



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM AULAS GAMIFICADAS DE
TERMOLOGIA SOB A ESTRUTURA DOS GAMES RPG.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANDERSON BARRETO DE SOUZA

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2023

ANDERSON BARRETO DE SOUZA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM AULAS GAMIFICADAS DE
TERMOLOGIA SOB A ESTRUTURA DOS GAMES RPG.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 62, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Wagner Duarte José

Coorientador: Valmir Henrique de Araújo

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2023

S713u

Souza, Anderson Barreto de.

Uma sequência didática com aulas gamificadas de termologia sob a estrutura dos Games RPG. / Anderson Barreto de Souza, 2023.

105f. il.

Orientador (a): Dr. Wagner Duarte José.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Vitória da Conquista, 2023.

Inclui referência F. 104 - 105.

1. Ensino de Física. 2. Gamificação. 3. RPG. 4. Termologia. I. José, Wagner Duarte. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF. IV. T.

CDD 530

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista - BA





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física




ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO


Aos dez dias do mês de agosto de 2023, às 9h00, na sala do júri, do módulo 2, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada *"Uma sequência didática com aulas gamificadas de terminologia sob a estrutura dos games rpg"*, de autoria de Anderson Barreto de Sousa, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Wagner Duarte José, orientador do mestrando e contou com a participação da professora Dra. Maria Deusa Ferreira da Silva e da professora Dra. Sandra Cristina Ramos, na condição de examinadores; tendo sido APROVADA. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue(enviada), na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.


Prof. Dr. Wagner Duarte José
Presidente da Banca Examinadora/Orientador


Profa. Dra. Sandra Cristina Ramos
Examinadora interna


Profa. Dra. Maria Deusa Ferreira da Silva
Examinadora externa


Anderson Barreto de Sousa
Discente


Profa. Dra. Cristina Porto Gonçalves
Coordenadora do PPG-MNPEF

2023



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO Mestrado Nacional Profissional
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM AULAS GAMIFICADAS DE TERMOLOGIA SOB A ESTRUTURA DOS GAMES RPG

AUTOR: ANDERSON BARRETO DE SOUSA

DATA DE APROVAÇÃO: 10 DE AGOSTO DE 2023

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

PROF. DR. WAGNER DUARTE JOSÉ
PRESIDENTE DA BANCA EXAMINADORA

PROFA. DRA. SANDRA CRISTINA RAMOS
EXAMINADORA INTERNA

PROFA. DRA. MARIA DEUSA FERREIRA DA SILVA
EXAMINADORA EXTERNA

2023



Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
Estrada do Bem Querer Km, 04, Vitória da Conquista - BA
CEP: 45031-300



Agradecimentos

Gostaria de agradecer, primeiramente, e da forma mais especial possível a Deus, pois sem ele, o mestrado, tampouco a dissertação teria sido possível para mim. Destarte, gostaria de referenciar a Deus por essa vitória sublime em minha vida, grato por todas as bençãos que me foram proporcionadas.

Agradeço a minha mãe, Graci Solange Barreto Chaves de Souza, pois dentre todas as pessoas presentes em minha vida ela foi, e sempre é, a única que me proporciona apoio sempre que preciso, independentemente do quão difícil possa ser a realização. A presença dela na minha vida é o combustível que utilizo para fazer tudo sempre da melhor forma possível. Ademais, buscar pelo seu orgulho é sempre uma meta essencial em minha vida, acima de qualquer outra coisa.

Outrossim, agradeço grandemente a minha colega de mestrado, Mariana Luiz Dias, “minha dupla”, pois a sua ajuda foi fundamental para que eu conseguisse me desenvolver dentro do programa, junto a todas as dificuldades existentes no mesmo, somadas com as minhas dificuldades logísticas e de trabalho que são externas ao mestrado. Sem o seu apoio, certamente eu não teria conseguido chegar até o fim da parte das disciplinas, tampouco a dissertação. Seus conselhos, ajudas, conversas, debates e trabalhos juntos (foram muitos), são algo que caracterizam um apanhado de coisas com valor muito maior do que acadêmico, sou infinitamente grato por tudo.

Ainda, na oportunidade, gostaria de agradecer imensamente a minha noiva Lorena Figueredo, pelo apoio, ainda que na reta final (procedimento de conclusão de escrita dessa dissertação). Sua Ajuda foi essencial para que tudo ocorresse da melhor maneira possível. Sem ela, certamente tudo teria sido muito mais difícil e, talvez, sequer tivesse se concretizado, amo você.

Agradeço também aos demais colegas do curso que de forma direta ou indireta contribuíram para que tudo fosse possível.

Agradeço, ainda, de forma imensamente especial ao meu orientador, Wagner Duarte José, que media meu processo de evolução acadêmica desde a iniciação científica no período de graduação, em meados de 2017. É um profissional de excelência, na verdade, o mais competente, capacitado e dedicado que já tive o prazer de conhecer. Seu apoio e orientação foram essenciais não só a este trabalho, mas a todos os outros de “peso” que fiz, bem como

em minha formação acadêmica em geral que se tornou outra desde que começamos a trilhar juntos. Deixo aqui meu agradecimento, admiração e gratidão por tudo.

Agradeço também ao meu coorientador Valmir Henrique de Araújo pelo apoio e auxílio de imenso valor na produção desta dissertação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, portanto, agradeço a Capes pelo apoio financeiro e ao Programa Nacional de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) polo da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) por oportunizar a formação continuada de vários professores de forma efetiva e significativa para a nossa carreira..

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta proporcionaram apoio a mim nesse processo de mestrado, em especial cito minha família e amigos, estes que mesmo indiretamente me proporcionaram motivos e forças para sempre seguir em frente e dar o meu melhor nas coisas que faço, ainda que as circunstâncias não estivessem favoráveis a mim. A admiração que todos têm por mim é algo de muita importância e que me dá impulso para a busca por evolução a cada dia. Sou imensamente grato a cada um.

Dedico este trabalho a minha mãe, Graci Solange!

Resumo

Esta dissertação apresenta um produto educacional que descreve uma metodologia para o estudo dos conceitos de termologia, baseada na gamificação, através de um game RPG (Role Playing Game) como estratégia didática potencializadora do ensino de física no Ensino Médio. A proposta gamificada, bem como o uso do game RPG, tem como objetivo desenvolver engajamento para as aulas, interação por parte dos alunos e maior compreensão acerca da termologia, ou seja, uma aula mais eficiente como um todo. Desenvolvemos um jogo RPG mesclado entre os modos *online* e *offline*, inspirados em metodologias ativas, contendo também as regras do jogo em uma sequência didática de 6 aulas para realizar a aplicação, esta que ocorreu de forma remota por meio da plataforma de vídeo chamada *Zoom Meetings*. Nossas análises dos resultados ocorreram de modo qualitativo, e verificamos que o material trouxe engajamento as aulas e uma maior participação dos alunos nas mesmas. Ademais, através de um questionário avaliativo também foi verificado que a aprendizagem se desenvolveu de forma satisfatória.

Palavras-chave: Ensino de física, Gamificação, RPG, termologia.

Abstract

This dissertation presents an educational product that describes a methodology for studying the concepts of thermology, based on gamification, through an RPG (Role Playing Game) as a didactic strategy to enhance the teaching of physics in high school. The gamified proposal, as well as the use of the RPG game, aims to develop engagement in classes, interaction on the part of students and greater understanding of thermology, that is, a more efficient class as a whole. We developed an RPG game mixed between online and offline modes, inspired by active methodologies, also containing the rules of the game in a didactic sequence of 6 classes to carry out the application, which took place remotely through the video platform called Zoom Meetings . Our analysis of the results occurred in a qualitative way, and we verified that the material brought engagement to classes and greater student participation in them. Furthermore, through an evaluative questionnaire it was also verified that learning developed satisfactorily.

Keywords: Physics teaching, Gamification, RPG, thermology.

Lista de siglas

EJA – Educação de Jovens e Adultos.

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.

RPG – Role Playing Game ou Jogo de Interpretação de Papéis.

SD – Sequência didática.

UESB – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Lista de figuras

Figura 1 - Princípios que constituem as metodologias ativas.....	24
Figura 2 - Sistema isolado e Lei Zero da Termodinâmica	32
Figura 3 - Diagrama da Lei Zero da termodinâmica.	32
Figura 4 - Isotermas.....	33
Figura 5 - esquema do estado de agitação molecular em função da temperatura.	34
Figura 6 - Termômetro de gás a volume constante.....	36
Figura 7 - Comparação com gases diferentes em função da massa.....	37
Figura 8 - Temperaturas calculadas a partir da equação (6).....	38
Figura 9 - Esquema de associação das escalas termométricas.....	40
Figura 10 – Gás confinado em êmbolo móvel.....	48
Figura 11 – Diagramas P-V.....	49
Figura 12 - Slide para a aula de termologia.....	68
Figura 13 - Slide para a aula de termologia.....	69
Figura 14 - Slide para a aula de termologia.....	69
Figura 15 - Mensagens dos alunos sobre a atividade.....	71
Figura 16 - Questão 1 – termologia.....	73
Figura 17 - Questão 2 – termologia.....	74
Figura 18 - Questão 3 – termologia P1.....	74
Figura 19 - Questão 3 – termologia P2.....	75
Figura 20 - Questão 4 – termologia.....	75

Lista de tabelas

TABELA 1 - Exemplo de esquema de Feedback	63
TABELA 2 - conceitos e pontuações.	65
TABELA 3 - Pontuação geral do game	77

Lista de Quadros

QUADRO 1 - Aspectos do conceito de engajamento.....	22
QUADRO 2 - Temperatura e pressão do ponto triplo para diferentes elementos.....	40
QUADRO 3 - Calores específicos para diferentes elementos	45
QUADRO 4 - Calores de transformação para diferentes elementos.....	47
QUADRO 5 - Esquema de distribuição das aulas e conteúdo.....	57
QUADRO 6 - Personagens e habilidades.	58
QUADRO 7 - Questionário de sondagem.	59
QUADRO 8 - Questionário Avaliativo.....	60
QUADRO 9 - Personagens, descrição e habilidades	63

Sumário

Capítulo 1: Introdução	16
Capítulo 2: Referencial teórico	20
2.1 A Gamificação no ensino	20
2.2 A gamificação inspirada em metodologias ativas	24
2.3 Uma visão geral sobre os games RPG no MNPEF	26
Capítulo 3: Temperatura	31
3.1 Lei zero da termodinâmica	31
3.2 Conceito de Temperatura.....	33
3.3 Escalas termométricas	35
3.4 Diferença entre calor e temperatura.....	41
3.5 Capacidade térmica.....	44
3.6 Calor Específico	44
3.7 Calor Específico Molar.....	45
3.8 Calor de Transformação	46
3.9 Calor e Trabalho	47
3.10 Primeira Lei da termodinâmica e processos termodinâmicos	50
3.11 Termologia no ensino de física.....	52
Capítulo 4: Contexto e Metodologia	55
4.1 Materiais	56
Capítulo 5: Resultados e discussão	62
5.1 RPG Mundo da Termologia	62
5.2 Resultados e discussões da aplicação da sequência com o RPG.....	70
Capítulo 6: Considerações finais	79
Capítulo 7: Referências	81
Apêndice a - Produto educacional	87

Capítulo 1: Introdução

É nítido o grande crescimento do mundo dos games ao redor do mundo, com isso, a busca por uma maior aproximação com os alunos e seu cotidiano pode ocorrer através dessa perspectiva. Este fator foi extremamente relevante para a realização deste trabalho e foi, sem dúvidas, o maior motivador.

O campo educacional brasileiro passa por diversos problemas no que se refere a aprendizagem dos alunos, e isso se faz ainda mais evidente quando se trata do ensino de física nas escolas. Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), realizado em 2018 no Brasil,

os estudantes brasileiros obtiveram uma pontuação abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em Leitura, Matemática e Ciências. Apenas 2% dos estudantes alcançaram os níveis mais altos de proficiência (Nível 5 ou 6) em pelo menos um domínio (média da OCDE: 16%), e 43% dos estudantes obtiveram uma pontuação abaixo do nível mínimo de proficiência (Nível 2) em todos os três domínios (média da OCDE: 13%) (OCDE, 2019).

Outrossim, a pandemia de coronavírus iniciada em 2020 fez com que vários problemas pedagógicos se agravassem, uma vez que os professores passaram a ter que ministrar aulas remotas, síncronas e em alguns casos também assíncronas, sem estarem preparados para tal demanda. Segundo Souza, Melo e Santos (2020), todos sofreram com a adequação as aulas remotas, com relação a escola ou professor, planejar o conteúdo, relatar participação e ausência de alunos, bem como realizar avaliações com os mesmos se tornou algo muito mais difícil que o habitual, tendo em vista que é muita coisa para se mudar em fração de segundos. Este problema abrangeu todo o sistema educacional brasileiro, seja nas escolas particulares ou públicas.

Paralelo a este fator, deve se levar em consideração as mudanças culturais que vem ocorrendo no mundo moderno, sobretudo as relacionadas com as tecnologias de informação e comunicação, também conhecidas como cibercultura. Tais tecnologias já dispõem de um ambiente virtual conhecido com ciberespaço, algo que se faz muito presente na vida dos alunos e, conseqüentemente, entende-se que é importante o alinhamento entre o ensino de ciências e tal perspectiva (Nascimento e Nascimento, 2018). Ademais, cabe ressaltar que o aluno da era tecnológica atual tende a engajar-se somente em temas ou práticas que ele se interesse, algo que dificulta grandemente a aplicação de processos pedagógicos que estejam

parametrizados mediante a práticas conservadoras ou tecnicistas ou simplesmente distantes de sua realidade.

Ademais, soma-se a incoerência de alguns conceitos passados aos alunos, como as concepções de calor e temperatura presentes na terminologia. Isso se dá por diversos fatores, como problemas no material didático utilizado, o senso comum relacionado, dentre outros. Correia, Lima e Magalhães (2008) fizeram um estudo acerca dos obstáculos epistemológicos relacionados ao conceito de calor, onde apontam que

Na sala de aula, muitas definições inadequadas vão comparecendo quando determinados conteúdos são ministrados e passam a ser discutidos com os alunos. Pelo tipo de conhecimento apresentado pelos alunos sem a devida análise, tudo indica que vem sendo disseminado e provocado a repetição de incoerências ou inconsistências sobre o conteúdo estudado (LIMA E MAGALHÃES, 2018, p. 2).

Logo, mediante a estes fatores, faz-se necessário que novas estratégias de ensino sejam pensadas, buscando um caminho possível para a resolução de parte dos problemas no ensino de ciência, mais especificamente de física. Dito isso, tendo em vista as consequências educacionais geradas pelo cenário pandêmico ao qual esta proposta foi desenvolvida e a necessidade de se adentrar ao ciberespaço com os processos educacionais, metodologias que levem em consideração o mundo virtual, *online* e *offline*, podem ser fortes potencializadores do ensino, sobretudo dentro da educação básica. Nessa perspectiva, uma metodologia tem se destacado atualmente: a gamificação.

A gamificação é uma metodologia que vem sendo utilizada não só em âmbito educacional, mas em diversas áreas do conhecimento. Trata-se do ato de aproximar um determinado conhecimento, campo ou prática à dinâmica dos jogos, em busca de engajamento, motivação e facilitação do aprendizado de pessoas em situações reais, tornando os conceitos relacionados menos densos e mais acessíveis. Segundo Baldissera (2021) “Todo jogo tem um objetivo que precisa ser cumprido e, para isso, os jogadores precisam superar obstáculos. A psicologia por trás da gamificação revela que a conquista e a superação movem o ser humano”.

Quando se trata do cenário educacional, a gamificação tem se tornado objeto de estudo dos pesquisadores da área. Embora o cenário das pesquisas relacionadas ao tema ainda não disponha de um grande arcabouço de publicações, mais precisamente, ao ensino de física, existem alguns trabalhos que tratam da temática e já apontam, inclusive, determinado sucesso na aplicação (PAGANINI e BOLZAN, 2016, s.p.). Portanto, essa

metodologia se apresenta promissora e pode possibilitar ganhos significativos no que se refere ao ensino de física nas escolas.

É importante ressaltar que o conceito de gamificação não é sinônimo, na educação, do uso de jogos didáticos. Na gamificação se utiliza os elementos dos jogos para se ensinar saberes e competências em situações cotidianas dos alunos, enquanto que, nos jogos didáticos, ocorre o desenvolvimento dos saberes e habilidades inerentes ao próprio jogo, para a aprendizagem dos alunos e aplicação em situações reais e cotidianas (NASCIMENTO e NASCIMENTO, 2018, s.p.).

Para o ensino de física, os trabalhos que se relacionam as práticas gamificadas são recentes. Os artigos encontrados em uma pesquisa realizada por Nascimento e Nascimento (2018) se iniciam a partir do ano de 2017, e se concentram em grande parte em um mesmo grupo de pesquisa. Dois dos trabalhos encontrados discutem como foco central a gamificação, e a outra metade faz a aplicação do conceito em situações reais de ensino. Em geral, a metodologia tem se mostrado atrativa, motivadora e promissora com relação ao ensino de física, sendo apontado, inclusive, que ela possibilita o desenvolvimento de competências e contextualização dos saberes a serem ensinados, e isto alinhado à cultura contemporânea (ciberespaço).

Portanto, essa dissertação refere-se a uma sequência didática sobre termologia, mais precisamente conceitos de temperatura, calor, equilíbrio térmico, Lei Zero da Termodinâmica e escalas termométricas, na qual todo o processo ocorre através de uma estratégia de gamificação. A sequência aconteceu dentro de um jogo RPG no qual os alunos se tornaram personagens que cumpriram os objetivos do jogo. Esta pesquisa foi desenvolvida em uma turma de 2º ano do ensino médio de uma escola do interior da Bahia, fazendo parte das atividades do programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Uesb, Polo 62, aplicada no 1º semestre de 2021.

Mediante o exposto, decidimos então elaborar uma sequência didática levando em consideração os conceitos de termologia, tendo como metodologia balizadora as práticas de gamificação, dentro de um Role Playing Game (RPG) como metodologia ativa de ensino. Buscamos aproximar o ensino à cultura digital dos alunos através destes processos, mais precisamente os games RPG, pois, tal atividade pode ser uma prática potencializadora na perspectiva de ensino e aprendizagem.

Com isso, buscamos responder a seguintes questão: Quais as contribuições de uma sequência didática gamificada, por meio de um jogo RPG, sobre os conceitos de termologia para o ensino e aprendizagem de física inspirado em metodologias ativas?

Objetivamos avaliar as potencialidades de uma sequência didática estruturada em estratégias de gamificação RPG no ensino de termologia, como metodologia ativa de ensino, tendo em vista a cultura digital da atualidade e sua grande proximidade ao universo dos alunos.

Como objetivos específicos, objetivamos elaborar um roteiro de regras para o RPG com personagens, materiais e sequência didática pautado em metodologia ativa; introduzir a gamificação no ensino de física por meio de uma sequência didática alinhada a um jogo RPG e verificar a potencialidade das atividades da sequência didática gamificada sobre Termologia dentro do jogo RPG;

Esta dissertação possui 6 capítulos: Introdução, referencial teórico, onde apresentaremos os conceitos referentes a gamificação, sua inserção no ensino de física e os games RPG; a termologia, que aborda os conceitos da física envolvidos na nossa estratégia didática, mais precisamente a termologia, em perspectiva de definições e discussões; metodologia, com a descrição das etapas do trabalho, o conceito de sequência didática e a forma de obtenção dos dados da pesquisa; os resultados e discussões, onde apresentamos a definição e descrição do game RPG que foi elaborado e aplicado em sala de aula junto as orientações de aplicação, discutir e analisar o que foi produzido e obtido e, por fim, as considerações finais com as conclusões que puderam ser obtidas através da aplicação do material, as perspectivas para o ensino de física junto as contribuições deste trabalho. Por fim teremos as referências e o apêndice do trabalho, onde se encontrará o produto educacional produzido através das pesquisas e conteúdo.

Capítulo 2: Referencial teórico

2.1 A Gamificação no ensino

No mundo moderno, os jogos estão cada vez mais presentes na casa das pessoas, sejam os mais modernos e pouco acessíveis pela maioria da população, sejam os mais antigos que, atualmente, já são encontrados por um baixo custo, muito por conta do lançamento e atualização frequente dos mais atuais. Portanto, independentemente do nível de modernidade, é fato que os games estão se tornando algo que caracteriza o cotidiano de uma grande parte da população mundial. Um dado que comprova esta teoria é que nos EUA, por exemplo, quase todas as residências possuem pelo menos um dispositivo com capacidade para rodar games comerciais (ESA, 2012, s.p.).

Mediante o crescimento supracitado dos games, várias áreas do conhecimento e do comércio em geral começaram a buscar uma forma de aproximar a sua logística à dos games, como o marketing, programas de televisão, as redes sociais e várias outras áreas. Paralelo a isso, a educação também entrou nesta busca pela aproximação dos processos didáticos e pedagógicos à estrutura dos games. Este processo denominado de Gamificação é compreendido como sendo a utilização de elementos próprios do games, como pontuação, ludicidade, *feedback* constante de pontuação e/ou cumprimento de atividades ou missões, regras, competição e muitos outros. Isso ocorre dentro de outras áreas, em busca de mais motivação, fidelização e engajamento dos participantes, ou seja, para a resolução de um determinado problema (FARDO, 2013, s.p.).

Trata-se, portanto, do ato de aproximar um determinado conhecimento, campo ou prática à dinâmica dos jogos, em busca de engajamento, motivação e facilitação do aprendizado de pessoas em situações reais, tornando os conceitos relacionados menos densos e mais acessíveis. Segundo Baldissera (2021, s.p.) Todo jogo tem um objetivo que precisa ser cumprido e, para isso, os jogadores precisam superar obstáculos. A psicologia por trás da gamificação revela que a conquista e a superação movem o ser humano”.

É importante ressaltar que o conceito de gamificação não é sinônimo, na educação, do uso de jogos didáticos. Na gamificação, utilizamos os elementos dos jogos para ensinar saberes e competências em situações cotidianas dos alunos, enquanto que, nos jogos didáticos, ocorre o desenvolvimento dos saberes e habilidades deles próprios para a aprendizagem dos alunos e aplicação em situações reais e cotidianas (NASCIMENTO e NASCIMENTO, 2018, s.p.).

A gamificação é uma prática que agrega aspectos geralmente ausentes no cenário educacional brasileiro, tais como a ludicidade no processo, a valorização do erro e formas de superação, a cooperação e trabalho em equipe, a interdisciplinaridade, bem como a motivação necessária para aproximar de maneira mais concreta os alunos dos processos pedagógicos aplicados. Portanto, a gamificação pode ser uma ferramenta potencializadora do ensino, ao passo que se alinhe aos aspectos supracitados.

Dentro do cenário educacional, esta prática pode ser aplicada das mais variadas formas, como a transformação da aula em um game, ou a utilização de recortes específicos como sistema de pontuação periódico e atividades que retornem nota ao aluno mesmo quando ele erra, na forma de gincanas que abordem conteúdos específicos, dentre outras. Todavia, o professor deve tomar cuidado para que a ferramenta não seja usada somente como uma prática conservadora de estímulo, resposta e recompensa ou reforço, onde o professor aplica uma atividade de seu método tradicional e dá recompensas para os que se saem bem. “O entendimento se faz necessário para não tornar a gamificação um simples método de estímulo a mudança de comportamento através da introdução de um sistema de feedback mais eficiente, por exemplo” (FARDO, 2013, p. 7).

Quando se fala em estratégias de gamificação, a concepção de engajamento é extremamente importante para a compreensão dos objetivos da prática. É importante ressaltar que tal conceito é amplamente utilizado em diversas áreas do conhecimento e do setor econômico, como o *Marketing*, por exemplo. Ademais, abordaremos a concepção escolar do termo, o que caracteriza algumas diferenças com relação a forma como ele é entendido em senso comum.

Entende-se por engajamento, no campo escolar, o grau de envolvimento do estudante com as atividades propostas pela escola e/ou professor, abrangendo aspectos de comportamento, emocionais, cognitivos e agente (SILVEIRA e JUSTI, 2018, s.p.). Tais aspectos do engajamento são muito importantes para uma compreensão clara do conceito, bem como a forma como se entende o mesmo dentro do campo educacional. Portanto, os aspectos serão descritos pelo quadro 1 a seguir.

QUADRO 1 - Aspectos do conceito de engajamento

Comportamental	Apresentação de comportamentos positivos, bem como a não realização de comportamentos negativos. O seguimento de normas e regras também se estabelece nesse aspecto.
Emocional ou afetivo	Reações afetivas do estudante em sala de aula, como interesse, tédio, tristeza e ansiedade. Ademais, o sentimento de pertencimento a escola também está ligado a este aspecto.
Cognitivo	Nível de investimento e de valorização que o estudante apresenta com relação ao aprendizado adquirido.
Agente ou ação	Entende o aluno como protagonista de ação, ou seja, temos aqui as iniciativas dos estudantes, intervenções, diálogos com o professor, questões levantadas e sugestões.

Fonte: adaptada de (SILVEIRA e JUSTI, 2018)

Silva e Sales (2017) fizeram um estudo de caso de uma aplicação direta dos conceitos de gamificação, em sala de aula, a partir de uma atividade envolvendo óptica geométrica. Os autores apontam que ainda existem poucos estudos na área da gamificação, sobretudo de caráter empírico, ou seja, a maioria dos trabalhos publicados até hoje abordam esta problemática somente de maneira teórica e sem muitas aplicações. Ademais, eles concluíram através das análises realizadas e opinião dos alunos, que o processo de gamificação contribuiu para a aprendizagem da disciplina, por conter desafios e estímulos durante a atividade.

Outrossim, também fica evidente na obra que a aplicação de tal perspectiva no cenário educacional é um enorme desafio, sobretudo para os professores que continuam resistentes a mudanças em seu método. Junto a isso, soma-se o pouco contato que grande parte dos docentes tiveram, ou tem, com o mundo dos games, algo que é preponderante para a compreensão e criação de estratégias que tenham tal cenário como fonte.

Paganini e Bolzan (2016) estudaram o cenário das pesquisas acerca da gamificação no Brasil e analisaram o ensino de física através de tal perspectiva. Os autores concluíram que o conceito dessa metodologia emerge com sucesso em várias áreas do conhecimento. Ainda, propõem a inclusão do conceito no ensino de física e apresentam algumas possibilidades para tal inserção, concluindo que se trata de uma estratégia muito promissora devido a grande quantidade de situações e formas em que ela pode ser aplicada, bem como a fácil aplicação.

Nascimento e Nascimento (2018) ao pesquisarem trabalhos sobre gamificação, do tipo artigo científico, apontam que as pesquisas se iniciam a partir do ano de 2017, e se concentram em grande parte em um mesmo grupo de pesquisa. Metade dos trabalhos encontrados discutem como foco central a gamificação, e a outra metade faz o trabalho com ela em situações reais de ensino. Em geral, a metodologia tem se mostrado atrativa, motivadora e promissora com relação ao ensino de física, sendo apontado, inclusive, que ela possibilita o desenvolvimento de competências e contextualização dos saberes a serem ensinados, e isto alinhado à cultura contemporânea.

Studart (2015), ao explorar o uso de objetos educacionais digitais no ensino de física, trata em um dos tópicos o conceito e aplicação da gamificação. Ele aponta que os games e simulações criam ambientes imersivos e interativos que facilitam a aprendizagem. Ademais, seu estudo mostra que as estratégias desse tipo, propiciam o desenvolvimento de habilidades, construção do conhecimento e socialização, caracterizando, desse modo, uma gama de ferramentas que podem aumentar a eficiência dos processos de ensino e aprendizagem na escola.

Por fim, Sobrinho (2022) desenvolveu uma pesquisa junto ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no qual a gamificação foi utilizado em conjunto aos conceitos de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, a teoria experiencial de Kolb (1984) e a teoria da mediação cognitiva de Feuerstein. Foi realizada uma sequência didática de 6 aulas, utilizando um jogo do tipo *Quiz* e jogos de simulação da plataforma PhET, sendo que o processo foi iniciado a partir de um vídeo motivador que não fazia parte dos jogos, e foi elaborado pelo professor. Inicialmente foram sondados os conhecimentos prévios dos alunos através por meio de um questionário, após, em âmbito geral, foram propostas situações problemas e os *games* e simulações foram utilizados dentro do contexto. Ademais, a metodologia foi bem aceita pelos alunos, a participação acima do comum também chamou atenção, inclusive dos alunos envolvidos e, ainda, observou-se aprendizagem significativa nos estudantes, observada a partir de questionários e da análise oral dos discursos realizados pelos alunos em aula.

Dessa discussão, concluímos que a gamificação, embora seja uma metodologia ainda nova no âmbito educacional, tem apresentados indicadores potencializadores de ensino, ao passo que propicia engajamento e motivação aos alunos envolvidos em seus processos.

2.2 A gamificação inspirada em metodologias ativas

Dentro da busca por uma educação que evidencie o aluno como protagonista, que o motive ao ato de aprender, bem como a eficiência do processo, surgem as metodologias ativas de ensino. Ao desejar um aluno mais ativo e mais proativo, deve-se utilizar metodologias que busquem essa perspectiva, livrando-se das práticas educacionais tecnicistas e conservadoras, do passado, e que prevaleceram por muito tempo como forma correta de se educar.

Portanto, as metodologias ativas constituem um método de aprendizagem que centra o aluno no processo, bem como os seus interesses, e não os do professor. A ação é o caminho para que este conceito se concretize, pois a partir dela se pode alcançar de fato a metodologia desejada e, ainda, buscar mais motivação e engajamento no processo (DISEL; BALDEZ E MARTINS, 2017, s.p.). A Figura 1 apresenta um diagrama que define a forma como se constituem as metodologias ativas de forma simples e sucinta.

Figura 1 - Princípios que constituem as metodologias ativas



Fonte: Disel, Baldez e Martins (2017).

Pode-se compreender a essência das metodologias ativas de ensino junto aos seus princípios, através da Figura 1. Aulas ativas buscam o aluno como protagonista do processo, ou seja, é necessário que ele tenha autonomia para que sua aprendizagem ocorra.

Outrossim, os caminhos que possibilitam a realização de tais metodologias estão relacionados ao trabalho em equipe ou socialização, a reflexão e inovação que proporcionam o desenvolvimento de inúmeras competências nos alunos e, por fim, o professor que se coloca como um mediador de conhecimento, e não detentor total dele. O seu papel está relacionado a ativação dos potenciais do aluno, mediando a sua aprendizagem, e não como um transmissor de conteúdos e conhecimentos.

Considerando a proposta das metodologias ativas, sobretudo no que se refere ao papel ativo e protagonista do aluno, pode-se inferir que elas consonam com os conceitos de gamificação. Nos dois casos o aluno é colocado como centro da atividade, e as estratégias buscam motivar e engajar o aluno no processo, tornando a aprendizagem mais visível e consistente. Ainda, vale ressaltar que as metodologias ativas buscam a concretização dos processos pedagógicos através da ação, reflexão e trabalho em equipe, algo que está diretamente ligado a dinâmica dos games.

Moran (2015), ao discorrer sobre as mudanças na educação através das metodologias ativas, pontua que

Os jogos e as aulas roteirizadas com a linguagem de jogos cada vez estão mais presentes no cotidiano escolar. Para gerações acostumadas a jogar, a linguagem de desafios, recompensas, de competição e cooperação é atraente e fácil de perceber. Os jogos colaborativos e individuais, de competição e colaboração, de estratégia, com etapas e habilidades bem definidas se tornam cada vez mais presentes nas diversas áreas de conhecimento e níveis de ensino. O articulador das etapas individuais e grupais é a equipe docente (professor/tutor) com sua capacidade de acompanhar, mediar, de analisar os processos, resultados, lacunas e necessidades, a partir dos percursos realizados pelos alunos individual e grupalmente. (MORAN, 2015, p.18-19)

O autor considera que os jogos são importantes ferramentas para se alcançar a introdução concreta do aluno dentro dos processos pedagógicos, bem como, reitera que a mecânica destes é caracterizada por aspectos que são enriquecedores. Ademais, tais fatores são importantes para a formação de professores, pois, nela não há uma abordagem que inclua estes mecanismos, tornando difícil a conexão entre professor e aluno, ao passo que há uma distância significativa entre a realidade dos dois.

Por fim, entende-se, através dos fatores supracitados que a gamificação está alinhada aos conceitos de metodologias ativas, ao passo que centra o aluno no processo de ensino e aprendizagem, bem como evidencia o seu papel de protagonista.

2.3 Uma visão geral sobre os games RPG no MNPEF

A sigla RPG é a abreviação de um termo em inglês que significa “Role Playing Game” que, em uma tradução direta ao português, significa “Jogo de Interpretação de Papeis”. Atualmente, o gênero de jogo pode ocorrer de duas formas, que são as mais comuns: O RPG em games e consoles e o RPG de mesa que funciona de modo off-line.

Ambos os games tratam da evolução de personagens dentro de uma história, esta que pode perpassar pelos mais variados cenários possíveis. O jogador deixa de responder por si, e passa a responder pelo personagem que criou, sendo de sua responsabilidade a realização dos objetivos do jogo dentro da perspectiva de seu avatar (personagem). Diversos fatores diferem as duas modalidades do *game*, contudo, em linhas mais gerais podemos entender os games do tipo para consoles e computadores como algo já pronto e pré estabelecido, enquanto que os *offline*, ou de mesa, dependem da imaginação dos participantes, bem como do moderador e organizador do processo que é chamado de mestre ou narrador.

Outrossim, o cenário *offline* dos RPGs, embora não seja aparentemente tão lúdico quanto o dos games online, ele é riquíssimo, pois exige do aluno muita imaginação, criatividade e interação com os outros participantes que estão jogando. Este cenário tem um potencial educacional muito promissor, ao passo que permite trazer ao ensino ferramentas que são muito pouco utilizadas nas aulas tradicionais, como a interação entre os alunos, a ludicidade, mesmo que em grande parte na imaginação dos alunos, bem como as diversas outras características dos games já citadas, como competição, pontuação, dentre outras. Ademais, esta valorização da capacidade de abstração e imaginação é muito útil para as aulas de física, tendo em vista que, na rede pública, poucas escolas tem um laboratório disponível, restando ao professor trabalhar com o campo imaginário em muitos casos.

Em resumo, um PRG do tipo offline exige dos participantes a criação dos personagens e a imersão em um mundo imaginário, onde ocorrerão muitas aventuras, batalhas e imprevistos. Os personagens são criados através de uma ficha que é dada aos participantes antes de entrarem no jogo. Então, o mestre ou chefe irá conduzir toda a trama do jogo, ficando responsável por moderar os rumos da história, interação dos personagens, batalhas e etc. O jogo não terá um objetivo bem delimitado ao se iniciar, bem como não tem um fim pré-estabelecido, ficando delimitado ao mestre a decisão de quando acabar ou criar um objetivo, mas isso não é obrigatório (TAKAHASHI, s.p.).

Retomando o conceito de Narrador ou Mestre, ele é responsável por organizar e dar um rumo para a história que está sendo vivenciada pelos jogadores, de modo que

O mestre prepara uma história com algum desafio a ser superado e os jogadores criam os personagens que se envolverão nesta trama. Essas histórias são geralmente chamadas de “aventuras” e um conjunto de aventuras jogado com os mesmos personagens forma uma “campanha”. (SALES, 2021, s.p.)

Por se tratar de algo que tem como principal ferramenta a imaginação dos participantes, o RPG pode ser aplicado como uma ferramenta potencializadora de ensino na educação básica, sendo alvo de estudo, atualmente, por grande parte da comunidade acadêmica da área.

Com relação ao ensino de física, os games do tipo RPG não são muito frequentes nas pesquisas realizadas, tendo como parâmetro a quantidade de trabalhos realizados no MNPEF. No entanto, muitos trabalham com jogos que possuem várias características dos RPGs, mas não são classificados como tal. Ainda que poucos, existem trabalhos muito relevantes que abordam esse tipo de jogo como estratégia didática gamificada, no intuito de aumentar o engajamento da aula, aprendizagem dos alunos e eficiência no processo de ensino e aprendizagem.

Silva (2016) aplicou um jogo RPG para alunos voluntários de ensino médio, levando em consideração conceitos relacionados a eletricidade, mais especificamente eletrização, Lei de Coulomb, corrente elétrica, ddp, Fem, Lei de Ohm e associação de resistores. Dentre os objetivos do trabalho, destacam-se os relacionados a busca por motivação no ensino, bem como a mudança de atitude por parte dos alunos, tornando-se mais ativos e protagonistas de sua aprendizagem. O jogo foi montado, em geral, com características dos RPG em formato *offline*, no qual o autor criou tanto o livro de regras para os alunos como um livro de orientação para o professor, buscando engajar e pré estabelecer as atividades que devem ser aplicadas. Foi constatado que os games no formato RPG promovem maior engajamento às aulas se comparado com modelos tradicionais e, ainda, ao expor os diversos problemas que se concretizam no cenário educacional brasileiro, entende-se que as aulas práticas com o uso de jogos, bem como os RPGs, podem dirimir parte desses problemas.

Neto (2019), em busca de aproximar a realidade dos games da vida cotidiana dos alunos com o cenário educacional, criou um game relacionado aos conteúdos de mecânica, mais precisamente dinâmica, trabalho e energia, em um ambiente virtual. O jogo foi criado na plataforma RPG Maker, que consiste em um software para a criação de jogos muito simples, a ponto de pessoas sem conhecimento de lógica de programação conseguirem criar. O game possui formato e mecânica de jogo para console e/ou computador e possui dinâmica

muito interativa. A pesquisa teve caráter qualitativo e quantitativo e, ainda, utilizou a teoria das inteligências múltiplas como parâmetro avaliativo. Os resultados foram satisfatórios com relação a hipótese levantada pelo autor, analisados a partir de um questionário aplicado através da plataforma “Google docs”, com questões abertas e fechadas. Com isso, evidenciou-se que a criação de um game que substituísse o modelo convencional de avaliação caracterizou uma metodologia satisfatória.

Ferreira (2019), ao analisar o cenário do ensino de conceitos como peso, elasticidade e atrito, deparou-se com diversas dificuldades por parte dos alunos. Dito isso, propôs a aplicação de um game RPG que aborde estes conceitos, em busca de maior engajamento nas aulas, bem como o aumento da eficiência do processo pedagógico como um todo. Na história do game, os personagens protagonistas são desafiados a escapar de cenários relacionados a problemas com peso, atrito e força elástica. O jogo promoveu engajamento significativo, cumprindo com os objetivos propostos, ainda, verificou-se um cenário de maior colaboração entre os alunos, sobretudo aqueles que em dias comuns não possuíam hábito de interação. O engajamento proporcionado, bem como o papel de protagonista do aluno foram significativos, porém, mesmo após a aplicação do material ainda foram verificadas dificuldades por parte dos alunos relacionadas a aplicação de equações e problemas numéricos.

Junior (2019) utilizou um RPG em busca de despertar o interesse dos alunos às aulas de física, bem como dar significado a alguns conceitos que não são tão compreensíveis somente no campo da imaginação ou explicação do professor. Todo o material, regras e definições do RPG está explícito em um livro criado pelo autor deste trabalho que, inclusive, pode ser utilizado por professores de outras disciplinas. Constata-se ao final da aplicação, que ocorreu com uma turma mista de 1º e 2º ano da rede particular, que o material proporcionou engajamento e motivação aos alunos, bem como uma melhor capacidade de argumentação e resolução de situações problemas.

Quintanilha (2021) desenvolveu uma sequência didática, pautada em um game RPG e baseada nos conceitos de astronomia. O trabalho foi desenvolvido em 10 aulas com duas turmas de sexto ano do ensino fundamental 2. A sequência didática foi desenvolvida em um total de 7 aulas, sendo a oitava para avaliação e, o jogo, aplicado ao fim da sequência em 2 aulas. As aulas levaram em consideração a teoria de Vygotsky e, segundo o autor, não ocorreram discrepâncias tanto com relação aos objetivos e planos de aula, quanto relacionada a diferenças entre a aprendizagem ou engajamento nas duas turmas diferentes. O jogo seguiu a perspectiva dos RPGs do tipo *offline*, no qual os alunos interpretam o papel de um

personagem criado por eles mesmos, enquanto o professor fica encarregado do papel de narrar a história, bem como seus empasses e desdobramentos. A atividade ocorreu de forma satisfatória e, segundo o autor, seu intuito era principalmente incentivar professores a adotarem práticas semelhantes em sala de aula.

Buffon (2021) construiu uma narrativa em RPG, ou seja, um cenário semelhante aos games RPG offline para abordar conteúdos de física moderna, mais especificamente o efeito fotoelétrico, em busca de promover motivação aos alunos, bem como a superação de problemas relacionados a ausência de física moderna nas escolas de educação básica. Ainda, a atividade parametrizou-se em aspectos de gamificação, bem como aprendizagem significativa e seus conceitos segundo Ausubel (1963). Os objetivos, ainda, visam a transposição didática por parte dos alunos em busca da conversão entre os conceitos de senso comum e o conhecimento científico. Destarte, o material aplicado gerou maior engajamento às aulas, bem com traços de aprendizagem significativa por parte dos alunos e vale ressaltar que os conceitos trabalhados levavam em consideração a física moderna que é tão pouco abordada nas escolas de educação básica.

Gomes (2022) desenvolveu um Manual Básico de Regras de um jogo RPG *offline*, incorporado como uma metodologia ativa e em busca de gerar uma aprendizagem significativa, através de uma pesquisa de caráter qualitativo. O material desenvolvido foi aplicado para dois públicos distintos, sendo um grupo de licenciandos em física, no intuito de trabalhar a proposta do ponto de vista docente, sendo que o processo foi avaliado por eles para se verificar a viabilidade da aplicação na educação básica (chamado de teste beta), bem como aprimorar o material. O segundo público foi uma turma de alunos do 1º ano do Ensino Médio. A realização da proposta se deu em três etapas: distribuição das fichas de personagens com explicação do professor de como cada participante deve desenvolver o seu; criação dos personagens; desenvolvimento da narrativa e acompanhamento pelo mestre que é o professor. Ademais, segundo o autor, o jogo proporcionou grande participação e aceitação dos alunos, sendo que todos se sentiram estimulados pela proposta e, mesmo que o processo tenha revelado algumas falhas e pontos a serem melhorados, o produto educacional gerado cumpriu com seus objetivos.

Os trabalhos relacionados aos games RPG presentes no MNPEF sugerem a utilização do mesmo em termos de engajamento, motivação e participação dos alunos de modo ativo em sua aprendizagem. No entanto, apenas dois sugerem a prática da gamificação, os outros utilizam os games como jogos didáticos, algo que, como supracitado, não caracterizam a mesma coisa. Ademais, alinhar a mecânica dos games RPG às práticas de gamificação, bem

como seu papel como metodologia ativa, se constitui como algo de extrema relevância a ser pesquisado, tendo em vista que as pesquisas, em geral, ainda não percorreram este caminho. Portanto, tal prática sugere não apenas motivação e engajamento, mas também uma forma de potencializar o ensino de física na educação básica.

Capítulo 3: Temperatura

Em primeira análise, vale lembrar que, embora a metodologia aborde fortemente o campo da gamificação, ainda temos um papel muito importante no que se refere a ciência que será trabalhada com os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Portanto, faz-se justo que um referencial sobre termodinâmica seja abordado, de modo que se tenha de maneira clara a física que será abordada em sala de aula, tendo em vista que este será o conteúdo do produto educacional, ou seja, o game.

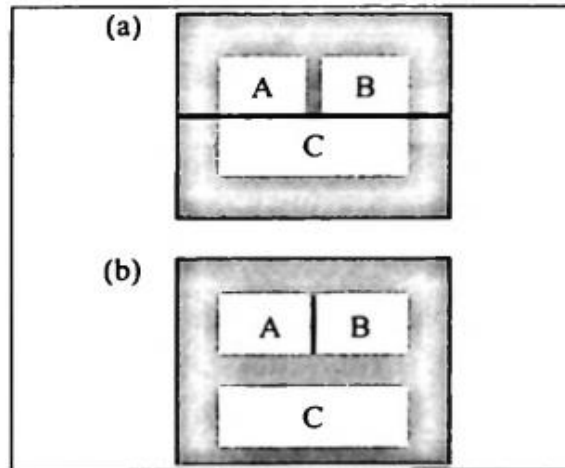
3.1 Lei zero da termodinâmica

Inicialmente é necessário analisar o que ocorre a nível térmico quando corpos interagem entre si e, para tanto, consideremos uma certa quantidade de matéria disposta, normalmente em um recipiente e no estado gasoso, no qual denominaremos de sistema termodinâmico. Quando as paredes desse sistema dispõem de um vácuo entre si, impedindo a condução de calor, e estão metalizadas, para impedir o calor por irradiação, dizemos que este sistema está isolado, ou que estas paredes são adiabáticas. Quando isso não ocorre, permitindo a passagem da energia na forma de calor, dizemos que as paredes são diatérmicas (NUSSENZVEIG, 2014, p.194).

Quando um sistema isolado contendo determinada quantidade de matéria (não troca calor com o ambiente externo) atinge, espontaneamente, um estado em que todas as variáveis macroscópicas não variam mais com o tempo, ou seja, pressão, volume e temperatura, dizemos que este atingiu o equilíbrio termodinâmico. As concepções de equilíbrio termodinâmico e Lei Zero da Termodinâmica são fundamentais para que se possa compreender o conceito de temperatura, logo, é importante compreendê-las.

Consideremos dois corpos A e B separados por uma parede adiabática, e em equilíbrio térmico com seu próprio sistema, independente (Figura 2). Se parede for retirada, irá ocorrer interação entre os dois até que um novo estágio de equilíbrio térmico seja atingido. Nesse caso, A estará em equilíbrio térmico com B. Ademais, se junto a estes dois corpos existir um corpo C separado isoladamente, porém em equilíbrio térmico com A e B, e, ainda, a parede for removida, nenhuma alteração macroscópica ocorrerá no sistema, essa é uma noção de Lei zero da Termodinâmica.

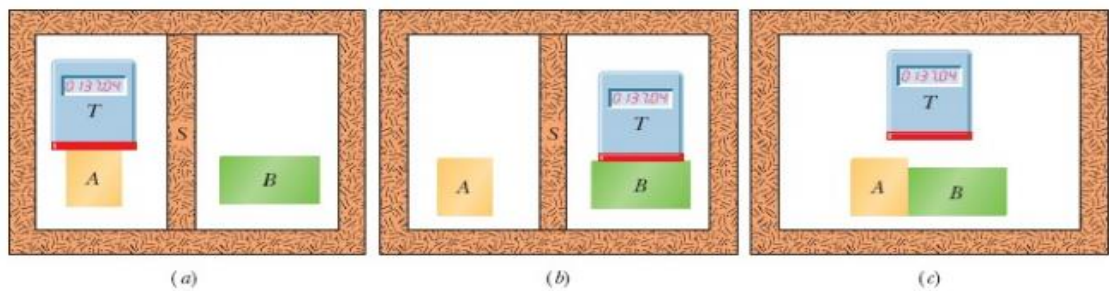
Figura 2 - Sistema isolado e Lei Zero da Termodinâmica



Fonte: Nussenzveig, 2014, p.195

A Lei Zero da termodinâmica (Figura 3), de forma mais resumida, e adotando a noção intuitiva de temperatura, define-se, pela sentença: "Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio com um terceiro corpo T, A e B estão em equilíbrio térmico entre si" (HALLIDAY e RESNICK, 2014, p.415). Isso quer dizer que em um sistema isolado, se tivermos dois copos em equilíbrio térmico entre si, ou seja, mesma temperatura ou estado macroscópico, e um deles estiver em equilíbrio com um terceiro, então significa que todos do sistema estão em equilíbrio.

Figura 3 - Diagrama da Lei Zero da termodinâmica.



Fonte: Halliday e Resnick, 2014, p. 416

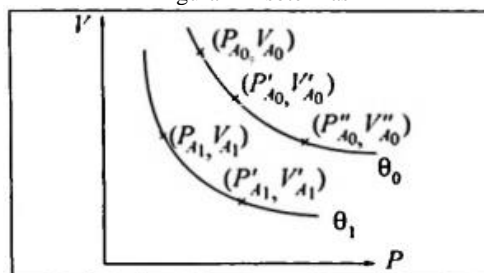
3.2 Conceito de Temperatura

O conceito de temperatura é significativamente abstrato e, por isso, normalmente as pessoas sentem dificuldade para compreendê-lo. No entanto, ele é um dos conceitos mais importantes para o estudo da termologia.

Consideremos um sistema que contenha um fluido (líquido ou gás) em um recipiente. O formato é irrelevante, porém o fluido ocupa todo o espaço disponível e está em equilíbrio térmico. Nesse caso, o estado do fluido passa a ser definido inteiramente em função da pressão (P) e volume (V). Se mudarmos uma dessas variáveis, a outra mudará para um valor bem definido quando o sistema atingir equilíbrio térmico novamente, ou seja, cada par (P, V) irá corresponder a uma temperatura para o sistema.

Consideremos (P_{C0}, V_{C0}) como um estado de um sistema que denominaremos de C , e consideremos (P_A, V_A) a caracterização dos estados de um outro sistema fluido A . Em uma análise experimental verifica-se que existe uma série de estados (P_{A0}, V_{A0}), ($P_{A0'}, V_{A0}'$), ($P_{A0''}, V_{A0}''$)..., do sistema A que estão em equilíbrio térmico com o estágio citado C , podendo ser representado, inclusive, por uma curva isotérmica (Figura 4). Em qualquer outro sistema que esteja em equilíbrio térmico com C , as isotérmicas não irão sofrer alteração, pois elas só dependem da natureza do sistema fluido A . Ainda, se supusermos um novo estado para C da forma (P_{C1}, V_{C1}), é possível encontrar outra isoterma para A em equilíbrio térmico (P_{A1}, V_{A1}), como mostrado na Figura 4, alterando-se apenas o fator θ .

Figura 4 - Isotermas



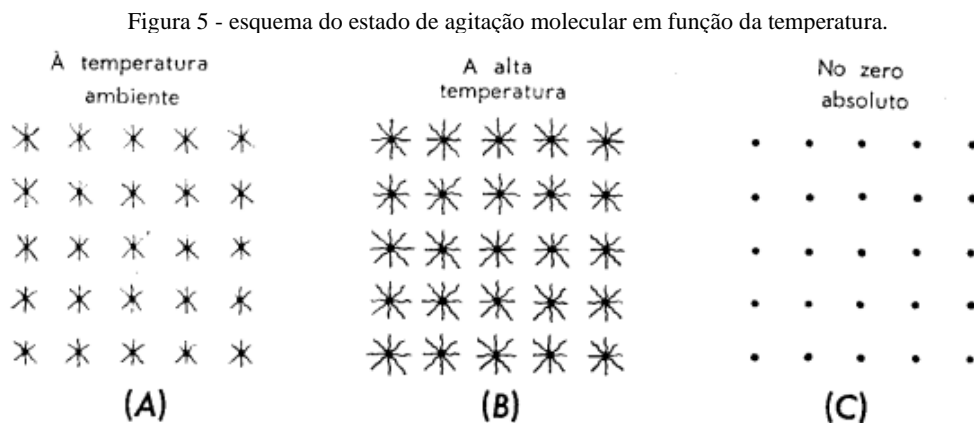
Fonte: Nussenzveig, 2014, p.195

Portanto, os valores de θ , constante, delimitam as isotermas e são denominados de temperatura empírica, onde A corresponde a todos os estados de pressão e volume para essa temperatura.

Uma outra interpretação para a temperatura em um fluido pode ser obtida através da mecânica estatística, em que a temperatura está relacionada a energia cinética média das

partículas. Portanto, podemos conceituar a temperatura através de uma concepção de energia cinética, ou, do movimento das partículas que compõem um sistema. A energia cinética de um corpo está relacionada diretamente com o estado de movimento do mesmo. Uma vez que o corpo aumente a sua velocidade, em proporcionalidade quadrática, ou seja, aumente seu movimento, sua energia cinética aumentará. Entretanto, se o corpo diminuir sua velocidade, nas mesmas proporções supracitadas, significa diretamente que a sua energia cinética diminuirá.

Suponhamos um bloco de ferro e, logo após, suponhamos que pudéssemos observar microscopicamente o que ocorre com as moléculas ou átomos dentro deste bloco. À medida que se adicionasse energia a esse bloco as moléculas vibrariam mais rapidamente e, conseqüentemente, a energia cinética aumentaria. Com isso, observa-se que a temperatura do bloco também aumentaria, sendo a recíproca também válida para a retirada de energia, ou seja, o mesmo ocorre para o resfriamento (PÉCORA e SILVA, 2005, p.7).



Fonte: Pécora e Silva, 2005

Podemos, desse modo, definir a temperatura como sendo uma grandeza física proporcional ao nível ou grau de agitação das moléculas ou átomos de um corpo. Em outras palavras, trata-se do nível de energia cinética média das partículas que compõem o corpo ou sistema analisado (Figura 5).

3.3 Escalas termométricas

3.3.1 Termômetros

As medidas de temperatura são de grande importância para os estudos em termodinâmica e, com isso, ao longo da história foram desenvolvidos diversos sistemas e dispositivos afim de se medir temperatura. Tais dispositivos são denominados de termômetros.

Os primeiros termômetros surgiram na idade média, e eram chamados de termoscópios. Eles consistiam de um bulbo contendo um tubo longo com um extremo mergulhado em água colorida (vinho era muito utilizado). Um pouco do ar no tubo era expulso antes de colocar o líquido. Isto fazia com que o líquido subisse no tubo. Quando o ar restante no tubo e no bulbo era aquecido ou esfriado, o nível do líquido no tubo variava, refletindo uma mudança no valor da temperatura do ar. (PÉCORA e SILVA, 2005, p. 3)

A grosso modo, um termômetro é um dispositivo capaz de medir temperaturas. A medição é feita através de uma graduação que é realizada através de um fenômeno térmico reprodutível, ou seja, podemos utilizar a fusão, ebulição, bem como o ponto triplo, todos para a água (HALLIDAY e RESNICK, 2014, p. 417).

O termômetro mais conhecido e mais utilizado por anos é o termômetro de mercúrio que consiste em um tubo capilar com mercúrio no interior, ou seja, uma substância termométrica com o local evacuado. O volume V do mercúrio é medido através do comprimento l da coluna líquida e as variações no comprimento ocorrem devido a dilatação, mais especificamente devido a diferença entre a dilatação do líquido e do recipiente. Contudo, vale ressaltar que a dilatação do mercúrio é muito maior do que a dilatação do recipiente.

Anders Celsius usou uma escala composta por 100 unidades entre os pontos de fusão e ebulição da água para montar seu diagrama, onde o ponto de ebulição se encontra em $\theta = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e o ponto de fusão em $\theta = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão $P = 1\text{ atm}$. Posteriormente, a escala denominada de centígrada (100 graus) foi substituída pela escala de graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Para a calibração do termômetro que descreve este caso, levemos em consideração que $\Delta\theta$ e Δl dispõem de proporcionalidade entre si, de forma linear, ou seja, a dilatação do material é proporcional com as variações de temperatura. Com isso, sendo l_{100} o comprimento do ponto de vapor e l_0 o comprimento do ponto de gelo, e l o ponto de equilíbrio térmico, então

$$\theta = \frac{l-l_0}{l_{100}-l_0} \quad (1)$$

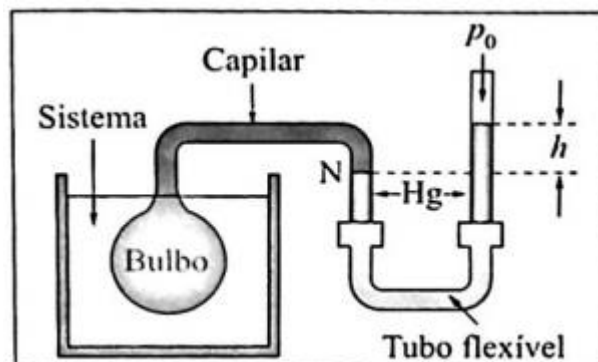
Isso implica que a escala está dividida em 100 partes iguais onde cada uma corresponde a 1 °C, ou seja, a dilatação do mercúrio com relação a dilatação da coluna é linear.

Em 1724 Gabriel Fahrenheit utilizou o mercúrio para criar um termômetro, no qual sua escala utilizou 212 para o ponto de ebulição da água e 32 para o ponto de fusão. Com isso, as temperaturas medidas nessa escala são conhecidas como graus Fahrenheit (°F), com um intervalo de 180 unidades. O processo utilizado foi análogo ao explicado anteriormente para a escala Celsius.

3.3.2 Termômetro de gás a volume constante

O grande problema das escalas mencionadas anteriormente é que na utilização do mercúrio e da coluna, o processo de determinação da escala e da graduação do termômetro depende de fatores específicos dos materiais utilizados. Portanto, verifica-se experimentalmente que é possível o desenvolvimento de uma escala absoluta em que pode-se pensar no caso utilizando um gás como substância termométrica. Para tanto, temos o termômetro de gás a volume constante como exemplificado a seguir.

Figura 6 – Termômetro de gás a volume constante



Fonte: Nussenzveig, 2014, p.198

O gás de hidrogênio enche um bulbo junto a um tubo capilar que se conecta com um manômetro de mercúrio de tubo aberto. O lado direito contendo o tubo flexível pode se mover, fazendo com que o gás do lado direito não ultrapasse a marca N, ou seja, mantendo

um volume V constante. Ademais, o bulbo é colocado em contato com o sistema do qual se deseja medir a temperatura, e a seguir se determina a pressão que é dada por

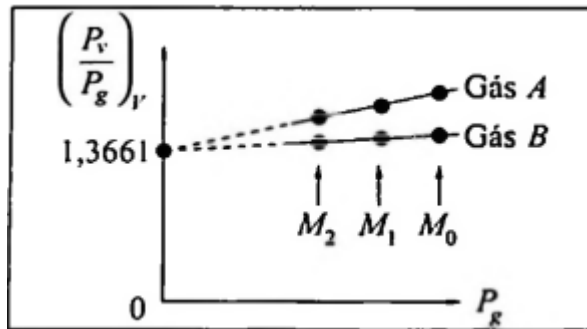
$$P = P_0 + \rho gh \quad (2)$$

Onde P_0 é a pressão atmosférica, ρ é a densidade do mercúrio, g é a gravidade no local e h a diferença entre os níveis de mercúrio na direita e na esquerda do termômetro.

Sejam P_{0v} e P_{0g} os valores da pressão nos pontos de vapor e gelo, respectivamente, para uma dada massa M_0 que ocupa o volume V . Suponhamos que sejam repetidas as medições, reduzindo a massa de gás para M_1 e, posteriormente, M_2 onde $M_2 < M_1 < M_0$ (com volume V constante). As pressões agora assumem valores $P_{2v} < P_{1v} < P_{0v}$ e $P_{2g} < P_{1g} < P_{0g}$.

O gráfico a seguir (Figura 7) apresenta a razão $(P_v/P_g)_V$ (sendo que V significa volume constante) em função da massa M de gás. Verifica-se de experimental que a medida de P_g vai abaixando, tendendo a uma reta que é diferente para cada gás.

Figura 7 – comparação com gases diferentes em função das massas



Fonte: Nussenzveig, 2014, p.198

Contudo, extrapolando o limite $P_g \rightarrow 0$, o resultado é que todas as retas tendem para o mesmo ponto $(P_v/P_g)_V \approx 1,3661$ logo,

$$\lim_{P_g \rightarrow 0} \left(\frac{P_v}{P_g} \right)_V \equiv \frac{T_v}{T_g} \approx 1,3661 \quad (3)$$

Onde T_v e T_g são as temperaturas absolutas do ponto de vapor e gelo, respectivamente. Ainda, para completar a definição de uma escala absoluta de temperatura, que também é chamada de escala Kelvin, iremos impor que a diferença $T_v - T_g$, correspondendo a 100 graus, como na escala Celsius:

$$T_v - T_g \approx 100 \text{ K} \quad (4)$$

Substituindo (3) em (4) em termos da escala Kelvin, obtemos os valores de T_v e T_g :

$$T_v - T_g = (1,3661 - 1)T_g = 100$$

$$T_g \approx \frac{100}{0,3661} \approx 273,15 \text{ K} \quad (5)$$

$$T_v \approx 373,15 \text{ K}$$

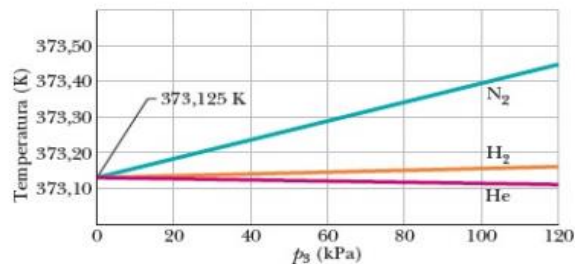
Por fim, podemos medir a temperatura através da escala Kelvin com a determinação da pressão P correspondente quando se extrapola para o limite $P_g \rightarrow 0$, ou seja

$$\frac{T}{T_g} = \lim_{P_g \rightarrow 0} \left(\frac{P}{P_g} \right)_v \quad (6)$$

onde T_g já foi dada por (5), podendo determinar T . A escala acima é definida de *escala de gás ideal*.

Halliday e Resnick (2014) apresentam temperaturas experimentais para alguns elementos (figura 8), medidas por um termômetro de gás a volume constante com um bulbo imerso em água fervente. A pressão p_3 foi medida utilizando o ponto triplo da água. Diminuído a quantidade de gás e, conseqüentemente a pressão, todos os elementos convergem para o mesmo ponto.

Figura 8 – Temperaturas calculadas a partir da equação (6)



Fonte: Halliday e Resnick, 2014, p. 418

Partindo do que foi observado anteriormente, ou seja, o intervalo entre os pontos de ebulição e fusão nas escalas Celsius e Kelvin é de 100 unidades, podemos escrever a relação entre as duas da seguinte forma:

$$\theta_{\circ C} = T - T_g = T - 273,15 \quad (7)$$

A temperatura mais baixa possível de se obter através do termômetro descrito nessa secção é da ordem de 1K, utilizando hélio em estado de baixa pressão. Ainda, podemos adotar um ponto fixo padrão para a utilização da escala de gás ideal, o que daria a possibilidade da obtenção de valores padrão. No caso, utiliza-se no lugar de T_g o ponto triplo da água.

3.3.2.1 Ponto triplo da água

A água pode coexistir em equilíbrio no estado líquido, sólido e vapor considerando valores bem específicos de pressão e temperatura. Para esses casos, denominamos de “ponto triplo”. Isso ocorre para uma pressão de $(P_{tr})_{H_2O} = 4,58 \text{ mm/Hg}$ e $(\theta_{tr})_{H_2O} = 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$, logo, temos que $T_{tr} = 273,16 \text{ K}$ para este ponto.

Com a utilização do ponto triplo a escala termométrica do gás ideal passa a ser definida na forma

$$T = 273,16 \text{ K} \lim_{P_{tr} \rightarrow 0} \left(\frac{P}{P_{tr}} \right)_v \quad (8)$$

Onde P_{tr} é a pressão do volume de gás do termômetro no estado de equilíbrio térmico com água no ponto triplo e P a pressão atingida no equilíbrio térmico com a temperatura que se deseja medir.

Ainda, é importante ressaltar que diversos outros pesquisadores também realizaram estudos semelhantes e criaram escalas termométricas que, de algum modo, tiveram sua relevância para a física. A exemplo, temos a escala Rankine que assim como a escala Kelvin, seu zero é absoluto, porém a variação é dada na mesma proporção dos graus Fahrenheit. Esta escala foi utilizada por alguns campos da engenharia nos Estados Unidos, mesmo não sendo a escala padrão do S.I. Mas, por questões técnicas e levando em consideração a estrutura dos materiais didáticos disponíveis nas escolas, sobretudo públicas, iremos focar somente nas três escalas mais tradicionais supracitadas.

A seguir, apresentamos valores de temperatura e pressão do ponto triplo de alguns elementos (QUADRO 2), obtidos de forma experimental.

QUADRO 2 – Temperatura e pressão do ponto triplo de diferentes elementos

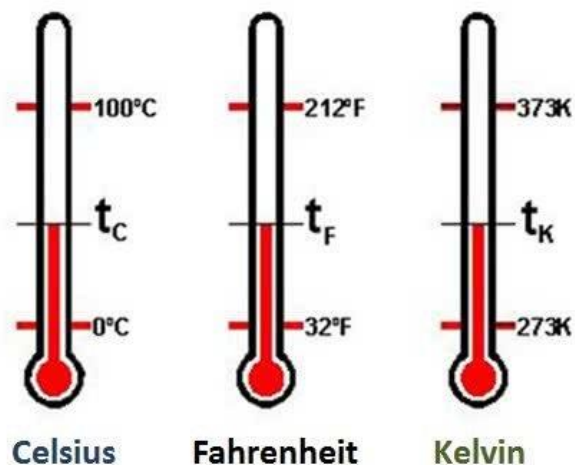
Substância	T (K)	P (KPa)
Hidrogênio	13,84	7,04
Oxigênio	54,36	0,152
Argônio	83,81	68,9
Dióxido de carbono	216,55	517
Mercúrio	234,2	$1,65 \cdot 10^{-7}$
Metano	90,68	11,7

Fonte: National Institute of Standards and Technology (NIST)

3.3.3 Conversão de escalas termométricas

Para a conversão entre escalas termométricas, é importante compreender que a dilatação da substância escolhida para um determinado termômetro não depende da escala termométrica relacionada, com isso, pode-se inferir que as escalas guardam uma determinada proporcionalidade entre si. Para buscar uma relação entre elas, utilizaremos T_C , T_K e T_F para as temperaturas em Celsius, Kelvin e Fahrenheit respectivamente. Então, ao meio de cada intervalo entre os pontos de ebulição iremos adicionar as temperaturas como fator de proporcionalidade, de modo que, teremos:

Figura 9 - Esquema de associação das escalas termométricas.



Fonte: Site toda matéria, Escalas termométricas.

$$\frac{T_C-0}{100-0} = \frac{T_K-273}{373-273} = \frac{T_F-32}{212-32} \quad (9)$$

Onde realizando as operações fundamentais, obtemos:

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_K-273}{100} = \frac{T_F-32}{180} \quad (10)$$

Dividindo a equação (10) por 20, obtemos:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_K-273}{5} = \frac{T_F-32}{9} \quad (11)$$

A equação (11) relaciona as três escalas termométricas considerando o ponto fixo de fusão como 0°C e ponto de ebulição como 100°C, considerando uma pressão de 1 atm.

3.4 Diferença entre calor e temperatura

Em boa parte dos livros didáticos ou materiais de apoio ao tema (mais presentes na educação básica), temos a definição de que calor é “energia térmica em trânsito”, porém, a falta de clareza nessa definição, junto a outros fatores corroboram fortemente para que este conceito seja tão obscuro na mente dos alunos, bem como de pessoas que buscam compreender este tema. Em muitos casos os conceitos são apenas decorados e não compreendidos em essência, ou seja, não é uma aprendizagem verdadeira. Isso é comprovado por Santos (2016), em um estudo realizado com alunos de ensino médio/técnico através de um trabalho com Pastilhas Termopar ou Peltier, por onde, conclui-se que muitos alunos apenas decoram os termos e conceitos apresentados sem desenvolver uma aprendizagem significativa. Portanto buscamos uma definição mais didática e concreta acerca do calor, a partir dos conceitos aqui já supracitados.

Inicialmente, o conceito de calor passou por várias mudanças e interpretações ao longo da história,

No final do século XVIII, existiam duas hipóteses alternativas sobre a natureza do calor. A hipótese mais aceita considerava o calor como uma substância fluida indestrutível que “preencheria os poros” dos corpos e se escoaria de um corpo mais quente a um mais frio. Lavoisier chamou essa substância hipotética de “calórico”. A implicação era que o calor pode ser transferido de um corpo a outro, mas a quantidade total de “calórico” se

conservaria, ou seja, existiria uma lei de conservação do calor (NUSSENZVEIG, 2014, p.205).

Em contraponto a esta teoria, temos o enunciado expresso por Newton em 1704: “O calor consiste num minúsculo movimento de vibração das partículas dos corpos”. Este conceito muito provavelmente surge da ideia do calor gerado por atrito (NUSSENZVEIG, 2014, p.205).

Um dos grandes problemas do calórico era a ideia de que ele era inesgotável, algo que poderia ser questionado para o fato do contato entre dois corpos metálicos gerar calor sem fim, ou melhor, enquanto o movimento durar. A teoria tinha como explicação para este fator o caso do calórico ser um fluido imponderável como se acreditava para a eletricidade na época. Com isso, em 1798 Rumford escreveu:

Foi por acaso que me vi levado a realizar os experimentos que vou relatar agora... Estando ocupado, ultimamente, em supervisionar a perfuração de canhões nas oficinas do arsenal militar de Munique, chamou-me a atenção o elevado grau de aquecimento de um canhão de bronze, atingido em tempos muito curtos, durante o processo de perfuração; bem como a temperatura mais alta (acima do ponto de ebulição da água, conforme verifiquei) das aparas metálicas removidas pela perfuração.

Meditando sobre os resultados dessas experiências, somos naturalmente levados a grande questão que tem sido objeto de tantas especulações filosóficas, ou seja:

Que é o calor? Existe um fluido ígneo? Existe alguma coisa que possamos chamar de calórico?

Vimos que uma quantidade muito grande de calor pode ser produzida pelo atrito de duas superfícies metálicas, e emitida num fluxo constante em todas as direções, sem interrupção, e sem qualquer sinal de diminuição ou exaustão...

... a fonte de calor gerado por atrito nessas experiências parece ser inesgotável. É desnecessário acrescentar que algo que qualquer corpo ou sistema de corpos isolado pode continuar fornecendo sem limites, não pode ser uma substância material, e me parece extremamente difícil, senão impossível, conceber qualquer coisa capaz de ser produzida ou transmitida da forma como o calor o era nessas experiências, exceto o MOVIMENTO (RUMFORD, 1798, apud NUSSENZVEIG, 2014, p. 205).

Com isso, Rumford foi levado a aceitar a teoria supracitada de que o calor estaria relacionado com o movimento vibratório de partículas em um corpo.

A concepção de calor relacionada com energia foi estabelecida a partir do século XIX, sendo Julius Robert Mayer um dos primeiros a discutir tal forma de pensamento. Tal observação foi feita a partir da relação da cor do sangue em pacientes no estado de

sangramento, com a análise de que o fluido era mais vermelho em ambientes mais quentes se comparado a outros mais frios. Com isso, o primeiro enunciado do princípio de conservação de energia foi criado:

As energias são entidades conversíveis, mas indestrutíveis ... Em inúmeros casos, vemos que um movimento cessa sem ter produzido quer outro movimento” (energia cinética) “quer o levantamento de um peso” (energia potencial), “mas a energia, uma vez que existe, não pode ser aniquilada; pode somente mudar de forma, e daí surge a questão: Que outras formas pode ela assumir? Somente a experiência pode levar-nos a uma conclusão (MAYER, 1842, apud NUSSENZVEIG, 2014, p. 206).

Então, conclui-se através da relação de equivalência entre energia cinética, potencial e calor que, este, deverá ser também uma forma de energia. Essa ideia foi se aprimorando ao longo do tempo por vários outros cientistas até que se chegou na visão sobre o calor na atualidade.

Em uma simples análise, se colocarmos um corpo mais “quente” em contato com um corpo mais “frio”, iremos perceber que depois de certo tempo de interação ambos terão a mesma temperatura, ou seja, existe algum agente físico que relaciona os corpos através de sua temperatura. Ainda, podemos perceber em uma análise mais profunda que o corpo que estava mais frio aumentou a sua energia interna¹, enquanto que o mais quente diminuiu após a interação. Portanto, conceituamos calor como sendo a transferência de energia em razão da diferença de temperatura, quando um corpo mais quente está em contato com um corpo mais frio irá ocorrer uma transferência de energia devido a diferença de temperatura que é denominada calor (TIPLER e MOSCA, 2009, p. 600).

Esta transferência de energia é capaz de variar a temperatura dos corpos, por isso, essa energia é conhecida como energia térmica. Ela sempre flui do corpo mais quente para o corpo mais frio em processos espontâneos² e, uma vez que a energia é passada para o corpo mais frio, ela não é mais energia do tipo térmica e passa a ser a energia interna do sistema. Com isso, podemos concluir que o calor não pode estar contido em um corpo como muitas pessoas pensam, pois trata-se de um fluxo de energia, devido a diferença de temperatura.

Como o calor é uma forma de energia, ele pode ser medido em unidades equivalentes, como o Joule, estabelecida no século XIX. No entanto, desde a antiguidade foi adotada uma unidade independente para se tratar dele, que é a caloria. Trata-se da quantidade de calor

¹ Energia interna é a somatória das energias das partículas de um corpo, trata-se da energia total no referencial do seu centro de massa.

² Processo que ocorre sem nenhuma ação externa no sistema.

necessária para elevar de 14,5 °C para 15,5 °C sob a pressão de 1 atm a quantidade de 1 grama de água. Ainda, para submeter 1 Kg de água a essa mesma variação de temperatura, são necessárias 10^3 calorias, ou também chamada de 1 Kcal (quilocaloria), que é a mesma unidade adotada pelos conceitos de nutrição.

3.5 Capacidade térmica

A capacidade térmica de um sistema está relacionada com as variações de temperatura quando um corpo é aquecido por meio da troca de calor. Ou seja, a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura deste corpo.

Ainda, podemos definir a capacidade térmica C de um corpo como sendo a constante de proporcionalidade entre o calor Q cedido ou recebido por um corpo, e a variação de temperatura ΔT , logo,

$$Q = C \cdot \Delta T = C \cdot (T_f - T_i) \quad (12)$$

Sendo T_f e T_i as temperaturas final e inicial do corpo. Em termos de unidade de medida, a capacidade térmica utiliza unidades de energia por grau ou energia por Kelvin.

3.6 Calor Específico

Ao se analisar a capacidade térmica, podemos cair em um caso onde elementos diferentes apresentam a mesma capacidade térmica ou, ainda, substâncias iguais apresentem capacidades térmicas diferentes. Isso ocorre porque a capacidade térmica é uma grandeza que depende diretamente da massa do corpo.

Se quisermos uma definição que leve em consideração a “capacidade térmica por unidade de massa”, teremos o que se denomina por calor específico. Nesse caso, não se refere ao objeto ou corpo, mas sim, a uma massa unitária relacionada a substância que o objeto é feito, ou seja, o valor é único. Assim, a equação (12) toma a forma

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_f - T_i) \quad (13)$$

A capacidade térmica de uma pedra de mármore, medida experimentalmente, pode apresentar o valor $179 \text{ cal}/^{\circ}\text{C}$ (ou $749 \text{ J}/\text{K}$) ou outro valor qualquer, a depender de sua massa. Contudo, seu calor específico ou de qualquer outro objeto de mármore será $0,21 \text{ cal}/\text{g}^{\circ}\text{C}$.

O QUADRO 3, a seguir, mostra alguns valores de calor específico de algumas substâncias em temperatura ambiente.

QUADRO 3 – Calores específicos para diferentes elementos

Substância	Calor específico		Calor específico molar <i>J/mol.K</i>
	<i>cal/g.K</i>	<i>J/K.g.K</i>	
Sólidos Elementares			
Chumbo	0,0305	128	26,5
Tungstênio	0,0321	134	24,8
Prata	0,0564	236	25,5
Cobre	0,0923	386	24,5
Alumínio	0,215	900	24,4
Outros sólidos			
Latão	0,092	380	
Granito	0,19	790	
Vidro	0,20	840	
Gelo (a -10°C)	0,530	2220	
Líquidos			
Mercúrio	0,033	140	
Etanol	0,58	2430	
Água do Mar	0,93	3900	
Água Doce	1,00	4187	

Fonte: Halliday e Resnick, 2014, p. 432

3.7 Calor Específico Molar

Como o conceito de calor específico relaciona uma certa quantidade unitária de substância para que se possa estabelecer o seu valor, seria justo pensar na fixação dessa quantidade em termos de mol.

$$1 \text{ mol} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ unidades elementares}$$

Portanto, 1 mol de uma substância qualquer, significa $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos desta substância, como por exemplo, 1 mol de dióxido de carbono possui $6,02 \cdot 10^{23}$ fórmulas moleculares de CO_2 (A fórmula molecular é a unidade elementar do composto químico).

Quando a quantidade de matéria utilizada para expressar o calor específico for o mol, denomina-se esta grandeza de calor específico molar. No QUADRO 3, foram apresentados valores de tal grandeza para alguns sólidos elementares.

3.8 Calor de Transformação

Ao se inserir calor em um sistema com uma amostra no estado sólido ou líquido, o resultado gerado nem sempre será a variação na temperatura, pois, a energia empregada pode resultar em uma mudança de estado físico, ou também chamada de mudança de fase. A matéria pode se apresentar em três estados físicos diferentes. No estado sólido as moléculas do material formam uma estrutura rígida, com formato próprio, dispendo de atração mútua entre elas. No estado líquido, as moléculas têm mais energia e mobilidade, não estruturam um formato próprio ou rígido, formando aglomerados transitórios que se adaptam ao formato do recipiente ao qual estão inseridas. No estado gasoso as moléculas possuem energia ainda maior que no estado líquido, só interagem por meio de colisões e ocupam todo o recipiente ao qual estão inseridas.

O calor de transformação é a quantidade de energia, por unidade relacionada de massa, para se mudar totalmente de fase uma determinada amostra, representado pela letra L . Com isso, teremos valores para fusão, solidificação (mesmo valor, porém com sinais opostos), ebulição e condensação (também iguais, mas com sinais opostos). Então, quando uma amostra de massa m realiza uma mudança de fase, a energia total recebida ou cedida pela amostra é

$$Q = m \cdot L \quad (14)$$

A fusão ocorre quando um sólido passa para o estado líquido, ou seja, ele recebe energia a ponto de seus átomos ou moléculas se liberarem da estrutura rígida. Ademais, o processo de solidificação é dado pelo inverso disso. Portanto, a energia transferida

relacionada recebe o nome de calor de fusão, representado pelo símbolo L_F . A exemplo, para a água, temos

$$L_F = 79,5 \text{ cal/g} = 6,01 \text{ KJ/mol} = 333 \text{ KJ/Kg}$$

Outrossim, na vaporização ocorre a passagem de uma amostra do seu estado líquido para o gasoso. Igualmente ao processo de fusão, neste caso também há necessidade de uma certa quantidade de energia, pois os átomos ou moléculas devem se liberar de aglomerados, deixando de interagir entre si. A nomenclatura dada segue o mesmo padrão, sendo chamado de calor de vaporização. Para a água,

$$L_V = 539 \text{ cal/g} = 40,7 \text{ KJ/mol} = 2256 \text{ KJ/KG}$$

O QUADRO 4, a seguir, apresenta os calores de transformação para algumas substâncias conhecidas.

QUADRO 4 – Calores de transformação para diferentes elementos

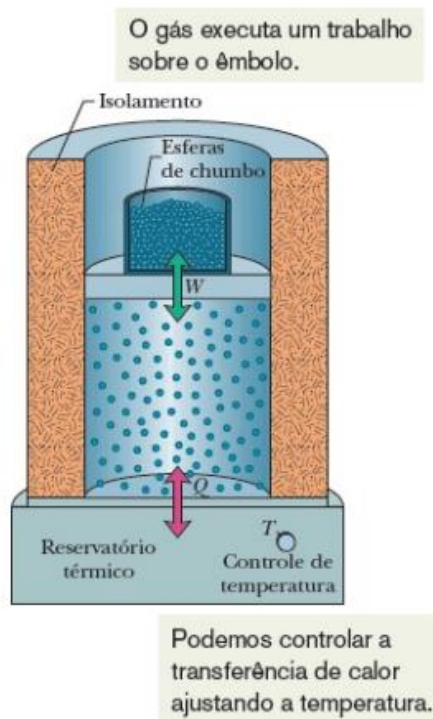
Substância	Fusão		Ebulição	
	Ponto de fusão (K)	Calor de fusão L_F (KJ/Kg)	Ponto de Ebulição (K)	Calor de vaporização L_V (KJ/Kg)
Hidrogênio	14	58	20,3	455
Oxigênio	54,8	13,9	90,2	213
Mercúrio	234	11,4	630	296
Água	273	333	373	2256
Chumbo	601	23,2	2017	858
Prata	1235	105	2323	2336

Fonte: Halliday e Resnick, 2014, p. 434

3.9 Calor e Trabalho

A energia de um sistema pode ser transferida na forma de calor e/ou trabalho, vindo do ambiente para o sistema e vice-versa. Para analisar essa situação, suponhamos um êmbolo preenchido por um gás e com paredes isolantes (Figura 10).

Figura 10 – Gás confinado em êmbolo móvel.



Fonte: Halliday e Resnick, 2014, p. 441

. O sistema está em repouso com esferas sobre a superfície e, ainda, está colocado acima de um reservatório térmico ao qual se pode controlar a temperatura T .

Quando o sistema, ou seja, o gás, parte de um estado inicial com pressão P_i , volume V_i e temperatura T_i , para um estado final com pressão P_f , volume V_f e temperatura T_f chamamos o caminho de processo termodinâmico. Ademais, nesse sistema a energia pode fluir do reservatório para ele, ou vice-versa, bem como o trabalho pode ser realizado pelo gás (positivo) ou sobre o gás (negativo). Por fim, vamos supor que todas as mudanças ocorram lentamente, de modo que haja equilíbrio térmico entre as partes constituintes do sistema.

Se removêssemos algumas poucas esferas do êmbolo da Figura 10, observaríamos o gás exercendo uma pequena força \mathbf{F} e gerando um pequeno deslocamento, infinitesimal, $d\mathbf{s}$. Como o deslocamento é muito pequeno, pode-se considerar a força constante, ou seja, o seu módulo pode ser considerado $P.A$, onde P é a pressão exercida pelo gás e A é a área do êmbolo. Com isso, podemos escrever o trabalho dessa força, para este deslocamento, como sendo

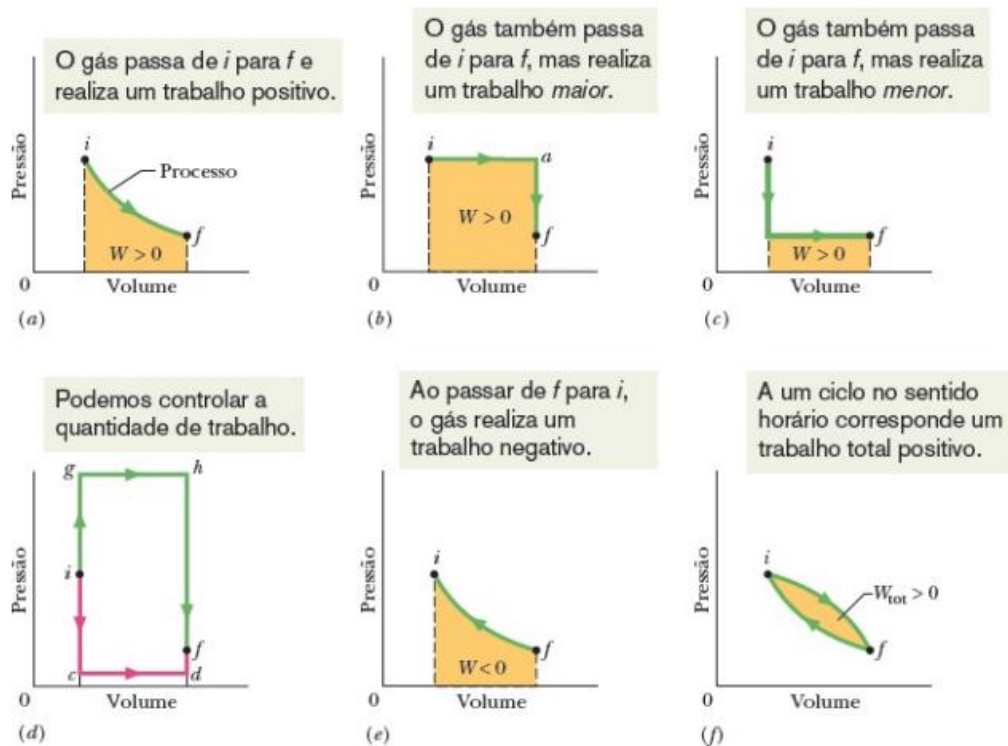
$$dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s} = (PA)(ds) = P(Ad s) = PdV \quad (15)$$

em que dV é a variação infinitesimal do volume do gás, devido ao deslocamento gerado no êmbolo. Se ampliarmos esse movimento para uma intensidade maior, não infinitesimal, ou seja, transitando de um volume V_i para um volume V_f , o trabalho será dado por

$$W = \int dW = \int_{V_i}^{V_f} PdV \quad (16)$$

Para se levar o gás de um estado i para um estado f qualquer, muitos caminhos podem ser percorridos. Uma boa forma de olhar para isso é através de gráficos que relacionem a pressão com a temperatura (diagrama $P - V$), demonstrado na Figura 11 abaixo, sendo a área sombreada correspondente ao trabalho.

Figura 11 – Diagramas $P - V$.



Fonte: Halliday e Resnick, 2014, p. 441

3.10 Primeira Lei da termodinâmica e processos termodinâmicos

Analisando o que ocorre entre o trabalho (W) e o calor (Q) relacionado ao sistema, os experimentos demonstram que a variação $Q - W$ não depende da trajetória entre os estados finais e iniciais, mas sim, apenas destes pontos. Qualquer outra combinação que relacione calor e trabalho como Q apenas, W apenas, $Q + W$ ou $Q - 2W$, dependem necessariamente da trajetória. Com isso, $Q - W$ é uma variação que pressupõe uma propriedade intrínseca do sistema e, a ela, denominamos de energia interna.

$$E_{int} = E_{int_f} - E_{int_i} = Q - W \quad (17)$$

A equação (17) é a expressão matemática da qual denominamos de Primeira Lei da Termodinâmica. Isso significa dizer que a energia interna de um sistema tende a aumentar ao passo que inserimos calor e, em contrapartida, diminuir se energia for removida na forma de trabalho realizado pelo sistema. Destarte, se a variação for apenas de intensidade infinitesimal, podemos escrever a primeira lei como sendo

$$dE_{int} = dQ - dW \quad (18)$$

Para o enunciado da primeira lei da termodinâmica, supomos que o sistema não sofre variações de energia cinética e potencial. Com isso, entende-se que tal lei seja uma extensão da lei de conservação de energia, pois, nesse caso, a equação é aplicável a sistemas não isolados também.

Existem ainda alguns casos especiais aplicáveis a primeira lei da termodinâmica, aos quais chamamos de processos termodinâmicos, que são processos adiabáticos, processos a volume constante, processos cíclicos e expansões livres.

Os processos adiabáticos são aqueles que ocorrem tão rapidamente que se pode considerar que não ocorrem trocas de calor do sistema com o ambiente ou o sistema é tão bem isolado que essas trocas de calor também não são possíveis. Como consequência disso podemos dizer que $Q = 0$ e, para a primeira lei, teremos que

$$\Delta E_{int} = -W \quad (19)$$

Onde entende-se que se o sistema realiza trabalho a energia interna irá diminuir em mesmo valor, no entanto, se o ambiente realizar trabalho sobre o sistema (trabalho negativo) a energia interna irá aumentar em mesmo valor.

Já nos processos a volume constante, teremos que não haverá a realização de trabalho pois os estados finais e iniciais de volume serão iguais e, conseqüentemente, $dV = 0$ o que implica que $W = 0$. Com isso, podemos escrever a primeira lei, na forma

$$\Delta E_{int} = Q \quad (20)$$

Então, se o sistema recebe calor a energia interna aumentará, contudo, se ceder calor, a energia interna irá diminuir.

Os processos cíclicos são aqueles em que após algumas trocas de calor e trabalho o sistema sempre retorna para o seu estado inicial. Ou seja, nenhuma propriedade intrínseca do sistema varia, então $\Delta E_{int} = 0$, o que na primeira lei da termodinâmica implica que

$$Q = W \quad (21)$$

Assim, o trabalho que realizado durante o processo é exatamente igual a quantidade de calor transferida, sem que haja variações na energia interna. Na Figura 11, podemos observar os processos cíclicos nos casos em que o diagrama $P - V$ é fechado.

Por fim, existem casos de nominados de expansões livres, por qual o processo ocorre sem trocas de calor com o meio externo, devido a isolamento, porém, não há realização de trabalho ou troca de calor. Com isso, temos que $Q = W = 0$, então, a partir da primeira lei da termodinâmica, chegamos a

$$\Delta E_{int} = 0 \quad (22)$$

Para se entender melhor a expansão livre, imaginemos duas câmaras completamente isoladas, mas conectadas entre si por uma válvula móvel, fechada, estando um gás preenchendo somente uma das câmaras. Ao se abrir a válvula o gás irá se expandir

preenchendo a outra câmara completamente até ocupar as duas. Não há trocas de calor, pois o sistema é isolado, bem como não há trabalho realizado devido a não existir resistência na outra câmara e, conseqüentemente, não possibilitar pressão. Ademais, este processo se difere dos outros por não poder ocorrer de forma controlada e lentamente, contudo, devido ao processo ocorrer de forma abrupta, não é possível traçar um diagrama $P - V$, pois não haverá equilíbrio térmico no interior e a pressão não será uniforme também.

3.11 Termologia no ensino de física

Embora esta dissertação tenha objetivos mais alinhados às práticas de gamificação no ensino, faz-se necessário apresentar o cenário da termologia dentro do MNPEF, ao passo que se trata da área da física trabalhada na proposta. Portanto, é importante uma análise acerca dos estudos anteriores dentro de tal conteúdo, para que se tenha uma noção mais precisa de como essa parte da física tem sido abordada pela comunidade científica, mais precisamente, o MNPEF. Para tanto, serão analisados os estudos de termologia realizados no programa.

Santos (2016) realizou um estudo, no qual trabalhou a inserção das Pastilhas Termopar, ou Pastilhas Peltier³, no ensino de física para alunos do 1º e 3º ano do ensino médio regular. O processo se deu por meio da proposição de experimentos que os alunos e o professor encontraram na internet e reproduziram, em grupo, buscando maior compreensão do conteúdo, bem como interações sócio culturais na perspectiva da teoria educacional de Vygotsky. O autor concluiu que a aprendizagem dos alunos, mesmo com seu produto, ficou incompleta, ao passo que muitos dos conceitos foram apenas reproduzidos ou decorados pelos alunos

Neto (2015) realizou um estudo acerca dos conceitos de calor e temperatura, na Educação de Jovens e Adultos (EJA), dentro de duas perspectivas: A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e a Teoria de Perfil Conceitual de Mortimer (1996). O produto se baseou em sequencias didáticas com guias práticos de aplicação, aulas práticas e expositivas, bem como a realização de atividades, tanto de fixação quanto de avaliação. Constatou-se que os alunos desenvolveram aprendizagem significativa no processo, se engajaram na atividade bem como se tornaram significativamente mais ativos e questionadores ao fim da sequência.

³ Pastilhas quadradas que utilizam a energia elétrica para gerar calor em uma das faces e, assim, reduzir a temperatura da outra face, podendo ser utilizada para dispositivos de resfriamento.

Ademais, o autor aponta a complementação que as duas teorias tem, se aplicadas juntas, uma vez que ambas tratam fortemente a importância dos conhecimentos prévios dos alunos e o caminho para a aprendizagem a partir dele.

Azevedo (2019) trabalhou duas metodologias ativas aplicadas ao ensino de física, o Peer Instruction e o Just-in-Time. A primeira metodologia consiste na criação de um cenário colaborativo de aprendizagem, onde o processo pedagógico ocorre entre professor-aluno e aluno-aluno, enquanto que a segunda, trata-se da indicação dos conteúdos que serão estudados na aula subsequente, para que o aluno tenha um contato prévio com os conceitos, resolva algumas questões passadas pelo professor e, com isso, torne o processo didático mais objetivo e mais claro para o professor, possibilitando a criação de estratégias e passos que sejam mais eficientes e levem em consideração as dificuldades específicas dos alunos.

Com relação aos resultados da junção destes dois métodos, através de conteúdos de termologia, o autor aponta que houve aprendizagem significativa, ao passo que os alunos obtiveram um ganho de Hake⁴ muito positivo, que perpassa os 70%. Isso indica que os alunos não voltaram a responder de forma incorreta como ocorria nos testes prévios, apontando assim, que a aprendizagem ocorreu.

Chaves (2015) abordou a experimentação no ensino de física, em busca de um material que possibilite um ensino mais eficiente. Para tanto, algumas questões são levantadas no trabalho, como, “a experimentação contribui pedagogicamente para o ensino?”, “os experimentos são realmente aplicados na educação básica?”, “Eles promovem aprendizagens significativas?”, “os professores fazem correções adequadas nas propostas tradicionais dos livros didáticos?”, dentre outras.

A atividade se deu por meio da aplicação de oito experimentos em uma escola particular. Os experimentos eram 4 de livros didáticos e 4 foram propostos pelo autor do trabalho. Constatou-se com a atividade que os professores, em geral, não têm preparo suficiente para a aplicação de experimentos, muitas vezes por problemas normalmente relacionados a formação, contudo, a realização de aulas práticas e com experimentos caracterizou um forte potencializador de ensino na educação básica.

Alves (2019) na busca por um ensino de física mais eficiente, interessante e instigante através da criação de um website estilo plataforma de ensino, contendo materiais didáticos de física. O produto pedagógico da obra propõe uma sequência de aulas investigativas, envolvendo termologia, onde o processo se inicia na sala de aula e segue para o ambiente

⁴ Metodologia de avaliação de aprendizagem.

virtual criado pelo professor. Consta-se através das atividades que os alunos aprenderam de forma mais significativa, e que a plataforma de ensino teve papel preponderante no processo, ajudando os alunos a compreender de forma mais clara aquilo que o professor passou em aula. Ademais, o site ainda serve para auxiliar os alunos em preparação para exames de maior escala, como o Enem e vestibulares tradicionais, o que a torna ainda mais atrativa para os alunos.

Sousa (2020) trata de caminhos para solucionar os problemas com o desinteresse dos alunos acerca do ensino de ciências, mais especificamente o ensino de física através de paródias com músicas populares da atualidade. A proposta se baseia em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa envolvendo os conceitos de calor e temperatura, e as paródias servem para motivar e engajar os alunos no processo. Ademais, elas agem como atividade fixadora de conteúdo, ao passo que o professor pede ao longo do processo para que os alunos criem sua própria parodia envolvendo o tema, logo, os alunos necessitam compreender corretamente os conteúdos para colocá-los em paródia. Os resultados apontam que as paródias envolveram os alunos e os motivaram a engajar-se no processo, caracterizando assim uma ferramenta significativamente interessante para o ensino de física.

Holanda (2019) ao buscar uma proposta que leve em consideração as mudanças do mundo moderno, como a evolução das tecnologias de informação e comunicação, propõe uma atividade com sala de aula invertida através da plataforma Google Sala de Aula. Em tal metodologia, há uma inversão do que é feito na sala de aula e em casa, ou seja, os conteúdos e conceitos passam a ser enviados para casa, enquanto que os exercícios e atividades são realizados em sala. Tal metodologia foi utilizada pelo autor em uma sequência didática de seis aulas envolvendo processos de transmissão de calor. Os resultados foram comparados a métodos tradicionais de ensino aplicados pelo próprio criador do produto, em outra escola semelhante, e a sala de aula invertida alinhada ao Google sala de aula trouxe aos alunos uma significativa melhora com relação a aprendizagem.

Por fim, pode-se perceber que existem muitos trabalhos relacionados a terminologia dentro do site do MNPEF, no entanto, nenhum deles apresenta a gamificação como caminho metodológico para a aplicação de tal conteúdo. Sendo uma área nova e que já demonstra aspectos promissores em pesquisas supracitadas, gamificar os conteúdos de terminologia é algo que pode apresentar diversas potencialidades as práticas de ensino e aprendizagem do conteúdo. Ademais, levando em consideração que não há nenhum trabalho que faça essa relação, fica em evidencia a importância desta busca por um caminho que possibilite a junção entre estes dois conceitos.

Capítulo 4: Contexto e Metodologia

Esta pesquisa é do tipo qualitativa, ressaltando pontos como engajamento, aceitação da proposta, realização e cumprimento das atividades, aprendizagem e, dentro de tal perspectiva, buscamos explorar as contribuições que as atividades gamificadas possibilitam ao ensino de física na educação básica através da elaboração e implementação de um game RPG, dentro de uma sequência didática inspirada em metodologias ativas. Ademais, buscamos alcançar engajamento, seja na elaboração do game, seja na implementação em sala de aula. Dito isso, faz-se necessário que seja apresentada a concepção de sequência didática que utilizamos para a realização de todo o processo.

Quando se fala em projetos pedagógicos, logo vem à mente do professor a forma como ele irá organizar os conteúdos que irá aplicar, a ordem, a metodologia, o tempo em cada etapa, dentre outros. A concretização dos processos propostos em cada atividade é determinada pela organização e forma com a qual os conteúdos são apresentados aos alunos, haja vista que um material didático desorganizado ou com poucas informações acerca de como ocorrerá, dificilmente surtirá em bom efeito, pois o professor enfrentará dificuldades para trabalhá-lo em sala de aula.

Por essas e outras questões, surge na França em meados de 1980 as sequências didáticas que em muitos trabalhos são abreviadas para SD. Segundo Legey e colaboradores:

Uma Sequência Didática, mais conhecida como SD, nada mais é que uma forma de organizar, metodologicamente, de forma sequencial, a execução das atividades. Elas ajudam a melhorar a educação e a interação do professor e aluno, e deste com os demais colegas, em relação aos assuntos propostos pela BNCC e com seu entorno. (Legey et al, 2021, s.p.)

Fazendo uma síntese geral daquilo que entendemos sobre as SD, trata-se de um conjunto de atividades planejadas e modeladas entre si, com objetivo de descrever como cada etapa de uma ou mais aulas dentro de um processo pedagógico será trabalhada. Elas são planejadas pelo professor da forma mais adequada possível levando em consideração as especificidades do ambiente, bem como os materiais disponíveis.

Para o desenvolvimento da atividade, foram necessários alguns materiais tanto para os alunos quanto para o professor que desenvolveu todo o processo, listados a seguir.

4.1 Materiais

4.1.1 Para o aluno

- Dispositivo com acesso à internet habilitado para assistir as aulas (celular, tablet, computador ou semelhante).
- Computador com internet para as simulações e criação dos avatares.
- Papel, lápis, borracha e caneta.
- App de mensagens pra a comunicação entre o grupo, para o caso de atividades colaborativas (optamos pelo *Whatsapp*).

4.1.2 Para o professor

- Computador com acesso à internet.
- Câmera acoplada ao computador (ou a câmera de notebook).
- Som de fundo para o momento em que o professor for falar, e também para o momento de realização das atividades.
- Planilha com os nomes dos alunos e de seus avatares para a contabilização dos pontos e feedback.
- Roteiro com as atividades a serem realizadas e regras.

O produto dessa dissertação foi implementado em uma escola da rede particular de ensino, para uma turma de 2º ano do Ensino médio com um total de 11 alunos. A escola está localizada em uma cidade do interior da Bahia, e possui atendimento tanto ao ensino médio quanto ao fundamental. O processo ocorreu no primeiro semestre de 2021, alinhado ao planejamento curricular da escola para o momento em que seriam trabalhados os conceitos de terminologia que balizaram essa proposta.

A atividade foi desenvolvida de maneira remota através do aplicativo *Zoom Meetings*, por conta da pandemia COVID-19 que se alastrava pelo mundo. Nela, o distanciamento social foi de extrema importância para conter a propagação do vírus, algo que destinou as escolas ao ambiente remoto de ensino. O aplicativo serve para vídeo chamadas *online*, contendo um chat, a possibilidade de escrever e desenhar sobre a tela, bem como a presença de mensagens que podem ser enviadas diretamente e de forma privada entre participantes.

Todas as aulas foram realizadas às sextas-feiras de 7:10h às 8:40h, no turno matutino. Os alunos estiveram presentes em todos os dias de atividade, com exceção de três alunos que

faltaram cada um uma vez, em dias diferentes dos 5 utilizados para esta atividade. Utilizamos 10 horas aulas, com horário reduzido a 40 minutos por aula, devido ao fato da utilização do aplicativo *Zoom Meetings* que, em sua versão gratuita, limita as reuniões a esta duração. Por fim, o quadro 5 apresenta a distribuição das aulas dentro da proposta bem como um resumo do que foi realizado.

QUADRO 5 - Esquema de distribuição das aulas e conteúdo.

Dia 1	Aula 1	Aula de apresentação do jogo, regras e observações	Nesta aula foi discutido com os alunos os conceitos, regras e objetivos da proposta, bem como a validade dela em termos de nota dentro do currículo escolar da instituição.
	Aula 2		
Dia 2	Aula 3	Missão 1	O jogo foi iniciado em termos de missões. Foi desenvolvida uma simulação no “PhET” objetivando trabalhar os conceitos de temperatura e calor.
	Aula 4	Missão 2	
Dia 3	Aula 5	Missão 3 de recuperação.	Primeiramente foi trabalhada a missão de recuperação e, logo após, o esquema de <i>feedback</i> atual foi apresentado aos alunos. Posteriormente foi realizada a missão 4 que trata da lei zero da termodinâmica.
	Aula 6	Missão 4	
Dia 4	Aula 7	Missão 5	Primeiramente foi realizada a missão 5 que aborda os estados físicos da matéria, bem como transições de fase. Após, foi desenvolvida a missão de recuperação 2, com a apresentação do esquema de <i>feedback</i> atual no fim da aula.
	Aula 8	Missão 6 de recuperação	
Dia 5	Aula 9	Missão 7	Foram realizadas as missões 7 e 8 que abordam o conceito de escalas termométricas. Por fim, ocorreu a apresentação do esquema de <i>feedback</i> junto ao fim do game. Ainda, foi enviado o questionário de sondagem aos alunos para que eles respondessem até o dia seguinte, bem como foi marcada a data para a realização do questionário avaliativo que ocorreu na semana seguinte.
	Aula 10	Missão 8	

Fonte: Autor (2022)

Todas as atividades propostas foram desenvolvidas dentro do aplicativo, e quando era necessário um cenário colaborativo os alunos interagiram por meio do aplicativo de mensagens *whatsapp*, tornando, assim, a atividade mais interativa e buscando minimizar os impactos da proposta remota se comparada a uma metodologia aplicada em cenário presencial. Ademais, tal interação se deu por meio da criação de grupos compostos por todos os participantes que escolheram os mesmos personagens, sendo utilizado nos momentos em que as missões envolviam o que denominamos de “exército”.

A sequência se insere dentro de um jogo RPG que foi elaborado a partir de uma mescla entre a modalidade *online* e *offline*. No início do Game cada aluno escolheu um avatar previamente elaborado pelo professor para representá-lo dentro de uma história, obtendo pontuações para as atividades realizadas, punições caso não siga as regras e terão habilidades específicas que serão apresentadas no roteiro do jogo. Cada avatar tem uma dessas habilidades, logo, o aluno poderá utilizá-la no momento em que desejar ou achar conveniente. Dito isso, o quadro 6 apresenta os personagens, estes que serão mais detalhados no roteiro do jogo.

QUADRO 6 - Personagens e habilidades.

Wanda	Agatha	Bruce	Ben
Sua habilidade é enfeitiçar o mestre e arrancar uma resposta durante o jogo.	Sua habilidade é conseguir arrancar do mestre, duas vezes no jogo, uma dica para a resolução de um dos desafios.	Sua habilidade é buscar com outro participante a resposta de um dos desafios. Isso pode ser feito três vezes.	Sua habilidade é poder responder mais uma vez um desafio que errou. Isso pode ser feito duas vezes.

Fonte: Autor (2021)

A distribuição dos personagens para os alunos contou com 3 pessoas escolhendo a Wanda, 6 pessoas escolhendo o Bruce, 2 escolhendo a Agatha e nenhum participante escolheu o Ben. Segundo eles, o Ben não os ajudaria, uma vez que se não soubessem a resposta, não seria viável responder mais de uma vez. Ainda, no momento de escolha dos personagens cada aluno recebeu um número de 1 a 11 (pois haviam 11 alunos no total) que o identificava para que, no momento de apresentação do *feedback*, não fosse gerado constrangimentos ao apresentar os nomes originais dos alunos.

Antes de cada atividade proposta ou experimento, o professor se posicionou como moderador do jogo (mestre) e designou o que os alunos deveriam fazer. Parte do conteúdo da física, considerações sobre atividades anteriores e conclusões foram apresentados pelo professor neste momento de fala, bem como o feedback da pontuação, que foi mostrado periodicamente. Trata-se de um tutorial para as atividades, segundo o qual o professor aborda partes do conteúdo da disciplina que não apareceram ou foram percebidos pelos alunos no momento da missão, considerações importantes sobre a percepção, compreensão e análises do material, bem como para a organização do jogo (considerações, avaliações, conclusões e divisão das equipes pra atividades colaborativas).

As primeiras missões designadas aos alunos, mais precisamente a primeira e segunda que compuseram a segunda aula, geraram perguntas sobre a forma como se deveria responder e/ou mecanismos relacionados as regras e logística da atividade, ao passo que estavam lidando com algo novo. A partir da terceira missão, passaram a seguir as regras e passos como deveria ocorrer normalmente no jogo. Ademais, os poderes que cada personagem possui foram utilizados gradativamente ao longo do jogo, junto as dúvidas iam surgindo, tornando viável a utilização da habilidade específica do personagem de modo a auxiliar o aluno dentro do game.

O esquema de *feedback* foi apresentado após as missões de recuperação e, por fim, após a realização da última missão do jogo. Nos momentos de apresentação desta pontuação, os alunos sempre debatiam acerca do tema, mais especificamente sobre as posições de cada um.

Para a obtenção dos dados necessários à pesquisa, de modo a possibilitar a realização de todas as análises em seu caráter qualitativo, após a implementação da atividade, foram aplicados dois questionários aos alunos. O primeiro, como segue abaixo, está relacionado ao engajamento da proposta e a percepção que os alunos tiveram com relação ao processo, bem como a sua aprendizagem de modo geral. Tal questionário foi enviado via *Google Forms*, na última aula do jogo após o término das missões, e todas as perguntas eram do tipo escala, indo de um a cinco, funcionando em ordem crescente de intensidade.

- **Questionário 1: Sondagem**

A seguir, apresentamos o quadro com a distribuição das questões referentes a sondagem para análises de questões relacionadas ao engajamento da proposta.

QUADRO 7 - Questionário de sondagem.

1.	Qual a sua nota para a atividade realizada em linhas gerais?
2.	Este método facilitou a sua aprendizagem se comparado aos métodos tradicionais comumente usados na escola?
3.	Você gostaria de novas atividades do tipo fossem realizadas ao decorrer do ano letivo?
4.	Qual nível de aprendizagem você considera ter adquirido acerca dos conteúdos apresentados dentro da atividade?
5.	Você gostaria que outros professores também utilizassem a metodologia de game em suas aulas?

Fonte: Autor (2021)

O segundo, como segue, tem caráter avaliativo e contém 4 questões envolvendo os conteúdos de terminologia abordados na sequência. Este questionário foi respondido pelos alunos uma semana depois do encerramento da sequência, sendo a data combinada com eles

no dia da última aula após a apresentação do esquema de *feedback* e considerações finais. Tal avaliação foi aplicada dentro da plataforma de ensino *Positivo On*⁵, com data e horário pré estabelecidos pelo professor, devendo ser respondida pelo aluno através de um computador ou celular com acesso à internet. As questões e alternativas apareciam embaralhadas para cada um se comparado aos demais, objetivando evitar a troca de informações entre eles durante o processo.

Vale ressaltar que este segundo questionário além de compor a nossa sequência didática, serviu de parâmetro avaliativo na perspectiva da instituição, ou seja, valia nota. Optamos por esse caminho buscando maior interesse dos alunos acerca das questões e, deste modo, dispor de um resultado que fosse mais concreto com relação a aprendizagem dos alunos relacionada do conteúdo.

- **Questionário 2: Avaliativo**

Segue o quadro em que apresentamos o questionário avaliativo utilizado na sequência.

QUADRO 8 - Questionário Avaliativo.

1.	(ITPAC – TO) constrói-se um termômetro colocando mercúrio em um material transparente e graduado que possui um coeficiente de dilatação cúbica igual ao do mercúrio É CORRETO afirmar que a) Esse termômetro não servirá para medir a temperatura. b) A medição da temperatura com esse termômetro será mais lenta. c) A medição de temperatura com esse termômetro será mais rápida. d) A medição de temperatura com esse termômetro será mais precisa. e) A medição de temperatura com esse termômetro será menos precisa.
2.	(ACAFE – SC) A variação da temperatura corporal pode ser considerada um mecanismo de aviso de que algo no corpo está com problemas. A temperatura de 36,8 °C pode ser considerada normal para o corpo humano e após 38 °C é considerado febre. De acordo com a física, a alternativa correta sobre temperatura é: a) A temperatura é uma grandeza física vetorial. b) A escala de temperatura chamada Kelvin não apresenta valores negativos. c) O zero absoluto aparece apenas na escala Celsius. d) Quanto maior a agitação das moléculas de um corpo menor será sua temperatura.
3.	Durante uma corrida de Fórmula Indy ou de Fórmula 1, os pilotos ficam sujeitos a um microambiente quente no cockpit que chega a atingir 50 °C, gerado por diversas fontes de calor (do Sol, do motor, do terreno, do metabolismo cerebral, da atividade muscular etc.). Essa temperatura está muito acima da temperatura corporal média tolerável, por isso, eles devem se manter sempre com bom condicionamento físico.

⁵ Plataforma educacional utilizada por algumas escolas brasileiras, nela estão inseridos suportes de material didático, aulas, questões e sistemas de avaliação.

	<p>As corridas de Fórmula Indy são mais tradicionais nos EUA, onde se adota a leitura da temperatura na escala Fahrenheit.</p> <p>Baseado nas informações apresentadas no texto, é correto afirmar que a temperatura do cockpit que um carro de Fórmula Indy chega a atingir durante a corrida, em grau Fahrenheit, é</p> <p>Dados: Temperatura de fusão do gelo = 32 °F e Temperatura de ebulição da água = 212 °F</p> <p>a) 32. b) 50. c) 82. d) 122. e) 212.</p>
4.	<p>(Barreto Questões) Existe uma temperatura em que a escala Celsius e Fahrenheit coincidem, ou seja, se colocarmos dois termômetros graduados cada um em uma dessas escalas, eles marcarão a mesma temperatura. Quanto ela vale?</p> <p>a) 40 b) - 40 c) 30 d) - 30 e) 50</p>

Fonte: Autor (2021)

Por fim, o jogo gerou uma tabela de pontuação referente ao desempenho dos alunos dentro das missões. Esta tabela que será posteriormente apresentada, o questionário de sondagem junto ao avaliativo, compõem a base de dados qualitativos desta pesquisa.

Os questionários, bem como o resultado do jogo foram analisados de modo a se avaliar o engajamento da proposta, bem como o nível de rendimento obtido pelos alunos em todo o processo. Com isso, pudemos pautar as potencialidades do material e como ele foi aceito pelos alunos.

Capítulo 5: Resultados e discussão

Este capítulo trata dos resultados da pesquisa e está dividido em duas partes. A primeira destaca o jogo elaborado a partir dos pressupostos teóricos presentes nesta dissertação, bem como a cultura digital da atualidade, notoriamente relacionada ao cotidiano dos alunos, contendo o esquema de regras, personagens e pontuação. Na segunda, apresentamos os resultados, discussões e análises acerca a implementação do material em sala de aula.





5.1 RPG Mundo da Termologia

Dentro do cenário dos jogos RPG existem dois livros em que se apresentam as regras do jogo, estes que são o livro do mestre e o livro do jogador, contendo regras em forma de roteiro. Como o game foi elaborado em uma perspectiva que engloba tanto características do *online* quanto do *offline*, não foi necessária a utilização/criação de livros de regras, ao passo que os personagens e a história foram pré estabelecidos no jogo.

Cada aluno escolhe um personagem pelo qual irá responder e desenvolver a história junto ao mestre ou narrador, este que será o professor. Cada personagem tem uma habilidade especial diferente dos outros, sendo a utilização dela a critério do jogador/aluno no momento em que achar conveniente. Logo após a escolha do personagem, o professor dá um número para o aluno que o representará nos *feedbacks* que serão mostrados ao longo do jogo, este número vai de um até o número total de participantes, mas não é indicado que se siga a ordem da caderneta para a distribuição, pois isso facilitaria a percepção dos alunos quanto ao critério adotado e a proposta perderia o sentido, portanto, o professor deve abordar um método diferente de distribuição.

O quadro a seguir apresenta os personagens que compõem o jogo. A imagem de cada um foi elaborada por meio do software gratuito *Charat*, disponível *online* (<https://charat.me/en/origin/>). Cada missão deve ser realizada pelo aluno e a pontuação ocorre tanto quando o aluno realiza toda a missão de forma satisfatória, quanto na realização parcial dessa. Cada atividade é previamente explicada pelo mestre de forma bem detalhada e clara para os participantes, bem como a forma de pontuação que será utilizada. Durante o processo, são realizadas 6 missões por todos os participantes e duas missões de recuperação para aqueles não foram bem em alguma anterior. Entretanto, essas missões podem ser realizadas por todos e a pontuação guardada, no caso de quem não precisar no momento.

QUADRO 9 - Personagens, descrição e habilidades

Wanda	Agatha	Bruce	Ben
			
Uma feiticeira muito poderosa, capaz de viajar entre mundos espalhando magia.	Uma cientista super inteligente, ela surpreende a cada decisão.	Um viajante do espaço que adora novas aventuras e desafios.	Um guerreiro intergaláctico também conhecido como caçador de tesouros.
Sua habilidade é enfeitiçar o mestre e arrancar uma resposta durante o jogo.	Sua habilidade é conseguir arrancar do mestre, duas vezes no jogo, uma dica para a resolução de um dos desafios.	Sua habilidade é buscar com outro participante a resposta de um dos desafios. Isso pode ser feito três vezes.	Sua habilidade é poder responder mais uma vez um desafio que errou. Isso pode ser feito duas vezes.

Fonte: Autor (2021)

Após a realização de cada missão, o mestre deve apresentar aos participantes um sistema de *feedback* mostrando a pontuação geral de cada um. Deve ser montada uma tabela com os códigos dados aos alunos em ordem crescente ao lado da pontuação correspondente, como segue no exemplo abaixo

TABELA 1 - Exemplo de esquema de Feedback

Código	Pontuação
1	xxx
2	xxx
3	xxx

Fonte: Autor (2021)

A tabela deve ser encaminhada aos alunos durante os momentos do jogo em que for solicitada dentro das missões, com a pontuação atual que cada participante possui, bem como as alterações referentes a missões de recuperação.

Ao final do jogo, não há um campeão em específico como na maioria dos jogos, mas sim, uma história criada junto aos participantes em que alguns alcançaram completamente os objetivos e outros parcialmente. O sistema de pontuação leva em consideração o êxito

total ou parcial obtido durante a realização das atividades, e a pontuação máxima não delimita um campeão, tendo em vista que todos podem estar obtendo tal pontuação, em conjunto.

A seguir apresentamos as missões que compõem o *game*, bem como as pontuações delimitadas para cada uma e as regras específicas de cada caso, lembrando que é necessário inicialmente apresentar o game, personagens e regras.

5.1.1 As missões e atividades

Missão 1: Simulação sobre temperatura

Nesta missão o professor (mestre) dá início ao jogo apresentando aos alunos o mundo RPG. Para tanto, o texto abaixo deve ser utilizado (pequenas alterações podem ser realizadas):

“Sejam muito bem vindos ao nosso novo mundo, onde você aprende enquanto se diverte em uma longa jornada. Não será fácil, porém, com um pouco de esforço e dedicação todos podem chegar até o fim sendo vitoriosos. Vamos então conhecer o nosso primeiro universo e, para isso, teremos de nos encolher a nível molecular e analisar uma determinada situação, logo após, os desafios serão passados a vocês”

Logo após, o professor realiza para os alunos a simulação referente a calor e temperatura disponível na plataforma PhET, onde o mestre irá colocar moléculas em uma estrutura e, logo após, irá aquecer e resfriar para que os alunos possam observar o que ocorre no processo. (https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/ideal-gas/latest/ideal-gas.html?simulation=reversible-reactions&locale=pt_BR)

A partir da simulação realizada, utiliza-se um dado numerado de 1 a 6. O número sorteado corresponde a uma pergunta que deve ser respondida pelos participantes. Portanto, o dado deve ser arremessado 4 vezes, sendo cada uma correspondente a um personagem, e todos os alunos, que escolheram o mesmo personagem, formam um grupo que deve responder a pergunta sorteada, individualmente.

Link do dado virtual: <https://www.dado-virtual.com/>

- **Questões da missão:**

- P1:** Como o termômetro se relaciona com as moléculas?
- P2:** Como a velocidade das moléculas se relaciona com o termômetro?
- P3:** Se as moléculas diminuïrem de velocidade, o que acontece com o termômetro?
- P4:** Se as moléculas aumentarem a velocidade o que ocorre com o termômetro?
- P5:** Porque o fogo e o gelo mexem n termômetro e nas moléculas?
- P6:** só o fogo e gelo podem mexer no termômetro?

As pontuações disponíveis para a missão estão divididas em 3 conceitos, como segue na tabela abaixo, sendo do professor\mestre a responsabilidade de avaliar a pontuação que será atribuída a cada participante, de acordo com o desenvolvimento do mesmo na missão.

TABELA 2 - conceitos e pontuações.

Satisfatório	100 pontos
Bom	150 pontos
Muito Bom	200 pontos

Fonte: Autor (2021)

Para cada resposta é previsto o tempo de 7 a 10 minutos para que o aluno formule sua resposta em formato de mensagem direta ao professor pelo zoom.

Missão 2: Concepções de calor

Muitas pessoas confundem calor com altas temperaturas, como por exemplo, quando saímos em um dia ensolarado usamos o termo “que calor”. No entanto, o calor ocorre, no experimento e no mundo real, tanto através do fogo quanto através do gelo. O calor é uma forma de energia que, necessita de ao menos dois corpos, em temperaturas diferentes, para ocorrer. sendo assim:

- P1:** o calor pode estar contido em um corpo?
- P2:** Quando dois corpos de temperaturas diferentes são colocados em interação, qual é o resultado? O calor ocorre? se sim, até que ponto?
- P3:** Podemos dizer que a temperatura passa de um corpo para o outro?

Cada aluno deve resolver as três perguntas e mandar para o mestre por meio de mensagem direta no aplicativo zoom.

A atividade deve ser realizada em um intervalo de tempo de 7 a 10 minutos sendo a pontuação atualizada na mesma lógica da tabela 1 apresentada anteriormente.

Missão 3: Missão para a recuperação

O aluno deve resolver o seguinte problema (Inspirado na questão 72 do Enem 2016, primeiro dia, segunda aplicação, caderno azul):

Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

- a) Roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- b) Roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- c) Roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- d) Calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- e) Calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

Essa missão, se respondida corretamente em até dez minutos e enviada ao professor como mensagem direta, dá ao aluno o direito de nota máxima em uma outra missão anterior ou futura na qual ele foi/for mal. Porém o aluno deve dar a alternativa correta seguido de um pequeno parágrafo que justifique a escolha pela opção. Logo após, é o momento em que o mestre apresenta o *feedback* parcial das pontuações obtidas pelos alunos nas duas primeiras missões, já com correção na menor nota, caso tenha utilizado a missão de recuperação.

Obs: é necessária uma prévia explicação acerca da escolha da alternativa correta.

Missão 4: Lei Zero da Termodinâmica.

Cada participante deve, neste momento, buscar nos mais variados meios de comunicação (livros, internet, vídeos e etc), a definição da lei zero da termodinâmica. Ainda, deverá explicá-la, com as suas palavras, em apenas três linhas de seu caderno. Com relação as três linhas do caderno, sabe-se que podem elas podem formas mais de três linhas no chat, nesse caso, se necessário, será solicitada a foto do texto manuscrito em três linhas. A pontuação deve seguir a lógica da tabela 1 para a atualização do somatório de pontos.

A missão deve dispor de 5 minutos de pesquisa e 3 minutos para a transcrição da lei no caderno e chat.

Missão 5: Termometria (estados físicos e transições de fase)

Derreter gelo, congelar água, água virando fumaça... Tudo isso são processos que podemos observar no nosso dia a dia e, também, em laboratório. Nesta missão, os alunos devem trabalhar em 4 exércitos, formados pelos mesmos personagens escolhidos, e nela a equipe deve fazer um esboço dos três estados físicos da matéria, bem como das transições de fases. Cada equipe terá de designar um membro que irá explicar este esboço e apresentar para o mestre. É importante ressaltar que o desenvolvimento do apresentador valerá por toda a equipe.

A pesquisa tem cinco minutos de duração, enquanto que o período de apresentação apenas dois minutos para cada participante escolhido pelo respectivo exército. A pontuação segue a lógica da tabela 1. Nesta missão não é permitido usar nenhuma habilidade de personagem!

Missão 6: Missão de recuperação 2.

Um viajante do espaço sobrevoa por diferentes galáxias e planetas ao longo de sua vida, dentro das habilidades de sua espaçonave existe uma que o torna capaz de ficar reduzido a nível molecular e, deste modo, ele pode conhecer muito sobre o universo. Em uma dessas viagens moleculares (em um corpo sólido), ele percebe que ao receber certo tipo de energia as moléculas do espaço por onde viaja ficam mais aceleradas. Ainda, percebe que quanto mais energia recebida, mais as moléculas se aceleram, podendo até mudar o formato do corpo onde está inserido. Com relação a situação supracitada, qual é o tipo de energia

dada e quais os fenômenos são observados através das consequências geradas?

- a) Calor, diminuição da temperatura e mudança de estado físico.
- b) Calor, aumento da temperatura e mudança de estado físico.
- c) Calor, aumento da temperatura e passagem ao estado de plasma.
- d) Temperatura transmitida, calor aumentando e passagem ao estado de plasma.
- e) Temperatura transmitida, calor e mudança de estado físico.

Junto da resposta da missão, deve ser entregue um pequeno parágrafo escrito e enviado por mensagem direta no zoom, justificando a escolha da alternativa de maneira detalhada. A resposta é individual. O tempo para a resolução e criação do parágrafo é de 10 minutos. Após a realização desta atividade, um novo feedback da pontuação deve ser divulgado pelo mestre.

Missão 7: Termometria e escalas termométricas.

Para a realização desta missão, o mestre apresenta um breve tutorial sobre as escalas termométricas, desenvolve a equação de conversão entre elas e resolve um exemplo de conversão. O conteúdo compreende os seguintes slides:

Figura 12 - Slide para a aula de termologia



Fonte: Autor (2021)

Figura 13 - Slide para a aula de termologia

ESCALAS TERMOMÉTRICAS

$$\frac{C}{10} = \frac{K - 273}{10} = \frac{F - 32}{18}$$
$$\frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

Fonte: Autor (2021)

Figura 14 - Slide para a aula de termologia

ESCALAS TERMOMÉTRICAS

❖ Ex: faça a conversão de 30° C para °F

$$\frac{C}{10} = \frac{F - 32}{18}$$
$$\frac{30}{10} = \frac{F - 32}{18} \rightarrow 54 = F - 32 \rightarrow F = 54 + 32$$
$$F = 86^\circ$$

Fonte: Autor (2021)

Feito isso, a missão deve ser lançada com o seguinte enunciado:

Um viajante do espaço estuda as variações na temperatura de um corpo através de um termômetro graduado em uma determinada escala X. Sendo os dois pontos fixos desta escala 25°X e 150°X, encontre a relação de conversão entre a escala X e a escala Celsius e faça a conversão de 50°X para Celsius.

A pontuação da questão segue o mesmo parâmetro delimitado pela tabela 1, sendo delimitada para um tempo de 7 minutos após o tutorial do mestre. Cada aluno deve responder em um papel com os cálculos explicativos e enviá-los como foto para o professor.

Missão 8: Escalas termométricas.

A missão é enunciada da seguinte forma:

Na missão anterior é possível perceber que a única escala que não utiliza o termo graus é a escala Kelvin. Ela é também conhecida como escala absoluta! Sua primeira função nessa missão é descrever em três linhas o porquê de tal escala receber esta nomenclatura.

Na parte dois desta missão deve ser orientado aos alunos a utilização das relações de conversão entre escalas termométricas para encontrar um ponto de temperatura em que os termômetros de escala Celsius e Fahrenheit coincidem.

A missão segue o esquema de pontuação previsto na tabela 1, e tem duração de 7 minutos. O aluno deve encaminhar as respostas escritas em um papel ao professor dentro do prazo estabelecido, através de mensagem via Whatsapp. Por fim, o último esquema de feedback é lançado contendo a pontuação final obtida pelos participantes em todo o *game*.

O jogo RPG “Mundo da Termologia” caracteriza um diferencial com relação aos demais apresentados nas pesquisas da área, ao passo que mescla traços do gênero *online* com o *offline*, como se apresenta nas simulações, ilustrações dos personagens pré estabelecida e dinamicidade no tutorial da missão 8. Este fator corrobora pra uma maior ludicidade ao processo, uma vez que a dinâmica não ficará presa ao campo da imaginação somente, evocando elementos comuns de games do tipo console, mais comuns e mais consumidos ao redor do mundo. Logo, tal fator corrobora para um aumento no engajamento da proposta, ao passo que se encaixa de forma mais próxima ao universo dos estudantes.

5.2 Resultados e discussões da aplicação da sequência com o RPG

Inicialmente, ressaltamos os pontos importantes que ocorreram durante a realização do jogo em sala de aula, pois algumas situações trazem pontos relevantes a serem apresentados nesta dissertação, corroborando com o cumprimento dos objetivos propostos junto ao trabalho.

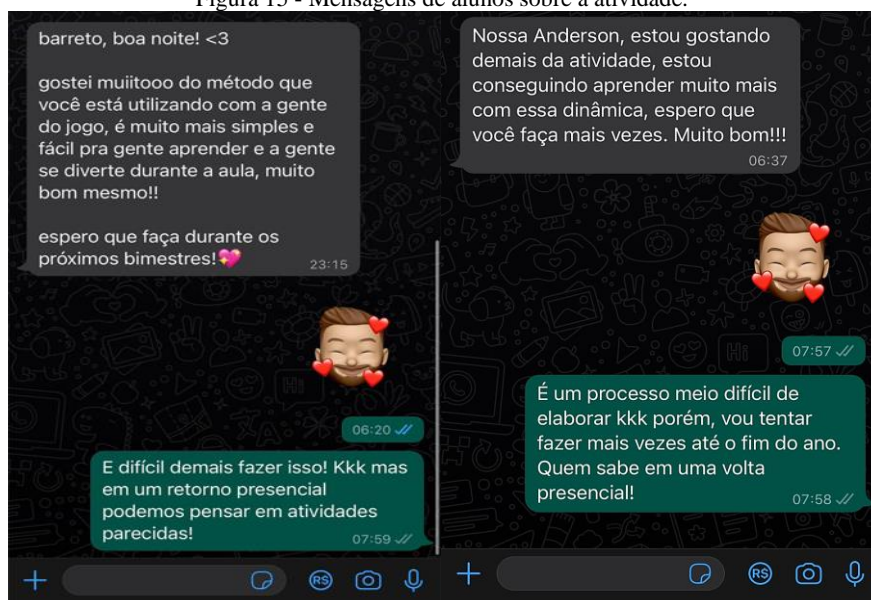
Com relação aos poderes dos personagens, os momentos em que os alunos utilizavam o poder do Bruce geraram grande descontração e divertimento, pois, algumas vezes o participante buscou a resposta da missão com outros jogadores, porém, este não soube responder e o poder acabava sendo desperdiçado. Embora seja uma habilidade que poderia ser utilizada até 3 vezes durante o game, os alunos perceberam seu risco apenas depois do início, ou seja, quando precisaram usá-la.

Um fato que chamou atenção é que não somente os alunos que precisavam de pontuação se esforçaram para realizar as missões de recuperação, mas sim todos os integrantes do jogo. A forma como a atividade foi se desenvolvendo fez com que até aqueles alunos que estavam com ótimas pontuações participassem ativamente das missões designadas para recuperação de pontuação. Isto porque a pontuação obtida neste tipo de missão também poderia ser guardada para ser utilizada posteriormente se necessário e, guardar uma possibilidade para o futuro do game seria uma jogada competitiva.

Ademais, os alunos se mostraram muito motivados com relação a atividade no momento em que ela estava sendo trabalhada, com isso, mandavam mensagens para o professor em muitos horários fora de aula para perguntar sobre assuntos do *game* e, alguns, passaram a jogar outros tipos de RPG *offline* depois de conhecerem a modalidade na atividade proposta. Com isso, entende-se que o engajamento com relação a proposta, mais especificamente ao gênero de *game* abordado, teve determinada relevância, ao passo que os alunos não só se fizeram interessados e motivados durante o processo, como buscaram saber mais sobre o RPG posteriormente.

A seguir, apresentamos algumas dessas mensagens enviadas ao professor com relação a realização do *game*.

Figura 15 - Mensagens de alunos sobre a atividade.



Fonte: WhatsApp Messenger, Autor (2021)

Essas mensagens dão uma ideia de como a atividade foi bem aceita pelos alunos, sobretudo se fizermos uma comparação, em termos de aceitação ou engajamento, com o método tradicional utilizado comumente na instituição que, em muito pouco, gerava atitudes

como as demonstradas nas imagens. As mensagens apontam a aceitação dos alunos em participar do game e, ainda, pode-se notar que os próprios estudantes conseguiram perceber que havia aprendizagem dentro do game.

Tal atitude realizada pelos alunos corrobora com a concepção de engajamento proposta por Silveira e Justi (2018), mais especificamente no que se refere aos aspectos emocionais e cognitivos, ao passo que os alunos apresentam reações afetivas positivas nas mensagens, bem como uma significativa valorização do aprendizado que eles desenvolveram na atividade através de sua própria percepção.

A atividade despertou bastante competitividade entre os alunos, ainda que o conteúdo principal abordado se tratasse de ciência, mais especificamente física. Normalmente os jogos do gênero abordam temas relacionados a fantasia, aventura e magia, com pouca ou nenhuma ciência verdadeira envolvida, na verdade, até é comum alguns termos da ciência aparecerem nos games, porém, sem nenhum critério ou responsabilidade com a veracidade científica dos fatos. A ciência envolvida no jogo, comumente julgada como desinteressante ou desmotivadora pelos alunos, fez com que eles se sentissem motivados a participar do processo e, mais precisamente, de forma competitiva.

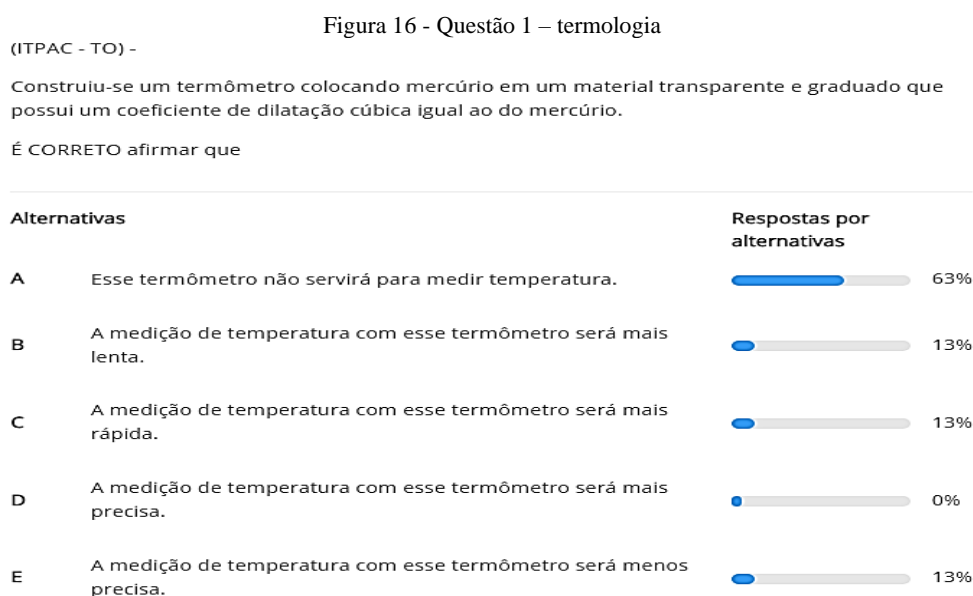
Ademais, a forma como atividade foi desenvolvida e seus desdobramentos revelam que o engajamento foi contemplado em todos os fatores que foram apresentados na concepção abordada nessa pesquisa. O aspecto comportamental foi contemplado, ao passo que os alunos realizaram todas as atividades, seguindo as regras e não praticando comportamentos fora do esperado, ainda, o interesse dos alunos relacionado ao jogo, bem como a boa relação de competitividade desenvolvida por eles contempla o aspecto emocional de engajamento. Os aspectos cognitivo e de ação foram contemplados de modo a se comprovar pelas mensagens enviadas ao professor (Figura 15) por onde os alunos valorizam a aprendizagem adquirida, tomam iniciativa e desenvolvem diálogos abertos com o professor até mesmo fora da atividade.

Por meio das respostas do questionário, notamos que o engajamento da atividade, bem como a percepção dos alunos acerca da mesma foi satisfatória. As escalas foram preenchidas todas com pontuação máxima pelos alunos (nota 5), estes que se motivaram e aceitaram bem o processo como descrito nas imagens das mensagens mostradas anteriormente. Apenas na questão de número quatro, um aluno votou com intensidade quatro na escala, mas a pergunta estava relacionada ao quanto ele considera ter aprendido. Acreditamos que este fato não influenciou nas concepções de engajamento e aceitação.

Tendo em vista que a única nota que não foi máxima foi 4 de um total de 5, o que ainda demonstraria um total de 80% de satisfação.

Retomando a questão número 4 do questionário de sondagem, na qual a maioria dos alunos atribuiu nota máxima o seu nível de aprendizagem relacionado ao conteúdo trabalhado no game, podemos verificar este fator através do questionário avaliativo que foi realizado posteriormente em sala (*online*). O questionário avaliativo foi aplicado por meio da plataforma educacional *Positivo On*, acessada de forma remota e *online* com os dias e horários das atividades estabelecidos anteriormente pelo professor. Apresentamos, a seguir, as questões que compuseram o questionário na perspectiva da plataforma utilizada, com painel de acertos e erros por alternativa, junto as respectivas análises dos resultados.

A questão da Figura 16, abaixo, bem como as subsequentes, contendo a escala de desempenho, é disponibilizada pela plataforma, para controle do professor e instituição.



Fonte: Positivo On (2021)

Vale ressaltar que as provas são enviadas em 4 modelos diferentes que contam com a ordem das questões e alternativas diferentes em cada uma, de modo a evitar a troca de informações entre os alunos. Pode-se notar que mais da metade dos alunos obtiveram êxito na questão.

A seguir, temos a próxima pergunta introduzida através do questionário, no qual o panorama geral também foi obtido através da plataforma.

Figura 17 - Questão 2 – termologia

Física | Termologia: Termologia: Termometria
(ACAFE - SC) -

A variação da temperatura corporal pode ser considerada um mecanismo de aviso de que algo no corpo está com problemas. A temperatura de 36,8°C é considerada normal para o corpo humano e após 38°C é considerado febre.

De acordo com a Física, a alternativa **correta** sobre temperatura é:

Alternativas	Respostas por alternativas
A A temperatura é uma grandeza física vetorial.	25%
B A escala de temperatura chamada Kelvin não apresenta valores negativos.	75%
C O zero absoluto aparece apenas na escala Celsius.	0%
D Quanto maior é a agitação das moléculas de um corpo menor será sua temperatura.	0%

Fonte: Positivo On (2021)

Pode-se observar desempenho ainda maior que na questão anterior, contando com 75% de acertos e apenas 25% de erros. Três alunos não puderam fazer o questionário na plataforma por conta de problemas técnicos relacionados a internet e máquina, então foi feita uma nova atividade para eles no formato impresso, mas que devido a diferenças no formato e questões, não foi considerada nesta análise. Devido a isso, tivemos 8 alunos realizando a prova e os demais não foram considerados neste parâmetro avaliativo, pois a prova deles era diferente da aplicada na plataforma.

As figuras 18 e 19 tratam da mesma questão, porém estão divididas em duas figuras devido ao tamanho considerável que, conseqüentemente, não caberia dentro de uma única imagem.

Figura 18 - Questão 3 – termologia P1

Física | Termologia: Termologia: Termometria
(FATEC - SP) -

Durante uma corrida de Fórmula Indy ou de Fórmula 1, os pilotos ficam sujeitos a um microambiente quente no cockpit que chega a atingir 50 °C, gerado por diversas fontes de calor (do Sol, do motor, do terreno, do metabolismo cerebral, da atividade muscular etc.). Essa temperatura está muito acima da temperatura corporal média tolerável, por isso, eles devem se manter sempre com bom condicionamento físico.

As corridas de Fórmula Indy são mais tradicionais nos EUA, onde se adota a leitura da temperatura na escala Fahrenheit.

Baseado nas informações apresentadas no texto, é correto afirmar que a temperatura do cockpit que um carro de Fórmula Indy chega a atingir durante a corrida, em grau Fahrenheit, é

Dados:

Temperatura de fusão do gelo = 32 °F;

Temperatura de ebulição da água = 212 °F

Fonte: Positivo On (2021)

Figura 19 - Questão 3 – termologia P2



Fonte: Positivo On (2021)

Pode-se notar, novamente, um desempenho de 75% de êxito para o total de 8 alunos que realizaram a avaliação, ou seja, apenas dois alunos erraram a questão. Um fator importante a ser mencionado é que estes dois alunos que erraram as questões, se ausentaram em uma aula no momento da realização da atividade, podendo ser este o fator que possibilitou a existência de dúvidas na hora da resolução do problema.

Por fim, tem-se a última pergunta do questionário a qual trata de escalas termométricas, bem como a conversão de valores entre elas.

Figura 20 - Questão 4 – termologia

Física | Termologia

(Barreto questões) Existe uma temperatura em que a escala Celsius e a Fahrenheit coincidem, ou seja, se colocarmos dois termômetros graduados cada um em uma dessas escalas, eles marcarão a mesma temperatura. Quando ela vale?



Fonte: Positivo On (2021)

Nesse caso, tivemos apenas um aluno marcando a resposta incorreta, caracterizando a questão com maior número de acertos dentro do questionário.

Através do questionário avaliativo, podemos inferir que o percentual de acerto dos alunos perpassou um valor satisfatório, estando acima dos 75% de acertos em média. Tendo como base a média da escola que é 6,0 ou seja, 60%, pode-se dizer que todos os alunos aprenderam de forma satisfatória. Destarte, dentro da proposta imersa ao questionário, relacionado ao conteúdo e aprendizagem dos alunos acerca da física envolvida, pode-se inferir que a atividade gamificada apresentou resultados promissores.

Este fator, embora mais relacionado ao conteúdo e não ao game, se relaciona, ainda, com a ideia de engajamento em seu aspecto de agente. Isso pode ser entendido através do papel de protagonista do aluno dentro do jogo, algo que possibilitou o desenvolvimento de uma aprendizagem consistente que pode ser observada através do desempenho obtido no questionário avaliativo. Ademais, tal fator pressupõe a realização das atividades propostas, bem como o seguimento das regras do jogo, ou seja, o comportamento e seu papel no engajamento, também foi observado.

Os resultados apresentados relacionados ao questionário de avaliação, denotam que o *game* em si gerou potencialidades na aprendizagem dos alunos, bem como mais engajamento para as aulas, tornando a aprendizagem mais fácil. Ainda, ao se analisar aos objetos tecnológicos e educacionais utilizados na proposta, juntos aos resultados obtidos, pode-se inferir que a gamificação foi contemplada, de forma semelhante ao trabalho realizado por Studart (2015), trazendo consigo os benefícios de seus pressupostos e objetivos supracitados.

Com relação a pontuação e avaliação proposta dentro do game, a seguir apresentamos a Tabela 3, que trata da pontuação final, obtida durante todo o processo da atividade, ressaltamos que ela foi apresentada no término do jogo, porém, ao longo do mesmo, tabelas parciais foram apresentadas aos participantes de modo a possibilitar a existência de um *feedback* ativo. As pontuações de recuperação obtida nas duas missões já foram introduzidas para aqueles alunos que precisaram, alterando notas menores que obtiveram em outras missões e, com isso, o panorama total de notas foi completo. Vale ressaltar que a tabela a seguir apresenta o esquema e avaliação imerso dentro do jogo, portanto, a partir dela podemos avaliar o rendimento dos participantes, cumprimento das regras e dinâmica do processo, incluindo o engajamento obtido.

TABELA 3 - Pontuação geral do game

	missão 1	missão 2	missão 3	missão 4	missão 5	missão 6	Total
1	150	150	150	200	200	200	1050
2	150	200	200	200	100	200	1050
3	150	200	200	200	200	200	1150
4	200	200	200	200	200	200	1200
5	200	200	200	200	200	200	1200
6	150	100	200	200	150	200	1000
7	150	100	200	200	100	200	950
8	200	200	200	200	200	200	1200
9	150	150	100	200	150	200	950
10	200	200	200	100	100	200	1000
11	100	100	100	200	100	200	800

Fonte: Autor (2021)

Observamos nos resultados da Tabela anterior, na coluna que aponta a pontuação total, a maioria dos alunos obteve rendimento superior a 1000 pontos, ou seja, a maior parte dos participantes perpassa uma marca superior a 80% da pontuação total. Ademais, ressaltamos que os poucos alunos que não conseguiram obter uma pontuação acima dessa média foram aqueles que se ausentaram em um momento da realização da atividade, obtendo, deste modo, a pontuação mínima nas missões designadas, no dia de ausência.

Verificamos, portanto, que os alunos, em geral, foram muito próximos do que foi preestabelecido como “muito bom” na Tabela 2, que descreve a pontuação das missões. Logo, tendo como referência as missões propostas, entendemos que a atividade foi significativa com relação à aprendizagem dos alunos, na ótica do conteúdo de terminologia proposto, bem como na mecânica do game.

Os dados relacionados as missões desenvolvidas indicam que, inclusive, a aprendizagem foi relevante até mesmo no desenvolvimento de habilidades para resolver questões de vestibulares, tendo em vista que o percentual de acertos no questionário superou a marca de 80%, e a maior parte das questões foram obtidas de provas do tipo, passando apenas por uma pequena alteração na linguagem de modo a contemplar a dinâmica do jogo. Isso pode ser confirmado, tendo em vista que dentro das missões, sobretudo as de recuperação, foram utilizadas questões do Enem adaptadas ao *game*. Ademais, notamos que os alunos se engajaram bastante no processo de ensino e aprendizagem, apresentando muito mais disposição para aprender e realizar o que lhes era proposto.

Ressaltamos que a pontuação dentro do jogo é um indicador de engajamento em seu nível comportamental, ou seja, podemos observar a apresentação de comportamentos positivos

e a não apresentação de comportamentos negativos. Isso se concretiza através do seguimento das regras propostas no game, algo que corrobora para o desenvolvimento pleno dentro da atividade e, conseqüentemente, possibilitando a obtenção de uma alta pontuação.

Por fim, conclui-se que a criação do jogo, a proposta da sequência e a aplicação da mesma compõem um produto que gerou melhorias na aprendizagem dos alunos, tornando o processo mais engajado e propiciando uma aprendizagem mais ativa. O jogo RPG “Mundo da Termologia” abarca um cenário extremamente engajado no universo ao qual os alunos estão inseridos na atualidade, bem como dispõe de poucos materiais e aparatos tecnológicos necessários para a sua realização. Ademais, aquilo que é necessário para a realização da atividade perpassa um universo muito mais abstrato e de imaginação do que de elementos físicos em si, algo que torna sua aplicação muito mais possível e viável do que muitas outras técnicas de gamificação.

Capítulo 6: Considerações finais

Esta proposta foi pautada nos conceitos de gamificação, alinhados a uma perspectiva das metodologias ativas de ensino que, dentro da obra, fora demonstrada o quanto as teorias tem em comum e, quanto a isso, verifica-se que elas se complementam de forma satisfatória quando alinhadas. Dito isso, tal apoio serviu de base para a criação de uma sequência didática narrada a partir de um jogo RPG que abordou os conceitos centrais referentes ao ensino de termologia. Esperamos, a partir dos resultados deste trabalho que as pesquisas relacionadas a gamificação continuem crescendo, ao passo que ainda se trata de uma estratégia metodológica nova, mas que apresenta bons indicadores como potencializadora de ensino, sobretudo em se tratando de aspectos como engajamento das atividades, motivação dos estudantes e melhora na eficiência do processo ensino e aprendizagem como um todo.

Outrossim, foi possível verificar que os aspectos positivos da gamificação foram contemplados de forma satisfatória dentro da pesquisa, haja vista que os alunos se engajaram no processo, se mostraram motivados e realizaram todas as atividades da forma como foi proposta a eles. Destarte, podemos concluir que a pesquisa cumpriu com seus objetivos, obtendo indicadores positivos após a aplicação do material, algo que não só denota a importância da estratégia metodológica abordada, mas também todo o material gamificado, junto a sequência didática, que foram criados exclusivamente para este trabalho.

Em contrapartida, verificamos também através do questionário com questões relacionadas ao conteúdo, que a aprendizagem dos alunos ocorreu de modo satisfatório. Porém, aqui surge um pequeno entrave que está relacionado ao modo de aplicação do questionário que se deu de maneira remota através da plataforma de ensino *Positivo On*. Isso pode incitar determinados questionamentos com relação a consistência do processo, tendo em vista que em um cenário remoto não é possível confiar integralmente nos dados, pois os alunos ao realizarem o processo tem livre acesso à internet. No entanto, os indicadores foram positivos e apontam que a aprendizagem deles foi satisfatória, corroborando com o cumprimento do restante dos objetivos que não estavam relacionados necessariamente a aspectos como engajamento e motivação, mas sim a aprendizagem do conteúdo, especificamente se tratando dos conceitos de termologia.

Ainda, por se tratar de um cenário ao qual a pandemia de Covid 19 estava se alastrando de forma intensa ao redor do mundo, não existia outra forma de realizar tal pesquisa. Portanto, deixaremos para que pesquisas futuras possam também verificar de

forma mais quantitativa a eficiência e relevância dos aspectos relacionados a aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos.

Por fim, o material desenvolvido nesta dissertação serve de base para que outros professores interessados possam aplicar em suas aulas, em busca de objetivos iguais ou semelhantes à nossa proposta. Em se tratando dos conceitos de gamificação, este material pode servir de base até mesmo para professores de outras áreas diferentes da física, no que se refere a busca por um caminho que aborde a construção de um roteiro que trate da teoria e, ainda, mais precisamente que o relacione com metodologias ativas, algo que ainda não havia sido feito em nenhum trabalho do arcabouço teórico que embasou a este.

Vale ressaltar que o material desenvolvido nessa pesquisa dispõe de uma fácil inserção dentro da escola, por conta do baixo custo e necessidade de aparelhos tecnológicos. A imaginação e abstração é a principal ferramenta do processo, mas que não deixa a desejar na missão de criar ludicidade, engajamento e aprendizado.

Portanto, ao final desta dissertação, inferimos que é possível estabelecer caminhos para a busca de um ensino de física mais motivador, engajado e eficiente, sobretudo se tratando do cenário de evolução tecnológica acelerada em que vivemos. Logo, fica clara a importância das práticas de gamificação e metodologias ativas dentro de tal perspectiva, bem como sua eficiência nos processos pedagógicos que compõem a educação básica.

Capítulo 7: Referências

ALVES, F. R. **O uso de website no ensino e aprendizagem de termometria**. 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2019.

AZEVEDO, C. **Ensino da termologia utilizando a metodologia peer instruction**. 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2019.

BALDISSERA, O. **O que é gamificação e como ela aumenta o engajamento**. PÓSPUCPRDIGITAL. Paraná, 2021. Disponível em: <https://posdigital.pucpr.br/blog/gamificacao-engajamento>. Acesso em: jan. 2022.

BARCELOS, L. S.; BODEVAN, J. A. S.; COELHO, G. R. Ação mediada e jogos educativos: um estudo junto a alunos do ensino médio em uma aula de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 853-882, ago. 2021. Acesso em: março de 2022.

BUFFON, F. **O RPG como uma abordagem investigativa para o ensino de física moderna e contemporânea ao longo do ensino médio**. 2021. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, Rio Grande do Sul, 2021.

CAMPOS, B. O. **Utilização de simulações computacionais no ensino de física, na área da termologia**. 2017. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Minas Gerais, 2017.

CHAVES, E. M. **EXPERIMENTANDO A TERMOLOGIA**: uma proposta para o Ensino de Física, em turmas de Ensino Médio. 2015. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2015.

CORREIA, J. J.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES, L. D. R. **Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor**. *Sitientibus Série Ciências Físicas* 04: 1-10, 2008.

CRESCE O USO DE INTERNET DURANTE A PANDEMIA E NÚMERO DE USUÁRIOS NO BRASIL CHEGA A 152 MILHÕES, É O QUE APONTA PESQUISA DO CETIC.BR. **CETIC.BR**, 18 ago 2022. Disponível em: <https://cetic.br/pt/noticia/cresce-o-uso-de-internet-durante-a-pandemia-e-numero-de-usuarios-no-brasil-chega-a-152-milhoes-e-o-que-aponta-pesquisa-do-cetic-br/>. Acesso em: jan. 2022.

DIESEL A.; BALDEZ A. L. S.; MARTINS S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino**: uma abordagem teórica. Lajeado (RS). *Revista THEMA*. 2017, v. 14, n. 01, 268-288. 2017. Acesso em: junho de 2022.

FERREIRA, G. S. **O ensino das interações gravitacional e eletromagnética por meio de um jogo de RPG.** 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2019.

FRANÇA, J. C. **Utilizando um jogo virtual para enfatizar conceitos físicos no estudo da atmosfera no ensino fundamental.** 2020. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2020.

MORAN, J. M. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens.** Vol. II, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941832/mod_resource/content/1/Artigo-Moran.pdf> Acesso em: jan. 2022.

GOMES, D. O. **Manual Básico de Regras: o uso do Role Playing Game (RPG) como uma ferramenta didática no ensino da dinâmica na física na educação básica.** 2022. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, 2022.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física.** Vol. 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HOLANDA, J. S. **Sequência de atividades didática para uma abordagem dos processos de transmissão de calor em uma perspectiva de sala de aula invertida usando como recurso a plataforma google sala de aula.** 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2019.

JÚNIOR, A. G. M. **Sistema de RPG para o ensino de física.** 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2019.

JÚNIOR, F. V. C. **Uso do jogo “marinheiros do espaço” como ferramenta pedagógica nas aulas de astronomia do ensino medio.** 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2019.

JÚNIOR, N. S. F. **Uso do jogo de tabuleiro fisgran para complementação do estudo das grandezas físicas.** 2021. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2021.

LEGEY, A. P.; MÓL, A. C. B.; BRANDÃO, F. **Você sabe o que é uma sequência didática?.** Uicarioca. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.unicarioca.edu.br/acontece/noticias/voce-sabe-o-que-e-uma-sequencia-didatica>. Acesso em: jan. 2022.

LIMA, C. G. M. **Criação, construção, uso e análise de um jogo digital voltado ao ensino de circuitos elétricos**. 2015. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2015.

LUDOVICO, M. M. **Proposta de um jogo didático para a abordagem do tema física de partículas com alunos do ensino médio**. 2017. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, 2017.

Martin, Martin C. (1986). **Elements of Thermodynamics** 1 ed. [S.l.]: Prentice Hall
MONTEIRO, J. C.; CASTILHO, W. S.; SOUZA, W. A. Sequência didática como instrumento de promoção da aprendizagem significativa. **Revista Eletrônica DECT**, Vitória (ES), v. 9, n. 01, p. 292-305, 2019. Acesso em: junho de 2022.

NETO, N. C. O. **Desconstrução / reconstrução dos conceitos de calor e temperatura: um olhar sobre o ensino de física na educação de jovens e adultos**. 2015. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas gerais, 2015.

NETO, P. A. F. **O uso de games educacionais como estratégia de avaliação da aprendizagem no ensino da dinâmica**. 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, 2019.

Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

PÉCORA, J. D.; SILVA, R. G. **Unidades Métricas Correlacionadas à Temperatura**. WebMasters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP, 2005.

PEDREIRA, V. S. **Game card em uma perspectiva de ensino de física por investigação na educação de jovens e adultos**. 2018. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, 2018.

QUINTANILHA, M. D. **O jogo de RPG em Astronomia no Ensino Fundamental 2**. 2021. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Fluminense/Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Volta Redonda, Rio de Janeiro, 2021.

RAMOS, F. J. B. **O ensino de física térmica utilizando história em quadrinhos**. 2018. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2018.

RPG DE MESA: TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER ANTES DE COMEÇAR A JOGAR. **Legião dos heróis**, 2021. Disponível em: <https://www.legiaodosherois.com.br/lista/rpg-de-mesa-tudo-para-comecar-a-jogar.html#list-item-7>. Acesso em: jan. 2022.

RUBIRA, V. M. M. **Uma sequência didática envolvendo recursos de Investigação e aprendizagem dos fenômenos térmicos no ensino médio**. 2015. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio grande do Sul, 2015.

SANTOS, A.V. **As pastilhas termopar nas aulas experimentais de termologia**. 2016. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro, 2016.

SANTOS, C. H. **Utilizando Sala de Aula Invertida em Aulas Experimentais de Física Térmica**. 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do ABC, Santo André, São Paulo, 2019.

SILVA, C. R. S. **Ensinando análise dimensional através de Um jogo de cartas**. 2020. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Bahia, 2020.

SILVA, P. H. S. **O Role-playing game (Rpg) como ferramenta para o ensino de Física**. 2016. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVEIRA, M. E.; JUSTI, F. R. R. **Engajamento escolar: adaptação e evidências de validade da escala EAE-E4D**. Revista Psicologia: Teoria e Prática, 20(1), 110-125. São Paulo, SP, jan.-abr. 2018. ISSN 1516-3687 (impresso), ISSN 1980-6906 (on-line). <http://dx.doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v20n1p110-125>. Acesso em: maio de 2022.

SOBRINHO, M. B. A. A. **A gamificação no ensino de modelos atômicos**. 2022. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Roraima, Boa vista, Roraima, 2022.

SOUZA, A. F. T.; MELO, J. F.; SANTOS, P. A.: **RELATO DE EXPERIÊNCIA: as dificuldades dos professores em colocar em prática as aulas remotas: Um artigo original**. Anais do 3º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020; 1174-1183. Acesso em: abril de 2022.

SOUZA, J. C. M. **PARODIANDO A FÍSICA: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com o uso da musicalidade para o ensino de Temperatura e Calor na Educação Básica**. 2020. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2020.

STIZ, A. M. **Utilização de jogos educativos como recurso no processo de ensino de ciências abordando tópicos de astrofísica**. 2017. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado

Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, 2017.

STUDART, N. A gamificação como design instrucional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20210362, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0362>>. Acesso em: fevereiro de 2022.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, termodinâmica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

TORRES, L. O. R. **O uso de aplicativo web como facilitador da aprendizagem para o ensino de termometria e energia térmica**. 2017. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Cuiabá, Mato Grosso, 2017.

APÊNDICES

Apêndice a - Produto educacional



UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM AULAS GAMIFICADAS DE TERMOLOGIA SOB A ESTRUTURA DOS GAMES RPG.

ANDERSON BARRETO DE SOUZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 62, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Wagner Duarte José

Coorientador: Valmir Henrique de Araújo

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

JANEIRO DE 2023

Apresentação

Este produto educacional é resultado dos estudos e trabalhos desenvolvidos durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, sob orientação do Professor Dr. Wagner Duarte José, caracterizado como um dos pré requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino pelo Programa. O produto consiste em uma sequência didática que utiliza a gamificação como metodologia ativa de ensino. Ademais, o processo ensino aprendizagem ocorre dentro de um *game* RPG, tratando de conceitos de termologia, com exceção de dilatação térmica.

Sumário

Introdução	87
Objetivo	88
RPG Mundo da Termologia.....	89
Referências.....	100

Introdução

Ao se analisar o contexto educacional brasileiro, fica claro que diversos problemas circundam a prática pedagógica, algo que se torna ainda mais evidente quando se trata do ensino de física. Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), realizado em 2018 no Brasil,

os estudantes brasileiros obtiveram uma pontuação abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em Leitura, Matemática e Ciências. Apenas 2% dos estudantes alcançaram os níveis mais altos de proficiência (Nível 5 ou 6) em pelo menos um domínio (média da OCDE: 16%), e 43% dos estudantes obtiveram uma pontuação abaixo do nível mínimo de proficiência (Nível 2) em todos os três domínios (média da OCDE: 13%) (OCDE, 2019).

Outrossim, somasse o fato da evolução dos meios de informação e comunicação, ou seja, o mundo digital online que caracteriza o que se conhece por *ciberespaço*. Tal evolução, sem um acompanhamento direto por parte da maioria dos professores, pode acabar tornando o processo pedagógico pouco atrativo para os estudantes em geral, ao passo que estes estão diretamente iterados ao mundo dos games e da cultura *online*.

Em busca de dirimir tais problemas educacionais, uma estratégia que tem se evidenciado dentre os estudiosos em educação e ensino é a gamificação. Tal metodologia consiste em utilizar a mecânica dos jogos para outro fim, seja ele o comércio, a publicidade ou o campo educacional que é o que é tratado neste produto. Tal conceito busca engajar o público alvo a um determinado objetivo, tornando a prática mais atrativa, motivadora e interessante. Segundo Baldissera (2021), “Todo jogo tem um objetivo que precisa ser cumprido e, para isso, os jogadores precisam superar obstáculos. A psicologia por trás da gamificação revela que a conquista e a superação movem o ser humano”.

Ainda, tal metodologia, ao utilizar a mecânica dos games em aspectos como competição, protagonismo, trabalho em equipe e ação, pressupõe a prática de uma metodologia ativa de ensino, pois segundo (DISEL; BALDEZ E MARTINS, 2017) A ação é o caminho para que este conceito se concretize, pois a partir dela se pode alcançar de fato a metodologia desejada e, ainda, buscar mais motivação e engajamento no processo.

Dito isso, a sequência didática deste produto consiste em um game RPG acerca de terminologia, no qual os alunos escolherão avatares e irão se tornar protagonistas de uma história que será mediada pelo professor, este que é o mestre da história. Para tanto, é

apresentado um conjunto de regras e missões, bem como um roteiro com esquema de pontuação e *feedback* constante com relação as notas obtidas pelos alunos em cada etapa.

Por fim, a orientação deste produto é para uma aplicação online, utilizando um aplicativo de vídeo chamadas e um outro para o envio de mensagens diretas.

Objetivo

O presente produto educacional divulga uma sequência didática elaborada a partir dos conceitos físicos de termologia e das metodologias de gamificação, dentro do cenário dos *games* RPG. A sequência possibilita a abordagem dos conteúdos de termologia dentro de um jogo no qual tanto os alunos quanto o professor participam de forma divertida e motivadora.





RPG Mundo da Termologia

Dentro do cenário dos jogos RPG existem dois livros em que se apresentam as regras do jogo, estes que seriam o livro do mestre e o livro do jogador, contendo regras em forma de roteiro. Como o game foi elaborado em uma perspectiva que engloba tanto características do *online* quanto do *offline*, não é necessária a utilização de livros de regras, ao passo que os personagens e a história são pré estabelecidos.

Cada aluno escolhe um personagem pelo qual irá responder e desenvolver a história junto ao mestre ou narrador, este que será o professor. Cada personagem tem uma habilidade especial diferente dos outros, sendo a utilização dela a critério do jogador/aluno no momento em que achar conveniente. Logo após a escolha do personagem, o professor dá um número para o aluno que o representará nos *feedbacks* que serão mostrados ao longo do jogo, este número vai de um até o número total de participantes, mas não é indicado que se siga a ordem da caderneta para a distribuição, pois isso facilitaria a percepção dos alunos quanto ao critério adotado e a proposta perderia o sentido, portanto, o professor deve abordar um método diferente de distribuição.

O quadro a seguir apresenta os personagens que compõem o jogo. A imagem de cada um foi elaborada por meio do software gratuito *Charat*, disponível *online* (<https://charat.me/en/origin/>).

QUADRO 1 - Personagens, descrição e habilidades

Wanda	Agatha	Bruce	Ben
			
Uma feiticeira muito poderosa, capaz de viajar entre mundos espalhando magia.	Uma cientista super inteligente, ela surpreende a cada decisão.	Um viajante do espaço que adora novas aventuras e desafios.	Um guerreiro intergaláctico também conhecido como caçador de tesouros.
Sua habilidade é enfeitiçar o mestre e arrancar uma resposta durante o jogo.	Sua habilidade é conseguir arrancar do mestre, duas vezes no jogo, uma dica para a resolução de um dos desafios.	Sua habilidade é buscar com outro participante a resposta de um dos desafios. Isso pode ser feito três vezes.	Sua habilidade é poder responder mais uma vez um desafio que errou. Isso pode ser feito duas vezes.

Fonte: Autor (2021)

Cada missão deve ser realizada pelo aluno e a pontuação ocorre tanto no êxito, quanto na realização parcial do processo. Cada atividade deve ser previamente explicada pelo mestre de forma bem detalhada e clara para os participantes, bem como a forma de pontuação que será utilizada. Durante o processo, serão realizadas 6 missões para todos e duas missões de recuperação para os participantes que, por ventura, não obtiveram uma boa pontuação anterior. Entretanto, essas missões podem ser realizadas por todos e a pontuação guardada, no caso de quem não precisar no momento.

Após a realização de cada missão, o mestre deve apresentar aos participantes um sistema de *feedback* mostrando a pontuação geral de cada um. Deve ser montada uma tabela com os códigos dados aos alunos em ordem crescente ao lado da pontuação correspondente, como segue no exemplo abaixo

TABELA 1 - Exemplo de esquema de Feedback

Código	Pontuação
1	xxx
2	xxx
3	xxx

Fonte: Autor (2021)

A tabela deve ser encaminhada aos alunos durante os momentos do jogo em que for solicitada dentro das missões, com a pontuação atual que cada participante possui, bem como as alterações referentes a missões de recuperação.

Ao final do jogo, não há um campeão em específico como na maioria dos jogos, mas sim, uma história criada junto aos participantes em que alguns alcançaram completamente os objetivos e outros parcialmente. O sistema de pontuação leva em consideração o êxito total ou parcial obtido durante a realização das atividades, e a pontuação máxima não delimita um campeão, tendo em vista que todos podem estar obtendo tal pontuação, em conjunto.

O conjunto de missões é dividido em um conjunto de 10 aulas que devem ser distribuídas da seguinte forma:

QUADRO 2: Distribuição das missões nas aulas

Dia 1	Aula 1	Aula de apresentação do jogo, regras e observações
	Aula 2	
Dia 2	Aula 3	Missão 1
	Aula 4	Missão 2
Dia 3	Aula 5	Missão 3 de recuperação.
	Aula 6	Missão 4
Dia 4	Aula 7	Missão 5
	Aula 8	Missão 6 de recuperação
Dia 5	Aula 9	Missão 7
	Aula 10	Missão 8

Fonte: Autor (2023)

A seguir apresentamos as missões que compõem o *game*, bem como as pontuações delimitadas para cada uma e as regras específicas de cada caso, lembrando que é necessário inicialmente apresentar o game, personagens e regras.

5.1.1 As missões e atividades

Missão 1: Simulação sobre temperatura

Nesta missão o professor (mestre) dará início ao jogo apresentando aos alunos o

mundo RPG. Para tanto, o texto abaixo deve ser utilizado (pequenas alterações podem ser realizadas, de modo a abarcar as particularidades de cada turma):

“Sejam muito bem vindos ao nosso novo mundo, onde você aprende enquanto se diverte em uma longa jornada. Não será fácil, porém, com um pouco de esforço e dedicação todos podem chegar até o fim sendo vitoriosos. Vamos então conhecer o nosso primeiro universo e, para isso, teremos de nos encolher a nível molecular e analisar uma determinada situação, logo após, os desafios serão passados a vocês”

Logo após, o professor realiza para os alunos a simulação referente a calor e temperatura disponível na plataforma PhET, onde o mestre irá colocar moléculas em uma estrutura e, logo após, irá aquecer e resfriar para que os alunos possam observar o que ocorre no processo. (https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/ideal-gas/latest/ideal-gas.html?simulation=reversible-reactions&locale=pt_BR)

A partir da simulação realizada, utiliza-se um dado numerado de 1 a 6. O número sorteado corresponde a uma pergunta que deve ser respondida pelos participantes. Portanto, o dado deve ser arremessado 4 vezes, sendo cada uma correspondente a um personagem, e todos os alunos, que escolheram o mesmo personagem, formam um grupo que deve responder a pergunta sorteada, individualmente.

Link do dado virtual: <https://www.dado-virtual.com/>

- **Questões da missão:**

P1: Como o termômetro se relaciona com as moléculas?

P2: Como a velocidade das moléculas se relaciona com o termômetro?

P3: Se as moléculas diminuïrem de velocidade, o que acontece com o termômetro?

P4: Se as moléculas aumentarem a velocidade o que ocorre com o termômetro?

P5: Porque o fogo e o gelo mexem n termômetro e nas moléculas?

P6: só o fogo e gelo podem mexer no termômetro?

As pontuações disponíveis para a missão estão divididas em 3 conceitos, como segue na tabela abaixo, sendo do professor\mestre a responsabilidade de avaliar a pontuação que será atribuída a cada participante, de acordo com o desenvolvimento do mesmo na missão.

TABELA 2 - conceitos e pontuações.

Satisfatório	100 pontos
Bom	150 pontos
Muito Bom	200 pontos

Fonte: Autor (2021)

Para cada resposta é previsto o tempo de 7 a 10 minutos para que o aluno formule sua resposta em formato de mensagem direta ao professor pelo zoom.

Missão 2: concepções de calor

Muitas pessoas confundem calor com altas temperaturas, como por exemplo, quando saímos em um dia ensolarado usamos o termo “que calor”. No entanto, o calor ocorre, no experimento e no mundo real, tanto através do fogo quanto através do gelo. O calor é uma forma de energia que, necessita de ao menos dois corpos, em temperaturas diferentes, para ocorrer. sendo assim:

P1: o calor pode estar contido em um corpo?

P2: Quando dois corpos de temperaturas diferentes são colocados em interação, qual é o resultado? O calor ocorre? se sim, até que ponto?

P3: Podemos dizer que a temperatura passa de um corpo para o outro?

Cada aluno deve resolver as três perguntas e mandar para o mestre por meio de mensagem direta no aplicativo zoom.

A atividade deve ser realizada em um intervalo de tempo de 7 a 10 minutos sendo que pontuação e atualizada na mesma lógica da tabela 1 apresentada anteriormente.

Missão 3: Missão para a recuperação

O aluno deve resolver o seguinte problema (Inspirado na questão 72 do Enem 2016, primeiro dia, segunda aplicação, caderno azul):

Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

- f) Roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- g) Roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- h) Roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- i) Calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- j) Calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

Essa missão respondida corretamente em até dez minutos e enviada ao professor como mensagem direta, dá ao aluno o direito de nota máxima em uma outra missão anterior ou futura na qual ele foi/for mal. Porém o aluno deve dar a alternativa correta seguido de um pequeno parágrafo que justifique a escolha pela opção. Logo após, é o momento em que o mestre apresenta o *feedback* parcial das pontuações obtidas pelos alunos nas duas primeiras missões, já com correção na menor nota, caso tenha utilizado a missão de recuperação.

Obs: é necessária uma prévia explicação acerca da escolha da alternativa correta.

Missão 4: Lei zero da termodinâmica.

Cada participante deve, neste momento, buscar nos mais variados meios de comunicação (livros, internet, vídeos e etc), a definição da lei zero da termodinâmica. Ainda, deverá explicá-la, com as suas palavras, em apenas três linhas de seu caderno. Com relação as três linhas do caderno, sabe-se que podem elas podem formar mais de três linhas no chat, nesse caso, se necessário, será solicitada a foto do texto manuscrito em três linhas. A pontuação deve seguir a lógica da tabela 1 para a atualização do somatório de pontos.

A missão deve dispor de 5 minutos de pesquisa e 3 minutos para a transcrição da lei no caderno e chat.

Missão 5: Termometria (estados físicos e transições de fase)

Derreter gelo, congelar água, água virando fumaça... Tudo isso são processos que podemos observar no nosso dia a dia e, também, em laboratório. Nesta missão, os alunos devem trabalhar em 4 exércitos, formados pelos mesmos personagens escolhidos, e nela a equipe deve fazer um esboço dos três estados físicos da matéria, bem como das transições de fases. Cada equipe terá de designar um membro que irá explicar este esboço e apresentar para o mestre. É importante ressaltar que o desenvolvimento do apresentador valerá por toda a equipe.

A pesquisa tem cinco minutos de duração, enquanto que o período de apresentação apenas dois minutos para cada participante escolhido pelo respectivo exército. A pontuação segue a lógica da tabela 1. Nesta missão não é permitido usar nenhuma habilidade de personagem!

Missão 6: Missão de recuperação 2.

Um viajante do espaço sobrevoa por diferentes galáxias e planetas ao longo de sua vida, dentro das habilidades de sua espaçonave existe uma que o torna capaz de ficar reduzido a nível molecular e, deste modo, ele pode conhecer muito sobre o universo. Em uma dessas viagens moleculares (em um corpo sólido), ele percebe que ao receber certo tipo de energia as moléculas do espaço por onde viaja ficam mais aceleradas. Ainda, percebe que quanto mais energia recebida, mais as moléculas se aceleram, podendo até mudar o formato do corpo onde está inserido. Com relação a situação supracitada, qual é o tipo de energia dada e quais os fenômenos são observados através das consequências geradas?

- a) Calor, diminuição da temperatura e mudança de estado físico.
- b) Calor, aumento da temperatura e mudança de estado físico.
- c) Calor, aumento da temperatura e passagem ao estado de plasma.
- d) Temperatura transmitida, calor aumentando e passagem ao estado de plasma.
- e) Temperatura transmitida, calor e mudança de estado físico.

Junto da resposta da missão, deve ser entregue um pequeno parágrafo escrito e enviado por mensagem direta no zoom, justificando a escolha da alternativa de maneira detalhada. A resposta é individual. O tempo para a resolução e criação do parágrafo é de 10

minutos. Após a realização desta atividade, um novo feedback da pontuação deve ser divulgado pelo mestre.

Missão 7: Termometria e escalas termométricas.

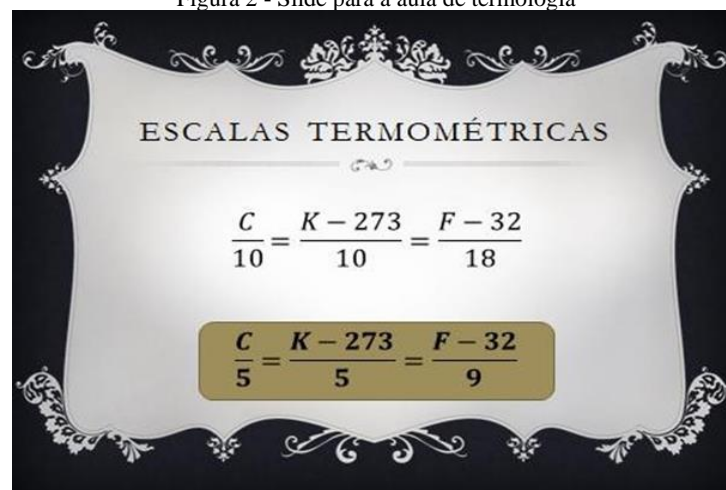
Para a realização desta missão, o mestre apresenta um breve tutorial sobre as escalas termométricas, desenvolve a equação de conversão entre elas e resolve um exemplo de conversão. O conteúdo compreende os seguintes slides:

Figura 1 - Slide para a aula de termologia



Fonte: Autor (2021)

Figura 2 - Slide para a aula de termologia



Fonte: Autor (2021)

Figura 3 - Slide para a aula de termologia

ESCALAS TERMOMÉTRICAS

❖ Ex: faça a conversão de 30° C para °F

$$\frac{C}{10} = \frac{F - 32}{18}$$
$$\frac{30}{10} = \frac{F - 32}{18} \rightarrow 54 = F - 32 \rightarrow F = 54 + 32$$
$$F = 86^\circ$$

Fonte: Autor (2021)

Feito isso, a missão a missão deve ser lançada com o seguinte enunciado:

Um viajante do espaço estuda as variações na temperatura de um corpo através de um termômetro graduado em uma determinada escala X. Sendo os dois pontos fixos desta escala 25°X e 150°X, encontre a relação de conversão entre a escala X e a escala Celsius e faça a conversão de 50°X para Celsius.

A pontuação da questão segue o mesmo parâmetro delimitado pela tabela 1, sendo delimitada para um tempo de 7 minutos após o tutorial do mestre. Cada aluno deve responder em um papel com os devidos calculos explicativos e deve enviar como foto para o professor.

Missão 8: Escalas termométricas.

A missão é enunciada da seguinte forma:

Na missão anterior é possível perceber que a única escala que não utiliza o termo graus é a escala Kelvin. Ela é também conhecida como escala absoluta! Sua primeira função nessa missão é descrever em três linhas o porquê de tal escala receber esta nomenclatura.

Na parte dois desta missão deve ser orientado aos alunos a utilização das relações de conversão entre escalas termométricas para encontrar um ponto de temperatura em que os termômetros de escala Celsius e Fahrenheit coincidem.

A missão segue o esquema de pontuação previsto na tabela 1, e tem duração de 7 minutos. O aluno deve encaminhar as respostas escritas em um papel ao professor dentro do prazo estabelecido. Por fim, o último esquema de feedback é lançado contendo a pontuação final obtida pelos participantes em todo o *game*.

O jogo deve ser encerrado com a apresentação das pontuações obtidas pelos jogadores (o professor deve montar a tabela) com seus respectivos números e em escala decrescente. No entanto, deve ser frisado pelo professor o fator de não haver muita importância a logística da colocação, ao passo que todos desenvolveram uma boa história juntos e, ainda, que a aprendizagem ocorreu dentro do processo de uma forma divertida e descontraída, sobretudo, se libertando dos padrões das aulas tradicionais normalmente vividas por eles ao longo do ano letivo.

Por fim, em termos de critérios avaliativos, sugere-se a aplicação de dois questionários que auxiliarão no processo de compreensão dos alcances do material. Esses questionários tratam do engajamento do processo em meio aos alunos e aulas como um todo, bem como a obtenção dos conhecimentos científicos envolvidos na proposta. Logo, a seguir são apresentados os dois questionários avaliativos.

QUADRO 3 - Questionário de sondagem.

1.	Qual a sua nota para a atividade realizada em linhas gerais?
2.	Este método facilitou a sua aprendizagem se comparado aos métodos tradicionais comumente usados na escola?
3.	Você gostaria de novas atividades do tipo fossem realizadas ao decorrer do ano letivo?
4.	Qual nível de aprendizagem você considera ter adquirido acerca dos conteúdos apresentados dentro da atividade?
5.	Você gostaria que outros professores também utilizassem a metodologia de game em suas aulas?

Fonte: Autor (2021)

QUADRO 4 - Questionário Avaliativo.

1.	(ITPAC – TO) constrói-se um termômetro colocando mercúrio em um material transparente e graduado que possui um coeficiente de dilatação cúbica igual ao do mercúrio É CORRETO afirmar que f) Esse termômetro não servirá para medir a temperatura. g) A medição da temperatura com esse termômetro será mais lenta. h) A medição de temperatura com esse termômetro será mais rápida. i) A medição de temperatura com esse termômetro será mais precisa. j) A medição de temperatura com esse termômetro será menos precisa.
2.	(ACAFE – SC) A variação da temperatura corporal pode ser considerada um mecanismo de aviso de que algo no corpo está com problemas. A temperatura de 36,8 °C pode ser considerada normal para o corpo humano e após 38 °C é considerado febre. De acordo com a física, a alternativa correta sobre temperatura é: e) A temperatura é uma grandeza física vetorial. f) A escala de temperatura chamada Kelvin não apresenta valores negativos. g) O zero absoluto aparece apenas na escala Celsius. h) Quanto maior a agitação das moléculas de um corpo menor será sua temperatura.

3.	<p>Durante uma corrida de Fórmula Indy ou de Fórmula 1, os pilotos ficam sujeitos a um microambiente quente no cockpit que chega a atingir 50 °C, gerado por diversas fontes de calor (do Sol, do motor, do terreno, do metabolismo cerebral, da atividade muscular etc.). Essa temperatura está muito acima da temperatura corporal média tolerável, por isso, eles devem se manter sempre com bom condicionamento físico.</p> <p>As corridas de Fórmula Indy são mais tradicionais nos EUA, onde se adota a leitura da temperatura na escala Fahrenheit.</p> <p>Baseado nas informações apresentadas no texto, é correto afirmar que a temperatura do cockpit que um carro de Fórmula Indy chega a atingir durante a corrida, em grau Fahrenheit, é</p> <p>Dados: Temperatura de fusão do gelo = 32 °F e Temperatura de ebulição da água = 212 °F</p> <p>f) 32. g) 50. h) 82. i) 122. j) 212.</p>
4	<p>(Barreto Questões) Existe uma temperatura em que a escala Celsius e Fahrenheit coincidem, ou seja, se colocarmos dois termômetros graduados cada um em uma dessas escalas, eles marcarão a mesma temperatura. Quanto ela vale?</p> <p>f) 40 g) -40 h) 30 i) -30 j) 50</p>

Fonte: Autor (2021)

A aplicação destes questionários pode ser realizada de forma presencial ou remota a depender da demanda da escola ou conjuntura em que a proposta foi aplicada.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. R. **O uso de website no ensino e aprendizagem de termometria**. 2019. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2019.

BALDISSERA, O. **O que é gamificação e como ela aumenta o engajamento**. PÓSPUCPRDIGITAL. Paraná, 2021. Disponível em: <https://posdigital.pucpr.br/blog/gamificacao-engajamento>. Acesso em: jan. 2022.

BARCELOS, L. S.; BODEVAN, J. A. S.; COELHO, G. R. Ação mediada e jogos educativos: um estudo junto a alunos do ensino médio em uma aula de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 853-882, ago. 2021. Acesso em: março de 2022.

CORREIA, J. J.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES, L. D. R. **Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor**. Sitientibus Série Ciências Físicas 04: 1-10, 2008.

CRESCE O USO DE INTERNET DURANTE A PANDEMIA E NÚMERO DE USUÁRIOS NO BRASIL CHEGA A 152 MILHÕES, É O QUE APONTA PESQUISA DO CETIC.BR. **CETIC.BR**, 18 ago 2022. Disponível em: <https://cetic.br/pt/noticia/cresce-o-uso-de-internet-durante-a-pandemia-e-numero-de-usuarios-no-brasil-chega-a-152-milhoes-e-o-que-aponta-pesquisa-do-cetic-br/>. Acesso em: jan. 2022.

DIESEL A.; BALDEZ A. L. S.; MARTINS S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino**: uma abordagem teórica. Lageado (RS). Revista THEMA. 2017, v. 14, n. 01, 268-288. 2017. Acesso em: junho de 2022.

MORAN, J. M. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania**: aproximações jovens. Vol. II, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941832/mod_resource/content/1/Artigo-Moran.pdf> Acesso em: jan. 2022.

GOMES, D. O. **Manual Básico de Regras**: o uso do Role Playing Game (RPG) como uma ferramenta didática no ensino da dinâmica na física na educação básica. 2022. (Dissertação de Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, 2022.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Vol. 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LEGEY, A. P.; MÓL, A. C. B.; BRANDÃO, F. **Você sabe o que é uma sequência didática?**. Uicarioca. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.unicarioca.edu.br/acontece/noticias/voce-sabe-o-que-e-uma-sequencia-didatica>. Acesso em: jan. 2022.

Martin, Martin C. (1986). **Elements of Thermodynamics** 1 ed. [S.l.]: Prentice Hall
MONTEIRO, J. C.; CASTILHO, W. S.; SOUZA, W. A. Sequência didática como instrumento de promoção da aprendizagem significativa. **Revista Eletrônica DECT**, Vitória (ES), v. 9, n. 01, p. 292-305, 2019. Acesso em: junho de 2022.

NETO, N. C. O. **Desconstrução / reconstrução dos conceitos de calor e temperatura**: um olhar sobre o ensino de física na educação de jovens e adultos. 2015. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2015.

Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. **Brasil no PISA 2015**: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

PÉCORRA, J. D.; SILVA, R. G. **Unidades Métricas Correlacionadas à Temperatura**. WebMasters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP, 2005.

RPG DE MESA: TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER ANTES DE COMEÇAR A JOGAR. **Legião dos heróis**, 2021. Disponível em: <https://www.legiaodosherois.com.br/lista/rpg-de-mesa-tudo-para-comecar-a-jogar.html#list-item-7>. Acesso em: jan. 2022.

SILVEIRA, M. E.; JUSTI, F. R. R. **Engajamento escolar**: adaptação e evidências de validade da escala EAE-E4D. *Revista Psicologia: Teoria e Prática*, 20(1), 110-125. São Paulo, SP, jan.-abr. 2018. ISSN 1516-3687 (impresso), ISSN 1980-6906 (on-line). <http://dx.doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v20n1p110-125>. Acesso em: maio de 2022.

SOUZA, A. F. T.; MELO, J. F.; SANTOS, P. A.: **RELATO DE EXPERIÊNCIA**: as dificuldades dos professores em colocar em prática as aulas remotas: Um artigo original. *Anais do 3º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma*. 2020; 1174-1183. Acesso em: abril de 2022.

STUDART, N. A gamificação como design instrucional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20210362, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0362>. Acesso em: fevereiro de 2022.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, *Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, termodinâmica*. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.