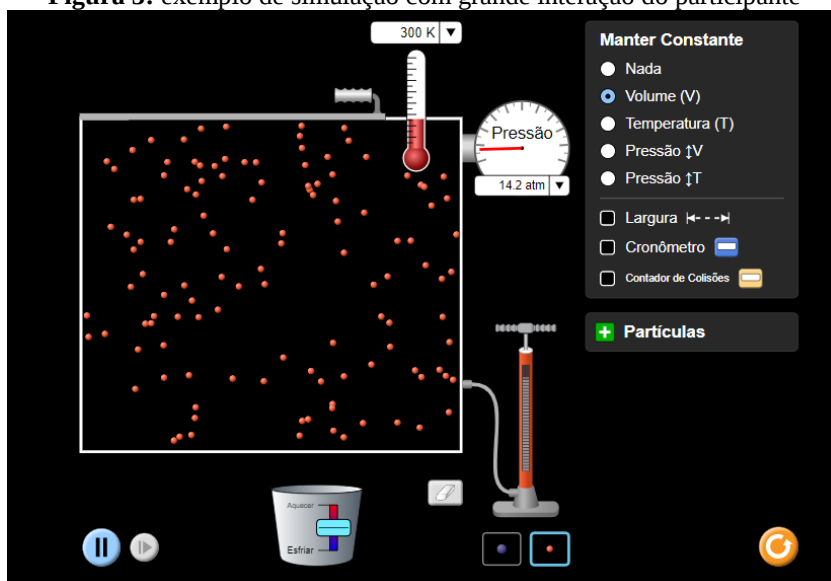
Figura 2: exemplo de uma simulação pouco interativa



Fonte: <https://edisciplinas.usp.br/plugi> 1

Na Fig. 3 temos uma simulação bastante interativa, na qual o usuário pode alterar vários parâmetros. Nela podemos ver os diferentes tipos de moléculas formando um sólido, líquido ou gás. O usuário pode adicionar ou remover calor, observar a mudança de fase, alterar a temperatura ou o volume de um recipiente e ver um diagrama pressão-temperatura atualizado em tempo real. Essas simulações permitem que os alunos explorem os fenômenos discutidos e possam, partindo dessa interação, sistematizar leis, conceitos e relações, com o objetivo principal de organizar o conhecimento na busca da aprendizagem significativa.

Figura 3: exemplo de simulação com grande interação do participante



Fonte: <https://phet.colorado.edu/sims/ht 1>

Frota & Alves (2000) ressalta nesta perspectiva que no caso particular do ensino de ciências naturais e, mais ainda, no de Física, o uso de computadores, tablets e celulares pode ser de grande importância, por quebrar algumas das barreiras quase intransponíveis pelo ensino mecanicista e tradicional, uma vez que a interatividade, os recursos multimídia e a possibilidade de repetir/assistir muitas vezes a mesma aula ou revisar o conteúdo, podem fazer a diferença e assim contornar a tradicional falta de base, o alto índice de repetência e evasão escolar, a falta de contextualização no ensino para a comunicação com os alunos, na clareza e visualização de alguns conteúdos por parte dos professores.

Portanto, as simulações são consideradas, para muitos autores, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam ao explicar aos alunos fenômenos demasiadamente abstratos para serem visualizados apenas com o uso da imaginação.

Falando primeiramente das vantagens na utilização de simuladores computacionais temos, de acordo com a visão dos seus defensores (GADDIS, 2000), os seguintes aspectos:

→ Melhor concentração nos conceitos envolvidos nos experimentos;

- Aperfeiçoamento na compreensão de conceitos;
- Possibilidade de se adquirir muitos dados do experimento rapidamente;
- Geração e comprovação de hipóteses;
- Alto nível de interatividade;
- Tornar conceitos abstratos em realidades concretas;
- Entendimento dos sistemas complexos, através das suas causas e efeitos;
- Preparação para o entendimento do que é um laboratório real;
- Desenvolver e promover habilidades de raciocínio crítico e resolução de problemas;
- Compreensão mais profunda fenômenos físicos, o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta;
- Acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

Tavares (2007), do instituto de Física da UFPB, no artigo intitulado: “*Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia*” apresenta uma série de objetos digitais de aprendizagem que tem como base teórica uma teoria significativa de Ausubel. Além disso, enfatiza que o uso integrado de mapa conceitual, animação interativa e texto conceitual oferece ao aluno um contato especial com determinado conteúdo, em que cada uma dessas possibilidades pedagógicas apresentará uma nuance peculiar desse conteúdo.

No mesmo artigo, o autor também discute sobre o que se entende por concepções espontâneas e alguns aspectos importantes da teoria de Ausubel, como a aprendizagem significativa, o conceito de subsunçores, e organizador prévio, além de apresentar uma forma de trabalhar conjuntamente os mapas conceituais ou roteiros experimentais e as animações interativas. Ele conclui dizendo que essa combinação (mapas conceituais, roteiros didáticos e animações interativas) é capaz de provocar nos estudantes uma aprendizagem significativa.

2.2.3 O uso do simulador Phet

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências (Wieman s.d.). As simulações PhET baseiam-se em extensa pesquisa na

educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendam através da exploração e da descoberta.

O PhET é uma ferramenta bastante completa e seus simuladores podem ajudar bastante o professor, trazendo exemplos de como funciona o fenômeno físico. De acordo com a BNCC ao longo do ensino médio o aluno aprenderá a identificar, manusear, elaborar e a contextualizar, então o simulador serve para explicar como funcionam os fenômenos envolvidos, para que se o aluno consiga interpretar e absorver o conteúdo abordado pelo professor em sala de aula. E os simuladores, como já mencionado, podem facilitar a compreensão do aluno.

O simulador PhET não requer um computador de última geração, como é on-line, não se faz necessário baixar, é totalmente gratuito e já que grande parte dos alunos tem acesso à internet, com isso ele é totalmente acessível para o professor de escola pública, que possivelmente encontra alguns obstáculos. Podemos utilizá-los em qualquer assunto relacionado à Física, assim facilitando ainda mais a compreensão do aluno.

Ao utilizar a plataforma PhET, o professor terá total liberdade de elaborar suas aulas, proporcionando aulas interativas para os alunos, além da possibilidade de explorar diversas opções, dentre elas a utilização experimentos ligados ao simulador, ou trabalhar com atividades em que o aluno terá de obter seus resultados, em seguida, após os resultados adquiridos nos experimentos realizados, poderão levar para sala de aula e discutir em grupo.

O simulador tem diversas relações aos assuntos abordados na física, para a elaboração deste trabalho escolhemos trabalhar com a termologia, demonstrando os fenômenos da propagação do calor, calor sensível, gases ideais bem como as leis da termodinâmica.

Devido a Pandemia do coronavírus COVID -19, as aulas eram realizadas de forma on-line e posteriormente, de maneira híbrida, para enfim, o retorno ao ensino presencial respeitando todos os decretos de saúde propostos pelo Governo do Estado do Ceará e Ministério da Saúde. Diante da situação em questão, o presente trabalho tem como objetivo orientar os alunos para que eles acompanhem as explicações do conteúdo de Termologia que logo depois seria realizado numa atividade prática on-line paralelamente às aulas.

Utilizamos recursos de ensino com roteiros-guias ao abordar o conteúdo em questão, e procuramos relacionar o conteúdo físico estudado com o cotidiano das pessoas, buscando a compreensão de fenômenos físicos presentes na realidade vivenciada pelos estudantes.

2.2.2 A teoria sócio interacionista de Vygotsky

A teoria da aprendizagem sociointeracionista foi formulada por Lev Vygotsky, na qual explica que o desenvolvimento cognitivo do educando se dá por meio da interação social, ou seja, de sua interação com outros indivíduos e com o meio no qual vive. Nessa teoria, Vygotsky fala que o desenvolvimento intelectual do ser humano não está presente na sua mente desde o nascimento, e que a ampliação acontece de acordo com o meio onde o sujeito está inserido, onde o desenvolvimento cognitivo do indivíduo se solidifica dependendo da interação social dele com outros indivíduos e com o meio, gerando novas experiências e novos conhecimentos (VYGOTSKY, 2009).

A interação social tem um importante papel no desenvolvimento do ser. É através dela que ocorre a propagação do conhecimento social, histórico e cultural do indivíduo, que é condição indispensável para o desenvolvimento e constituição das sociedades. Essa interação ocorre no mínimo entre duas pessoas trocando significados; implica num determinado grau de reciprocidade e em ambas as direções entre os seres no processo, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos.

Crianças, jovens, adultos e idosos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola e no trabalho. Vygotsky considera esta interação fundamental para o desenvolvimento cognitivo de qualquer pessoa. Para que ocorra o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, ou seja, para que as relações sociais se transformem em funções psicológicas superiores ou processos mentais, isto é, ações construídas nas relações que os seres humanos mantêm entre si e com a natureza.

Nestas relações devem ocorrer a interiorização de instrumentos e signos por meio da interação social, sendo esses os mediadores desse processo. Pois são funções mediadoras na atividade humana.

Voltados para fora do indivíduo, os instrumentos têm como função gerar transformações no mesmo e controlar os processos da natureza. No entanto, os signos, chamados por Vygotsky de instrumentos psicológicos, são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja de o próprio ser, seja de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos (OLIVEIRA, 1993).

Os signos se constituem como ferramentas que auxiliam no controle da atividade psicológica assim como no processo de internalização dos significados que é um dos principais

mecanismos a serem compreendidos no estudo do ser humano. São construídos culturalmente e desenvolvem a capacidade de representação simbólica. (VYGOTSKY, 2009).

No ambiente da sala de aula, o educador é o integrante que já internalizou os significados contextualizados aceitos. Cabe a ele, em aula, apresentar aos educandos um conjunto de significados do contexto da maneira de ensino e os alunos tem como exercício, de algum modo, demonstrar ao professor os significados captados. O docente deve verificar se os significados que os discentes assimilaram são aceitos e de alguma maneira compartilhá-los de forma social.

[...] Sem interação social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo. Interação e intercâmbio implicam, necessariamente, que todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem tenham oportunidade de falar. Enfim, a interação social é um intenso intercâmbio de significados (Moreira, 2011, p. 119).

A tarefa do professor consiste em direcioná-los enquanto fornece as ferramentas capazes para que seu desenvolvimento cognitivo ocorra da forma mais adequada. Assim, o professor se responsabilizará por guiar o indivíduo até a aquisição do novo conhecimento, cabendo a ele provocar um desequilíbrio no sistema cognitivo do aluno, conduzindo-o para um novo e mais elaborado sistema cognitivo (MOYSÉS, 2010).

Para acontecer uma nova aprendizagem efetiva, Vygotsky defendia que a interação social do sujeito da aprendizagem deveria ocorrer dentro de uma zona de desenvolvimento imediato, ou proximal (ZDP), que pode ser entendida como uma distância que existe entre aquilo que o sujeito já tem no seu cognitivo, o que ele já sabe, ou seja, o seu conhecimento real e aquilo que possui uma certa potencialidade para aprender, o seu conhecimento potencial. Na ZDP o indivíduo é acompanhado por um mediador (Professores, familiares, entre outros), até que tenha capacidade de realizar determinada atividade sozinho.

Dentro do contexto da ZDP, o papel do docente é de mediador da aprendizagem usando estratégias que levem o indivíduo, no caso o discente, a se tornar independente, estimulando o seu conhecimento potencial. Nesse sentido, o trabalho em equipe, tendo o educador como mediador, permite ao educando a criação de uma ZDP mais abrangente, facilitando a assimilação de conhecimentos e a sua internalização de acordo com a sua interação com outros indivíduos e com o meio social (VYGOTSKY, 2002).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O presente capítulo apresentará os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento, análise e conclusão desta pesquisa, seguidos de suas etapas, que foram fundamentais na caracterização e fundamentação dela.

3.1 A caracterização do contexto da pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Educação Profissional (EEEP) Francisca Rocha Silva, fundada em 2011, com o código do INEP: 23236094, localizada na travessa João Celedônio Sobrinho, no município de Jaguaruana–Ceará, a 180 km da capital Fortaleza. A escola faz parte da rede Estadual de Ensino do Estado do Ceará, de responsabilidade da Secretaria de Educação (SEDUC), fazendo parte da 10ª Coordenadoria de Desenvolvimento da Educação (CREDE 10ª) que tem sua sede na cidade de Russas-Ceará. A escola é a mesma que eu na condição de pesquisador, atuo também como professor de educação básica para turmas do ensino médio na componente curricular de Física.

A escola é constituída no total de 30 acomodações, sendo estas subdivididas 12 salas de aula, 5 laboratórios de ciências e informática, 1 sala para os professores, 1 sala para apoio pedagógico, 1 cozinha de apoio, 2 banheiros masculinos e 2 femininos, 1 depósito, 1 auditório, 1 quadra poliesportiva, 1 auditório, 1 cozinha e 1 portaria. A escola conta com um grupo de gestores composto pelo diretor, três coordenadores e um assessor financeiro. A secretaria dispõe de um secretário escolar e uma auxiliar de secretaria.

A equipe de docentes é formada por trinta e dois professores divididos por áreas de conhecimento. Para o quadro de serviços gerais, são oito funcionários, nas categorias de limpeza, merenda escolar, portaria e manutenção. Totalizando quarenta servidores públicos a serviço do bom funcionamento da escola. A segurança conta com quatro vigilantes de uma empresa terceirizada que se revezam durante o dia e a noite em escalas organizadas pela própria empresa.

Na modalidade de Ensino Médio, o corpo discente é formado por doze turmas em tempo integral, que passam dez horas na escola, cursando o ensino profissionalizante, com o objetivo de dar condições que favorecessem ao aluno o desenvolvimento cognitivo e a possibilidade da inserção no mercado de trabalho. No total, a escola tem quinhentos alunos.

3.1 A turma de alunos

As atividades foram aplicadas a uma população de 120 alunos com média de idade entre 16 e 17 anos, que apresentam como característica comum estarem matriculados na 2ª série regular do ensino médio profissionalizante em tempo integral. Os alunos pesquisados nesse universo, também se caracterizam por morarem em zona rural e na sua maioria exercerem outras atividades fora dela, como por exemplo, auxiliar os pais em serviços autônomos entre outras atividades.

Outra característica é que os participantes da pesquisa utilizam tablets doados pelo governo do estado majoritariamente para interação em redes sociais e pesquisa na internet e realização de trabalhos escolares. Estes dispositivos móveis foram usados para acesso às simulações virtuais.

Das quatro turmas de segunda série, duas delas receberam os roteiros-guias para as aulas de física (2ºA e 2ºC), duas delas não receberam os roteiros para servirem como controle da pesquisa (2ºB e 2ºD). A Tabela 1 mostra as composições das turmas.

Tabela 1: Quantidade de Alunos por turma

Turma	Quantidade
2ºA	41 alunos
2ºB	35 alunos
2ºC	42 alunos
2ºD	36 alunos

Fonte: Acervo do Projeto

3.2 Delineamento da pesquisa

A primeira análise feita a respeito da metodologia deste trabalho, foi relacionar os tipos de pesquisa, destacando-se a pesquisa aplicada. Santana, et, al. (2011), afirma que essa métrica se aplica na formulação de leis, teorias e modelos na busca pela solução de problemas que exigem ação de uma realidade. Através dessa investigação é possível propiciar novas ferramentas de ensino e outras formas de aprimorar o conhecimento. Portanto, o direcionamento desta pesquisa é analisar através da prática, ação e coleta de informações, os resultados da aprendizagem a partir dos roteiros-guias.

Foram desenvolvidas duas modalidades de pesquisa, a quantitativa, que segundo Santana, et al. (2011), é aquela que trabalha com dados mensuráveis, ou seja, que podem ser medidos, quantificados. A outra modalidade de pesquisa é a qualitativa, de acordo com Santana, et al. (2011), considera a concepção de mundo do pesquisador, tendo como objetivo compreender

fenômenos vivenciados pelos sujeitos, considerando assim sua interpretação sobre o objeto estudado.

A presente pesquisa alcança a modalidade quantitativa pelo motivo da análise dos resultados obtidos através do sistema de avaliação da disciplina com base nos componentes curriculares que segue as diretrizes da rede estadual de ensino do Ceará. Os dados qualitativos são avaliados a partir da sequência didática aplicada no decorrer do semestre, vivenciado pelos alunos. Nessa perspectiva, o pesquisador deve analisar o potencial pedagógico da Sequência Didática aplicada nas aulas e avaliar se houve indícios de aprendizagem de Física.

O presente trabalho foi desenvolvido com base no método de abordagem indutivo, caracterizando-se pela generalização de um assunto particular para uma questão mais ampla, segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 86),

“[...] Indução é o processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito amplo do que as premissas nos quais se basearam. [...]”

No caso desta pesquisa, o método da indução se aplica a parte da observação, a metodologia adotada nas aulas, as ferramentas que são utilizadas, e principalmente, a abordagem que é feita com os alunos a partir do conhecimento que eles já trazem consigo. A troca de experiência em sala de aula, os levam a construir conceitos específicos do conteúdo,

4. CAPÍTULO DE FÍSICA

A temperatura do ponto de vista termodinâmico é uma grandeza física que caracteriza o equilíbrio térmico entre dois ou mais corpos. Dois corpos estão em equilíbrio térmico se suas temperaturas são iguais. Na teoria cinética molecular a temperatura é conceituada como uma medida da energia cinética média do movimento caótico e desordenado das moléculas.

No que diz respeito ao conceito de calor, ele representa uma maneira de variar a energia interna de sistemas macroscópicos que se encontram a temperaturas diferentes. A quantidade de energia trocada nessa interação, por razões históricas associadas à concepção do calor como um tipo peculiar de substância vigente no século XVIII, o calórico, é denominada quantidade de calor.

4.1 Calor sensível e capacidade térmica

A quantidade de calor, dQ , necessária para variar a unidade de massa de uma determinada substância num grau de temperatura denomina-se calor específico dessa substância. Assim sendo, podemos escrever que,

$$dQ = m \cdot c \cdot dT \quad \text{Equação 1}$$

onde c é o calor específico da substância.

No caso de um intervalo finito de temperatura e considerando c como uma determinada função de temperatura $c = c(T)$ a quantidade de calor, Q , será igual a:

$$Q = m \int_{T_1}^{T_2} c(T) \cdot dT \quad \text{Equação 2}$$

Se o calor específico permanecer constante no intervalo de temperatura ($T_2 - T_1$) a quantidade de calor será igual a

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \quad \text{Equação 3}$$

4.2 Lei dos Gases Ideais

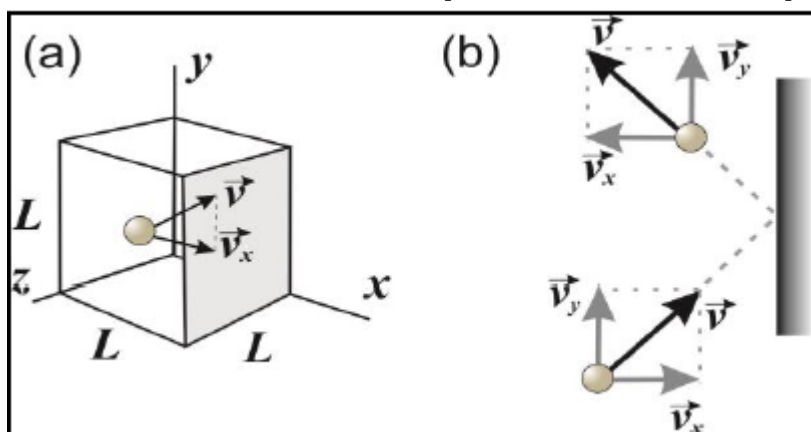
A teoria cinética dos gases é um conjunto de hipóteses propostas para explicar as propriedades e as leis dos gases a partir das leis da mecânica de Newton. De acordo com (NUSSENZVEIG, 2014, p.289) a teoria cinética parte das seguintes suposições:

- O gás tem um número n de partículas, seu tamanho pode ser desprezado quando se compara com a distância médias entre as moléculas, ou seja, o volume médio de partículas é bem inferior em relação ao volume ocupado pelo gás.
- As moléculas do gás estão em constante movimento e se colidindo com as paredes do recipiente e entre si, consideramos que as colisões entre as moléculas gasosas são perfeitamente elásticas, mantendo assim, a energia total das moléculas constantes.
- Desprezaremos as forças atrativas e repulsivas entre as moléculas e consideraremos apenas as forças de interações com as paredes do recipiente que ocupam esse gás.

Com essas hipóteses, faremos previsões matemáticas sobre a energia cinética média das moléculas (grandezas microscópicas), pressão (grandeza macroscópicas) estabelecendo conexões com a temperatura do gás.

Para analisarmos a variação da quantidade de movimento que o gás sofre em determinada direção ao se colidir com uma das paredes do recipiente, consideramos uma caixa cúbica de volume V e tomando como n mols de um gás mantendo a caixa em uma temperatura T , como mostra Figura 4.

Figura 4: (a) Modelo de uma caixa cúbica de lados com comprimento L contendo uma partícula de gás ideal. (b) A molécula sofre uma colisão elástica com a parede da caixa se movendo no plano xy



Fonte: Acervo do Projeto.

A figura 4(a) mostra uma molécula de gás ideal, de massa m e velocidade v , que está em iminência de colidir com a parede sombreada. Na figura (b) temos o detalhamento da colisão perfeitamente elástica em que há a mudança somente da componente da velocidade na direção x , logo o momento linear da molécula é transmitido integralmente para a parede do recipiente destacada. Logo,

$$\Delta \vec{p}_x = \vec{p}_x - \vec{p}_{x,o} \quad \text{Equação 4}$$

onde $\Delta \vec{p}_x$ é a variação do momento linear da molécula durante uma colisão, $\vec{p}_x$ é o momento linear após a colisão e $\vec{p}_{x,o}$ é o momento linear antes da colisão, que em módulo resulta na variação de:

$$\Delta \vec{p}_x = -(mv_x) - (mv_x) = -2mv_x \quad \text{Equação 5}$$

onde m é a massa da molécula e v_x é a componente x da velocidade.

A molécula ideal da Figura 4 se choca várias vezes com a parede sombreada. O intervalo de tempo Δt entre colisões é o tempo que a molécula leva para se mover até a parede contrária e retornar, percorrendo uma distância $2L$, movendo-se a uma velocidade v_x . Assim, podemos escrever Δt como:

$$\Delta t = \frac{2L}{v_x} \quad \text{Equação 6}$$

Portanto, a taxa média com a qual o momento é transmitido para a parede sombreada é dada por:

$$\frac{\Delta \vec{p}_x}{\Delta t} = \frac{2mv_x}{\left(\frac{2L}{v_x}\right)} = \frac{mv_x^2}{L} \quad \text{Equação 7}$$

A força que provoca a mudança no momento da partícula na colisão com a parede ocorre somente durante a colisão. Podemos, então, estimar a média da força durante o intervalo de tempo para que a molécula se mova pela caixa e volte. Às vezes, durante esse intervalo de tempo, ocorre uma colisão; então, a variação de impulso para esse intervalo de tempo é igual à da curta duração da colisão. Portanto, podemos reescrever o teorema impulso-momento como:

$$\vec{F} \cdot \Delta t = -2mv_x \quad \text{Equação 8}$$

onde $\vec{F}$ é interpretado como a componente de força média na molécula durante o intervalo de tempo para que a molécula se mova pelo cubo e volte. Como uma colisão ocorre exatamente para cada intervalo de tempo, esse resultado também é a força média de longo alcance sobre a molécula por longos intervalos de tempo contendo um número qualquer de múltiplos de Δt .

A substituição de Δt na equação de impulso-momento nos permite expressar a componente de força média de longo prazo da parede na molécula

$$\vec{F} = \frac{-2mv_x}{L} = \frac{-2mv_x^2}{L} = \frac{-mv_x^2}{L} \quad \text{Equação 9}$$

Agora, pela terceira lei de Newton, a componente da força da molécula sobre a parede é igual em módulo e oposta em direção:

$$\vec{F} = -\vec{F} = -\left(\frac{mv_x^2}{L}\right) = \frac{mv_x^2}{L} \quad \text{Equação 10}$$

O módulo da força média total exercida na parede pelo gás é encontrado somando-se as componentes de força média exercida pelas moléculas individuais. Adicionando os termos como os anteriores para todas as moléculas:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^N \frac{mv_x^2}{L} = \frac{m}{L} \sum_{i=1}^N v_x^2 \quad \text{Equação 11}$$

Sendo que fatoramos o comprimento da caixa e da massa m , porque a componente 1 do modelo estrutural nos diz que todas as moléculas são as mesmas. Vamos agora impor a condição de que o número de moléculas seja grande. Para um número pequeno de moléculas, a força real na parede variaria com o tempo. Seria diferente de zero durante o curto intervalo de tempo de colisão de uma molécula com a parede, e zero quando nenhuma molécula batesse na parede.

No entanto, para um número muito grande de moléculas, tal como o número de Avogadro, essas variações em vigor são suavizadas, de modo que a força média é a mesma em qualquer intervalo de tempo. Portanto, a força constante F na parede devido às colisões moleculares é a mesma que a força média $\vec{F}$ apresentando o módulo:

$$F = \frac{m}{L} \sum_{i=1}^N v_x^2 \quad \text{Equação 12}$$

Vamos considerar a forma de expressar o valor médio do quadrado da componente x da velocidade para N moléculas. A média tradicional de um valor é a soma dos valores em relação ao número de valores:

$$\underline{V}_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^N v_x^2}{N} \quad \text{Equação 13}$$

O numerador da equação (10) está contido no lado direito da equação (9). Portanto, combinando a equação (9) com a equação (10), podemos escrever:

$$F = \frac{m}{L} N \underline{V}_x^2 \quad \text{Equação 14}$$

Podemos fazer previsões sobre a pressão exercida sobre a parede destacada na Figura 4 dividindo a força pela área da parede:

$$P = \frac{F}{L^2} \quad \text{Equação 15}$$

Para um número grande de moléculas, N , a equação (12) pode ser escrito como:

$$P = \frac{\left(\frac{mv_{x,1}^2}{L} + \frac{mv_{x,2}^2}{L} + \dots + \frac{mv_{x,N}^2}{L} \right)}{L^2} \quad \text{Equação 16}$$

Usando $N = nN_A$, onde n é o número de mols e N_A é o número de avogadro. Cada termo de velocidade na equação (13) pode ser representado pela equação (10), que é o valor médio do quadrado da componente x da velocidade de todas as moléculas já que supomos que o gás é composto por moléculas idênticas, indicaremos por $nN_A (v_x^2)_{\text{méd}}$. Para as n mols de moléculas teremos:

$$P = \frac{nmN_A}{L^3} (v_x^2)_{\text{méd}} \quad \text{Equação 17}$$

Sendo, mN_A , é a massa molar M do gás e L^3 é o volume, V , do gás, a equação (14) se torna:

$$P = \frac{nM(v_x^2)_{\text{méd}}}{V} \quad \text{Equação 18}$$

O teorema de Pitágoras relaciona o quadrado da velocidade da molécula aos quadrados das componentes da velocidade: $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$. Considerando o grande número de moléculas teremos que as componentes x, y e z . São iguais por argumentos de simetria e isotropia. Logo, vx , neste modelo pode ser descrito como um terço da velocidade da molécula.

$$P = \frac{nM(v_x^2)_{\text{méd}}}{3V} \quad \text{Equação 19}$$

O termo $(v^2)_{\text{méd}}$ é a velocidade média quadrática, de forma que a Equação 19 mostra que podemos identificar a pressão de um gás com base nas colisões que estas suas moléculas em movimento constante e errático.

Podemos interpretar ainda Equação 19 associando a pressão de um gás como sendo proporcional ao número de mols, a massa molar, a velocidade média quadrática e a energia cinética média, sendo a pressão diminuída em função do volume do recipiente.

Para calcular a velocidade média quadrática podemos associar a equação (16) com a equação matemática da Lei dos Gases Ideais,

$$PV = nRT$$

Equação 20

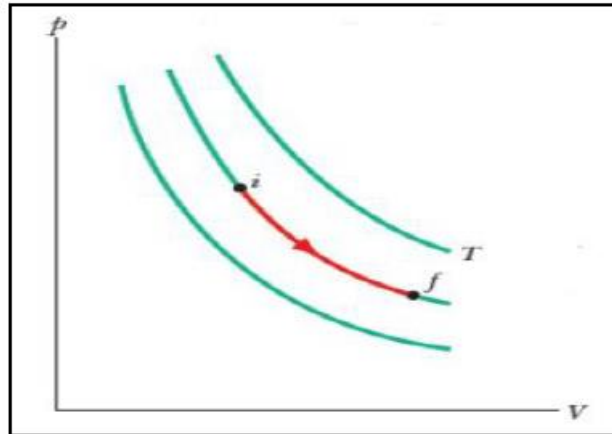
Onde R é a constante dos gases ideais monoatômicos e T a temperatura do gás.

4.3 Trabalho realizado por um gás ideal a temperatura constante

Uma isoterma é uma curva que liga pontos de mesma temperatura em um diagrama p - V . Assim, é o gráfico da pressão em função do volume para um gás cuja temperatura T é mantida constante (HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER; 2008).

A Figura 5 mostra três isotermas, cada uma correspondendo a um valor diferente (constante) de T . A expansão isotérmica do gás do estado i para o estado f a uma temperatura constante está indicada na isoterma do meio.

Figura 5: Digrama PV



Fonte: Modificado de Resnick et.al. (2008)

Para determinarmos o trabalho realizado por um gás ideal durante uma expansão isotérmica, usamos a seguinte equação:

$$W = \int_{v_i}^{v_f} p dV$$

Equação 21

A Equação 21 é uma expressão geral para o trabalho realizado durante qualquer variação de volume de um gás. No caso de um gás ideal, podemos usar a equação dos gases perfeitos ($pV = nRT$) para eliminar p , o que nos dá:

$$W = \int_{v_i}^{v_f} \frac{n \cdot R \cdot T}{V} dV$$

Equação 22

Como estamos supondo que se trata de uma expansão isotérmica, a temperatura T é constante, de modo que podemos colocá-la do lado de fora do sinal de integração e escrever:

$$W = n.R.T \int_{v_i}^{v_f} \frac{dV}{V} = n.R.T [\ln]_{v_i}^{v_f} \quad \text{Equação 23}$$

Calculando o valor da expressão entre colchetes nos limites indicados e usando a identidade matemática $\ln(a) - \ln(b) = \ln\left(\frac{a}{b}\right)$, obtemos:

$$W = n.R.T. \ln_{v_i}^{v_f} \quad \text{Equação 24}$$

Para um processo termodinâmico de expansão, ilustrado na Figura 5, V_f é maior do que V_i , de modo que a razão V_f/V_i , na Equação 24 é maior que 1. O logaritmo natural de um número maior do que 1 é positivo e, portanto, como era de se esperar, o trabalho W realizado por um gás ideal durante um processo termodinâmico de expansão isotérmica é positivo.

No caso de um processo termodinâmico de compressão, V_f é menor que V_i , de modo que a razão entre os volumes na Equação 24 é menor que 1. Assim, como esperado, o logaritmo natural nesta equação (e, portanto, o trabalho W) é negativo.

4.4 Primeira Lei da Termodinâmica

A primeira lei da termodinâmica expressa o princípio de conservação de energia de um sistema termodinâmico considerando três formas diferentes de energia: o trabalho mecânico, a variação da energia interna e o calor envolvido no processo. Considere um sistema recebendo calor Q . O calor recebido será transformado integralmente em trabalho W ou integralmente em energia interna ΔU ou ainda, uma parte do calor recebido será transformado em trabalho e o restante em energia interna. A equação matemática que rege esses processos é da forma:

$$Q = W + \Delta U \quad \text{Equação 25}$$

O calor absorvido por um sistema é a responsável pela mudança de estado de um gás, e, portanto, pela alteração da pressão, do volume e/ou da temperatura. Tais alterações sempre ocorrem obedecendo o princípio da conservação de energia. Na tabela abaixo, temos um quadro que descreve o comportamento das diferentes transformações termodinâmicas:

Quadro 1: Transformações Termodinâmicas

Transformação Gasosa	Descrição	1ª lei da Termodinâmica
Isotérmica	A temperatura se mantém constante; $\Delta U = 0$.	Todo calor envolvido no sistema é integralmente transformado em trabalho; $Q = W$
Isovolumétrica	O volume se mantém constante; $W = 0$.	Todo calor envolvido no sistema é integralmente transformado em energia interna; $Q = \Delta U$
Isobárica	A pressão se mantém constante.	Uma parte do calor envolvido no sistema será transformado em trabalho e o restante em energia interna; $Q = W + \Delta U$
Adiabática	Não há troca de calor entre o sistema termodinâmico e o meio externo; $Q = 0$	Todo trabalho recebido ou realizado pelo gás é convertido em energia interna do próprio gás; $W = -\Delta U$

5. PRODUTO EDUCACIONAL

Os estudantes foram distribuídos em duplas, por conta que alguns alunos não possuíam aparelhos celulares, outros não possuíam mais o tablet cedido pelo Governo do Estado do Ceará, por problemas técnicos ou não acesso à internet. Cada dupla recebia os roteiros-guias impressos, com recomendações de que iniciassem em casa, as primeiras interações com as simulações do PHET, isso aconteceu no início do mês de março de 2022. Essas atividades foram realizadas em todas as aulas da disciplina, facilitando a aplicação desta metodologia.

As atividades foram aplicadas em oito aulas, já incluídas na carga horária do professor autor, sendo assim, desenvolvido e aplicado os quatros capítulos nos dias intercalados em seu horário semanal, pois cada aula consta de 50 minutos. Tivemos a oportunidade de discorrer sobre a evolução do pensamento científico dos jovens, totalizando 4 semanas de aulas subdivididas durante o primeiro e segundo bimestre do ano de 2022.

Foram discutidos, na primeira aula, assuntos como o objetivo da proposta pedagógica e a distribuição para as turmas participantes dos roteiros-guias, em que abordamos os conceitos de física térmica. Recomendamos que os alunos antes de cada aula seguissem as instruções dos roteiros, fazer a interação através das simulações para o aluno conhecer o ambiente virtual de aprendizagem e as simulações que ele iria estudar, fazendo assim o primeiro momento de interação do aluno com a plataforma.

Na segunda aula abordamos o capítulo sobre escalas termométricas onde eles livremente manusearam as simulações virtuais e respondiam o que acontecia nas suas interações com as perguntas do roteiro, nesse momento as impressões dos alunos com as simulações acontecia somente entre aluno-roteiro e plataforma e entre sua dupla. Posteriormente, na terceira aula aprofundamos os estudos sobre mediação do professor com o professor-autor, fazendo intervenções nas dúvidas dos alunos na simulação e debatendo as respostas através de interação entre os próprios alunos e o professor.

Chegando na quarta aula, mergulhamos nos conceitos da calorimetria e trocas de calor, os alunos iniciaram livremente sem intervenção do professor, somente as interações entre aluno e plataforma com o auxílio dos roteiros. Na quinta aula, estudamos os questionamentos desse capítulo e possíveis intervenções que foram necessárias em algumas respostas. Na sexta aula, os alunos estavam estudando a simulação sobre as leis dos gases ideais, no sétimo encontro tivemos as análises das respostas dos alunos com a simulação através da mediação.

Por fim, na oitava aula, os alunos trabalharam a simulação sobre sistemas de energia e a primeira lei da termodinâmica, encerrando a aplicação no nono encontro, o professor-

pesquisador, junto com a turma fez as intervenções através da troca de experiência dos alunos com a simulação.

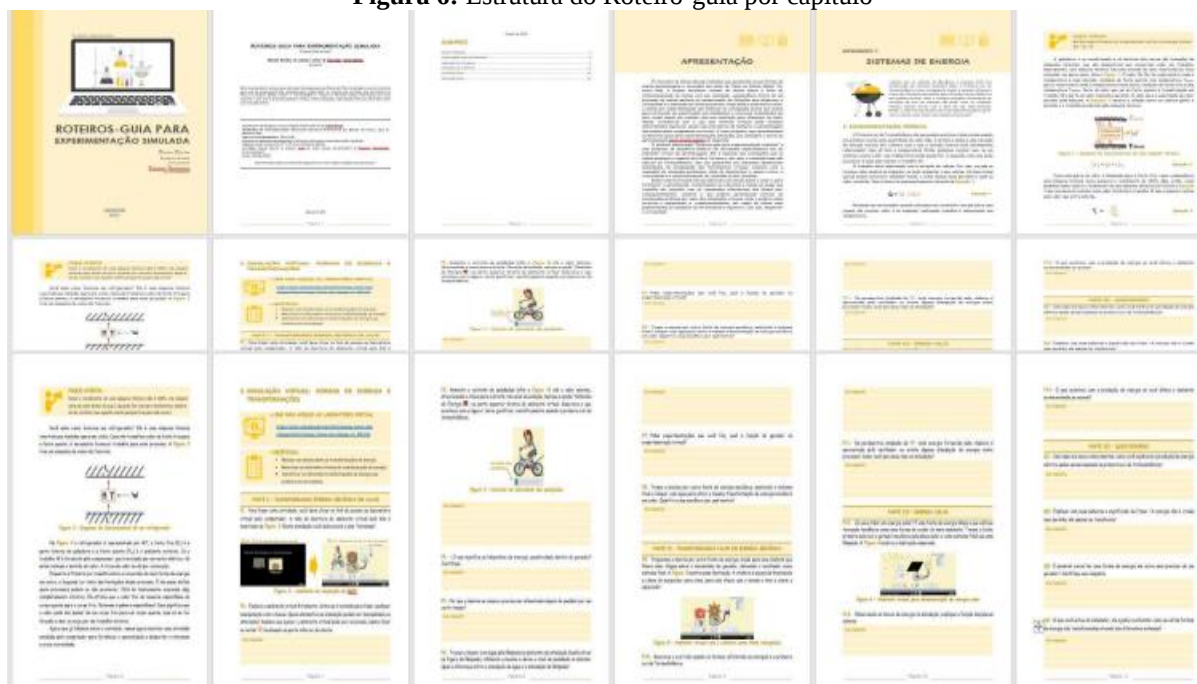
Os alunos durante todo a sequência didática avaliaram constantemente o produto educacional como os capítulos presentes na pesquisa e em toda a condução do processo, para fins de quantificação do impacto da sequência no cotidiano escolar dos alunos comparou-se a diferença entre notas das turmas para julgar se houve melhora na aprendizagem dos jovens.

5.1 Primeira aula: “O início da jornada” e entrega dos roteiros-guias.

Para iniciar, a primeira aula foi realizada a entrega dos roteiros para os momentos de leitura das proposições do roteiro e indagações para respostas dos alunos. O material foi disponibilizado via WhatsApp, mas também de maneira física onde todas as duplas grupos possuíam um aparelho eletrônico com acesso à internet que podiam ler o roteiro e/ou acessar a simulação. Essa leitura se deu utilizando a metodologia ativa, em dupla. Os alunos efetuaram a interpretação da leitura destas duas proposições.

Os roteiros, possuíam a seguinte estrutura, introdução do capítulo com uma pergunta instigadora sobre o tema a ser tratado, fundamentação teórica com leitura mais coloquial e imagens em formato de desenho, objetivo da aula, as perguntas norteadoras com o espaço para colocação das respostas, e um questionário com perguntas e curiosidades do tema da aula. Podemos visualizar a estrutura do produto educacional na Figura 6.

Figura 6: Estrutura do Roteiro-guia por capítulo



Fonte: Acervo do Projeto

Essa metodologia tem a capacidade de potencializar a autonomia desses estudantes, o engajamento e o trabalho em equipe, esse é o ponto forte para o uso dessa metodologia. Além disso, há um repasse de informações, ou seja, de interpretação do que foi estudado, resultando na existência de uma cooperação entre os colegas de sala de aula.

Foi entregue de maneira física para as turmas participantes os roteiros-guias, para os alunos gravarem suas respostas e para aqueles sem acesso à internet pudessem visualizar a atividade proposta, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Momento da entrega física dos roteiros



Fonte: Acervo do Projeto

5.2 Segunda aula: Aula experimental sobre escalas termométricas

A segunda aula foi o momento de troca de interação a respeito das impressões do ambiente, mesmo sem a necessidade de serem instigados, muitos dos alunos expuseram suas opiniões para o seu parceiro de dupla.

O Quadro 1 traz um resumo de como foi planejado os primeiros momentos com os alunos, na aplicação do produto educacional.

Quadro 2: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes

Conteúdo específico	Escalas termométricas: 1ª hora-aula: Aplicação da simulação. 2ª hora-aula: Interação professor e alunos.
Objetivos	Realizar um estudo sobre o termômetro e sua escala termométrica; Medir os pontos de Fusão e Ebulição de uma substância; Relacionar escalas termométricas diferentes.
Recursos	Roteiros-guias; Tablet, Internet.
Metodologia	Diálogo entre a dupla; Aula com simulação virtual com aplicação de questionário; Troca de interação entre as duplas e o professor.

Durante a segunda aula, foi possível identificar os alunos de maneira ativa manuseando livremente a simulação e posteriormente, relatando suas observações e impressões nos roteiros após visualizarem na prática o que acontecia com os objetos após alguma tomada de decisão por parte do aluno.

Formando duplas trocavam entre si, a sua impressão e o que julgavam ser a possível resposta para o que foi indagado na pergunta. A Figura 8 mostra uma dupla interagindo com a simulação.

Figura 8: Alunos interagindo com a simulação



Fonte: Acervo do Projeto

Nessa etapa os alunos não tiveram auxílio do professor perante as respostas, sendo o docente apenas observador perante a autonomia dos estudantes, durante a aula os discentes gravaram a sua impressão e responderam ao questionário final, avaliando a simulação e a metodologia empregada.

5.3 Terceira aula: Interação professor-aluno sobre escalas termométricas

Na terceira aula, foi o momento de o professor escutar e responder possíveis dúvidas sobre a atividade proposta. A cada pergunta era ouvida as respostas que cada dupla dava para as dúvidas norteadoras. Importante salientar que cada resposta é única pois ela depende da interação entre plataforma e aluno, além de seu conhecimento prévio sobre o assunto. Nesse momento o professor agia como mediador, para quando houvesse alguma resposta que não tivesse atingido o objetivo proposto da temática, atuante nos pedidos de ajuda a outros alunos para se chegar a um consenso sobre a resposta em destaque.

Figura 9: Interação entre professor, aluno e plataforma



Fonte: Acervo do Projeto

A Figura 9, ilustra um desses momentos em que existiu interação entre a simulação virtual através do roteiro, aluno e professor atuando como mediador entre as zonas de desenvolvimento.

O questionário teve a finalidade de compreender o que os estudantes entendem sobre as escalas termométricas e suas conversões. As informações desses testes se deram através do roteiro que foi recolhido posteriormente. Depois de respondido, foram realizadas discussões sobre cada uma das perguntas.

Após a leitura do capítulo foram esclarecidas as devidas dúvidas e o segundo momento da aula deu-se através do prosseguimento da aula, ou seja, sendo solicitado que eles respondessem as perguntas norteadoras e o questionário contido durante e no final do capítulo respectivamente.

Foi questionado aos discentes algumas impressões sobre conceitos termométricos que deveriam ficar mais claros à medida que a discussão deva ir avançando, logo abaixo temos como exemplo 3 perguntas que se fazia presente no capítulo:

- *Pergunta 1: Descreva qual seria a justificativa para que os materiais tenham diferentes bloquinhos de energia?*
- *Pergunta 2: Através dessa simulação você consegue explicar o motivo do líquido se expandir e se contrair dentro do termômetro?*
- *Pergunta 3: Explique como se deve proceder para graduar um termômetro em uma escala de temperatura?*

A seguir, analisaremos as devidas respostas baseada na avaliação qualitativa, com o objetivo de analisar apenas suas respostas em nível de conhecimento de mundo, e na tentativa de compreender as relações dos fatos ali abordado na simulação.

Suas respostas serão expostas na representação das letras A e B, não iremos identificar nenhum aluno por nome. O que desejamos aqui, é salientar a importância da relação dos conteúdos de física com o conhecimento de mundo. Essa proposição traz uma vivência educacional interligada com as problemáticas vivenciadas em seu cotidiano. Segue a respostas do aluno A:

- *Resposta 1: Eu observei que a água por ter mais bloquinhos ela demora mais para esquentar do que o azeite que tem menos blocos de energia. A água só esquenta até certo ponto, diferente do azeite.*
- *Resposta 2: Por conta da temperatura.*
- *Resposta 3: Depende da substância e dos valores iniciais e finais.*

O discente verbaliza utilizando os termos contidos na própria simulação, o aluno conseguiu compreender o que a simulação queria passar, essa contextualização dos fenômenos da física com o que ele vê no seu cotidiano facilita no processo de ensino. O ensino e aprendizagem é munido de processo, ou seja, ao longo do tempo ele irá adquirir conhecimento o suficiente para se sentir mais seguro em suas respostas ou afirmações.

Analisaremos em seguida as respostas do aluno B:

- *Resposta 1: A propriedade da substância pois o azeite é condutor de calor e a água é isolante, então o azeite tem menos bloquinho pois ele esquenta mais fácil.*
- *Resposta 2: O líquido ele muda de tamanho porque ele é condutor, o líquido vermelho dentro é mercúrio que dilata com o calor.*
- *Resposta 3: O material dentro do termômetro que é mercúrio e medir ele numa substância para saber o ponto que ele congela e ferve.*

O aluno B usa de conhecimento de conceitos físicos para buscar respostas para a pergunta, sem dúvida ele contextualizou e buscou caminhos para o entendimento das perguntas. Com base em suas respostas fica fácil de compreender que ele leu o texto de apoio e interpretou as perguntas norteadoras com muita clareza, usufruindo de seus conhecimentos prévios de física para responder ao teste, como é percebido pela noção de condutores e isolantes e do conceito de dilatação onde fica notado que após leitura e interpretação da compreensão de calibração termométrica como uso de uma substância termométrica e aferição do ponto de mudança de fase sólida para líquida e de líquida para vapor. O conhecimento de mundo também facilitou a sua compreensão.

5.4 Quarta aula: Aula experimental sobre calorimetria

A quarta aula se constitui em uma organização utilizando de metodologias ativas e servirá para auxiliar o professor nas aulas de calorimetria, buscando alcançar a aprendizagem significativa. Segue abaixo, no Quadro 3, a programação pedagógica da proposta de atividade para o capítulo 02 descrita nos roteiros guias.

Quadro 3: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes

Conteúdo específico	Escalas termométricas: 1ª hora-aula: Aplicação da simulação. 2ª hora-aula: Interação professor e alunos.
Objetivos	• Verificar experimentalmente as trocas de calor entre sistemas; • Levantar a temperatura de equilíbrio térmico das amostras; • Determinar o calor específico dos materiais. • Aplicação no seu cotidiano, ou seja, fenômenos relacionados ao seu dia a dia; • Permitir o trabalho em grupo produtivo
Recursos	Roteiros-guias; Tablet, Internet.
Metodologia	Diálogo entre a dupla; Aula com simulação virtual com aplicação de questionário; Troca de interação entre as duplas e o professor.

Fonte: Acervo do Projeto

Os alunos por já conhecerem a simulação por conta do capítulo 01, já possuem mais habilidades para manipulação na simulação, mesmo se tratando da simulação utilizada na aula anterior, o objetivo dela é diferente, ressaltando que a simulação trará diferentes visões de como utilizá-la dependendo da visão que o professor pesquisador dará a mesma. Esta aula será focada nas trocas de calores entres os diferentes materiais que compõem a simulação, como mostra a Figura 10.

Figura 10: Aluno utilizando a simulação



Fonte: Acervo do Projeto

Durante a aula, os alunos trocaram informações a respeito dos processos de trocas de calores e a partir do debate, gravaram informações nos roteiros-guias. Nesse momento o professor-pesquisador se deteve a organizar o ambiente deixando o aluno chegar à conclusões físicas a respeito do que era observado relacionando a simulação com o seu cotidiano. A Figura 11 mostra uma dupla preenchendo as perguntas norteadoras do capítulo 02.

Figura 11: Alunos respondendo às perguntas do roteiro



Fonte: Acervo do Projeto

5.5 Quinta aula: Aula dialogada sobre calorimetria

O papel do professor nessa aula, além de distribuir as atividades, organizar e criar um ambiente adequado para aprendizagem, é de mediador ativo e participativo, sendo sua ação imprescindível antes, durante e após o desenvolvimento do conteúdo a ser trabalhado. Além

disso, o educador deve promover o debate produtivo entre os alunos, dando espaço a liberdade de expressão de suas ideias, usando e explorando o conhecimento por ele já adquirido.

Nesta aula, foi o momento de o professor tirar dúvidas em perguntas com conflito de respostas. Optamos aqui, por aplicar a metodologia de cooperação em grupo, ou seja, aproveitar o trabalho em equipe e desenvolver todas as competências já existentes em cada aluno.

A inserção de métodos por cooperação de aprendizagem pode apresentar diversos benefícios como maior estímulo dos alunos a participarem de forma mais interativa nas aulas, assim como na contribuição com o relacionamento entre professor e aluno, deixando-os mais próximos no desenvolvimento de habilidades sociais, na avaliação individual e do grupo produtivo. A Figura 12 mostra um momento do professor usando a lousa para tirar dúvidas.

Figura 12: professor usando a lousa



Fonte: Acervo do Projeto

Observamos que há a necessidade de verificar o nível de conhecimentos prévios de cada aluno sobre calorimetria e troca de calor aplicado as perguntas norteadoras e o questionário sobre o tema ao final do capítulo. As perguntas do capítulo trabalhado foram aplicadas de forma contextualizada, ou seja, levando em consideração algum acontecimento do cotidiano e correlacionar com o assunto em estudo, possibilitando deste modo a aplicação dos conceitos sobre calorimetria existente na concepção do aluno, sendo assim aguçar a curiosidade do aluno.

- *Pergunta 1: Através dessa simulação você consegue explicar por que usamos azeite ao invés de água na preparação de alimentos?*
- *Pergunta 2: Explique por que o azeite em contato com a pele produz maiores queimaduras do que a água?*

A seguir, analisaremos as respostas dos alunos depois de ler o capítulo do roteiro-guia e manipular a simulação que abordava o assunto, todas as conexões possíveis com o cotidiano foram inseridas. O aluno A responde:

- *Resposta 01: Porque o azeite esquenta mais rápido e tem baixo calor específico.*
- *Resposta 02: Porque o azeite atinge temperaturas maiores que a água.*

O aluno conseguiu contextualizar sua resposta usando conhecimentos do cotidiano e usando termos físicos. Agora verificaremos as respostas do aluno B para as mesmas perguntas. Portanto, em todas as respostas aqui descritas usaremos da discrição para não expor nenhum discente que respondeu os roteiros-guias:

- *Resposta 01: O azeite é usado na preparação de alimentos porque seu calor específico é bem menor já a água tem o maior calor específico que é 1.*
- *Resposta 02: Ele queima mais a pele por dois motivos: sendo o calor específico menor ele consegue chegar a temperaturas maiores que 100°C e pela quantidade que entra em contato com a pele e troca calor.*

O aluno B enfatiza em suas respostas, novamente termos físicos bem contextualizados com o cotidiano e mostra que através da leitura do texto de apoio e da simulação o aluno conseguiu absorver noções importantes do conteúdo físico da calorimetria.

5.6 Quinta-aula: Aula experimental sobre gases ideais.

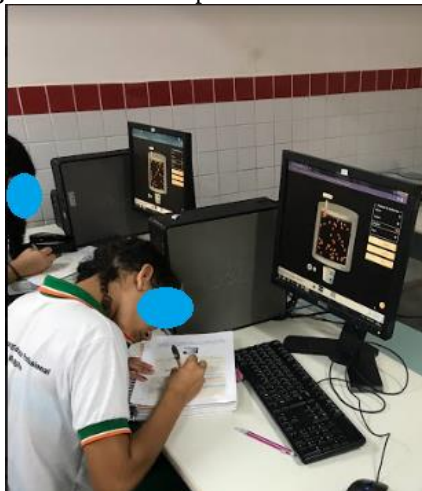
Nesta quinta aula, serão apresentados e discutidos elementos sobre a lei dos gases ideais e os processos termodinâmicos sua relação com as painéis de pressão, além de questionários avaliativos que se encontram no final da proposição do capítulo. Para tanto, foram sugeridas discussões e atividades.

O momento da aula foi organizando o espaço pedagógico do laboratório de Informática da escola por conta que alguns alunos estavam com problema de conexão com o tablet e deixando claro para os estudantes que aquela aula será trabalhada em grupos produtivo de três ou quatro integrantes, a depender do número total da turma por conta do limitado número de computadores da escola.

Durante a aula os alunos com os computadores e o auxílio dos roteiros manipularam as simulações, visto que posteriormente seria realizado um questionamento para toda a turma, de forma verbalizada e a produção escrita, ou seja, apenas uma breve discussão sobre as devidas respostas, foi solicitado aos estudantes que discutissem com os outros membros do grupo produtivo e elaborassem suas respostas na versão impressa do roteiros-guias.

A Figura 13 mostra uma aluna respondendo a sua impressão sobre uma pergunta norteadora da simulação de uma das simulações sobre Gases Ideais.

Figura 13: Aluna respondendo no roteiro-guia



Fonte: Acervo do Projeto

Com essa simulação, espera-se que os estudantes procurem reforçar o entendimento sobre os conceitos de gases ideais que foram construídos ao longo de sua vida educacional e até no seu cotidiano mencionado, por exemplo, como se dá o funcionamento de uma panela de pressão para preparação de uma refeição.

Segue abaixo, no Quadro 4, a programação pedagógica da proposta de atividade para o capítulo 03 descrita nos roteiros guias.

Quadro 4: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes

Conteúdo específico	Gases Ideais: 1ª hora-aula: Aplicação da simulação. 2ª hora-aula: Interação professor e alunos.
Objetivos	Verificar experimentalmente as variáveis termodinâmicas; Verificar experimentalmente as transformações termodinâmicas; Determinar as relações entre grandezas termodinâmicas.
Recursos	Roteiros-guias; Computadores, Internet.
Metodologia	Diálogo entre a dupla; Aula com simulação virtual com aplicação de questionário; Troca de interação entre as duplas e o professor.

Fonte: Acervo do Projeto

Durante a execução da atividade o professor só auxiliou os alunos nos problemas de conexão e controle da turma, deixando que eles formassem suas hipóteses e compreensões a respeito do que se observava na simulação com as consequências das modificações dos alunos, como o fato de o sistema entrar em colapso quando se diminuía em demasiada a pressão

ambiente, alguns alunos se surpreendiam quando suas ações poderiam gerar grandes mudanças, como o fato deles associarem a situação em questão com a panela de pressão.

5.7 Sexta-aula: Aula dialogada sobre gases ideais.

Nessa aula foi o momento para discursão com os alunos a respeito da temática do capítulo 03 de Gases Ideais. Durante a discursão os alunos estavam em posse dos roteiros-guias preenchidos com suas hipóteses e com os computadores do laboratório de informática, para manipularem a simulação quando desejassem. Nesse momento, o professor fazia a leitura das perguntas norteadoras e deixava aberto o momento para os discentes responderem em voz alta suas hipóteses, para que através do diálogo em grupo e com a intervenção do professor em alguns momentos se apropriassem do conhecimento científico, a respeito da temática dos gases ideais.

Em alguns momentos era necessária uma maior intervenção do professor quanto as hipóteses dos alunos, pois havia a necessidade de maior explanação do conhecimento físico, a Figura 14 mostra um desses momentos.

Figura 14: Momento de interação professor e alunos



Fonte: Acervo do Projeto

Foram aplicados testes desafios para entendermos como andava o processo de ensino e aprendizagem, com as perguntas:

- *Pergunta 01: Através dessa simulação você consegue explicar o funcionamento de uma panela de pressão?*

- *Pergunta 02: Explique o comportamento das moléculas de água na simulação quando a temperatura do termômetro registrou entre 0°C e 4°C?*

Salientando que para efetuar as perguntas os conhecimentos prévios foram destacados no texto de apoio, onde estas faziam um breve relato ou uma problemática específica que ocorria nas moléculas de água da simulação, mas não se repetia nas outras. Para tanto, as respostas foram as mais variadas possíveis, entendemos e analisamos as respostas de modo qualitativo, veja a respostas a seguir do aluno A.

- *Resposta 01: Na panela de pressão a temperatura dela atinge valores altos.*
- *Resposta 02: Elas começaram a se juntar e ao invés de se separar.*

Como salientado anteriormente, não iremos abordar se a resposta está incorreta ou correta, e sim, abordar os princípios básicos do conhecimento adquirido ao longo de sua trajetória educacional e mais, ao usar os roteiros-guias e ter acesso as simulações, o que mais chama a atenção é que seu conhecimento prévio está ali, basta ser aguçado por algo ou alguém. Percebemos também que suas respostas foram com o auxílio do que se observou na simulação, esses conhecimentos foram ativados através da interação entre aluno, roteiros guias e simulações.

Percebe-se um leve desvio em relação a resposta baseada em conhecimento científico, porém sua resposta se encontra em detrimento de seu conhecimento. A aprendizagem sempre será contínua e mediada por seus conhecimentos prévios. A resposta da segunda questão do aluno A foi sucinta, de pouca análise física do problema abordado, haja visto que ele apenas indagou o que ele visualizou, podendo relatar com mais contexto a devida resposta, porém sua resposta não se encontra errada. Sua resposta é clara e objetiva, baseada no que foi interpretado na simulação carecendo da explicação física. A seguir as respostas do aluno B.

- *Resposta 01: Por conta da pressão que influencia na temperatura e faz a água ferver mais rápido.*
- *Resposta 02: Isso é devido a dilatação anômala da água que é o contrário do normal, quando esquentar no lugar da água aumentar de tamanho ela faz é diminuir e vice-versa.*

5.8 Sétima-aula: Aula experimental sobre sistemas de energia.

Este tópico trata de uma relação da física térmica com o cotidiano do aluno. O que desejamos inserir com essa proposição é a leveza do entendimento e da compreensão do processo de transformação de energia em um sistema fechado. É possível perceber que esse capítulo estará interligado com o conhecimento de mundo, com suas ideias de como uma usina

de energia, desde uma hidrelétrica, termelétrica, uma turbina eólica ou uma placa solar, faz um processo de transformação de energia, nada mais que um conhecimento caminhando com a vivência do aluno.

A proposição desse estudo realça a importância de inserir os conceitos dos sistemas energéticos no ensino médio ou ensino fundamental, pois tem a capacidade de aguçar ainda mais a curiosidade dos discentes, proporcionando a eles um anseio a pesquisa de como a energia elétrica é “produzida” e quais fontes naturais podem fazer esse processo. O Quadro 5 mostra o plano de aula produzido para esse capítulo.

Quadro 5: Resumo das ações executadas no primeiro momento com os discentes

Conteúdo específico	Sistemas de Energia: 1ª hora-aula: Aplicação da simulação. 2ª hora-aula: Interação professor e alunos.
Objetivos	Realizar um estudo sobre as transformações de energia; Relacionar as diferentes formas de transformação de energia; Identificar as diferentes transformações de energia que acontece em um sistema.
Recursos	Roteiros-guias; Computadores, Internet.
Metodologia	Diálogo entre a dupla; Aula com simulação virtual com aplicação de questionário; Troca de interação entre as duplas e o professor.

Fonte: Acervo do Projeto

A Figura 15, mostra os alunos a manipularem a simulação no laboratório de Informática da escola, durante a aula foi possível visualizar o quanto esse assunto é de interesse deles e o quanto a simulação virtual oferece diversas possibilidades para a dupla dialogar e nessa interação gerar aprendizagem significativa.

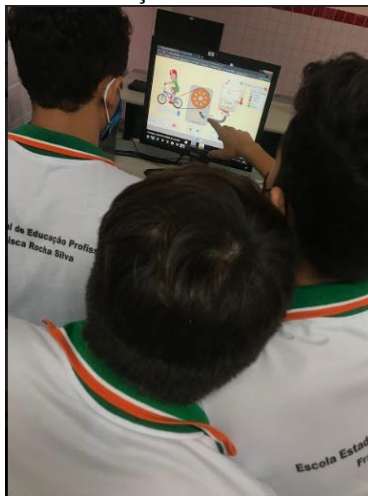
Figura 15: Diálogo entre alunos a respeito da simulação



Fonte: Acervo do Projeto

Através de uma situação virtual, interligando com situações reais apenas fazendo interligação ao capítulo de termodinâmica a simulação pode-se proporcionar a quem manipula um vasto mundo de conhecimento científico, não só de física térmica, como também o envolvimento com fontes renováveis e não renováveis e a língua portuguesa, sendo assim, contextualizando as informações. A Figura 16, mostra a interação entre os alunos do grupo colaborativo e a simulação propiciam maior engajamento com as aulas.

Figura 16: Interação entre aluno e simulação



Fonte: Acervo do Projeto

5.8 Oitava-aula: Aula dialogada sobre sistemas de energia.

Nesta aula, após as devidas respostas dos alunos, o professor mediou um debate a respeito das respostas dos alunos, para que os discentes participantes comentassem suas respostas e através desse debate, os alunos chegaram a uma resposta comum. Esse procedimento foi usado em todas as aulas mediadas pelo professor, para que através da interação o aluno transitasse entre duas zonas de desenvolvimento com base na teoria educacional para se chegar a uma aprendizagem significativa.

A Figura 17 mostra uma das etapas mediadas pelo professor na aula de troca de interação entre as respostas, tendo em vista que não iremos considerar nenhuma resposta incorreta, mais os níveis de respostas. Apesar dos níveis de respostas, foi entendido que todos os alunos tomaram como base de resposta alguma informação que continha detalhes sobre o determinado assunto estudado.

Figura 17: Interação entre os participantes e professor



Fonte: Acervo do Projeto

Durante o transcorrer da aula, foram coletadas as respostas dos alunos e debatidas em sala sobre as formas e conversões de energia, todos os componentes do grupo puderam contribuir uns aos outros para que encontrassem as devidas respostas para a questão que surgira nas perguntas norteadoras, ao final do capítulo, no questionário eles responderam as seguintes perguntas:

- *Pergunta 1: Com base nos seus conhecimentos, como você explicaria a produção de energia elétrica pelas usinas baseada na primeira Lei da Termodinâmica?*
- *Pergunta 2: Explique com suas palavras o significado da frase: “A energia não é criada nem perdida, ela apenas se transforma”.*
- *Pergunta 3: É possível converter uma forma de energia em outra sem precisar de um gerador? Justifique sua resposta.*

A ideia era oferecer aos discentes uma oportunidade diferente de estudar a primeira lei da termodinâmica sobre conservação de energia e estimular a curiosidade sobre os processos energéticos de usinas renováveis e não renováveis pelos alunos, acreditando que uma das funções da disciplina é colaborar para que o educando aumente sua consciência ambiental seja reforçado e a compreensão para os impactos ambientais.

Analisaremos as respostas dos alunos a partir do questionário, que podem alavancar e potencializar as respostas desses discentes. Tivemos o cuidado de efetuar uma avaliação qualitativa, sem o cunho de mensurar algo, apenas com o objetivo de salientar a importância de entender que a aprendizagem é um processo. Resposta do aluno A.

- *Resposta 01: Uma energia qualquer, seja mecânica, solar ou térmica é transformada em energia elétrica dentro do gerador, gerando um trabalho mecânico.*
- *Resposta 02: Não se pode gerar energia nem destruir ela, ela só se transforma em outra forma.*

- *Resposta 03: Não, pois o gerador é o responsável por mudar uma energia em outra.*

Veja que na resposta da pergunta 01 o aluno A foi claro em sua resposta e contextualizou. Percebe-se que ele usou dos argumentos propostos na simulação e nos que ele obteve na visualização para buscar fundamentar-se em sua resposta. Nota-se também que ele contextualiza sua resposta com seus conhecimentos prévios para deixar ainda mais rica e fundamentada as suas afirmações.

Já na terceira resposta, o aluno enfatiza que para ter um processo de conversão de energia é necessário ter um gerador, ele comete um erro conceitual em embasar a resposta somente na necessidade do gerador esquecendo dos processos naturais. A seguir, analisaremos as respostas do aluno B.

- *Resposta 01: Uma energia térmica na forma de calor é transformada em outra através do gerador gerando um trabalho mecânico, a energia que é transformada em energia elétrica a gente chama de energia interna do sistema.*
- *Resposta 02: Essa frase é de Lavoisier que é a lei da conservação de energia que nada se cria nada se perde tudo se transforma e vimos isso na experiência.*
- *Resposta 03: Sim, pode porque uma energia elástica acumulada num arco pode virar energia cinética fazendo a flecha se mover.*

O aluno B buscou argumentos de até outras disciplinas, como a Química, para efetuar sua resposta observamos que ele conduziu sua resposta de forma positiva, contextualizando a equação da Primeira Lei da Termodinâmica para o ambiente de simulação pelo que ele interagiu e percebeu. Veja na resposta 02 que ele usa dos conhecimentos de Química sobre a lei da conservação da massa para embasar sua resposta da lei da conservação de energia, isso mostra que ele entendeu como ocorrer as trocas energéticas, na última resposta ele responde acertadamente utilizando os conceitos de energia mecânica visto no currículo do primeiro ano do ensino médio.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, vamos apresentar os resultados das avaliações bimestrais aplicadas durante a aplicação da sequência didática. As avaliações fazem parte da metodologia aplicada ao sistema de Avaliação da Base Nacional Comum Curricular, para a verificação da aprendizagem qualitativa e quantitativa das turmas.

A cada bimestre foram aplicadas duas avaliações parciais e a partir daí se obtém a média, que deve ser igual ou superior a seis. Dessa forma, ao final do bimestre, os estudantes teriam que obter a média final seis para que possa obter êxito ao final do ano letivo na aprovação da disciplina de Física.

Para aferir quantitativamente o impacto da sequência didática aplicada por esse produto educacional obteve-se através das médias durante a avaliação do 1º bimestre das turmas de 2º Ano do Ensino Médio, as 4 turmas obtinham as seguintes médias bimestrais antes da aplicação do produto educacional.

Tabela 2: Médias das turmas antes da aplicação do Produto Educacional

TURMA	MÉDIA 1º BIMESTRE ANTES DO PRODUTO
2ºA-Contabilidade	6,76
2ºB-Fruticultura	6,09
2ºC-Informática	7,21
2ºD-Têxtil	6,31

Fonte: Acervo do Projeto

Diante do cenário encontrado, as turmas da escola foram divididas entre as que receberam o produto educacional, que foram as turmas de 2º A de Contabilidade e 2º B de Fruticultura. As turmas de 2º C de Informática e 2º D de técnico em Têxtil, não receberam o produto educacional sendo o grupo controle da pesquisa.

As turmas escolhidas para a aplicação da experiência têm perfis comportamentais e cognitivos bem diferentes, devido a entrada na escola ser por processo seletivo através das notas globais dos alunos no ensino fundamental. As turmas de Contabilidade e Informática são os cursos mais procurados e conseqüentemente mais concorridos, enquanto os dois outros cursos têm uma procura menor e são mais procurados por alunos da zona rural do município.

Essa diferença tanto para entrada aos cursos, quanto até o perfil socioeconômico das turmas gera diferença de aprendizagens, o que reflete, nas notas apresentadas na Tabela 02. A turma do 2º ano B foi a turma com menor concorrência e de menor perfil socioeconômico, além do fato de ser uma turma com maior quantidade de alunos na zona rural e foi a turma que mais

teve dificuldades no ano anterior para acompanhar as aulas remotas por problemas de conexão à internet.

Após a aplicação do produto educacional e da avaliação parcial e bimestral as médias das turmas dos 2º Anos é apresentada na Tabela 03. As 4 turmas obtiveram as seguintes médias bimestrais após a aplicação do produto educacional nas turmas selecionadas:

Tabela 3: Médias das turmas após a aplicação do Produto Educacional

TURMA	MÉDIA 2ºBIMESTRE APÓS DO PRODUTO
2ºA-Contabilidade	8,48
2ºB-Fruticultura	6,31
2ºC-Informática	8,25
2ºD-Têxtil	6,49

Fonte: Acervo do Projeto

Percebemos pela tabela apresentada que todas as turmas obtiveram aumento nas notas de Física no 2º Bimestre. A turma de Contabilidade possuía antes da aplicação do produto educacional a segunda maior média entre os 2º Anos, após aplicação da sequência didática, apresentou a maior média do 2º Bimestre, um aumento de 1,72 pontos, entre os dois bimestres observados.

Enquanto a turma do 2º ano de Fruticultura que antes da aplicação do produto educacional possuía menor média bimestral entre as quatro turmas, após a sequência didática obteve aumento da sua média bimestral em 0,22 pontos. Entre os dois bimestres analisados, se comparado o aumento da sua média, foi superior comparado com a turma de têxtil que não recebeu o produto educacional e no mesmo período obteve aumento de 0,18 pontos.

Ao avaliar qualitativamente o produto educacional as turmas avaliaram se os Roteiros-Guias auxiliado com as simulações, foram distribuídas usando os valores, bom, ótimo e excelente. O Quadro 6 mostra as discriminações para os alunos assinalarem as respostas:

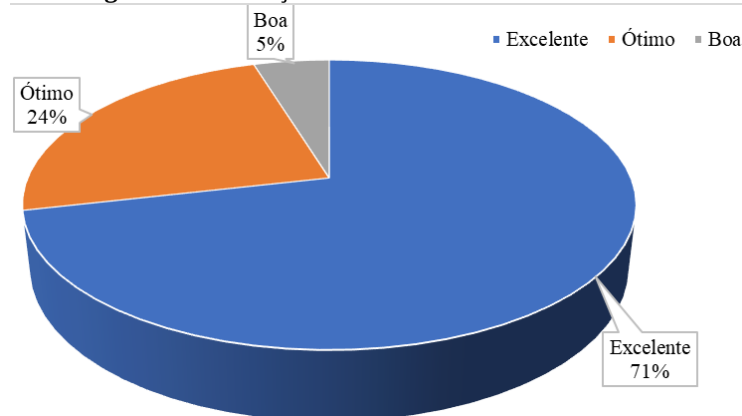
Quadro 6: Descrição dos valores que norteariam a avaliação do produto por parte dos alunos.

BOM	ÓTIMO	EXCELENTE
Você se aproximou de forma relevante das respostas científica, porém se manteve mais próximo ao conhecimento de mundo.	Suas respostas teve uma base científica, mas em alguns momentos de suas afirmações preferiu usar de argumentos pessoas.	Usou de fundamentos científicos para fundamentar suas respostas. Se manteve firme em suas respostas, apenas ancorando no saber científico.

Fonte: Acervo do Projeto

A Figura 18 mostra com o auxílio das discriminações acima citadas, se os roteiros ajudaram os alunos a avaliar e entender as situações problemas envolvendo os tópicos da física térmica.

Figura 18: Avaliação dos alunos dos roteiros utilizados



Fonte: Acervo do Projeto

A *Figura 18* acima mostra o quanto os roteiros-guias impactam na aprendizagem em Física dos alunos. Qualitativamente, eles avaliaram o material de forma positiva, o que contribuiu para melhorar seu vocabulário científico a respeito da Física Térmica. A experiência vivenciada com os roteiros-guias, estimulou a interação dos discentes e a tomada de decisões a respeito das simulações através das perguntas norteadoras. Além de incentivar o trabalho por cooperação, a experiência da sequência didática acarretou a melhora das notas gerais em físicas das turmas participantes.

Em cada capítulo do produto educacional sempre constava na última pergunta do questionário aplicado, uma pergunta sobre a simulação e se ele ajudou o aluno a compreender o tema da aula, para servir como uma maneira de avaliar qualitativamente o produto, segue as quatro respostas escritas pelos alunos em cada capítulo, as respostas foram escolhidas aleatoriamente e a identidade dos alunos foi preservada.

No capítulo 01 sobre Escalas Termométricas foi realizada a pergunta:

- *Pergunta 01: “O que você achou do simulador, ele te ajudou a entender como é o processo de aferição de temperatura e de conversão de escalas entre termômetros?”*

Um aluno de umas das turmas participantes respondeu:

- *Resposta 01: “Ajudou bastante, ele mostrou como se faz a aferição de temperatura de um termômetro e como fazer a conversão para um outro termômetro!”*

Destinado ao estudo da calorimetria e troca de calor, no segundo capítulo foi realizada a pergunta:

- *Pergunta 02: “O que você achou do simulador, ele ajudou a entender como os materiais se comportam quando aquecidos ou resfriados?”*

Um dos alunos participantes respondeu:

- *Resposta 02: “Muito legal, porque ele mostra vários materiais e como eles se comportam quando aquecidos, em algumas situações o resultado me surpreendeu como na situação do tijolo e do ferro e que mesmo você não mexendo a simulação ainda interage com a escolha que a gente fez!”*

Para o terceiro capítulo do produto que era sobre gases ideais e transformações gasosas, ao final do questionário foi realizada a seguinte pergunta:

- *Pergunta 03: “O que você achou do simulador, ele ajudou a entender o comportamento dos gases e as relações existentes entre eles?”*

Obtivemos a seguinte resposta de um dos alunos participantes sobre a simulação realizada:

- *Resposta 03: “Sim, porque ajuda a entender a relação da temperatura e pressão, e do funcionamento de objetos como a panela de pressão e os reservatórios de gás.”*

Por fim, no último capítulo sobre sistemas de energia, foi realizada no questionário final a seguinte pergunta sobre a simulação:

- *Pergunta 04: “O que você achou do simulador, ele ajudou a entender como as várias formas de energia são transformadas através dos diferentes sistemas?”*

Um dos alunos participantes respondeu da seguinte forma:

- *Respostas 04: “Sim, ajudou bastante pois foi uma metodologia interessante e colocou os alunos para conduzir a aula ao invés de sempre ser o professor.”*

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi de construir Roteiros-Guias: Guia para uma experimentação simulada, para ser uma proposta pedagógica para trabalhar o uso das simulações virtuais como recurso didático em sala de aula e uma ferramenta de ensino e aprendizagem, onde auxiliará o professor no processo de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente, potencializar a curiosidade dos alunos pela Física Térmica. Também desejamos observar o nível de interação por parte dos alunos em relação a leitura de fácil compreensão e a interatividade inserida nas perguntas norteadoras com as simulações no ensino de Física.

Propomos a utilização de um material que trouxesse como finalidade o processo educacional e que nele fosse observado a possibilidade de uma educação mais lúdica e atraente, tendo como objetivo principal o crescimento intelectual do aluno. Um material que trata não somente do saber científico, mas que venha promover também diálogos prazerosos por trazer um pequeno resumo do conteúdo de maneira leve, com imagens, curiosidades do assunto, e perguntas norteadoras, é perceptível que ali existe uma conexão que irá além da sala de aula.

A aplicação e aceitação dos roteiros-guias nas turmas do 2º ano do ensino médio nos norteou do potencial papel pedagógico que a mesma pode alcançar, não só em sala mas também podendo ser utilizado em um ambiente remoto como na pandemia, mas em seu dia a dia como ser pensante e protagonista, esse produto pode ir além pois sua utilização fora de sala de aula pode proporcionar um aumento no desenvolvimento do aluno, tanto do ponto de vista intelectual como social, pois a mesma pode alavancar a curiosidade do indivíduo, potencializando o entendimento de alguns fenômenos de física térmica.

Ao final deste processo, foi percebido que o uso dos Roteiros-Guias pode despertar no aluno a curiosidade, a busca de questionamentos com os colegas e ir além das perguntas ali propostas, pois este produto educacional tem a capacidade de aguçar a curiosidade de quem o manipula, por ser uma leitura leve, ter perguntas curtas e objetivas e conter imagens e ilustrações que traz a ludicidade. O indivíduo que ali está, faz simulações com o auxílio deste material desejará ir um pouco além e possivelmente irá efetuar uma pesquisa mais detalhada sobre o assunto em questão, viabilizando ao aluno um modo diferente e prazeroso de compreender o conhecimento científico da Física Térmica.

A avaliação em relação as respostas foram baseadas e fundamentadas no processo da avaliação qualitativa. Esse método de avaliação consiste em algo ou alguma coisa que não pode ser mensurável. O objetivo da avaliação é analisar de forma qualitativa os resultados a respeito das motivações e necessidades dos discentes, isto é, de quem está sendo avaliado, no caso, esses alunos estavam sob

orientações prévias, ou seja, podemos resumir como se fosse sua opinião e suas expectativas em relação ao dado assunto ali abordado, ou conhecimento de mundo, conhecimento corriqueiro, que ele verá no seu dia a dia, porém, ainda não compreendeu que ali é algo científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, David. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BRASIL, Orientações Educacionais **Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei Federal nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Dispõe sobre as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília-DF, 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)**. Introdução. Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CHIQUETTO, Marcos José. **O currículo de física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva**. Revista e-curriculum, São Paulo, v.7 n.1 Abril/2011. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum>. Acesso em 14/09/2022.
- COELHO, R. O. **O uso da informática no ensino de física de nível médio. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação)** - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas.
- CORTELLA, S. M. **Educação, escola e docência: novos tempos novas atitudes**. 1ª edição. Cortez Editora, 2018.
- COSTA, F. A. (Coord.); RODRIGUEZ, C.; CRUZ, E.; FRADÃO, S. **Repensar as TIC na educação: O professor como agente transformador**. 1ª Edição. SANTILLANA, 96, 2012.
- FROTA, P. R. O. & ALVES, V. C. **Conversando com quem ensina, mas pretende ensinar diferente**. Florianópolis: Metrópole, 2000.
- GADDIS, B. (2000). Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations. Doctoral Dissertation. University of Colorado.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**: 9 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2008. v. 2.

- HECKLER, Valmir. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. 2004. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. 2003. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. Ed. Editora Atlas.
- MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Portal MEC, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 01 setembro de 2022.
- MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7. ed. São Paulo: Papirus, 2007.
- MOREIRA, A. M. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. In: **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, 1999. p. 151-165.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 22, p. 94-99, 2000.
- MOREIRA, M. A. O ENSINO EXPERIMENTAL E A QUESTÃO DO EQUIPAMENTO DE BAIXO CUSTO. **Revista Brasileira de Ensino de Física: Saberes Necessários à Prática Educativa**, [s. l.], v. 13, p. 97-103, 1991.
- MOREIRA, M. A. **O que é afinal, aprendizagem significativa?** Revista Currículum, La Laguna, Espanha, p. 1-27, 2012. Acesso em 23 set. 2022
- MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2022.
- MOYSÉS NUSSENZVEIG. **Curso de Física 2: Fluidos, Oscilações e Calor**. 5a ed. – São Paulo: Blücher, 2014.

- MOYSÉS, L. **Aplicações de Vigotski à Educação Matemática**. 11ª ed. Campinas: Papirus, 2010. NASCIMENTO, S. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Polyphonía**, v. 24, p. 255, 2013. OLIVEIRA, M. K. D. Vygotsky: **Aprendizado**
- OLIVEIRA, M. K. D. Vygotsky: **Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993, 111 p.
- OLIVEIRA, O. B. de; TRIVELATO, S. L. F. **Prática docente: o que pensam os professores de ciências biológicas em formação?** In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO. Rio de Janeiro, RJ, 2006. Disponível em: <<http://132.248.9.1:8991/hevila/Revistateias/2006/vol7/no13-14/5.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- PHET. **Interactive Simulations da Universidade do Colorado**. 2016. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/about>. Acesso em: 14 abr 2022.
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009
- SANTANA et. al. **Dialogando sobre Metodologia Científica**. Fortaleza: Edições UFC, 2011.
- SANTOS, D. C. dos. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Prática Pedagógica Docente**. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES, Lajeado – RS, 2016.
- SARAIVA, J. C. C.; VICTER, E. F.; SIQUEIRA, A. S. SISTAT: Ferramenta Computacional Como Proposta Para O Ensino Da Estatística Descritiva. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 7(1), 2017.
- SILVA, G. M. L.; MAGALHÃES NETTO, J. F.; SOUZA, R. H. **A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação**. In: V Congresso Brasileiro de Informática na Educação. **Anais...** XXII Workshop de Informática na Escola, 2016.
- TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia**. In: JUNIOR, Arlindo José de Souza et al (Org.) Informática na Educação: elaboração de objetos de aprendizagem. Uberlândia/MG: EDUFU, 2007.

- VALENTE, José Armando. **A comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**. Revista UNESCO – Humanas e Sociais. Vol. 1, n 1, pp. 141 – 165. 2014.
- VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 2ª ed. São Paulo: WMF Martins, 2009. 496.p.
- VIGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo. Martins Fontes, 2001
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat. Janeiro de 2002.

ANEXO A - PRODUTO EDUCACIONAL

A seguir é apresentado o produto educacional que compõe essa dissertação de mestrado. Ele pode ser utilizado e aplicado separadamente, contudo é importante, caso o leitor queira saber mais detalhes de como os objetivos desta proposta foram alcançados, uma leitura da dissertação.

A.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Os Roteiros - Guia para Experimentação Simulada é uma proposta de sequência-didática de atividades experimentais em um ambiente virtual de aprendizagem e baseado nas concepções que os alunos possuem a respeito da Física Térmica. O conteúdo base é todo o currículo de Termodinâmica. Seu uso possibilita aos participantes desenvolver habilidades de manipulação das ferramentas e resolução de situações-problemas através da visualização e manipulações do ambiente virtual, desenvolver o senso crítico, da criatividade e a contextualização do conteúdo ao seu cotidiano.

O produto traz em sua estrutura um estudo sobre o calor contextualizando os conceitos e temas na apropriação e no trabalho em conjunto com as concepções alternativas dos alunos, contribuindo para o seu aprendizado através de roteiros que orientam a prática por meio de simulações e experimentações em um ambiente virtual, onde ele próprio manipula e desperta a curiosidade.

A.2 JUSTIFICATIVA

É crescente na última década trabalhos que possibilitam novas formas de ensino-aprendizagem e inovações nas aulas de Física no Ensino Médio, mas ainda assim é comum encontrar relatos de alunos sobre a falta de contextualização do ensino com sua realidade e um processo de ensino que enfatize na memorização de fórmulas sem despertar a curiosidade e o interesse de forma prazerosa, uma alternativa é o ensino por experimentação que foque nas concepções prévias dos alunos para atribuição de significados aos fenômenos e conceitos trabalhados em sala.

Como principais referências teóricas consideramos a aprendizagem sócio interacionista de Vygotsky. Assim, acredita-se que o uso dos roteiros virtuais pode alcançar determinados objetivos, sendo uma alternativa de melhorar a aprendizagem dos alunos neste componente curricular.

A.3 INSTRUÇÕES

Esse produto educacional é uma sequência didática de conteúdos, por que será organizado em um período de 4 semanas, sendo duas aulas por semana, cada aula será destinada a um

roteiro-guia. Cada roteiro aborda um tema da Termodinâmica, iniciando com o título da aula, uma breve introdução seguida da fundamentação teórica do conteúdo, essa fundamentação é de grande importância para facilitar a compreensão da prática, cada roteiro possui o link para a simulação virtual, sendo a sua manipulação de total responsabilidade do aluno sendo livre para explorar toda área, no roteiro possui perguntas sobre certas situações-problemas. Essas perguntas serão chave para aprofundamento das discussões na aula seguinte, onde será debatido junto com os outros alunos e o professor-pesquisador para confirmação do aprendizado, e melhoria do vocabulário científico.

A.4 REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

O material de apoio na forma de um produto educacional está mostrado na página seguinte. Ele pode ser impresso e aplicado na forma como ele foi apresentado.

A.5 REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. Revista do Professor de Física. Brasília, vol. 1, n. 1 (2017).

MOREIRA, M. A. e Massoni, N. T. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. Textos de Apoio ao Professor de Física, v.26 n.6, (2015).

ESTADOS DA MATÉRIA. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. disponível em ><http://phet.colorado.edu/simulation/states-of-matter-basics>>; Acesso em 05/06/2021.

ESTADOS E FORMAS DE ENERGIA. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. disponível em >https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes<>; Acesso em 05/06/2021.

Produto Educacional



ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO SIMULADA EM TERMODINÂMICA

Renan Rocha
Lázaro Lima
(orientador)

UFERSA

2022

ROTEIROS-GUIA PARA EXPERIMENTAÇÃO SIMULADA EM TERMODINÂMICA

Produto Educacional

Renan Rocha & Lázaro Lima

Autores

Este é um produto educacional derivado de pesquisas em Ensino de Física e propõe o uso de roteiros para uso de experimentação simulada pelo computador ou celular que auxiliam nas atividades de Física no Ensino Médio, sobre a Termodinâmica. Todos os direitos estão reservados aos seus autores, e por isso é proibida qualquer venda, comercialização, reprodução física ou eletrônica sem autorização prévia.

INSTITUTO DE ENSINO: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO: Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 9, Mossoró-RN

ÁREA DE CONHECIMENTO: Educação

TÍTULO DO PRODUTO EDUCACIONAL: Roteiros-guia para experimentação simulada em Termodinâmica.

PÚBLICO-ALVO: Alunos do 2º ano do Ensino Médio

AUTORES: Renan Rocha & Lázaro Luis de Lima Sousa (orientador)

DATA: 10/02/2022

Este Produto Educacional está disponível no site <https://mnpes.ufersa.edu.br/>

Mossoró-RN

Fevereiro de 2022

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	61
SISTEMAS DE ENERGIA	63
ESTADOS DA MATÉRIA	74
CALORIMETRIA	83
TERMOMETRIA	94



APRESENTAÇÃO

Caro estudante, os Roteiros - Guia para Experimentação Simulada em Termodinâmica é uma proposta de sequência-didática de atividades experimentais em um ambiente virtual de aprendizagem e baseado nas concepções que os alunos possuem a respeito da Física Térmica. O conteúdo base é todo o currículo de Termodinâmica. Seu uso possibilita aos participantes desenvolver habilidades de manipulação das ferramentas e resolução de situações-problemas através da visualização e manipulações do ambiente virtual, desenvolver o senso crítico, o desenvolvimento da criatividade e contextualização do conteúdo ao seu cotidiano.

O produto traz em sua estrutura um estudo sobre o calor contextualizando os conceitos e temas e se apropriando e trabalhando em conjunto com as concepções alternativas dos alunos, contribuindo para o seu aprendizado através de roteiros que orientam a prática por meio de simulações e experimentações em um ambiente virtual, onde ele próprio manipula e desperta a curiosidade.

JUSTIFICATIVA

É crescente na última década trabalhos que possibilite novas formas de ensino-aprendizagem e inovações nas aulas de Física no Ensino Médio, mas ainda assim é comum encontrar relatos de alunos sobre a falta de contextualização do ensino com sua realidade e um processo de ensino enfatizando na memorização de fórmulas sem despertar a curiosidade e o interesse de forma prazerosa, uma alternativa é o ensino por experimentação que enfatize as concepções prévia dos alunos para atribuição de significados aos fenômenos e conceitos trabalhados em sala. Como principais referências teóricas consideramos a aprendizagem sócio interacionista de Vygotsky. Assim, acredita-se que o uso dos roteiros virtuais pode alcançar determinados objetivos, sendo uma alternativa de melhorar a aprendizagem dos alunos neste componente curricular.



INSTRUÇÕES AOS ESTUDANTES

Caro estudante, esse produto educacional é uma sequência didática de conteúdos, ele será organizado em um período de 4 semanas, sendo duas aulas por semana, cada aula será destinada a um roteiro-guia. Cada roteiro aborda um tema da Termodinâmica, iniciando com o título da aula, uma breve introdução seguindo da fundamentação teórica do conteúdo, essa fundamentação é de grande importância para facilitar a compreensão da prática, cada roteiro possui o link para a simulação virtual, sendo a sua manipulação de total responsabilidade do aluno sendo livre para explorar toda área, no roteiro possui perguntas sobre certas situações-problemas, essas perguntas serão chave para aprofundamento das discussões na aula seguinte, onde será debatido junto com os outros alunos e o professor-pesquisador para confirmação do aprendizado, e melhoria do vocabulário científico.



CAPÍTULO 1:

SISTEMAS DE ENERGIA



Lembra que no estudo da Mecânica a energia total era conservada em sistemas isolados? Bem, a Primeira Lei da Termodinâmica trata exatamente disso. A grande diferença é que aqui faremos uma análise para sistemas termodinâmicos que podem receber calor e realizar trabalho. Partiremos do princípio de que um sistema não pode criar ou consumir energia, apenas trocar com o meio em que está inserido. Então, o calor fornecido por uma churrasqueira poderia gerar trabalho e fazer uma máquina funcionar?

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Primeira Lei da Termodinâmica diz que podem acontecer duas coisas quando um sistema recebe uma quantidade de calor (Q). A primeira delas é uma variação da energia interna ΔU . Lembra com o que a energia interna está diretamente relacionada? Isso aí! Com a temperatura! Então, podemos concluir que, se um sistema recebe calor, sua temperatura pode aumentar. A segunda coisa que pode acontecer é esse gás realizar o trabalho W .

O trabalho está relacionado com a variação de volume. Por isso, um gás ao receber calor poderá se expandir, ou seja, aumentar o seu volume. As duas coisas juntas podem acontecer também! Assim, a soma dessas duas parcelas é igual ao calor recebido. Isso é descrito matematicamente através da **Equação 26**.

$$Q = W + \Delta U$$

Equação
26

Pensando em um exemplo, quando colocamos um recipiente com gás sobre uma chama, ele recebe calor e se expande, realizando trabalho e aumentando sua temperatura.



FIQUE ATENTO:

Muitas vezes a Primeira Lei é apresentada com foco na energia interna:
 $\Delta U = Q - W$.

A geladeira, o ar-condicionado e os motores dos carros são exemplos de máquinas térmicas, que são dispositivos que convertem calor em trabalho. Basicamente, uma máquina térmica funciona através de dois reservatórios. Para entender um pouco mais, olhe a **Figura 19**. O calor Q_1 flui do reservatório onde a temperatura é mais elevada, chamado de fonte quente com temperatura T_{ALTA} , para o reservatório onde a temperatura é mais baixa, chamado de fonte fria a uma temperatura T_{BAIXA} . Parte do calor que sai da fonte quente é transformado em trabalho W e parte do calor injetado é perdido. O valor Q_2 é a quantidade de calor perdido pela máquina. A **Equação 27** mostra a relação entre os calores ganho e perdido e o trabalho produzido pela máquina térmica.



Figura 19 - Esquema de funcionamento de uma máquina térmica

$$Q_1 = W + Q_2$$

**Equação
27**

Como uma parte do calor é dissipada para a fonte fria, como consequência uma máquina térmica nunca possuirá o rendimento de 100%. Mas, então, como

podemos saber qual é o rendimento de uma máquina térmica (η)? Existe a **Equação 28** que nos permite calcular este valor dividindo o trabalho W que a máquina realiza pelo calor que entra nela Q_1 .

$$\eta = \frac{W}{Q_1}$$

Equação 28



FIQUE ATENTO:

Como o rendimento de uma máquina térmica não é 100%, ele sempre será um valor menor do que 1. Quando for calcular rendimentos, lembre-se de conferir sua resposta nesta perspectiva para não errar!

Você sabe como funciona um refrigerador? Ele é uma máquina térmica invertida que também opera em ciclos. Como ele transfere calor da fonte fria para a fonte quente, é necessário fornecer trabalho para este processo. A **Figura 20** traz um esquema de como ele funciona.

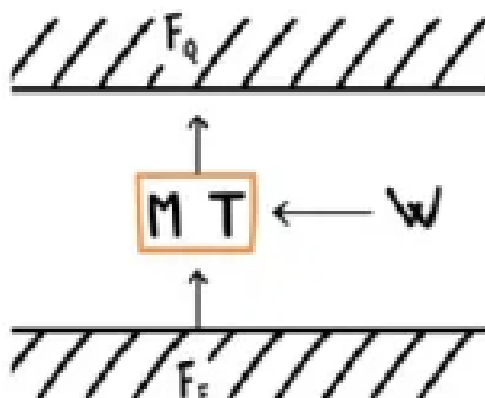


Figura 20 – Esquema de funcionamento de um refrigerador

Na **Figura 20** o refrigerador é representado por MT, a fonte fria (F_F) é a parte interna da geladeira e a fonte quente (F_Q) é o ambiente externo. Já o trabalho W é fornecido pelo compressor, que é acionado por um motor elétrico. As setas indicam o sentido do calor. A troca de calor se dá por convecção.

Enquanto a Primeira Lei ressalta sobre a conversão de uma forma de energia em outra, a Segunda Lei trata das limitações desse processo. É ela quem define quais processos podem ou não acontecer. Esta lei basicamente expressa algo completamente intuitivo. Ela afirma que o calor flui de maneira espontânea do corpo quente para o corpo frio. Notaram a palavra espontânea? Isso significa que o calor pode sim passar de um corpo frio para um corpo quente, mas só se for forçado a isso, ou seja, por um trabalho externo.

Agora que já falamos sobre o conteúdo, vamos agora mostrar uma atividade simulada pelo computador para fortalecer o aprendizado e despertar o interesse e a sua curiosidade.

2. SIMULAÇÃO VIRTUAL: FORMAS DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES



• LINK PARA ACESSO AO LABORATÓRIO VIRTUAL

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html



• OBJETIVOS

- Realizar um estudo sobre as transformações de energia;
- Relacionar as diferentes formas de transformação de energia;
- Identificar as diferentes transformações de energia que acontece em um sistema.

PARTE I - TRANSFORMANDO ENERGIA MECÂNICA EM CALOR

P1: Para fazer esta atividade, você deve clicar no link de acesso ao laboratório virtual pelo computador. A tela de abertura do ambiente virtual pelo link é mostrada na **Figura 21**. Nesta simulação você selecionará a aba "Sistemas".

TELA 1: Tela de acesso após clicar no link



TELA 2: Ambiente virtual da aba "Sistemas"



Figura 21 - Ambiente de simulação do PhET

P2: Explore o ambiente virtual livremente. Sinta-se à vontade para fazer qualquer manipulação com o mouse. Quais elementos na simulação podem ser manipulados ou alterados? Sempre que quiser, o ambiente virtual pode ser reiniciado, basta clicar no botão , localizado na parte inferior da direita.

Sua resposta:

P3: Aumente o controle de pedaladas (olhe a **Figura 22**) até o valor máximo, direcionando a chave para a direita. Na caixa de seleção, marque a opção "Símbolos de Energia ☰", na parte superior direita do ambiente virtual. Descreva o que acontece com a água e tente justificar cientificamente usando a primeira Lei da termodinâmica.

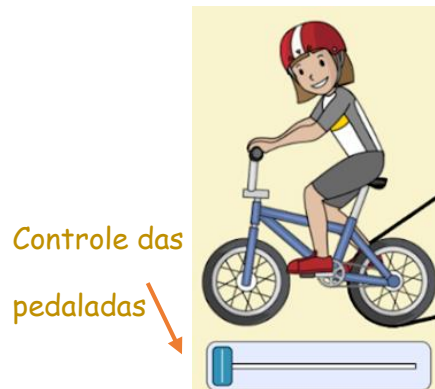


Figura 22 - Controle da velocidade das pedaladas

Sua resposta:

P4: : O que significa os bloquinhos de energia, quadriculado dentro do gerador? Justifique.

Sua resposta:

P5: Por que a menina se cansa e precisa ser alimentada depois de pedalar por um certo tempo?

Sua resposta:

P6: Troque o béquer com água pela lâmpada no ambiente de simulação (basta clicar na figura da lâmpada). Alimente a menina e deixe o nível de pedalada no máximo. Qual a diferença entre a simulação da água e a simulação da lâmpada?

Sua resposta:

P7: Pelas experimentações que você fez, qual a função do gerador na experimentação virtual?

Sua resposta:

P8: Troque a menina por outra fonte de energia mecânica, mantendo o sistema final o béquer com água para obter a mesma transformação de energia mecânica em calor. Qual foi a sua escolha e por qual motivo?

Sua resposta:

PARTE II - TRANSFORMANDO CALOR EM ENERGIA MECÂNICA

P9: Troquemos a menina por outra fonte de energia, mude para uma chaleira que libera valor d'água sobre o mecanismo do gerador, deixando o ventilador como sistema final. A **Figura 23** mostra essa ilustração. A chaleira é aquecida levantando a chave do aquecedor para cima, para isso clique com o mouse e leve a chave o aquecedor.

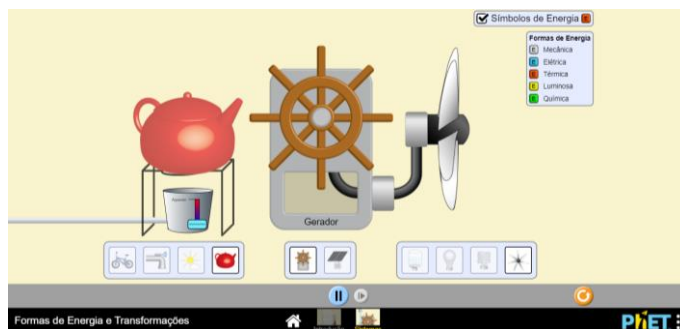


Figura 23 – Ambiente virtual com a chaleira como fonte energética

P10: Descreva o ocorrido usando os termos referentes as energias e a primeira Lei da Termodinâmica.

Sua resposta:

P11: Na perspectiva simulada da **P7**, toda energia fornecida pela chaleira é aproveitada pelo ventilador ou existe alguma dissipação de energia neste processo? Como você percebeu isso na simulação?

Sua resposta:

PARTE III - ENERGIA SOLAR

P12: Já ouviu falar em energia solar? É uma fonte de energia limpa e que está se tornando tendência como uma forma de cuidar do meio ambiente. Troque a fonte primária pelo sol, o gerador mecânico pela placa solar e como sistema final use uma lâmpada. A **Figura 24** mostra a ilustração esperada.

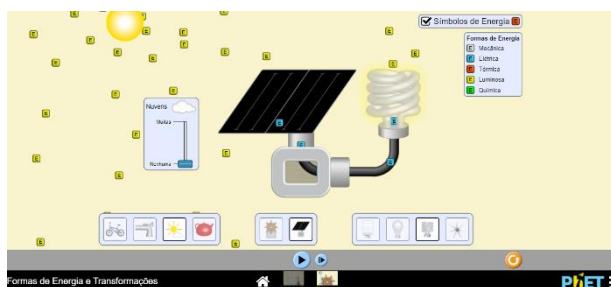


Figura 24 - Ambiente virtual para demonstração da energia solar

P13: Observando os blocos de energia na simulação, explique a função das placas solares.

Sua resposta:

P14: O que acontece com a produção de energia se você altera o ambiente acrescentando as nuvens?

Sua resposta:

PARTE III - QUESTIONÁRIO

Q1: Com base nos seus conhecimentos, como você explicaria a produção de energia elétrica pelas usinas baseada na primeira Lei da Termodinâmica?

Sua resposta:

Q2: Explique com suas palavras o significado da frase: "A energia não é criada nem perdida, ela apenas se transforma".

Sua resposta:

Q3: É possível converter uma forma de energia em outra sem precisar de um gerador? Justifique sua resposta.

Sua resposta:

Q4: O que você achou do simulador, ele ajudou a entender como as várias formas de energia são transformadas através dos diferentes sistemas?

Sua resposta:



CAPÍTULO 2:

ESTADOS DA MATÉRIA



Em nosso cotidiano, podemos encontrar diversas substâncias completamente diferentes umas das outras. Entretanto, por mais diferente que elas sejam entre si, podemos ter a certeza de uma coisa: independente de qual seja essa substância, ela estará em um dos três estados físicos: líquido, sólido ou gasoso. Então, você consegue compreender a física por trás desse balão de festa?

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Intuitivamente, já temos uma ideia sobre o que são esses estados físicos. O gelo, por exemplo, é a fase sólida da substância água. Agora, o que você acha que acontece se adicionarmos energia nessa substância? Ocorrerá um aumento na agitação e um afastamento de suas moléculas. E aqui entra a grande jogada. Se essa energia fornecida for suficientemente grande, as ligações moleculares que existem dentro da água irão se romper e água em estado líquido será formada. Agora, se adicionarmos ainda mais energia, de forma que as moléculas fiquem cada vez mais afastada e que mais ligações se rompam, surgirá o vapor, a forma gasosa da água.

Já tivemos um contato muito significativo com as mudanças de estado físico. A intenção desse tópico é apenas lembrar o sentido em que essas mudanças acontecem. Entender isso vai facilitar muito o estudo do nosso próximo assunto.

Assim, é importante saber a nomenclatura das passagens dos estados físicos da água nas três fases da matéria como mostra a **Figura 25**.



Figura 25: Fases da matéria



FIQUE ATENTO:

As temperaturas em que acontecem as trocas de estados físicos dependem da substância e da pressão atmosférica do local onde essa substância está.

Você lembra o que é um gás? É um dos estados físicos que já estudamos anteriormente. Até aí tudo bem, mas agora você pode estar se perguntando: o que é um gás ideal? É isso que vamos entender: gás ideal é um nome dado a um modelo de estudo, em que são feitas algumas aproximações no comportamento dos gases para facilitar o estudo. Mas que aproximações são essas? Consideramos que as moléculas desse gás possuem tamanho desprezível e que não existe interação química entre elas. Desta forma, pensamos que elas estão tão afastadas umas das outras que podem se movimentar livremente e preencher todo o espaço disponível. Mas, espera aí... Essas aproximações não fogem da realidade? O que adianta estudar algo diferente do que acontece de verdade? É aqui que vem a grande jogada! Esse modelo de gás ideal facilita muito nossos cálculos e ainda nos permite encontrar resultados muito próximos dos gases reais.

Propriedades dos Gases Ideais

Existem três propriedades principais que devemos considerar quando estamos tratando de gases ideais. São elas:

- **Pressão (P):** Resultado das colisões das moléculas do gás com as paredes do recipiente;
- **Volume (V):** O espaço ocupado pelas moléculas desse gás;
- **Temperatura (T):** O grau de agitação das moléculas desse gás.

Será que existe alguma relação entre essas três propriedades? Será que uma depende da outra? A resposta disso é sim! A prova disso é que muitas vezes conseguimos deduzir intuitivamente como os gases se comportam. Quer ver isso? Imagine um gás dentro de um pote de vidro lacrado. Não entra e nem sai ar dele, ou seja, o volume e o número de mols é constante.

Intuitivamente, conseguimos imaginar que, se a temperatura do ar aumenta, a pressão que ele faz também aumenta, certo? Sim. E sabe o que é mais impressionante? Vamos conseguir provar isso justamente através da Lei que veremos agora.

A equação 29 expressa a relação matemática entre as três propriedades dos gases que acabamos de ver. Ela é muito simples e nos permite determinar o valor de uma das variáveis de estado de um gás se conhecermos as outras duas.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Equação 29

Na equação acima, P é a pressão, V é o volume e T é a temperatura. O outro termo (n) representa o número de mols. E o R? Ele é a constante universal dos gases ideais, cujo valor no SI é de 8.31 J/mol.K. Como normalmente n também é constante, ficamos apenas em função das três propriedades vistas anteriormente. Lembre-se, em todas as equações que envolvem gases a temperatura que entra na equação é medida em Kelvin, ou seja, se a temperatura aparecer em Graus Celsius não esqueça de transformar para Kelvin somando 273.

Agora que já falamos sobre o conteúdo, vamos mostrar uma atividade simulada através do computador para fortalecer o aprendizado e despertar o interesse e a sua curiosidade.

3. SIMULAÇÃO VIRTUAL: ESTADOS DA MATÉRIA



• LINK PARA ACESSO AO LABORATÓRIO VIRTUAL

https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html



• OBJETIVOS

- Verificar experimentalmente as variáveis termodinâmicas;
- Verificar experimentalmente as transformações termodinâmicas.

PARTE I - VARIÁVEIS TERMODINÂMICAS

P15: Para fazer esta atividade, você deve clicar no link de acesso ao laboratório virtual pelo computador. A tela de abertura do ambiente virtual pelo link é mostrada na **Figura 21**. Nesta simulação você selecionará a aba "Mudança de Fase".

TELA 1: Tela de acesso após clicar no link



TELA 2: Ambiente virtual da aba "Mudança de Fase"

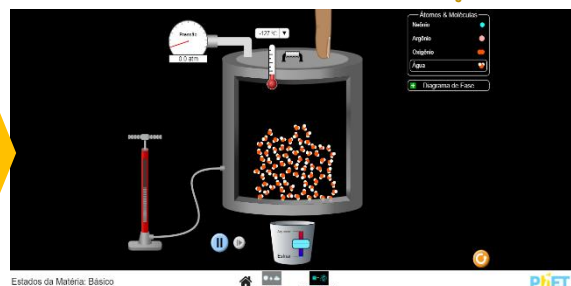


Figura 26 - Ambiente de simulação do PhET

P16: Explore o ambiente virtual livremente. Sinta-se à vontade para fazer qualquer manipulação com o mouse. Quais elementos na simulação podem ser manipulados ou alterados? Sempre que quiser, o ambiente virtual pode ser reiniciado, basta clicar no botão , localizado na parte inferior da direita.

Sua resposta:

P17: Aumente a fonte aquecedora (olhe a **Figura 27**) até o valor máximo, direcionando a chave para aquecer, na parte inferior do ambiente virtual. Descreva o que acontece com a água e tente justificar cientificamente usando a Lei dos Gases Ideais.

Controle da
fonte de

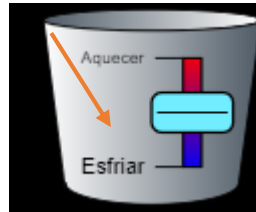


Figura 27: Controle da Fonte Térmica

Sua resposta:

P18: : Qual é o comportamento das moléculas ao ser aquecida? Justifique.

Sua resposta:

P19: Ao aumentar a temperatura da amostra há alguma alteração na pressão? Você percebe alguma relação entre essas grandezas?

Sua resposta:

P20: Troque a molécula de água por oxigênio no ambiente de simulação (basta clicar na figura do oxigênio). Coloque a fonte térmica no máximo. Qual a diferença entre a simulação da água e a simulação do oxigênio?

Sua resposta:

P21: Pelas experimentações que você fez, qual a função do medidor de pressão na experimentação virtual?

Sua resposta:

PARTE II - VARIANDO O VOLUME DO RECIPIENTE

P22: Mude o comprimento do recipiente térmico, variando sua altura. A **Figura 28** mostra a simulação esperada. Para manusear a tampa para baixo para isso clique com o mouse e leve a tampa até a altura de sua preferência.

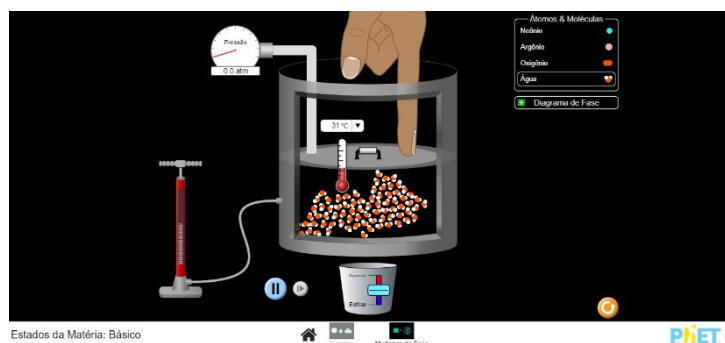


Figura 28: Ambiente Virtual com a tampa deslocada.

P23: Descreva o ocorrido usando os termos referentes aos gases e a Lei dos Gases Ideais.

Sua resposta:

P24: Existe um certo limite para deixar a tampa do recipiente? Como você percebeu isso na simulação?

Sua resposta:

P25: Na perspectiva simulada, qual a relação que você percebeu entre o volume da amostra e a temperatura? E em relação a pressão? Explique como elas se relacionam.

Sua resposta:

PARTE III - VARIANDO A QUANTIDADE DE MOLÉCULAS DO RECIPIENTE

P26: No ambiente virtual, existe uma bomba de ar comprimido com alavanca, usadas em bicicletas, como mostra a **Figura 29**. Insira moléculas de ar, levantando a alavanca para cima, para isso clique com o mouse e arraste a alavanca para cima e desça em seguida.

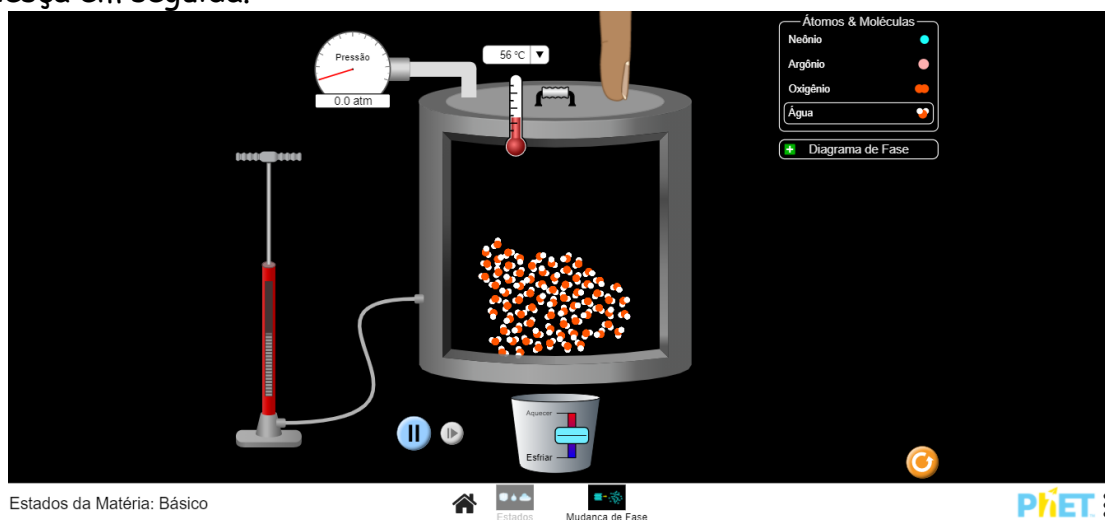


Figura 29: inserindo moléculas no sistema.

P27: No ambiente virtual, quando você inseriu mais moléculas no sistema, o que acontece com o sistema? Explique usando a relação apresentado na **equação 4**.

Sua resposta:

PARTE III - QUESTIONÁRIO

Q5: Através dessa simulação você consegue explicar o funcionamento de uma panela de pressão?

Sua resposta:

Q6: Explique o comportamento das moléculas de água quando a temperatura do termômetro registrou entre 0°C a 4°C.

Sua resposta:

Q7: O que você achou do simulador, ele ajudou a entender o comportamento dos gases e as relações existentes entre eles?

Sua resposta:





CAPÍTULO 3:

CALORIMETRIA



Ao aproximarmos dois corpos em diferentes temperaturas, suas temperaturas irão variar até que ambos estejam em equilíbrio térmico (mesma temperatura). Com o passar do tempo, a energia do corpo mais quente vai sendo dissipada para o corpo mais frio. E é justamente essa transferência de energia entre dois corpos que é chamada de calor. Espontaneamente, o calor é sempre transferido do corpo mais quente para o corpo mais frio. Então, em um churrasco em família, o calor fornecido por uma churrasqueira passa para a carne.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao aproximarmos dois corpos em diferentes temperaturas, suas temperaturas irão variar até que ambos estejam em equilíbrio térmico (mesma temperatura). Com o passar do tempo, a energia do corpo mais quente vai sendo dissipada para o corpo mais frio. E é justamente essa transferência de energia entre dois corpos que é chamada de calor. Espontaneamente, o calor é sempre transferido do corpo mais quente para o corpo mais frio.

Seguindo o que foi discutido anteriormente, podemos definir outros dois conceitos. Quando o corpo recebe calor e muda de temperatura, o calor é chamado de calor sensível. Quando o corpo muda de estado físico, o calor é dito calor latente. Estudaremos isso com mais detalhes em seguida.



FIQUE ATENTO:

Calor é uma medida da energia transferida entre dois ou mais corpos. Assim, um corpo não pode conter calor.

Você provavelmente já percebeu que alguns alimentos permanecem quentes por mais tempo que outros, certo? Um exemplo disso é o que acontece com uma torrada de queijo. Sim, uma torrada! Logo que a tiramos da torradeira, por mais que consigamos encostar no pão, iremos nos queimar se mordermos a torrada, pois o queijo ainda estará quente. Mas qual a explicação disso? Por que o queijo demora mais tempo para esfriar do que o pão? Isso acontece porque diferentes substâncias possuem diferentes capacidades de armazenar energia interna. O queijo consegue armazenar energia em suas moléculas por mais tempo.

Também podemos pensar nisso que acabamos de estudar de uma forma inversa: se colocarmos uma panela de ferro para esquentar no fogão, em poucos minutos ela se aquecerá, concorda? Agora, se colocarmos água dentro dessa panela, o tempo necessário para que a temperatura dela se eleve até chegar à do exemplo anterior será muito maior. Isso acontece porque diferentes materiais requerem diferentes quantidades de calor para elevar a energia de suas moléculas (sua temperatura!).

Agora vem a grande jogada. A capacidade que uma substância possui de armazenar energia está diretamente ligada à energia necessária para elevar a temperatura dessa substância. Mas, como podemos mensurar isso que acabamos de falar? Através de uma propriedade chamada **calor específico (c)**. O calor específico de uma substância é a medida da **dificuldade necessária** para esquentar cada grama dessa substância. Sendo um pouco mais preciso, diz a quantidade de calor necessária para variarem 1°C a temperatura de 1g da substância.



FIQUE ATENTO:

Alguma vez você já se perguntou porque temos a impressão de que a água do mar fica mais quente pela noite? A razão disso é o alto calor específico da água. Como é necessário muito calor para mudar sua temperatura, a água permanece praticamente na mesma temperatura mesmo depois do pôr do sol. Justamente o contrário do que acontece com o ar, que logo se esfria. Esse contraste é a explicação da nossa sensação de água quente.

Além disso, existe outro conceito que você também precisa saber: a capacidade térmica. Esse conceito é muito parecido com o calor específico. A grande diferença entre eles é que a capacidade térmica mede a dificuldade de esquentar um corpo. Sim, ela está relacionada aos corpos, não às substâncias. Vamos entender melhor isso agora... Imagine um balde e uma xícara cheios de água, como é mostrado na **Figura 30**. Concorde que a substância dentro dos dois recipientes é a mesma? Sim, a água. Mas será que a dificuldade de esquentar a água nesses dois recipientes até 100 °C é a mesma? Claro que não! É muito mais fácil esquentar a água que está na xícara.



Figura 30: Capacidade Térmica

A capacidade térmica de um corpo depende de sua massa e do calor específico da substância pela qual ele é formado. Isso é expresso matematicamente na **Equação 30**.

Equação 30

$$C = c \cdot m$$

Calor sensível é o nome que damos para o calor que um corpo recebe ao mudar sua temperatura. Isso é descrito matematicamente através da **Equação 31**.

Equação 31

$$Q_s = C \cdot \Delta T$$

Você pode perceber que o cálculo do calor sensível envolve dois conceitos que vimos antes: o calor específico e a capacidade térmica. Podemos reescrever a equação do calor sensível através da capacidade térmica do corpo que sofre a variação da temperatura, como ilustra a **Equação 32**.

$$Q_s = c.m.\Delta T$$

Equação 32

Agora que já falamos sobre o conteúdo, vamos mostrar uma atividade simulada através do computador para fortalecer o aprendizado e despertar o interesse e a sua curiosidade.

4. SIMULAÇÃO VIRTUAL: FORMAS DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES



• LINK PARA ACESSO AO LABORATÓRIO VIRTUAL

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html



• OBJETIVOS

- Verificar experimentalmente as trocas de calor entre sistemas;
- Levantar a temperatura de equilíbrio térmico das amostras;
- Determinar o calor específico dos materiais.

PARTE I - CALOR ESPECÍFICO DO MATERIAL

P28: Para fazer esta atividade, você deve clicar no link de acesso ao laboratório virtual pelo computador. A tela de abertura do ambiente virtual pelo link é mostrada na **Figura 21**. Nesta simulação você selecionará a aba "Introdução".

TELA 1: Tela de acesso após clicar no link



TELA 2: Ambiente virtual da aba "Introdução"

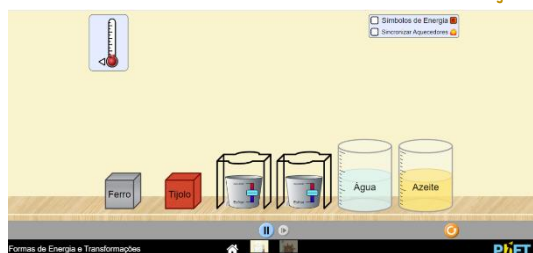


Figura 31 - Ambiente de simulação do PhET

P29: Explore o ambiente virtual livremente. Sinta-se à vontade para fazer qualquer manipulação com o mouse. Quais elementos na simulação podem ser manipulados ou alterados? Sempre que quiser, o ambiente virtual pode ser reiniciado, basta clicar no botão , localizado na parte inferior da direita.

Sua resposta:

P30: Coloque o béquer com água e azeite em cima dos aquecedores, insira um termômetro em cada béquer (olhe a **Figura 32**), acione os aquecedores até o valor máximo, direcionando a chave para aquecer, na parte inferior do ambiente virtual. Na caixa de seleção, marque as opções "Símbolos de Energia ", Sincronização Aquecedores () na parte superior direita do ambiente virtual. Descreva o que acontece com a água e o azeite e tente justificar cientificamente usando os conceitos de Calorimetria.

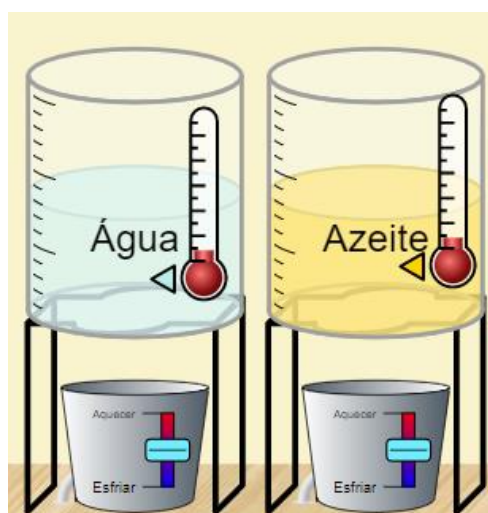


Figura 32: Ambiente virtual com água e azeite

Sua resposta:

P31: : Pare o aquecimento e observe o que acontece com os bloquinhos de energia. Descreva o que foi observado.

Sua resposta:

P32: Resfrie os béqueres no controle da fonte de calor. Existiu alguma mudança, na perspectiva simulada, comparado com a **P30**? Descreva.

Sua resposta:

P33: Pelas experimentações que você fez, qual a função da fonte térmica na experimentação virtual?

Sua resposta:

P34: Na perspectiva simulada da **P30**, toda energia fornecida pela fonte é aproveitada pelos béqueres ou existe alguma dissipação de energia neste processo? Como você percebeu isso na simulação?

Sua resposta:

PARTE II - TROCAS DE CALOR

P35: Troquemos os béqueres pelos blocos de Ferro e Tijolo, e posicione os termômetros juntos aos mesmos. A **Figura 33** mostra essa ilustração. Aqueça os blocos levantando a chave do aquecedor para cima, para isso clique com o mouse e leve a chave o aquecedor.

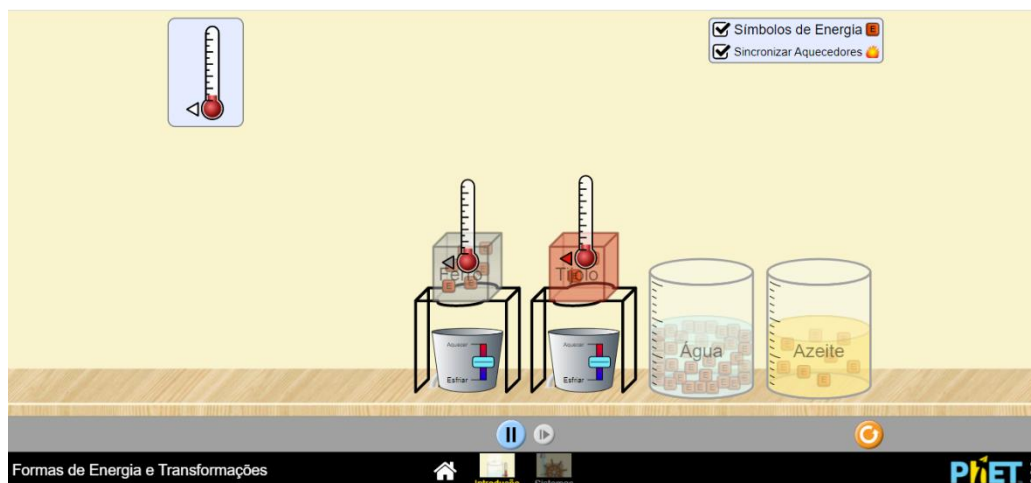


Figura 33: Ambiente virtual com os blocos

P36: Descreva o ocorrido usando os termos referentes a calorimetria.

Sua resposta:

P37: Após o aquecimento dos blocos, coloque ambos em contato como mostra a **Figura 34** . Descreva o que acontece. É possível ambos os blocos possuir a mesma quantidade de energia?

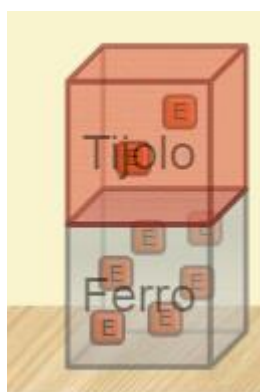


Figura 34: Ambiente virtual com os blocos

Sua resposta:

P38: Qual a diferença entre a simulação da água e a dos blocos

Sua resposta:

PARTE III - EQUILÍBRIO TÉRMICO

P39: Aqueça o ferro com o termômetro posicionado sobre ele até sua temperatura máxima, e insira o béquer com água a temperatura ambiente. A **Figura 35** mostra essa ilustração. Repita a operação só que inserindo o ferro agora no béquer com azeite.

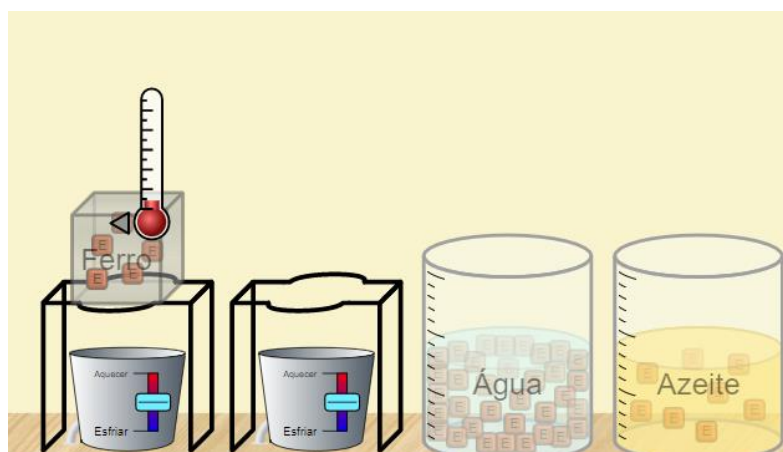


Figura 35: Ambiente virtual para equilíbrio térmico

P40: Quanto tempo levou nas duas situações para ocorrer o equilíbrio térmico entre os conjuntos? Em qual situação levou menos tempo? Justifique.

Sua resposta:

P41: Qual a temperatura de equilíbrio térmico entre o bloco de ferro e água;?

Sua resposta:

PARTE III - QUESTIONÁRIO

Q8: Através dessa simulação você consegue explicar porque usamos azeite ao invés de água na preparação de alimentos?

Sua resposta:

Q9: Explique porque o azeite em contato com a pele produz maiores queimaduras do que a água?

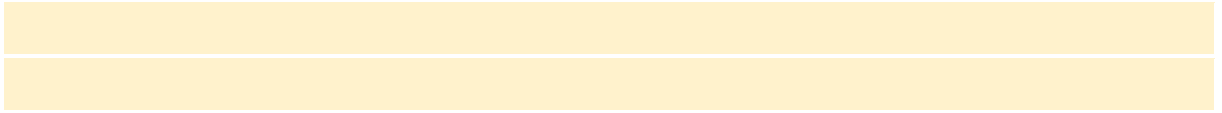
Sua resposta:

Q10: O que você achou do simulador, ele ajudou a entender como os materiais se comportam quando aquecidos ou resfriados?

Sua resposta:

Q11: Os sistemas de trocas de calor das simulações são ideais? Existe troca de calor com o ambiente?

Sua resposta:





CAPÍTULO 1:

TERMOMETRIA



Concorda que toda substância é composta por moléculas? Por mais que não consigamos ver isso, todas essas moléculas que compõem as substâncias estão em constante agitação. Lembra que todo movimento está associado com a energia cinética? Bem, a energia gerada pela agitação dessas moléculas produz um efeito muito conhecido e que podemos sentir facilmente: a sensação de quente. Essa sensação está justamente ligada à temperatura. Em termos bem específicos, podemos dizer que a temperatura é uma medida do grau de agitação das moléculas. Sendo um pouco mais preciso, é uma medida da energia cinética média das moléculas de um sistema. Então, o valor marcado pelo termômetro indica a temperatura da substância termométrica ou a sua?

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mas espera aí, existe algum meio pelo qual podemos fazer a medida desta agitação das moléculas? Sim, existe e tenho certeza que você conhece. A medição da temperatura de um sistema é feita através do termômetro. Mas o que é, exatamente, este termômetro? É um instrumento que associa um valor numérico a uma temperatura. A **Figura 36** mostra o processo de aferição da temperatura de um líquido.



Figura 36: termômetro em diferentes temperaturas.

Este número pode ter diferentes unidades de medição, que são chamadas de escalas termométricas. E quais são essas escalas? A escala Celsius foi montada com base na temperatura de fusão e ebulição da água ao nível do mar. A escala Fahrenheit foi montada a partir da temperatura de fusão de uma mistura de água com amônia e da temperatura média do corpo humano. Agora vem a escala mais importante, a escala Kelvin. Ela foi montada para medir diretamente a energia das moléculas e foi escolhida de tal maneira que, quando a temperatura em Kelvin está marcando zero, é porque as moléculas têm energia zero. Esta temperatura é conhecida como zero absoluto.

A **Figura 37**, ela representa a relação da medida de temperatura em cada escala termométrica.

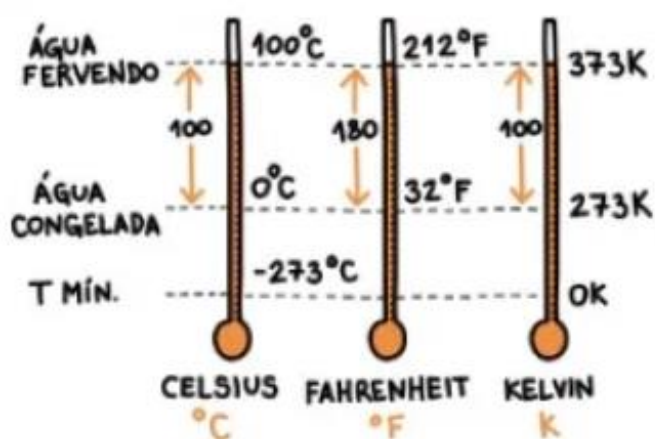


Figura 37: Escalas Termométricas

Comparando as escalas mostradas, podemos concluir algo extremamente importante, em graus Celsius (°C) a temperatura de 0 K (zero absoluto) corresponde a -273 °C. E se estivermos interessados em converter os valores de temperatura de uma escala termométrica para outra? Existem relações que nos permitem fazer isto. Vamos estudá-las agora.

A diferença entre as escalas Celsius (C) e Kelvin(K) é simplesmente o ponto 0. A **Equação 33**, mostra a relação entre elas, podemos fazer a conversão simplesmente somando 273 ao valor da temperatura em graus Celsius.

Equação 33

$$K = C + 273 \quad [^{\circ}\text{C} \leftrightarrow \text{K}]$$

Observando a imagem das escalas na **Figura 37**, percebemos que, para as escalas Celsius (C) e Fahrenheit (F), a diferença entre os pontos de fusão e de

ebulição da água representam a mesma variação de temperatura. Dessa forma, a conversão é feita a partir da **Equação 34**.

Equação 34

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} \quad [^{\circ}C \leftrightarrow ^{\circ}F]$$

Agora que já falamos sobre o conteúdo, vamos visualizar o que foi estudado e praticar através de uma atividade simulada pelo computador para fortalecer o aprendizado e despertar o interesse e a sua curiosidade.

5. SIMULAÇÃO VIRTUAL: FORMAS DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES



• LINK PARA ACESSO AO LABORATÓRIO VIRTUAL

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html



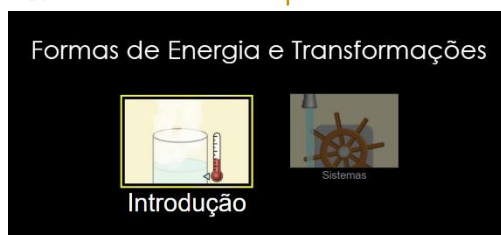
• OBJETIVOS

- Realizar um estudo sobre o termômetro e sua escala termométrica;
- Medir os pontos de Fusão e Ebulição de uma substância;
- Relacionar escalas termométricas diferentes.

PARTE I - MEDIDAS DOS PONTOS DE FUSÃO E EBULIÇÃO

P42: Para fazer esta atividade, você deve clicar no link de acesso ao laboratório virtual pelo computador. A tela de abertura do ambiente virtual pelo link é mostrada na **Figura 21**. Nesta simulação você selecionará a aba "Introdução".

TELA 1: Tela de acesso após clicar no link



TELA 2: Ambiente virtual da aba "Introdução"

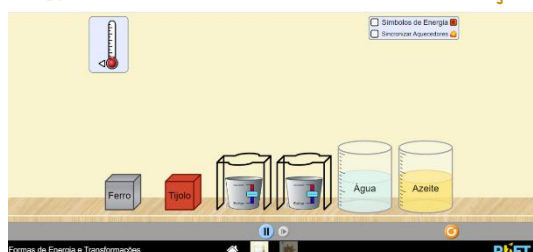


Figura 38: Ambiente de simulação do PhET

P43: Explore o ambiente virtual livremente. Sinta-se à vontade para fazer qualquer manipulação com o mouse. Quais elementos na simulação podem ser manipulados ou alterados? Sempre que quiser, o ambiente virtual pode ser reiniciado, basta clicar no botão , localizado na parte inferior da direita.

Sua resposta:

P44: Coloque o béquer com água e azeite em cima dos aquecedores, insira um termômetro em cada béquer (olhe a **Figura 32**), acione os aquecedores até o valor máximo, direcionando a chave para aquecer, na parte inferior do ambiente virtual. Na caixa de seleção, marque as opções "Símbolos de Energia ", Sincronização Aquecedores () na parte superior direita do ambiente virtual. Descreva qual seria a justificativa para que os materiais tenham diferentes bloquinhos de energia?

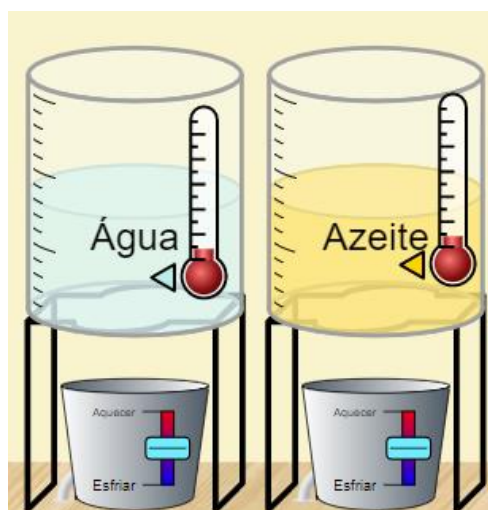


Figura 39: Ambiente virtual com água e azeite

Sua resposta:

P45: : Na perspectiva simulada quanto tempo demora para os líquidos ferverem?

Sua resposta:

P46: Resfrie os béqueres no controle da fonte de calor. Os líquidos possuem a mesma energia térmica? Descreva.

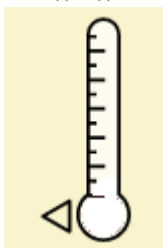
Sua resposta:

P47: Na simulação existe um termômetro para aferição da temperatura dos objetos, quantas marcações esse termômetro possui?

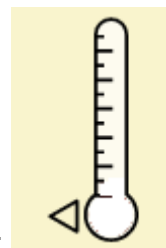
Sua resposta:

P48: Pelas simulações que você fez, pinte (com sua caneta ou lápis de colorir), onde ficou a marcação dos pontos de Fusão (Ponto de Gelo) e do Ponto de Ebulição (ponto de Vapor) do termômetro na água em cada etapa.

Ponto de Fusão:



Ponto de Ebulição:



P49: Na perspectiva simulada da **P48**, construa a relação entre o seu termômetro com o termômetro da escala Celsius, como mostrado na **Figura 37**?

Sua resposta:

PARTE II - ESCALAS TERMOMÉTRICAS

P50: Configure o sistema como mostra a **Figura 40**. Deixe a fonte de calor ligada por 4 segundos, acione os aquecedores até o valor máximo, direcionando a chave para aquecer, na parte inferior do ambiente virtual.

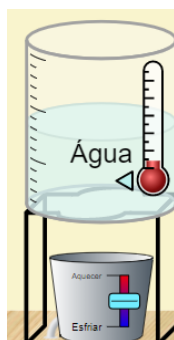


Figura 40: Ambiente virtual com o béquer com água e temperatura

P51: Estime a temperatura que a água estava após o intervalo de tempo verificado.

Sua resposta:

P52: Estime a temperatura ambiente através do termômetro usado na simulação virtual.

Sua resposta:

P53: Monte um gráfico temperatura x tempo se você deixasse a fonte ligada por 10 segundos.

Sua resposta:

PARTE III - QUESTIONÁRIO

Q12: Através dessa simulação você consegue explicar o motivo do líquido se expandir e se contrair dentro do termômetro?

Sua resposta:

Q13: Explique como se deve proceder para graduar um termômetro em uma escala de temperatura?

Sua resposta:

Q14: Quando medimos a temperatura de uma pessoa, devemos manter o termômetro em contato com ela durante certo tempo?

Sua resposta:

Q15: O que você achou do simulador, ele te ajudou a entender como é o processo de aferição de temperatura e de conversão de escalas entre termômetros?

Sua resposta:



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moreira, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. Revista do Professor de Física. Brasília, vol. 1, n. 1 (2017).

Moreira, M. A. e Massoni, N. T. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. Textos de Apoio ao Professor de Física, v.26 n.6, (2015).

ESTADOS DA MATÉRIA. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. disponível em >[http://phet.colorado.edu/ simulation/states-of-matter-basics](http://phet.colorado.edu/simulation/states-of-matter-basics)<; Acesso em 05/06/2021.

.

ESTADOS E FORMAS DE ENERGIA. In: Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. disponível em >https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes<; Acesso em 05/06/2021