



**UESB**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO SUDOESTE DA BAHIA



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO**

**IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE  
FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS E  
CRÍTICO DA UEPS (UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA)  
NO CONTEXTO DA COVID-19 PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA**

**Vitória da Conquista – BA**

**2023**



**UESB**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO SUDOESTE DA BAHIA



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO**

**IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE  
FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS E  
CRÍTICO DA UEPS (UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA)  
NO CONTEXTO DA COVID-19 PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos  
Castro

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Cristina Porto  
Gonçalves

**Vitória da Conquista – BA**

**2023**

M485i

Melo, José Nilton Vasconcelos.

IEED (Ilustrativo Ensino Exploratório Diversificado) de forma híbrida com materiais potencialmente significativos e crítico da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) no contexto da COVID -19 para o ensino da termodinâmica. / José Nilton Vasconcelos Melo, 2023.

140f. il.

Orientador (a): Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

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. 138 - 140.

1. Ensino de Física. 2. Termodinâmica. 3. IEED (Ilustrativo Ensino Exploratório Diversificado). I. Castro, Luizdarcy de Matos. 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 vinte e seis dias do mês de maio de 2023, às 9h00, na sala 02 do CAP, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus de Vitória da Conquista, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada "IEED (Ilustrativo Ensino Exploratório Diversificado) de Forma Híbrida com Materiais Potencialmente Significativos e Crítico da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) no Contexto da Covid-19 para o Ensino da Termodinâmica", de autoria de José Nilton Vasconcelos Melo, 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. Luizdarcy de Matos Castro, orientador do mestrando e contou com a participação do professor Dr. Benedito Gonçalves Eugênio, do professor Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos e do professor Dr. Ferdinand Martins da Silva, 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.

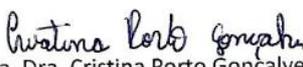
  
Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro  
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

  
Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos  
Examinador interno

  
Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva  
Examinador interno

  
Prof. Dr. Benedito Gonçalves Eugênio  
Examinador externo

  
José Nilton Vasconcelos Melo  
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

**MNPEF** Mestrado Nacio  
Profissional em  
Ensino de Fisic



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



**IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE FORMA HÍBRIDA  
COM MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS E CRÍTICO DA UEPS (UNIDADE  
DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA) NO CONTEXTO DA COVID-19  
PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA**

AUTOR: JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO

DATA DE APROVAÇÃO: 26 DE MAIO 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. Luizdarcy de Matos Castro  
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

  
Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos  
Examinador interno

  
Prof. Dr. Ferdinand Martins da Silva  
Examinador interno

  
Prof. Dr. Benedito Gonçalves Eugênio  
Examinador externo

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



## **DEDICATÓRIA**

A minha esposa Bianca e minhas filhas Maria Fernanda, Letícia e Ana pelo apoio e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus colegas de mestrado especialmente a Atila Cheles Keler e ao amigo Dr. Lúcio Carvalho pelo incentivo e apoio para a realização desta dissertação.

Aos professores da MNPEF- Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física pela contribuição na minha formação acadêmica, em especial aos meus professores: o orientador Luizdarcy e a coorientadora Cristina e o Professor Wagner José, que sempre contribuíram e me ajudaram nesta jornada. Aos Professores do IEED-Instituto de Educação Euclides Dantas especialmente a Renata e Eunice que fizeram as correções gramaticais e me incentivaram nesta jornada. E a saudosa diretora Bete Couto que morreu de Covid-19 durante aplicação deste trabalho.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) que oportunizou a oferta deste Mestrado na UESB- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Polo 62).

Agradecimento especial à CAPES, pois este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Esta dissertação aplicou as lições defendidas pelos educadores David Ausubel e de Marco Antônio Moreira em uma amálgama de conhecimentos para somar a IEED (Ilustrativo Ensino Educativo Diversificado) de vertente ilustrativa e de interesse na importância de ser professor numa educação que se intensifique e atenda as reais necessidades do aluno que sinta e tenha consciência no aprendizado.

A sigla da dissertação IEED (Ilustrativo Exploratório Ensino Diversificado) é uma “homenagem a um Colégio Estadual Instituto de Educação Euclides Dantas (IEED) que fez 70 (sessenta) anos em 2022 conhecida também por escola “Normal” que formou professores ilustres e é referência em educação na cidade de Vitória da Conquista -BA.

Com a pandemia da Covid-19 as desigualdades sociais foram escancaradas e a realidade da maioria destes alunos do 2º ano noturno tornou-se ainda mais desafiadora. É inegável que os prejuízos educacionais foram muitos, sobretudo no que tange aos conceitos específicos da física e especialmente a termodinâmica que vivenciei neste trabalho. Neste sentido, no campo de ensino-aprendizagem a proposta é trabalhar um modelo de ensino ilustrativo exploratório diversificado com significado numa inter-relação de ensino potencialmente significativo crítico de forma híbrida que faça sentido e que desperte a consciência de conhecimentos físicos associados a esta realidade pandêmica que intensificou a utilização de equipamentos como termômetro infravermelho, termômetro de ambiente, máscara N95 e oxímetro de dedo para verificar e diagnosticar os pacientes da Covid-19 e com isso fez com que os alunos buscassem outros conhecimentos termodinâmicos nas suas atividades cotidianas que contribuíram para esta dissertação produzissem conceitos científicos formais.

Palavras Chaves: ensino, exploratório, diversificado

## **ABSTRACT**

This dissertation applied the lessons advocated by educators David Ausubel and Marco Antônio Moreira in an amalgamation of knowledge to add to the IEED (Illustrative Educational Diversified) an illustrative aspect and an interest in the importance of being a teacher in an education that intensifies and meets the real needs of the student who feels and has awareness in learning.

The acronym of the dissertation IEED (Ilustrativo Exploratório Ensino Diversificado) is a “homage to a State College Institute of Education Euclides Dantas (IEED) that turned 70 (sixty) years in 2022 also known as the “Normal” school that trained distinguished teachers and is a reference in education in the city of Vitória da Conquista -BA.

With the Covid-19 pandemic, social inequalities were wide open and the reality of most of these 2nd year night students became even more challenging. It is undeniable that there were many educational losses, especially with regard to the specific concepts of physics and especially the thermodynamics that I experienced in this work. In this sense, in the teaching-learning field, the proposal is to work on a diversified exploratory illustrative teaching model with meaning in a potentially significant critical teaching interrelationship in a hybrid way that makes sense and that awakens the awareness of physical knowledge associated with this pandemic reality which intensified the use of equipment such as an infrared thermometer, room thermometer, N95 mask and finger oximeter to check and diagnose covid-19 patients and, with that, made students seek other thermodynamic knowledge in their daily activities that contributed to this dissertation produced formal scientific concepts.

Keywords: teaching, exploratory, diversified

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Radiação térmica emitida por um corpo aquecido	37
Figura 2: Radiação solar para a produção de calor	38
Figura 3: Fatores de reflexão e absorção	38
Figura 4: Fator de transmissão e radiância	39
Figura 5: Gustav Robert Kirchhoff	40
Figura 6: Uma maneira de representar um corpo negro	46
Figura 7: Aparato experimental para investigação do espectro de radiação de um corpo negro	42
Figura 8: Radiância espectral de corpo negro à temperaturas 1000 K, 1500 K e 2000 K	43
Figura 9: Josef Stefan e Ludwig Boltzmann	44
Figura 10: Radiância espectral de corpo negro a temperaturas 3000 K, 4000 K e 5000 K	45
Figura 11: Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz Wien	46
Figura 12 : Partículas de diferentes tamanhos tentando atravessar a máscara	47
Figura 13: Equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19	52
Figura 14: Termômetro infravermelho	55
Figura 15: Mapa conceitual: Termodinâmica do termômetro infravermelho	58
Figura 16: Termômetro de ambiente	58
Figura 17: Mapa conceitual termodinâmica do termômetro de ambiente	59
Figura 18: Física com Douglas	60
Figura 19: Física com Douglas	60
Figura 20: HQ modelo	62
Figura 21: Física Prof. Daniel	63
Figura 22: Descrição do vídeo – Física Prof. Daniel	63
Figura 23: HQ preenchida pelo aluno 1	65
Figura 24: HQ preenchida pelo aluno 2	67
Figura 25: HQ preenchida pelo aluno 3	69
Figura 26: HQ preenchida pelo aluno 4	71
Figura 27: Encarte do funcionamento da máscara N95	73
Figura 28: Vídeo do Youtube - Canal Minuto da Física - O Grande Segredo	74
Figura 29: HQ preenchida pelo aluno 5	77
Figura 30: HQ preenchida pelo aluno 6	78

Figura 31: HQ preenchida pelo aluno 7	79
Figura 32: HQ preenchida pelo aluno 8	80
Figura 33: HQ preenchida pelo aluno 9	81
Figura 34: HQ preenchida pelo aluno 10	82
Figura 35: Oxímetro de dedo	83
Figura 36: Modelo dos gases ideais relacionando a Covid-19	83
Figura 37: Como usar o oxímetro, e interpretar os valores da oximetria no paciente Covid-19	84
Figura 38: HQ preenchida pelo aluno 11	85
Figura 39: HQ preenchida pelo aluno 12	86
Figura 40: Esquema feito pela equipe 1	87
Figura 41: Mapa conceitual feito pela equipe 1	88
Figura 42: Esquema feito pela equipe 2	91
Figura 43: Esquema feito pela equipe 2	92
Figura 44: Rascunho do mapa conceitual feito pela equipe 2	92
Figura 45: Rascunho do mapa conceitual feito pela equipe 2	93
Figura 46: Mapa conceitual refeito pela equipe 2	84

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular

**CAPES**- Coordenação de aperfeiçoamento de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior

**COVID-19**- é a junção de letras que se referem a (CO) rona (VI) rus (D) isease, o que na tradução para o português seria “doença do corona vírus”. Já o número 19 está ligado a 2019, quando os primeiros casos foram publicamente divulgados

**IEED**-Ilustrativo Exploratório Ensino diversificado

**IEED**-INSTITUTO DE EDUCAÇÃO EUCLIDES DANTAS

**HQ**- Histórias em Quadrinhos

**PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais

**TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**TDIs**- Tecnologias digitais da Informação

**UEPS** – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	15
1.1JUSTIFICATIVA	17
2. MAPEAMENTO TEMÁTICO DOS ESTUDOS:	19
2.1PRIMEIRO ESTADO DO CONHECIMENTO	21
2.2SEGUNDO ESTADO DO CONHECIMENTO	21
2.3TERCEIRO ESTADO DO CONHECIMENTO	22
2.4QUATRO ESTADO DO CONHECIMENTO	22
2.5QUINTO ESTADO DO CONHECIMENTO	23
2.6SEXTO ESTADO DO CONHECIMENTO	23
2.7SÉTIMO ESTADO DO CONHECIMENTO	24
2.8OITAVO ESTADO DO CONHECIMENTO	25
2.9NONO ESTADO DO CONHECIMENTO	26
2.10 DÉCIMO ESTADO DO CONHECIMENTO	27
3.0 REFERENCIALTEÓRICO	28
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	28
3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA	29
3.3 ENSINO HÍBRIDO	30
4. TERMODINÂMICA	31
4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA TERMODINÂMICA	31
4.2 CONCEITOS TERMODINÂMICOS	32
4.3 TERMODINÂMICA DOS GASES	34
4.4 ENSINO TERMODINÂMICOS EM TRÊS VERTENTES	34
4.4.1 PRIMEIRA VERTENTE	35
4.4.2 SEGUNDA VERTENTE	46
4.4.3 TERCEIRA VERTENTE	48
5. METODOLOGIA	51
5.1 ABORGAGEM DA PESQUISA	51
5.2 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA	51
5.3 PROPOSTA METODOLÓGICA	52
5.4 ORIENTAÇÃO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM	53
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
6.1 RESULTADO DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA	54
6.1.1 DO RESULTADO DO PASSO 1 DO 1ºMOMENTO	54

6.1.2 DO RESULTADO DO PASSO 2 DO 1º MOMENTO	55
6.2 DO RESULTADO 2º MOMENTO	58
6.3 DO RESULTADO 3º MOMENTO	63
6.4 DO RESULTADO 4º MOMENTO	75
6.5 DO RESULTADO 5º MOMENTO E 6º MOMENTO	84
6.6 DISCUSSÕES	94
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	101
APÊNDICES	
PRODUTO EDUCACIONAL	

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa de dissertação com o **IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS E CRÍTICO DA UEPS (UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA) NO CONTEXTO DA Covid-19 PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA** vem de minha “inconformidade” em relação às dificuldades que os jovens têm em aprender física e também do meu anseio de contribuir para melhoria no ensino desta disciplina com um modelo não narrativo pelo professor para proporcionar melhores condições aos alunos no estado de pandemia que o mundo se encontra, e que tem deixando muitos jovens aflitos com esta realidade.

Esta dissertação é resultado de uma parceria com eles, meus alunos, e da minha inspiração para investir num ensino capaz de melhorar a vida de alguém e não perder oportunidades numa imersão categórica de ensino-aprendizagem. E sobretudo de aplicar as lições defendidas pelos educadores David Ausubel e de Marco Antônio Moreira para somar a essa dissertação que foi uma perspectiva ilustrativa numa educação que se intensifique e atenda às reais necessidades do aluno no seu aprendizado.

O público alvo foram os alunos do 2º ano do ensino médio noturno do colégio estadual Instituto de Educação Euclides Dantas (IEED) do ano de 2021 que tiveram o ensino híbrido com poucos recursos tecnológicos na escola e às vezes nem tinha celular na sua casa, além do mais, esses alunos e os demais alunos das escolas estaduais da Bahia não tiveram aulas no ano 2020. No entanto, o que se percebeu foi uma inércia do Estado no tocante à educação durante a pandemia. É evidente que não foi a Covid-19 que causou as já conhecidas problemáticas da educação pública como falta de investimento e modernização das escolas, evasão escolar, crise econômica e dificuldades no ensino remoto, mas estes problemas só se acentuaram neste momento e os resultados refletiram também no referido colégio onde a dissertação se desenvolveu. Houve uma redução de 50% das turmas no turno noturno ocasionando a excedência de professores na escola, fenômeno esse que se percebeu em diversas escolas brasileiras.

Com a pandemia da Covid-19 as desigualdades sociais foram escancaradas e a realidade da maioria destes alunos tornou-se ainda mais desafiadora: os baixos resultados no ensino nesta realidade pandêmica, e inclusive a mais alta taxa de evasão do ENEM- Exame Nacional do

Ensino Médio em toda sua história<sup>1</sup>. O exame é a principal porta de entrada para o ensino superior, por isso preparar e incentivar os alunos a fazer estas provas é muito importante. E além disso, independente se o aluno queira seguir ou não carreira em curso superior eles ou elas poderão com estes conhecimentos de termodinâmica no contexto pandêmico serem levados a despertar uma atitude consciente de pensar, sentir e agir a partir das impressões pessoais sobre os equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19.

É inegável que os prejuízos foram muitos, sobretudo no que tange aos conceitos específicos destes conhecimentos. Neste sentido, no campo de ensino-aprendizagem a proposta foi trabalhar com modelo “ilustrativo” diversificado que com aula do professor, com vídeos no google sala de aula e HQ(Histórias em quadrinhos) para preencher nos balões em branco sobre seu cotidiano, e seguida eles construirão mapas conceituais com os assuntos da termodinâmica com significado numa inter-relação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo-UEPS crítica de forma híbrida que fez sentido e despertou a consciência de conhecimentos físicos associados à realidade pandêmica que se intensificou na utilização de equipamentos para verificar e diagnosticar os pacientes da Covid- 19 e com isso fez que os alunos buscassem conhecimentos que acreditavam até então, não saber, mas sabiam implicitamente e que estavam ocultas nas suas atividades cotidianas e foram sistematizadas para produzir conceitos científicos.

Com isso essa dissertação teve o objetivo com subsunções de produzir conhecimentos termodinâmicos de forma potencialmente significativos e críticos na perspectiva de sustentação de ensino com os pressupostos teóricos na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS de Marco Antônio Moreira.

Para fins didáticos, esta dissertação está organizada em sete capítulos. O capítulo 1 traz a introdução e justificativa da dissertação. O capítulo 2 apresenta o mapeamento temático dos estudos. O capítulo 3, o referencial teórico e o capítulo 4 o capítulo da física envolvida no desenvolvimento da proposta numa profundidade maior que a tratada com os alunos. O capítulo 5 traz a metodologia dos seis momentos das sequências de ensino numa UEPS. O capítulo 6 traz a análise dos resultados e discussão e no Capítulo 7 as considerações finais.

---

<sup>1</sup> <https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/enem-e-educacao/2021/07/13018366-baixo-numero-de-inscritos-no-enem-2021-escancara-consequencias-da-pandemia-na-educacao-do-brasil.html>

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O ensino da Física muitas vezes tem se pautado em apresentar ao aluno uma definição ou uma fórmula para ser aplicada em dado exemplo, esse modelo tradicional de ensino tende a enfatizar a cópia e memorização. O principal objetivo e motivação desta pesquisa é oferecer aos alunos ferramentas para investigar e analisar (através de situações reais) o uso dos conhecimentos da Física no seu dia a dia. Pretende-se propor aos alunos exemplos reais que os leve a acionar seus saberes e capacidades prévias para resolução dos desafios propostos de forma ilustrativa que seja sentida e fique consciente no aluno.

Parte-se, no processo do conhecimento da Física da termodinâmica potencialmente significativa crítica na perspectiva da UEPS, ancorado em estruturas ilustrativas diversificadas de ensino aplicada aos equipamentos que as pessoas utilizam na pandemia da Covid-19 como, por exemplo, os termômetros infravermelho e de ambiente, máscaras N95 e oxímetro de dedo a fim de despertar e multiplicar os conhecimentos próprios dos alunos de forma híbrida que foi o caso deste trabalho.

No cenário pandêmico, as pessoas passaram a interagir mais no seu cotidiano através das suas redes sociais do que na sua interação pessoal; com a adoção do modelo híbrido de ensino a troca de conhecimentos e a relação comum em sala de aula tornaram-se mais difíceis. Esta dissertação mostrará a vontade e o compromisso de fazer uma educação que alcance às necessidades comuns da vida e seja útil na compreensão das relações da termodinâmica nas coisas usadas diariamente por milhares de pessoas, e com isso, despertar o interesse dos alunos para “acordar” as faculdades latentes desse componente curricular, sepultadas anteriormente nos conteúdos puramente escolares sem relação com os elementos de sua vida ou da natureza e que podem agora se tornar ativas depois de despertadas.

O conhecimento se válida quando construído pelo próprio indivíduo, essa é a essência do processo de pesquisa porque pesquisar corresponde à apreensão do objeto ou fenômeno pelo próprio indivíduo, através de intenso trabalho mental, pois a resposta não é mais o objeto do aprender e sim o processo de sua busca, e no percurso se constroem novas ideias e conceitos, baseados em conhecimentos adquiridos, desenvolvidos e adaptados para situações atuais.

Cada pessoa tem uma história particular e única em relação ao aprendizado. Ou seja, ninguém é autossuficiente de saber tudo ou insignificante de não saber nada, é por isso que os conhecimentos produzidos precisam deixar de ser apenas um “norte” para o futuro que terão com os seus resultados, para ser o “sul” dos conhecimentos produzidos para mudanças em

frente. Portanto, essa dissertação se justifica pela intenção de fortalecer o conhecimento com a adoção de práticas educativas emancipatórias baseadas no cotidiano, na ilustração e na perspectiva da UEPS.

## **2.MAPEAMENTO TEMÁTICO DOS ESTUDOS: IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVOS E CRÍTICO DA UEPS (UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA) NO CONTEXTO DA Covid-19 PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA**

O levantamento temático dos estudos está na perspectiva de busca de usos de equipamentos para verificar a covid-19 numa vertente de ensino aprendizagem potencialmente significativo no ensino da termodinâmica que constitua um importante instrumento de investigação possibilitando um mapeamento dos estudos já realizados de modo a orientar as questões de pesquisas.

Os meios eletrônicos facilitaram o levantamento bibliográfico com acesso aos dados específicos ao mapeamento de estudos da pesquisa. Com o google acadêmico foi catalogado os conhecimentos já produzidos em torno do título da pesquisa que teve o espaço temporal com início 2019. A busca se deu, na ferramenta de busca deste *site* com palavras-chave relacionadas com a temática deste trabalho neste espaço de tempo, pois era o foco deste trabalho.

O critério considerado para a seleção das publicações encontradas foi a atuação na área de ensino da termodinâmica numa sequência didática de termodinâmica com materiais significativos que o aluno compreenda uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS, num contexto pandêmico como proposta metodológica e o objetivo de identificar subsuncores termodinâmicos.

Foram usadas as seguintes palavras-chave nas buscas realizada com operador booleanos utilizando aspas conforme exemplo “sequência didática+termodinâmica+ material+ significativo” e NÃO apareceram nenhum resultado nesta ordem. E foi retirado as aspas e apareceram 3.650 resultados e como amostra foram delimitada para 10(dêz) por critérios subjetivos deste autor que considerou relevante conforme será explicado pela escolha de equipamentos: termômetro infravermelho, termômetro de ambiente, máscaras N-95 e oxímetro de dedo num contexto da pandemia da Covid-19 numa perspectiva da termodinâmica no ensino médio.

Entretanto fica o caminho para futuras pesquisas de outros pesquisadores para temática conforme sequência abaixo é digitar sem aspas:

Sequência didática + termodinâmica + material + significativo marcando a opção tempo do lado esquerdo desde 2019 que foi o início da Covid-19.

E a sequência de buscar título, autor(e)s, e ter o link de acesso, conforme exemplo

de resultado encontrado abaixo, ajuda bastante no mapeamento temático de análise do que foi pesquisado sobre o assunto para o pesquisador se situar mais rápido no seu trabalho, e o google acadêmico salvar no seu perfil se assim preferir:

Exemplo de itens para verificação na sequência

Título	Referências	Link de acesso
Aprendizagem significativa de termodinâmica a partir da leitura da obra A volta ao mundo em 80 dias de Júlio Verner	<b>MAZARO, Simone Bonora et al. Aprendizagem significativa de termodinâmica a partir da leitura da obra A volta ao mundo em 80 dias de Júlio Verner. 2019.</b>	[PDF] <a href="#">upf.br</a>

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

São inúmeras vantagens na busca do Google Acadêmico para realizar nosso mapeamento temático dos estudos, mas apresenta algumas desvantagens, como apresentação de fontes não acadêmicas, não confiáveis e desatualizadas, é apesar de gratuita há casos de cobrança de acesso. Mas, se resolve com pesquisador lendo com atenção os conteúdos produzidos.

Os mapeamentos dos estudos escolhidos foram substancializada com a elaboração, e aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), utilizando como referencial teórico de ensino a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Estas unidades pretendem criar propostas que possam contribuir para orientar metodologicamente o professor do ensino médio, na concepção de Marco Antônio Moreira para as UEPS num contexto termodinâmico.

## 2.1. Primeiro mapeamento de estudo

Foi elucidar a “**Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**” (Moreira e Masini, 1982). Em questão o primeiro mapeamento de estudo se verificou nesta obra no tópico ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO EM “NOÇÕES DE TERMODINÂMICA E TEORIA CINÉTICA DOS GASES” p. 57 que os autores apresentam a organização sequencial do conteúdo em Termodinâmica e teoria cinética ao nível de Física geral: temperatura, calor, 1ª lei da termodinâmica, teoria cinética dos gases, 2ª lei da termodinâmica e entropia **numa seqüência de acordo a teoria de Ausubel** porque se organiza de modo a levar aquilo que o aluno já sabe de forma intuitiva dessa seqüência para o geral; parte do particular e enfatiza a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Com isso, surgiu a ideia de trabalhar com uma seqüência didática para uma aprendizagem significativa da Termodinâmica a partir de material potencialmente significativo como os equipamentos utilizados no diagnóstico e/ou verificação dos sintomas de pessoas como Covid-19 no contexto de pandemia para o ensino-aprendizagem.

## 2.2. Segundo mapeamento de estudo

“SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE TERMODINÂMICA: UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO”. Neste, buscou-se identificar nos resultados de uma investigação de uma seqüência didática fundamentada na TAS-Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, **em relação a obra “A volta ao mundo em 80 dias de Júlio Verne ser potencialmente significativa ao estudo da Termodinâmica”**. Analisada pela ATD- Análise Textual Discursiva, tendo as relações dos conteúdos estudados com os conhecimentos anteriores dos estudantes. Para fazer a conexão saindo do estado passivo para o ativo.

Assim o autor criou uma unidade didática para o tratamento de conceitos de Termodinâmica, a partir da história de Júlio Verne, com análise dos materiais produzidos, a fim de identificar respostas para a questão do estudo de uma pesquisa qualitativa pois observou a prática educacional, de acordo com Triviños (2015) permite compreender a realidade e obter elementos para investigá-la. Foi adotado a recomendação de Zabalza (2004), ao final de cada encontro, foram registradas no diário de bordo que leva em conta a importância de que o professor descreva sua prática (ZABALZA, 2004, p.10), e a boa prática permite avançar para

novos estágios de leva a contínuos aprendizados e registrados no diário as reflexões sobre as atividades, que aborda aspectos como a estrutura da aula e o envolvimento e a participação dos alunos.

### 2.3 Terceiro mapeamento de estudo

Foi o de avaliar O objetivo deste trabalho **Ensino remoto durante a Covid-19: Percepção da aprendizagem em ambientes digitais para o componente Termodinâmica no ensino superior** da capacidade de aprendizagem no ensino da termodinâmica por meio de aulas remotas durante a pandemia de Covid-19 por alunos de engenharia de uma instituição privada de ensino superior. No início da semana era disponibilizado um plano semanal de estudos com orientações de vídeos para os alunos assistirem e com indicação dos capítulos e tópicos de livro-texto que deveriam ser estudados antes do encontro síncrono. Durante a aula, a professora explicava os conceitos mais importantes a serem aprendidos com um roteiro, chamado portfólio que possuía lacunas e reflexões, o qual os alunos deveriam completar de acordo com os aprendizados adquiridos com a leitura realizada e as dúvidas solucionadas no encontro. A termodinâmica é a ciência que estuda a energia e suas transformações. E o princípio da conservação de energia foi formalizado como a primeira lei da termodinâmica. O entendimento da entropia é um dos assuntos mais complexos por causa da abstração e da difícil assimilação da termodinâmica. Por isso, este artigo é relevante para o cuidado deste assunto na dissertação supracitada, pois os estudantes ainda retêm mesmo no nível superior concepções errôneas sobre os seus princípios, e principalmente com a relação de conceitos sobre calor, trabalho e energia interna.

### 2.4 Quarto mapeamento de estudo

“ **Termodinâmica e Revolução Industrial: Uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência**” de Silva e Errobidart . História da Ciência e ensino Construindo interfaces e publicado em 27 de maio de 2019 foi considerado relevante para esta dissertação. Pois, esse artigo elucida as necessidades sociais predominantes para o aperfeiçoamento das máquinas térmicas e a evolução dos processos técnicos que culminaram nas leis da Termodinâmica. A Inglaterra possui em abundância carvão mineral no seu solo que era utilizado na expansão da industrialização. E a profundidade para ampliar a produção começou até problema de infiltrações devido aos lençóis freáticos. Nisso, surge a necessidade de

equipamentos cada vez mais potentes para retirar o excesso de água do interior das minas. E como cientistas influenciaram nas formulações das duas leis da termodinâmica.

## 2.5 Quinto mapeamento de estudo

**“Ensino de física em tempos de pandemia: Instrução remota e desempenho acadêmico”** de AGUIAR, C. E; MOURA, M. BARROSO, M.F. de 2021. Esse artigo investiga o efeito do ensino remoto adotado durante a pandemia de Covid-19 no teste conceitual de Termodinâmica na graduação e na pós-graduação antes da pandemia e depois dela. E não revelou diferenças significativas entre a pontuação dos estudantes nos dois períodos. Foi utilizado um teste conceitual que vinha sendo aplicado na forma presencial antes da pandemia e foi aplicado no ensino remoto. Neste artigo usou a estratégia da prova oral e com isso não houve evidência de cola na compreensão de conceitos, mesmo que consultas a textos ocorreram não interferiram nos resultados pelas diversidades de respostas que no ensino presencial ocorre muito com respostas iguais. Portanto, um ponto positivo deste artigo para minha dissertação, foi a ideia de utilização da ferramenta da História em Quadrinhos, de forma que pude explorar as revistas em quadrinhos com balões para verificar conceitos na forma oral.

## 2.6 Sexto mapeamento de estudo

**“Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica”**, de 2021 de Michele Moreira, Francisco Silva, Mairton Romeu e Luana Maia apesar de ser de outra área de conhecimento da aqui abordada, foi um norte para a sequência didática desenvolvida pela Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), desenvolvida pelo Professor Marco Antônio Moreira que são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, e fundamentada na teoria da aprendizagem significativa do psicólogo David Ausubel, e possui 08 (oito) etapas: 1. Definir o tópico específico a ser abordado; 2. Identificar os conhecimentos prévios do aluno; 3. Propor situações-problema em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno; 4. Apresentar o conhecimento levando em conta a diferenciação progressiva; 5. Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo e propor novas situações mais complexas; 6. Concluir a unidade, dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora, 7. Avaliação somativa individual, 8. Procurar evidências de aprendizagem significativa. E o princípio que mais influência esta teoria

e as sequências didáticas são os conhecimentos prévios dos alunos. A Metodologia com caracterização do estudo, implementação da proposta, etapas: contrato didático, diálogo inicial, situações-problema inicial, apresentação do conhecimento, situações-problema complexas, conclusão da unidade de ensino e mapas conceituais foi esclarecedora para fazer a sequência didática da Dissertação.

## 2.7 Sétimo mapeamento de estudo

**“Aprendizagem significativa em ciências: condições de ocorrência vão muito além de pré-requisitos e motivação”** de Marco Antônio Moreira de 2021 de Marco Antônio Moreira que faz uma crítica ao ensino das ciências da natureza e da matemática, sendo esse focado para preparar para provas de testes como ENEM e PISA. E o ensino acaba muitas vezes se resumindo à decoração de fórmulas e nas respostas corretas e pouco ou nenhum conhecimento sobra depois das provas, pois é aprendizagem mecânica, se limitando a situações conhecidas, a um armazenamento na memória que dura curto prazo e sem significado, pois não requer compreensão e os alunos reclamam a situações novas.

O artigo classifica esse ensino de treinador. Em contrapartida a essa realidade é a aprendizagem com compreensão, com significado de novos conhecimentos e prévios à estrutura cognitiva com capacidade de explicar, descrever e aplicar. Nesta interação, o novo conhecimento deve relacionar-se com algum que seja relevante para dar-lhe significado. Fala das idiossincrasias dos vários “outros significados” de trabalho e calor que o aprendiz pode ter, inclusive do ponto de vista afetivo.

O trabalho também salienta que a aprendizagem mecânica pode evoluir para uma aprendizagem com significados pois é progressiva, mas isso não quer dizer que comece mecânica. Esta progressividade é chamada de diferenciação progressiva. À medida que novos conhecimentos vão sendo incorporados, de modo significativo, à estrutura cognitiva de quem aprende esses conhecimentos vão interagindo com conhecimentos prévios e sendo progressivamente diferenciadas em relação a eles, e há outro processo cognitivo que ocorre simultaneamente, o da reconciliação integrativa ou integradora ao invés de diferenciar tudo, é necessário fazer também integrações, reconciliações, de conhecimentos.

Além do conhecimento prévio adequado e da predisposição para aprendizagem significativa, os materiais instrucionais devem ser potencialmente significativos, para fazerem sentido para quem quer aprender com sentido lógico, bem organizado, bem estruturado, e

podem despertar seu interesse e o aprendiz deve ter conhecimentos adequados em sua estrutura cognitiva para dar-lhe significado psicológico. O fator mais importante é o que o aprendiz já sabe. Averigüe-se isso e ensine-se de acordo. E pode ser um obstáculo epistemológico por causa das concepções errôneas. A progressividade da aprendizagem significativa tem a ver com outro processo importante para a organização cognitiva, o da consolidação que é o terceiro processo, é uma consequência imediata da premissa de que o conhecimento prévio é a variável que mais influência na aquisição significativa de novos conhecimentos, não é imediata, é progressiva.

Situações de ensino e aprendizagem o aprendiz tem que externar os significados que está captando, o processo deve ser dialógico de forma a criar cenários que permita que esse aprenda a partir do que se sabe e do que quer aprender com interesse; para aprendizagem significativa que influencia positivamente a atenção do aprendiz, o uso de tais estratégias, são efetivas mesmo quando a pessoa possua baixa **autoeficácia** (que refere-se à própria crença de não ser capaz de aprender determinado assunto) e pode ser interpretada como o julgamento que indivíduos fazem sobre quanto são eficazes em determinadas situações sobre suas capacidades, falta de metas acadêmicas e não ser capaz de ter autorregulação que refere-se ao processo pelo qual estudantes sistematicamente focam seus pensamentos, sentimentos e ações para alcançar metas de aprendizagem em três processos: auto-observação (também chamado monitoramento significa dar atenção ao seu próprio comportamento), autojulgamento (significa comparar o nível atual de desempenho com as metas individuais e auto reação (significa responder cognitivamente, afetivamente e comportamentalmente ao seu próprio autojulgamento).

## 2.8 Oitavo mapeamento de estudo

**“Ensino e aprendizagem de Física no Ensino médio e a formação de professores”** de Anna Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron de 2018 que explora instâncias das relações que os alunos estabelecem com o conhecimento e que o professor precisa além de dominar o conteúdo de física que vai ensinar, saber como vai abordar esse conteúdo. Saber como vai abordar esse conteúdo, exige que o professor leve o aluno a construir ele próprio a estrutura do pensamento, possa planejar e implementar propostas para o ensino e avaliar se houve aprendizagem além da memorização de fatos e conceitos.

Segundo o artigo há um sério problema para o ensino de física, pois, enquanto para cientistas um gráfico e as fórmulas são o próprio fenômeno em estudo, para os estudantes precisa ser decodificado tornando uma coisa a ser decorada, desprovida de sentido. Nesse

sentido o professor precisa fazer o aluno falar e é preciso interação construtiva, é necessário que o professor pergunte, e perguntas relacionadas com o conteúdo. No que diz respeito às competências docentes, cita Csarvalho e Gil-Perex (2011) nos oitos pontos que os professores precisam “saber” e “saber fazer” é preciso: Saber a matéria a ser ensinada, considerando discussões, mas também reconhecer os modos de construção de conhecimento representados pelas dimensões sociais e epistêmicas desse processo, também são conteúdo a serem explorados com os estudantes numa perspectiva de reconhecer os movimentos históricos e as influências do período e da sociedade que resultaram em conhecimentos e o professor precisa reproduzir ações em sala de aula para o ensino daquilo que os alunos vivenciam nos dias atuais; O professor deve ter conhecimento para questionar o pensamento docente espontâneo, e questionar o senso comum; Adquirir conhecimento teórico sobre aprendizagem e aprendizagem em ciências e trazer aos professores novas estratégias e abordagem de ensino mais adequadas; Crítica fundamental no ensino habitual; Saber preparar atividades com problematização e foco no aluno, sabendo preparar atividades como experiências de laboratório, leitura de textos históricos, pesquisas bibliográficas, elaboração de sínteses e relatórios, programas de vídeos e computacionais, dentre outros; Saber dirigir as atividades dos alunos, e neste momento vai promover interações discursivas auxiliando os alunos a relacionar dados, evidências e variáveis no estabelecimento das justificativas para na síntese elaborada os significados científicos de argumentação sejam construídos; Saber avaliar no pensar o que fazer para alcançar o resultado desejado e toda avaliação considera o aluno, mas também o ensino do professor; Utilizar a pesquisa e a inovação revelando a necessidade de as pesquisas serem consideradas pelos professores como forma de aprimorar seu trabalho.

## 2.9 Nono mapeamento de estudo

**“A Aprendizagem Significativa: estratégias facilitadoras e avaliação”** de Evelyse dos Santos Lemos de 2011 que fala do significado do conceito da aprendizagem significativa e cita David Ausubel, ele propôs um processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes que são chamados subsunçores ou ideias âncoras, que ao interagirem com a nova informação dão significado para a mesma na sua estrutura cognitiva tornando progressivamente diferenciados, elaborados e estáveis em um caráter pessoal (idiossincrático), dinâmico, contínuo, intencional, ativo no sentido de atividade mental, recursivo, de interação entre a nova informação e a prévia e interativo entre sujeitos.

Nessa perspectiva, salienta que não importa a quantidade de informações, mas a construção compartilhada de conhecimentos, a partir do significado que eles representam para os sujeitos envolvidos. Numa sala de aula, é fundamental que o professor tenha clareza sobre quem são seus alunos e porque precisam aprender, para decidir o que ensinar e qual a melhor estratégia de ensino e de avaliação para este contexto.

## 2.10 Décimo mapeamento de estudo

**“A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula”** de Marco Antônio Moreira-Brasília: Editora Universidade Brasília, 2006 que conceitua e utiliza os mapas conceituais (desenvolvida por Novak, discípulo de Ausubel nos anos 70) como princípio ausebiano da diferenciação conceitual progressiva de conceitos gerais para específicos numa hierarquia vertical, de cima para baixo, indicando relação de subordinação entre conceitos podendo como diz Moreira nesta obra na p. 48 “ Uma vez que não é o único e que não existem regras fixas a serem observadas na construção de um mapa de conceitos” e devem ser usados quando os alunos já têm noção do assunto.

Ainda sobre os mapas conceituais, continua Moreira, os conceitos e as linhas que ligam esses conceitos precisam ser compreensíveis para os alunos, por isso precisam ser explicados pelo professor e os estudantes também precisam ter alguma noção da matéria ensinada para com isso promover a reconciliação integrativa. Significa que se deve começar com os conceitos subordinados que estão relacionados com o conceito mais geral e, então voltar, pelos exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais elevada na hierarquia. Devem explorar explicitamente, as relações de subordinação e superordenação entre os conceitos (Moreira, Masini, 1982). Salienta ainda que, deve ter em mente que mapa conceitual não é esquema e que não são passos em uma sequência de operações.

### 3.REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico utilizado no trabalho.

**3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL** foi o ponto inicial do referencial. Com o:

Livro	Autores	Ano
<b>APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL</b>	MOREIRA, A.M. e MASINI, E. F. S	1982

Fonte: elaborado pela autor, 2021.

O conceito central desta teoria é o de aprendizagem significativa se dar com o conhecimento prévio do aluno num processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo

Segundo Ausubel, citado por Moreira (2010, p.3):

*A ‘aprendizagem significativa’, por definição, envolve a aquisição de novos significados. Estes são, por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa. Ou seja, o surgimento de novos significados no aprendiz reflecte a acção e a finalização anteriores do processo de aprendizagem significativa (2003, p.87).*

Com isso, o conhecimento fica mais estável, mais elaborado e refinado, capaz de servir a arcabouço cognitivo do que vão fazer ou como vão reagir a essas informações com inúmeras reflexões sobre a termodinâmica, no caso particular deste trabalho, com princípios da aprendizagem significativa da *diferenciação progressiva*:

É o princípio programático segundo o qual as

ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade (Moreira,2010, p.5)

É com o princípio da *diferenciação progressiva* que ao mesmo tempo passam a enxergar outro princípio na busca de organização cognitiva (sequência as unidades de estudo com as relações de dependência na matéria de ensino) que é a *reconciliação progressiva* que explora relações entre conceitos e preposições e suas diferenças e semelhanças e reconciliar inconsistências reais e aparentes numa *consolidação*, que leva a insistir no domínio do que está sendo estudado antes de iniciar novos conhecimentos e que o *conhecimento prévio* é a variável que mais influência no processo de aprendizagem, é como uma ponte entre o que já sabe ou deveria saber para uma aprendizagem subsequente de um novo conhecimento. Além disso, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender que vai muito além da motivação, o mais importante é a relevância do novo conhecimento para o aluno.

### **3.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS**

Neste trabalho a proposta é relacionar o que os alunos precisam aprender na sala de aula sobre termodinâmica com os equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19 aplicados numa sequência de ensino utilizando a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa- UEPS numa perspectiva potencialmente significativa e crítica de forma híbrida e que as relações com o conhecimento prévio do aluno sobre seu conceito, suas ideias, enriqueçam sua estrutura cognitiva com o novo conhecimento potencialmente significativo e crítico.

A sequências de ensino utilizadas apresentadas a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) estão fundamentadas teoricamente e voltadas para a aprendizagem em 08(oito) etapas :

1-definir o tópico específico a ser abordado;2- Identificar os conhecimentos prévios do aluno;3-Propor situações-problema em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno;4- Apresentar o conhecimento levando em conta a diferenciação progressiva;5-Retomar os aspectos mais gerais

do conteúdo e propor novas situações novas-situações mais complexas;6-Concluir a unidade, dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora;7-Avaliação somativa individual,8- Procurar evidências de aprendizagem significativa. (Moreira, 2006, p.4).

Essa sequência didática se apresenta com a intenção de um modelo não narrativo do professor e não mecânico de aprender do aluno para uma aprendizagem com materiais significativos de ensino pela construção da UEPS com tópicos específicos de conhecimento que no caso foi usado nesta dissertação para conectar os equipamentos usados na pandemia de Covid-19 (termômetro infravermelho, termômetro de ambiente, máscara N-95 e o oxímetro de dedo) aos conceitos termodinâmicos declarativos e procedimentais com materiais educativos diversificados e significativos

### **3.3 ENSINO HÍBRIDO**

Segundo Valente (2015, p.13) o “ ensino híbrido é uma abordagem pedagógica que combina atividades presenciais e atividades realizadas por meios das TDI - TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO”.

Nesta dissertação foi usado o modelo da sala de aula invertida no ano de 2021 por causa das restrições da pandemia da Covid-19 com “algumas adaptações” a sala de aula virtual com ilustrações para uma linguagem visual termodinâmica e com materiais instrucionais no google sala de aula que agrega conhecimento ao aluno antes e “depois da aula”. Nessa perspectiva ele reproduz o contexto dos equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19 que observou aos fenômenos físicos à sua volta que leva o estudante a se perguntar “o que é isso”, “como funciona”, despertando-lhe a curiosidade em buscar respostas às suas perguntas.

E o principal ponto desse ensino é colocar o foco na aprendizagem no aluno e não mais na transmissão da informação pelo professor num processo de atividade ativa na busca do conhecimento individual e em grupo e o professor como seu colaborador. Em sua essência foca o aprendizado no aluno e há várias maneiras.

Ademais, o estudante pode acessar o material como: textos, vídeos, colaboração dos colegas nos fóruns de discussão no seu tempo para aprofundar seus conhecimentos e sua consciência para verificar suas próprias deficiências para buscar ajuda do professor ou colegas para superação.

Nada se aprende a não ser por uma conquista ativa e o que o aluno deve ser coerente a ciência física e não repetir fórmulas verbais prontas. Criar experiências de aprendizagem para ter vínculo além de experiências intelectuais, somado às suas vivências efetivas para mediar uma realidade de uma educação do ensino de física que atualmente está no século XIX para o século XXI.

Num papel de despertar no indivíduo a sensibilidade para ver as sublimes leis da natureza projetadas em cada coisa, em cada fenômeno à sua volta. Instigando o aluno para o interesse de investigar e com isso, ampliar o seu conhecimento no mundo em que vive e entender a vertentes da termodinâmica no contexto pandêmico da Covid-19 de conhecimento físico plural diverso.

## **4. TERMODINÂMICA**

### **4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA TERMODINÂMICA**

A Inglaterra possuía em abundância carvão mineral no seu solo que era utilizado na expansão da industrialização. E na profundidade para ampliar a produção começaram a enfrentar problemas de infiltrações devido aos lençóis freáticos. Nisso, surge a necessidade de equipamentos cada vez mais potentes para retirar o excesso de água do interior das minas. Em 1698 o registro de exploração foi obtido por Thomas Savery. Ele construiu um equipamento utilizando o princípio de funcionamento de uma máquina à vapor, que remete aos dispositivos de êmbolo-pistão, de Denis Papin de 1690 que retira águas das minas que transforma água em vapor e impulsiona o movimento de subida do pistão, para ser preso por uma presilha, e é precursora das panelas de pressão. Mas, a mineração de carvão exigia uma forma mais eficiente. O aperfeiçoamento veio com Thomas Newcomen que utilizou um sistema mecânico que inseriu uma caldeira abaixo do cilindro da máquina e resultou numa pressão 0,14 atm. Inferior à pressão obtida com o equipamento de Savery. Além de possibilitar bombear o excesso de água das minas e movimentar massas em diferentes alturas, propiciou a geração de movimento a partir do vapor da água.

Mas, as necessidades aumentaram e o conhecimento do empirismo (conhecimentos práticos) não era suficiente. Era preciso entender o fenômeno físico e dominar conceitos que explicam seu funcionamento. As empresas começaram a doar estes equipamentos para estudo nas Universidades. Na época tinha grande respaldo da Universidade da Escócia. Neste contexto apareceu na universidade James Watt com um insucesso comercial numa pequena oficina, destinada à construção de equipamentos navais e começou a aplicar os saberes que tinha na construção de instrumentos para a universidade.

James Watt verificou estudando a máquina de Newcomen, que durante seu funcionamento, o vapor sofria o processo de resfriamento no cilindro, e que uma parte da energia produzida na fonte era perdida nessa etapa por causa da diminuição do rendimento total do equipamento. Watt projetou uma máquina, cujo cilindro seria sempre aquecido, reduzindo assim o consumo de combustível. Empregou o bronze para construção dos motores do cilindro por ser melhor condutor de calor que o ferro. E aumentou a superfície exposta do cilindro para aumentar a condensação do vapor de forma proporcional ao cilindro.

Com as modificações de Trevithick-filho, foi possível acoplar rodas a máquina e inserir dois recipientes: um para reserva de água que seria utilizada para propiciar o seu resfriamento

e outro de carvão: um reserva de água que seria utilizada para propiciar o seu resfriamento e outro de carvão, o combustível da máquina. E foram precursoras das locomotivas a vapor para transportar os minerais extraídos. E nesse aperfeiçoamento houve a troca de mão de obra de crianças para mecanização. Desta forma, a Inglaterra elevou o status de potência industrial com eficientes máquinas térmicas e militares graças ao emprego do vapor nas embarcações da marinha inglesa e armas de fogo com Benjamin Thompson.

Neste contexto surge a obra de Carnot que infere que o calor flui entre um corpo que possui uma temperatura maior para outro corpo com temperatura menor. E não pode o processo ocorrer de forma vice-versa, sendo que o calórico só poderia ser restabelecido no equilíbrio, se não houvesse atrito, o principal responsável para baixo rendimento das máquinas.

Já Joule conduziu uma série de aperfeiçoamento que permitiram obter êxito na determinação de constante do equivalente mecânico que passou a ter valor de 4,154 J/cal. Além de inferir que a energia potencial poderia ser transformada em energia cinética e a energia cinética seria transformada em calor, com isso calor e a energia mecânica estariam relacionados. O artigo<sup>2</sup> cita Clausius na p. 95 que diz “... não há, portanto, qualquer sistema térmico perfeito no qual todo o calor é transformado em trabalho existe sempre uma determinada perda de energia”. Vejamos agora alguns conceitos fundamentais da Termodinâmica.

## 4.2 CONCEITOS TERMODINÂMICOS

**Termodinâmica** lida com fenômenos associados aos conceitos de temperatura e calor. (Nussenzveig, pág. 192, 2014);

A **Termodinâmica** é a ciência que estuda a energia calorífica e suas transformações (Costa, pág. 15,1971);

**Temperatura** é o conceito físico que nos permite medir o estado térmico de um sistema, estabelecendo a sua maior ou menor capacidade de transmitir calor (Costa, pág. 35,1971);

**Calor** é a energia que é transferida de um objeto para outro devido a uma diferença de temperatura entre os objetos (Bruckmann, pág.7, 1989, apud Hewitt, pág. 302, 1987);

**Energia** de um sistema material em um certo estado, referido a um estado normal

---

<sup>2</sup> Termodinâmica e Revolução Industrial: Uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência” de Silva e Errobidart disponível em <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2019v19p19p71-97> em 17 de fevereiro de 2022. História da Ciência e ensino Construindo interfaces e publicado em 27 de maio de 2019.

escolhido convenientemente, é igual à soma algébrica dos equivalentes mecânicos de todos os efeitos exteriores ao sistema, quando ele passa de um modo qualquer do primeiro ao segundo estado definição devida a Lorde Kelvin e Planck (apud Costa, pág. 28,1971);

Um corpo possui **energia** se for capaz de provocar uma mudança em si mesmo ou em sua vizinhança (Penteado e Torres, 2005, p.146).

**Lei zero da termodinâmica** para saber se dois sistemas A e B têm a mesma temperatura, não é necessário colocá-los em contato térmico; basta verificar se ambos estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, que é o termômetro (Nussenzveig, pág. 195, 2014).

**Energia interna U** cuja variação  $U_f - U_i$ , entre o estado inicial i e o estado final f é igual ao trabalho adiabático necessário para o sistema ir de i até f. (Nussenzveig, pág. 215,2014);

O **Trabalho** realizado para levar um sistema termicamente isolado de um estado inicial a um dado estado final é independente do caminho (Nussenzveig, pág. 215,2014).

#### 4.3 TERMODINÂMICA DOS GASES

Segundo Costa (pág. 35,1971) “Denominam-se gases perfeitos os gases que seguem com exatidão as leis de BOYLE-MARIOTTE E GAY LUSSAC”. A energia interna desse gás não varia. Equação dos gases perfeitos:  $P \cdot V/T = P_o \cdot V_o/T_o$ . Podendo as transformações serem:

- 1- ISOVOLUMÉTRICA ( $P/T = P_o/T_o$ ) ou lei de Charles;
- 2- ISOBÁRICA ( $V/T = V_o/T_o$ ) ou lei de Gay-Lussac;
- 3- ISOTÉRMICA ( $P \cdot V = P_o \cdot V_o$ ) ou lei de Boyle-Mariotte
- 4- ADIABÁTICA ( $Q=0$ ). Importantes estes conhecimentos para entender as

relações ao Covid-19 e a proteção que a máscara N-95 desempenha.

**Primeiro princípio da termodinâmica**, que equivale ao princípio de conservação da energia, identifica a contribuição a  $\Delta U$  que não é devida a trabalho fornecido ao sistema com uma nova forma de energia, o calor é transferido ao sistema (Nussenzveig, pág. 216, 2014);

**Primeiro princípio da termodinâmica relacionados à variação de ENERGIA INTERNA  $\Delta U$  (analogia comida) = QUANTIDADE DE CALOR Q (analogia tarefas diárias) – TRABALHO E (diminui gordura).** Em resumo, a energia não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada em uma espécie em outra. Esta lei é conhecida pelo **PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.**

Da mesma forma que a 1ª lei da termodinâmica corresponde à existência da energia interna  $U$  em função de estado, a 2ª lei corresponde **entropia** (Nussenzveig, pág. 227, 2014); (energia em estado de desordem ou distribuído ao acaso de um sistema).

#### 4.4 ENSINO DA TERMODINÂMICA EM TRÊS VERTENTES

##### 4.4.1 1ª VERTENTE: TERMODINÂMICA DO TERMÔMETRO INFRAVERMELHO E DE AMBIENTE:

1. Mede a temperatura de um corpo ou ambiente de um local. Observar as diferenças de temperatura da temperatura do ar condicionado com o termômetro de ambiente, e relacionar com o equilíbrio térmico;

2. As temperaturas diferentes influenciam no equilíbrio térmico e são importantes para conhecer o conceito de calor e energia;

3. Calor não é uma propriedade, ou seja, não é uma função de estado, é diferente de temperatura que é uma propriedade que tem a ver com estado de agitação das partículas;

4. Calor é o processo de transferência de energia que é causado pela diferença de temperatura dos corpos (como foi visto anteriormente), portanto um mecanismo para transferir energia, ocorrendo espontaneamente das regiões de maior para as regiões de menor temperatura, portanto o corpo recebeu energia através do processo calor;

5. Alguns autores adotam nos livros a expressão “calor é a energia em trânsito”, para ficar correta é só inverter CALOR É TRÂNSITO DE ENERGIA, pois calor, temperatura e energia são conceitos diferentes. Calor é um processo de transferência de energia gerado pela agitação de partículas de um corpo que aumenta ou diminui sua temperatura;

6. Lei de Wien/ Lei de Stefan Boltzman de forma a conectar ao termômetro pistola infravermelho; e a segunda em relação às ondas e radiação térmica e espectro eletromagnético também a esse equipamento.

Com isso se diferencia calor, energia e temperatura:

1- Calor é uma forma de energia;

2- Temperatura está associada a energia cinética de todos os átomos e moléculas constituintes de um corpo;

3- Calor é o processo de transferência de energia que é causado pela diferença de temperatura;

4- Termodinâmica é parte da Física que estuda as leis que regem as relações entre temperatura (associada a energia térmica que um corpo possui), calor (Trânsito de energia),

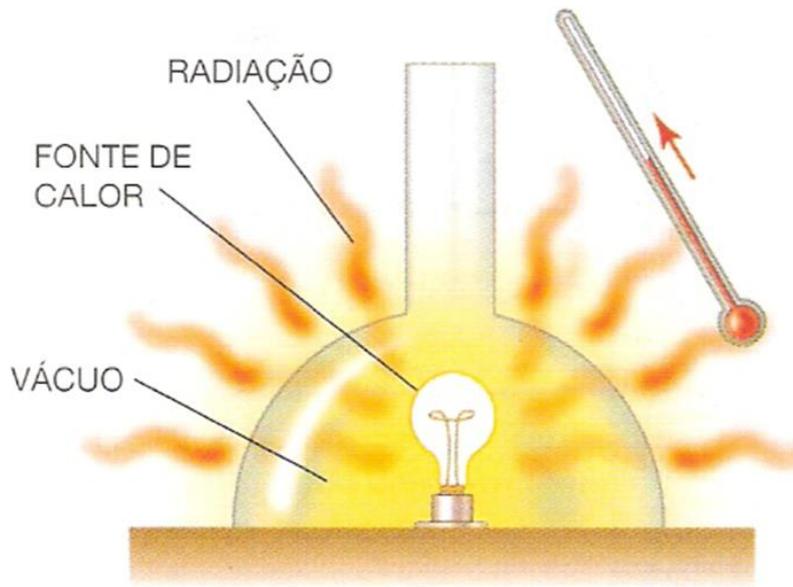
outras formas de energia (como térmica que corpo produz) e trabalho;

5- As relações com o calor em duas perspectivas: a primeira o conceito, a unidade e os tipos de calor e que ela é diferente de energia; a segunda como se faz a propagação do calor e diferença entre calor e temperatura.

Aqui optamos por uma exposição mais conceitual das leis de Stefan-Boltzman e de Wien sem entrar nos detalhes mais formais, a referência básica foi Eisberg, R.; Resnick R. **Física Quântica. Átomos, Moléculas, Núcleos e Partículas.** Editora Campus (1998).

Começamos dizendo que a radiação transfere calor de um ponto a outro através da radiação eletromagnética. A radiação térmica é emitida de um corpo aquecido e ao ser absorvida por outro corpo pode aquecê-lo, convertendo-se em calor.

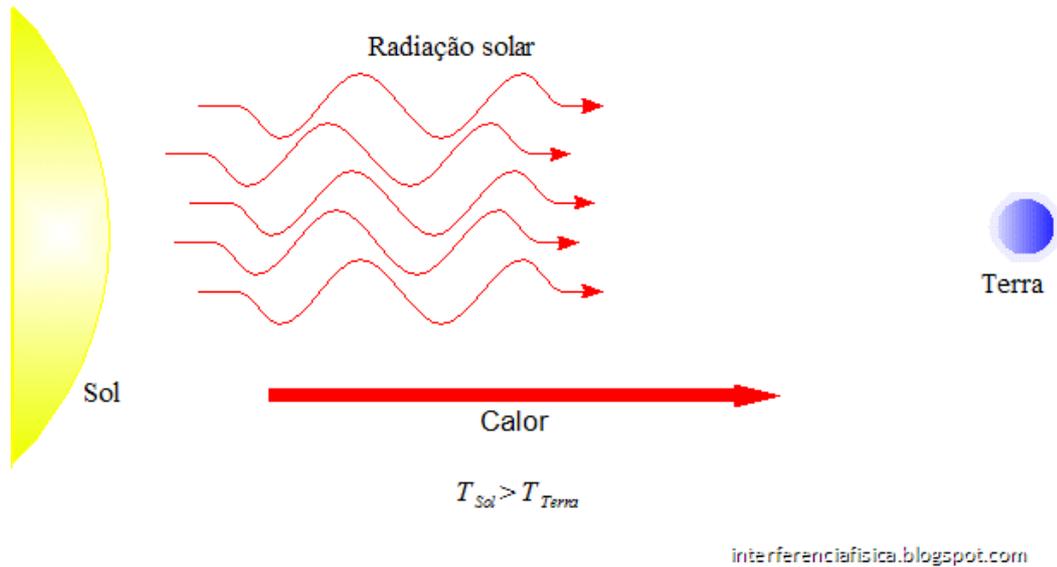
Figura 1 – Radiação térmica emitida por um corpo aquecido



Fonte: MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. – Física. Vol. 2 – São Paulo: Scipione, 2007.

A figura 1 acima mostra que o calor passa da região quente para a região fria sem a participação do meio material entre as duas regiões. O aquecimento solar é uma forma de aproveitamento da radiação solar para a produção de calor, vide figura 2 abaixo. Um ferro em brasa emite radiação térmica e aquece a região que o rodeia. A essa energia que se propaga por irradiação chamamos de energia radiante. A energia radiante tem um comportamento duplo. Para alguns fenômenos ela se comporta como onda eletromagnética e para outros como corpúsculos de energia vibrante. A matéria em um estado condensado (sólido ou líquido) emite um espectro contínuo de radiação. Os detalhes do espectro dependem bastante da temperatura.

Figura 2 – Radiação solar para a produção de calor

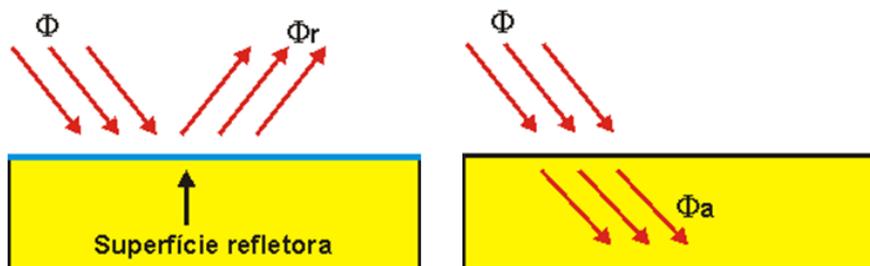


Fonte: <http://interferenciafisica.blogspot.com/2010/03/transmissao-de-calor.html>

O fluxo de energia radiante é a razão entre a energia radiante e o tempo:  $\Phi = W / t$ . O fluxo  $\Phi$  de energia radiante é portanto uma grandeza dimensionalmente igual à potência. A unidade de fluxo de energia no Sistema Internacional é 1 watt = 1W. O fator de reflexão  $r$  de uma superfície é a razão entre o fluxo refletido  $\Phi_r$  e o fluxo incidente  $\Phi$ , já o fator de absorção  $a$  de um corpo é a razão entre o fluxo absorvido  $\Phi_a$  e o fluxo incidente  $\Phi$ , vide as equações e a figura 3 abaixo.

$$r = \frac{\Phi_r}{\Phi} \quad \text{e} \quad a = \frac{\Phi_a}{\Phi}$$

Figura 3 – Fatores de reflexão e absorção



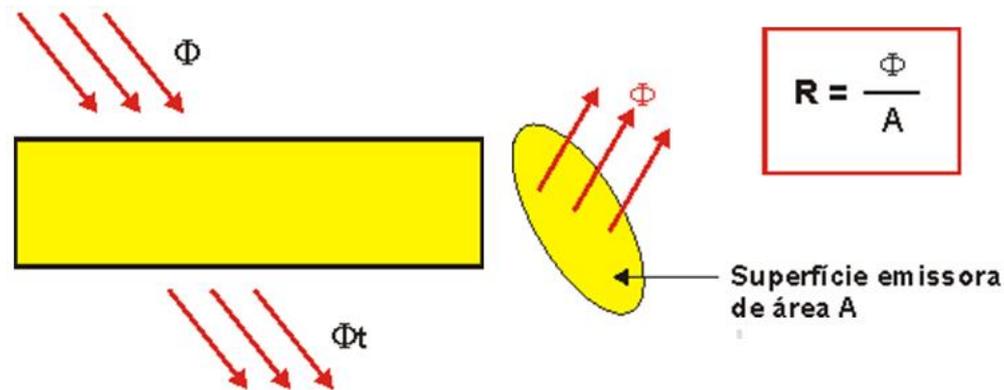
Fonte: [http://alfaconnection.net/pag\\_avsf/cal0603.htm#CAL0603](http://alfaconnection.net/pag_avsf/cal0603.htm#CAL0603)

O fator de transmissão  $t$  de um corpo é a razão entre o fluxo transmitido  $\Phi_t$  e o fluxo incidente  $\Phi$ . Outro conceito de extrema importância é o de radiância de uma superfície, a radiância  $R$  de uma superfície emissora é a razão entre o fluxo emitido  $\Phi$  pela superfície e a sua

área  $A$ , vide as equações e a figura 4 abaixo.

$$t = \frac{\Phi_t}{\Phi} \quad \text{e} \quad R = \frac{\Phi}{A}$$

Figura 4 – Fator de transmissão e radiância



Fonte: [http://alfaconnection.net/pag\\_avsf/cal0603.htm#CAL0603](http://alfaconnection.net/pag_avsf/cal0603.htm#CAL0603)

Um corpo negro, é um corpo com características ideais em relação à absorção e à emissão de radiação. Quanto à absorção, esse corpo teria poder absorptivo máximo, ou seja,  $a = 1$ , em qualquer ponto para qualquer frequência. Isso significa que esse corpo não reflete calor e nem luz. Por isso, não poderia ser detectado nem visto por reflexão, daí a sua denominação de corpo negro. É importante salientar para os alunos, que um **CORPO NEGRO NÃO SIGNIFICA CORPO DE COR PRETA.**

Quanto à radiância essa seria a máxima possível, o que nos leva a definição de fator de emissão. O fator de emissão de uma superfície é a razão entre a radiância de uma superfície e a radiância do corpo negro à mesma temperatura.

$$e = \frac{R}{R_{CN}}$$

Quando afirmamos que o fator de emissão de uma superfície é 0,8 queremos informar que a sua radiância é 80% ou 0,8 da radiância do corpo negro à mesma temperatura. É importante notar que o fator de emissão do corpo negro é igual a 1

$$e_{CN} = 1$$

O estudo das relações entre o calor absorvido e o calor emitido por um corpo levou o físico alemão Kirchhoff a propor duas leis, conhecidas como leis da radiação. A Primeira Lei de Kirchhoff (1859) nos diz que a razão entre o poder emissivo ou fator de emissão ( $e$ ) e o poder absorptivo ou fator de absorção ( $a$ ) de um corpo,  $e/a$ , é função da frequência da radiação e da temperatura. Para uma determinada frequência, o poder emissivo de um corpo é a potência

da onda eletromagnética por ele emitido por unidade de superfície e o poder absorptivo é a fração da potência dessa radiação incidente que o corpo absorve por unidade de superfície. Se  $a = 0,4$  significa que 40% da radiação incidente é absorvida.

Figura 5 – Gustav Robert Kirchhoff



**Gustav Robert Kirchhoff**  
(1824-1887)

Fonte: <https://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/kirchhoff.html>

Já segunda Lei de Kirchhoff (1859), nos diz que para uma determinada temperatura  $T$  e frequência  $\nu$ , a razão  $I$  entre o poder emissivo  $e$  e o poder absorptivo  $a$ ,  $I = e/a$ , é a mesma para todos os corpos. Assim,

$$e \propto a,$$

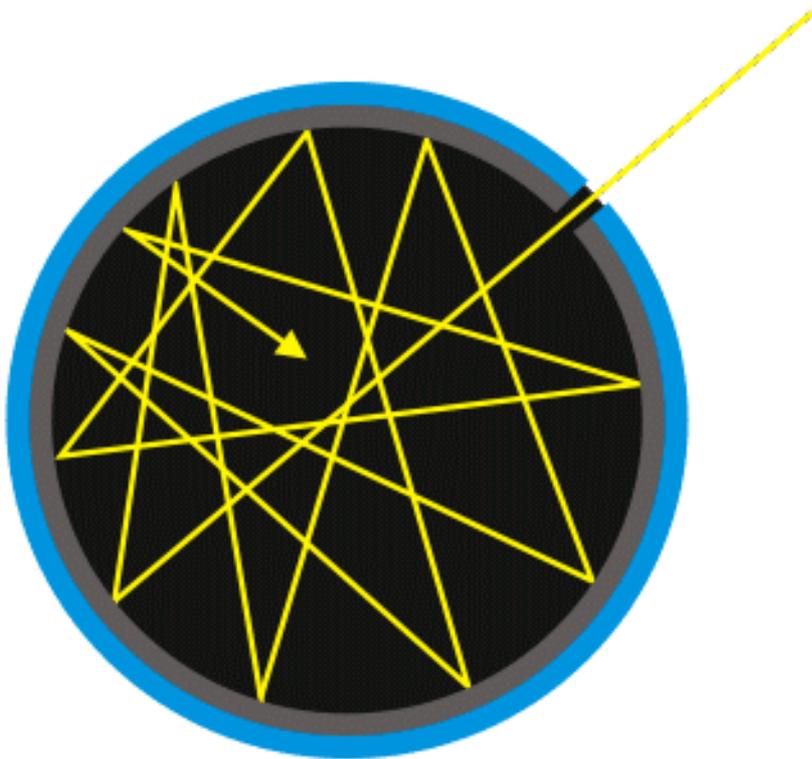
se o corpo absorve 40% da radiação incidente, ele emite também 40%. Se 100% é absorvido, 100% é emitido. Kirchhoff não conseguiu determinar a razão  $I$  ( $I = e/a$ ) em função da frequência e da temperatura, mas suas leis deram duas contribuições fundamentais:

- ✓ A cor de um corpo aquecido depende única e exclusivamente da temperatura (desconsidere as cores oriundas da reflexão difusa da luz);
- ✓ Introdução do conceito de corpo negro: um corpo com características ideais em relação à absorção e à emissão de radiação.

Poderíamos nos perguntar qual a utilidade de se idealizar um corpo negro? Experiências nos mostram que este corpo quente emite espectros térmicos de caráter universal, pois, suas superfícies absorvem toda a radiação térmica incidente sobre eles. Todos os corpos negros à mesma temperatura emitem radiação térmica com o mesmo espectro, independente da composição do corpo. Uma outra questão é: como seria uma maneira de representar um corpo

negro? Imaginamos uma casca esférica com um pequeno furo, conforme figura 6 abaixo.

Figura 6 – Uma maneira de representar um corpo negro



Fonte: <https://webfisica.com/laravel/public/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/13-98>

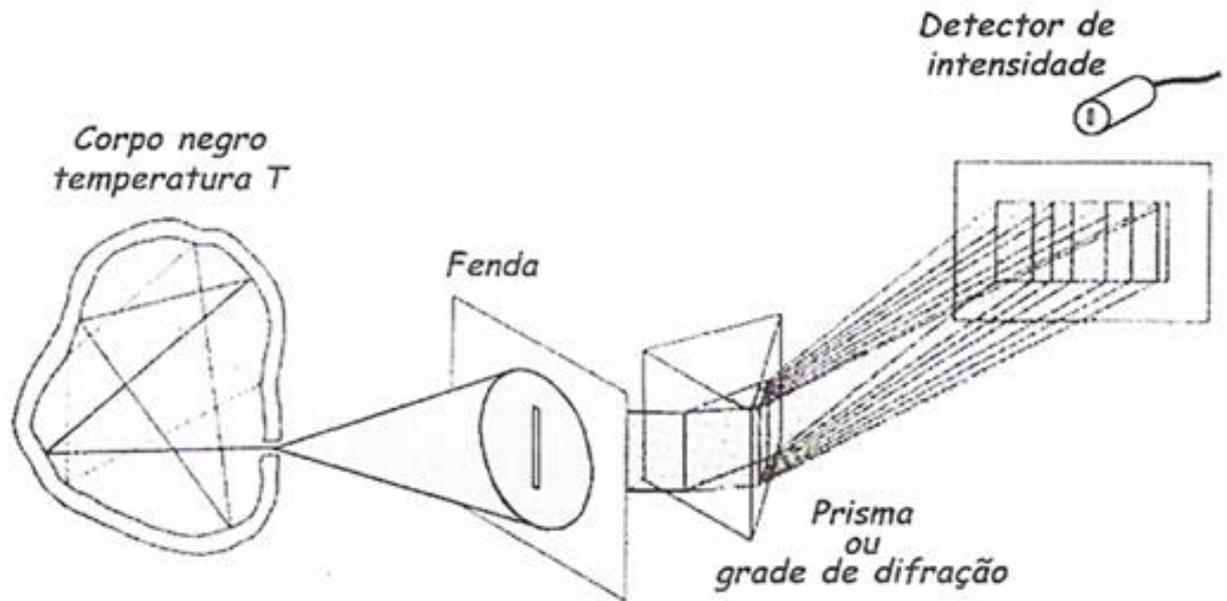
Se a radiação penetra no orifício, ela permanece ali, sendo parcialmente refletida e absorvida, até que seja completamente absorvida. A maioria dos corpos negros utilizados em laboratório são construídos dessa forma. É uma boa aproximação. Abaixo explicamos melhor, como interpretar essa representação:

- Quando a cavidade esférica está em uma dada temperatura  $T$  as paredes emitem radiação, que é subsequentemente absorvida e refletida.
- Eventualmente uma pequena porção de radiação pode sair pelo buraco (radiação de corpo negro).
- Portanto, a pequena fração da radiação que dela emerge através da abertura devem possuir exatamente a distribuição espectral de intensidade característica da radiação do corpo negro.

Um aparato experimental básico para investigação do espectro de radiação de um corpo negro pode ser visto na figura 7 abaixo. A radiação emitida por um corpo negro a temperatura  $T$  passa por uma fenda e é dispersada por um dispositivo que separa os raios de acordo com o

comprimento de onda.

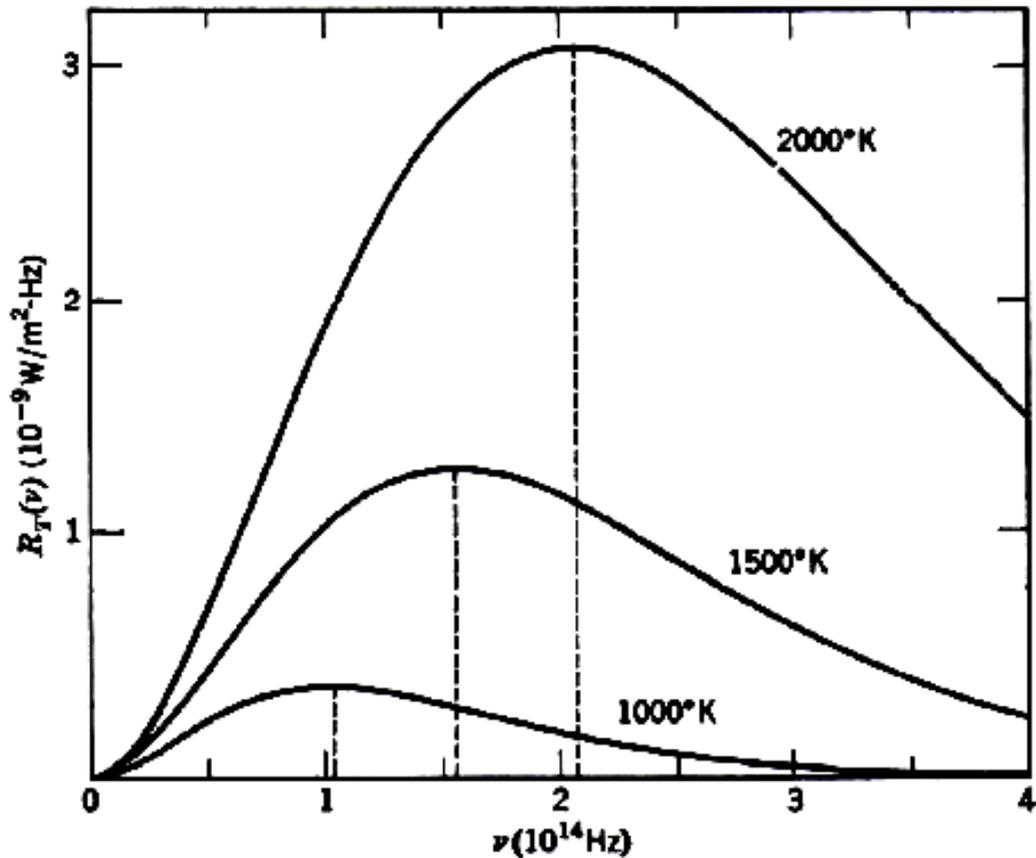
Figura 7– Aparato experimental para investigação do espectro de radiação de um corpo negro



Fonte: <https://webfisica.com/laravel/public/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/13-98>

A radiância espectral de corpo negro, é a distribuição espectral da radiação de corpo negro. É especificada pela forma  $R_T(\nu) d\nu$ . Essa quantidade é a energia emitida por unidade de tempo em radiação de frequência compreendida no intervalo de  $\nu$  a  $\nu+d\nu$  por unidade de área de uma superfície à temperatura  $T$ . A dependência de  $R_T(\nu)$  em função da frequência e da temperatura observada experimentalmente pode ser vista na figura 8 abaixo.

Figura 8 – Radiância espectral de corpo negro a temperaturas 1000 K, 1500 K e 2000 K



Fonte: <https://www.researchgate.net/publication/280042466>

Observa-se que a frequência na qual a radiância máxima ocorre (linha pontilhada), aumenta linearmente com a temperatura, e a potência total emitida por metro quadrado (área sob a curva) aumenta muito rapidamente com a temperatura. A radiância espectral é a integral de  $R_T(\nu)$  sobre todas as frequências  $\nu$ , é denominada de radiância e é a energia total emitida por unidade de tempo por unidade de área por um corpo negro a temperatura  $T$ :

$$R_T = \int_0^{\infty} R_T(\nu) d\nu.$$

Como vimos na figura anterior a radiância espectral cresce rapidamente com o aumento da temperatura. Esse resultado é chamado de “Lei de Stefan-Boltzmann”, essa lei foi descoberta experimentalmente por Josef Stefan no ano 1879 e tratada teoricamente Ludwig Boltzmann em

1884, vide figura abaixo, sob a forma de uma equação empírica

$$R_T = \sigma T^4, \text{ onde } \sigma = 5,67 \times 10^8 \text{ w} / \text{m}^2 \cdot \text{K}^4,$$

a constante  $\sigma$  é denominada constante de Stefan-Boltzmann.

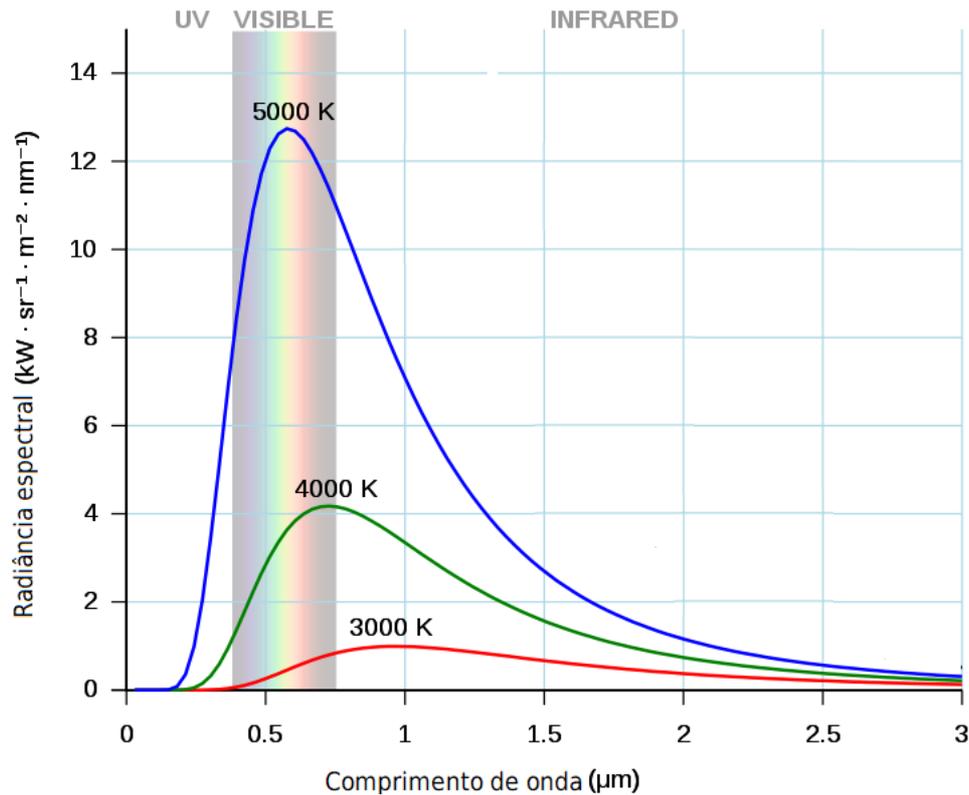
Figura 9 – Josef Stefan e Ludwig Boltzmann



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/lei-stefan-boltzmann.htm>

Comparando o gráfico da radiância espectral de corpo negro por frequência com o gráfico abaixo - figura 10 da radiância espectral do corpo negro para três diferentes temperaturas em função do comprimento de onda emitido.

Figura 10 – Radiância espectral de corpo negro a temperaturas 3000K, 4000 K e 5000 K



Fonte: Adaptado da fonte [https://en.wikipedia.org/wiki/Black\\_body](https://en.wikipedia.org/wiki/Black_body)

Observando que o espectro se desloca para maiores frequências (lembrar que a frequência é o inverso do comprimento de onda) à medida que a temperatura aumenta. Esse resultado é chamado de “Lei de deslocamento de Wien”.

$$\nu_{\max} \propto T$$

$\nu_{\max}$  é a frequência na qual  $R_T(\nu)$  tem seu valor máximo para uma dada temperatura. Da nossa experiência cotidiana sabemos que quanto mais quente estiver o corpo, mais curto será  $\lambda_{\max}$ .

$$\lambda_{\max} \propto \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad \lambda_{\max} T = 0,2898 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}.$$

]

Figura 11 – Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz Wien



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm\\_Wien](https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Wien)

Todas as tentativas feitas para obter a forma das curvas anteriores usando Física Clássica falharam.

#### **4.4.2 2ª VERTENTE: TERMODINÂMICA DA MÁSCARAS N95:**

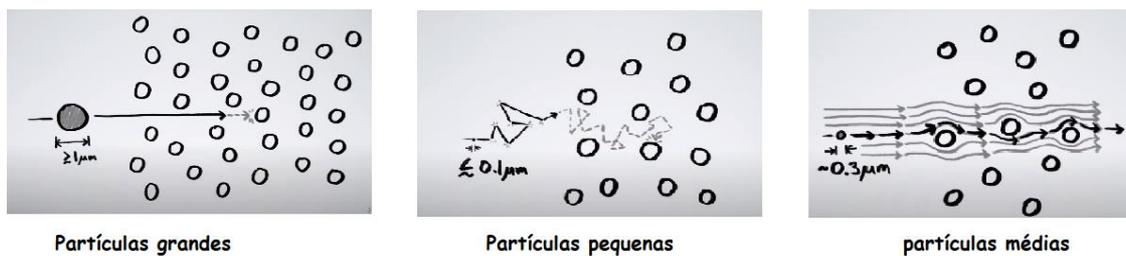
As máscaras N95 que tem 95 % de eficácia na proteção da Covid-19, para que:

- 1- Os alunos conectem com a teoria cinética dos gases e com as partículas aerossóis que são partículas muito pequenas que ficam no ar e inclusive é um meio de se contaminar com o Covid-19;
- 2- No estudo da máscara N95 especificamente vamos estudar a transformação de um tipo de energia em outra, a disponibilidade de energia para a realização de trabalho e a direção das trocas de calor;
- 3- A máscara N95 possui relação com a física, na superfície da máscara que é feita de várias fibras que tem propriedades eletrostáticas, o corpo inicialmente é neutro (elétron é igual próton), mas o corpo pode ser eletrizado como foi o caso desta máscara. O campo elétrico, criado pelas fibras eletrizadas da máscara, atrai partículas de todos os tamanhos em direção aos

fios. Mesmo as partículas neutras são atraídas pois as cargas dentro da partícula se rearranjam, criando regiões positivas e negativas na partícula. Desse modo, o material dificulta a passagem de partículas aerossóis em 95% funcionando como uma teia de aranha grudenta;

4- As máscaras tradicionais funcionam como peneira e não retêm as partículas de líquidos suspensos no ar (aerossóis), já as máscaras N95 com estas funcionalidades, são mais efetivas, pois atraem essas partículas de tamanho intermediário (0,4 micrômetros<sup>3</sup>), que segue o fluxo do ar, diferentemente das apresentam pelas partículas grandes (1 micrômetro) que não tem sua trajetória muito afetada pelo fluxo de ar e costumam se locomover em linha reta, com altas probabilidades de grudar no filtro e das partículas pequenas (cerca de 0,1 micrômetro) que se chocam a todo momento com as moléculas do ar, realizando um movimento aleatório conhecido como movimento browniano, aumenta a probabilidade dessas partículas encontrarem uma fibra e serem filtradas, na figura 12 abaixo podemos vê uma ilustração mostrando partículas de diferentes tamanhos tentando atravessar a máscara;

Figura 12: Partículas de diferentes tamanhos tentando atravessar a máscara



Fonte: <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/como-funcionam-as-mascaras-n95/>

5- O trabalho termodinâmico nos estudos dos gases pode ser feito com uma analogia com a respiração das pessoas onde inspiramos oxigênio e expiramos gás carbônico;

6- E a máscara N95 será que não prejudica a saúde por tanta eficiência? Não, o uso das máscaras protege vidas, pois o sistema respiratório nos protege das trocas gasosas, e dos gases que fazem parte da respiração só 21% é oxigênio.

7- Outro ponto trabalhado, é que os gases são fluídos facilmente “compressíveis”, que não apresentam forma nem volumes próprios, mas, por serem “expansíveis”, ocupam sempre todo o volume do recipiente que os contém;

8- Há quatro postulados dos gases (Transformações conhecidas: 1-isotérmica (significa temperatura constante) ;2-isobárica (significa sob pressão constante); 3-isométrica ou isocórica (significa a volume constante); 4- adiabática (significa sem troca de calor com o meio externo) foi conecteado no ensino-aprendizado com a importância do uso destas máscaras por

<sup>3</sup> Como funcionam as máscaras N95 / PFF2 Publicado por Eduardo Akio Sato em 10/02/2021 disponível em <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/como-funcionam-as-mascaras-n95/>.

todos nesta perspectiva da Covid-19;

- 9- O estudo dos gases criou-se um modelo teórico, chamado gás perfeito ou ideal;
- 10- Chama-se transformação de um gás a mudança de estado por ele sofrida devido à alteração de suas variáveis de estado, como é o caso dos gases reais.

#### 4.4.3 3ª VERTENTE: TERMODINÂMICA DO OXÍMETRO DE DEDO:

O oxímetro de dedo no estudo da termodinâmica:

1- Instrumento que mede a saturação do oxigênio no sangue das pessoas, e se estiver menor que 95, devemos ficar alerta para procurar um médico, pois a baixa saturação do oxigênio provoca falta de ar, sensação de cansaço, fraqueza, tontura e confusão mental;

2- O pulmão é o órgão mais afetado e para o estudo da física pode se fazer uma analogia utilizando um balão de festa de aniversário que, aos poucos, vai ficando com a borracha endurecida conforme o comprometimento dos tecidos avança, a rigidez aumenta, exigindo mais força para enchê-lo;

3- A EQUAÇÃO DOS GASES PERFEITOS  $P \cdot V/T = P_o \cdot V_o/T_o$  (por ser um importante conhecimento para entender as relações com os danos causados com a Covid-19<sup>4</sup>) cujas transformações podem ser:

- 1. - ISOVOLUMÉTRICA ( $P/T = P_o/T_o$ );
- 2. - ISOBÁRICA ( $V/T = V_o/T_o$ );
- 3. - ISOTÉRMICA ( $PV = P_o \cdot V_o$ );
- 4. - ADIABÁTICA ( $Q=0$ ).

2- Nesta perspectiva pelo primeiro princípio da termodinâmica relacionados à variação de ENERGIA INTERNA  $\Delta U$  (analogia comida) = QUANTIDADE DE CALOR  $Q$  (analogia tarefas diárias) – TRABALHO  $E$  (diminui gordura). Em resumo a energia não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada de uma espécie em outra. Esta lei é conhecida pelo PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.

5-A variação da energia interna de um sistema é igual a diferença entre o calor e o trabalho trocados pelo sistema com o meio. Então o vírus está ficando forte enfraquecendo a pessoa infectada e toda transformação de energia é acompanhada de energia térmica e qualquer forma de energia ou trabalho, pode ser totalmente convertida em calor.

---

<sup>4</sup> Salientamos que esse modelo não dá conta de todas as peculiaridades dos danos causados pela Covid – 19 ao pulmão, os alunos foram advertidos da simplicidade do modelo apresentado.

- 6- Explicar alguns conceitos:
- 1- SISTEMA: parte do universo escolhido para o estudo. Ex. uma célula, um corpo.
  - 2- Tudo que não foi sistema é meio ambiente ou ambiente conhecido como entorno ou vizinhança.
  - 3- OS SISTEMAS podem variar de volume, temperatura e energia.
  - 4- Os SISTEMAS podem ser abertos ou fechados. Os organismos vivos são sistemas abertos.
  - 5- OS SISTEMAS possuem a energia interna;
  - 6- As células vivas e os organismos em geral, trabalham para permanecerem vivos, crescer e reproduzir-se e para isso obedecem às leis da Termodinâmica.
  - 7- Os organismos vivos preservam a sua ordem interna pela retirada de energia livre do ambiente na forma de nutrientes, ou de energia solar, e devolvem para o ambiente na forma de calor e a 2ª lei da termodinâmica diz as transferências de calor ocorrem espontaneamente de um corpo mais quente para o corpo mais frio, isso acontece de forma espontânea e é quantificado pela entropia dos sistema.
  - 8- Na termodinâmica a Energia livre de Gibbs pode ser aplicada à bioquímica. Na matéria viva, a energia na forma de calor não pode ser usada para realizar trabalho. Gibbs criou, então, o conceito de “Energia Livre”. Energia que está disponível livre, para realizar trabalhos em temperatura e pressão constantes.
  - 9- A energia livre de Gibbs é igual a variação de entalpia (energia total do sistema que gera calor) menos temperatura vezes variação da entropia  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ , para as reações exotérmicas e endotérmicas.
  - 10- A energia livre de Gibbs se relaciona aos gases, das variáveis, do volume que ocupa e da pressão que exerce, do conceito de gás ideal, equação de Clapeyron, da quantidade de matéria, da equação de Charles e Gay Lussac, da CNTP e da equação de Boyle e Mariotte, das transformações isovolumétrica, térmica e isobárica e adiabática e que a termodinâmica estuda principalmente a transformação da energia térmica que podem com:
    - a. Com o exemplo da bexiga de borracha com o uso da bomba de enchê-la nas transformações que a temperatura aumenta o volume aumenta e quando a temperatura diminui o volume diminui o fato comum nos dois casos e a pressão externa se mantém constante e outras situações cotidianas que podem ser relacionadas;
    - b. Com analogia da borracha da bexiga pode ser comparada aos tecidos dos

pulmões que endurece por causa da Covid-19 e conforme o comprometimento avança, a rigidez aumenta, exigindo mais força para enchê-lo e com isso leva o paciente a ser intubado.

## **5.METODOLOGIA**

### **5.1 ABORDAGEM DA PESQUISA**

A pesquisa foi desenvolvida em uma abordagem de natureza bibliográfica e qualitativa de intervenção numa sequência didática de estudo de caso conforme destaca Robert Yin (2007, p. 19)

“Representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real”.

Ainda segundo o autor, o estudo de caso permite uma investigação capaz de preservar os eventos da vida real em todas as suas características, não vendo apenas o fato em si, mas todo o contexto. Além de contar com outras técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, o estudo de caso ainda acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: a observação direta e uma série sistemática de entrevistas e interações, Yin (2007)

Com estes referenciais na pesquisa precisa também ter algo semelhante a um plano de ação que considere o ponto de partida e a linha de chegada. Para se sair daqui e chegar lá, é necessário considerar todo o percurso, segundo Robert Yin o aqui pode ser definido como o conjunto inicial de questões a serem respondidas, e lá é um conjunto de conclusões sobre o que se questionou, a ideia central do estudo de caso é investigar acontecimentos contemporâneos, identificando os comportamentos mais relevantes para o sua ocorrência Yin (2007). Este trabalho, parte da busca em compreender como os objetos de estudo em termodinâmica se iniciam até chegar à conclusão de como se transformam em ensino-aprendizagem. Essa pesquisa gerou uma grande quantidade de informações, além de oferecer interpretações, análises e atenção exhaustiva para o processo ensino-aprendizagem no modelo híbrido no contexto da pandemia, reflexão primordial para toda a sociedade neste momento em que a educação era tão necessária na retomada das atividades e na reconstrução socioeconômica do país.

### **5.2 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA**

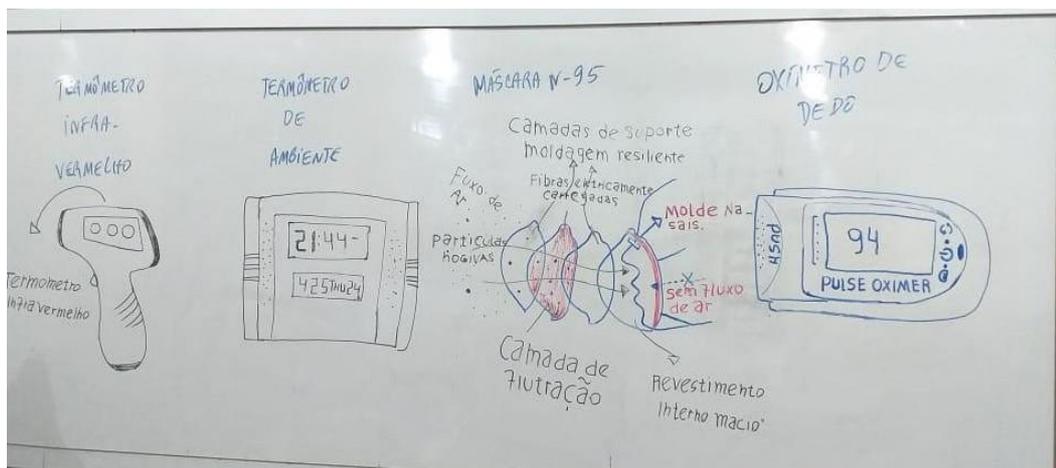
foram os alunos do 2º ano do ensino médio noturno do colégio estadual Instituto de

Educação Euclides Dantas (IEED) do ano de 2021 por causa da Covid-19 que tiveram o ensino híbrido imposto por causa da restrição pois em 21 de março de 2020 todas as escolas estaduais da Bahia pararam e estes alunos tinham poucos recursos tecnológicos e alguns nem tinha celular na sua casa, e utilizavam celulares emprestados de amigos e familiares e as atividades propostas entregavam na escola para o professor corrigir. O aplicativo WhatsApp foi tem grande valia neste contexto e os que alunos que tinham internet com o google sala de aula demonstrou ser um recurso educacional que ajudou bastante como por exemplos o mural de notícias para as atividades, recursos para anexar áudio, vídeos de aulas e formulários para avaliação otimizaram o presente trabalho.

### 5.3 PROPOSTA METODOLÓGICA

A proposta metodológica foi voltada para apresentação dos conceitos relacionados à termodinâmica por meio de conteúdos ilustrativos diversificados, pesquisando a aplicação dos conhecimentos da Física em fatos do cotidiano através de equipamentos usados no contexto da pandemia da Covid-19 numa sequência didática de 08(oito) etapas em 06(seis) momentos proposta de uma UEPS-Unidade de Ensino Potencialmente Significativa de estudos de casos que envolvem equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19, conforme figura:

Figura 13 – Equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19



Fonte: fotografia tirada pelo autor feito por um aluno, 2021

Note que pelos desenhos feitos pelo aluno, aconteceu o primeiro passo da UEPS, que é a definição do tópico a ser abordado foi bem sucedida, pois esses entenderam o tema a ser trabalho na sequência dentro de todas as especificidades que a disciplina exige, inclusive com seus aspectos declarativos e procedimentais.

Nesse momento, além da definição do tópico a ser abordado dentro das especificidades

que a disciplina exige, inclusive com seus aspectos declarativos e procedimentais, buscou-se estimular os alunos a questionar, argumentar, relacionar os conhecimentos, defender suas próprias ideias e optar por interpretar com conhecimento do assunto, e estabelecer comparação para fazer avaliações e emitir juízo de valor com associações com leituras sobre o mesmo tema.

E comunicar aos alunos sobre o primeiro material significativo, além de um primeiro levantamento dos conhecimentos prévios e dos sentimentos dos alunos com relação ao tema a ser abordado, de fazer mapas conceituais é de suma importância para eles compreenderem o assunto neste modelo de ensino-aprendizagem com leitura numa perspectiva do pensamento crítico, tão importante para os dias atuais, em virtude de uma cultura que pouco se lê, e quando se lê não analisa se a informação é científica. Porque é preciso estar atento a cultura de massa que simplifica demais ou deturpa conceitos não refletindo a verdade.

#### **5.4 ORIENTAÇÃO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM**

Considerando que o ser humano aprende corrigindo seus erros, como orienta a aprendizagem significativa crítica, as histórias em quadrinhos com balões em branco disponibilizado no google sala de aula, junto com a criação de mapas conceituais que iniciaram de uma maneira bem simples para uma mais bem elaboradas enfatizaram a cada tentativa houvesse maior diferenciação progressiva entre os conceitos e ocorreu nesta dinâmica identificação de subsunções. Pois:

- 1-Diferenciaram calor, energia e temperatura;
- 2-Visualizaram calor como uma forma de energia;
- 3- Associaram temperatura a energia cinética na relação entre os átomos e moléculas constituintes de um corpo; e
- 4- Identificaram calor como processo de transferência de energia que é causado pela diferença de temperatura;
- 5- Conceituaram termodinâmica como parte da Física que estuda as leis que regem as relações entre temperatura (energia térmica que um corpo possui), calor (Trânsito de energia), outras formas de energia (como térmica que o corpo produz) e trabalho.

A contribuição deste trabalho foi relevante tanto para alunos que fizeram parte desta dissertação conforme visto com a metodologia ocorreu orientação para o ensino-aprendizagem e também para o mestrando que aprendeu com seus alunos demonstrando que o ensino e aprendizagem é uma via de mão dupla.

## **6.RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1. DO RESULTADO DA APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA:**

Nesse momento, além da definição do tópico a ser abordado dentro das especificidades que a disciplina exigiu, inclusive com seus aspectos declarativos e procedimentais, buscou-se estimular os alunos a questionar, argumentar, relacionar os conhecimentos, defender suas próprias ideias e optar por interpretar com conhecimento do assunto, e estabelecer comparação para fazer avaliações e emitir juízo de valor com associações com leituras sobre o mesmo tema.

Leitura na perspectiva do pensamento crítico, tão importante para os dias atuais, em virtude de uma cultura que pouco se lê, e quando se lê não analisa se a informação é científica. Porque é preciso estar atento a cultura de massa que simplifica demais ou deturpa conceitos não refletindo a verdade.

#### **6.1 1 Do resultado passo 1 do 1º momento - definir o tópico específico a ser abordado na sequência de ensino proposta da UEPS**

A ilustração na figura abaixo definiu o primeiro passo da UEPS a ser abordado, pois identificou os aspectos ilustrativos, declarativos e procedimentais aceitos na sequência de ensino da dissertação que foi apresentar o todo da proposta iniciando com o primeiro equipamento que conecta ao assunto termodinâmico no contexto de pandemia que estamos inserindo conforme figura

Note que pelos desenhos feitos pelo aluno, aconteceu o primeiro passo da UEPS, que é a definição do tópico a ser abordado foi bem sucedida, pois esses entenderam o tema a ser trabalho na sequência dentro de todas as especificidades que a disciplina exige, inclusive com seus aspectos declarativos e procedimentais.

Figura 14– Termômetro infravermelho<sup>5</sup>



Fonte: fotografia tirada pelo autor, 2021

**6.1.2 Do resultado passo 2 do 1º momento** - identificou os conhecimentos prévios dos alunos na sequência de ensino UEPS.

Abaixo algumas respostas:

Temperatura - escreveu um aluno: *“que é o mesmo significado de quente e frio. Rebateu do quente a temperatura pode subir demais e ter consequência e no frio às vezes pode causar sintomas de gripe por conta do ar gelado.”*

Calor escreveu *“energia que pode ser utilizada para falar desse conceito.”*

Temperatura – foi escrito: *“sensação de calor ou frio. Pode rebater o Calor é a sensação da temperatura quente?”*

Termodinâmica – foi escrito: *“é o equilíbrio térmico exemplo o suor, equilibra a temperatura do ser humano. Estuda a dinâmica do calor para produzir energia.”*

1ª lei da Termodinâmica – foi escrito: *“é a conservação de energia. Significa que nada se perde, tudo se transforma.”*

2ª lei da Termodinâmica ou entropia – foi escrito: *“que o mundo se transforma no caos*

---

<sup>5</sup> Esse desenho foi feito pelo mesmo aluno no dia da definição do tópico a ser abordado na UEPS.

*de temperatura.*”

Teoria cinética dos gases – foi escrito: *“são gases liberados quando algo pega fogo.”*

Termômetro infravermelho – foi escrito: *“aparelho usado para ver a temperatura do corpo.”*

Termômetro de ambiente – foi escrito: *“temperatura ambiente”*.

Temperatura – foi escrito: *“medição de frio ou de calor”*.

Calor – foi escrito: *“é algo muito quente acima ou abaixo do normal”*.

Termodinâmica – foi escrito: *“temperatura que gera energia”*.

Entropia – foi escrito: *“caos”*.

1ª lei da Termodinâmica – foi escrito: *“geração de energia”*.

Temperatura um aluno desenhou o Sol que gera calor e o vento que gera frio.

Calor um aluno desenhou uma pessoa pegando fogo

Termodinâmica – foi escrito: *“que estuda os efeitos das mudanças na temperatura.”*

1ª lei da Termodinâmica – foi escrito: *“energia”*.

2ª lei da Termodinâmica ou entropia – foi escrito: *“entropia”*.

Termômetro de ambiente desenhou um termômetro na escala Celsius em ordem crescente 20, 30, 40 e 50 °C e ao lado a escala Fahrenheit em ordem decrescente 40, 30, 20 e 10 ° F.

A Máscara N-95 desenhou a máscara escrita N95 e seu elástico.

A Temperatura desenhou um termômetro digital de Suvaco (axilas) com a temperatura de 37°C.

Calor desenhou uma pessoa recebendo radiação térmica. Termodinâmica – foi escrito: *“troca de matéria, troca de energia.”*

1ª lei da Termodinâmica – foi escrito: *“energia”*.

2ª lei da Termodinâmica – foi escrito: *“entropia”*.

Termômetro de ambiente, máscara N95 e oxímetro de dedo desenhou-os.

Temperatura – foi escrito: *“calor, frio medição”*.

Calor – foi escrito: *“alta temperatura”*.

Termodinâmica – foi escrito: *“movimento, energia”*.

1ª lei da Termodinâmica – foi escrito: *“é a conservação da energia”*.

2ª lei da termodinâmica ou entropia – foi escrito: *“que o mundo se transforma no caos das temperaturas”*.

Termômetro infravermelho – foi escrito: *“capta a temperatura do corpo da pessoa”*.

Termômetro de ambiente – foi escrito: *“mede a temperatura do ambiente.”*

Temperatura – foi escrito: *“é quando mede o calor e o frio, se está fazendo muito calor ou frio”*.

Calor – foi escrito: *“em alta temperatura, quando um lugar está muito abafado.”*

Termômetro infravermelho – foi escrito: *“é quando capta a temperatura de um corpo de uma pessoa”*.

Termômetro de ambiente – foi escrito: *“quando mede a temperatura do ambiente”*.

Temperatura – foi escrito: *“suor-ambiente fechado com várias pessoas com calor”*.

Calor – foi escrito: *“um dia de sol muito quente”*.

Termodinâmica – foi escrito: *“é um processo indireto e, como toda medida, exige um valor”*.

2ª lei da Termodinâmica ou entropia – foi escrito: *“estuda a dinâmica do calor para produzir energia e a conservação da energia”*.

Termômetro infravermelho – foi escrito *“para mim é aquilo que existe a pessoa humana”*.

Termômetro de ambiente – foi escrito: *“temperatura de ambiente”*.

Temperatura – foi escrito: *“o calor corporal = é um processo indireto e, com medida”*.

Calor – foi escrito: *“que o calor ambiental é a energia térmica em trânsito”*.

Termodinâmica – foi escrito: *“é o equilíbrio termodinâmico exemplo, o suor, equilíbrio, temperatura”*.

1ª lei da termodinâmica – foi escrito: *“que a conservação da energia nada de perder tudo se transforma”*.

2ª lei da termodinâmica ou entropia – foi escrito: *“o modo se transforma no caos da temperatura”*.

Termômetro de ambiente – foi escrito: *“mede a temperatura do ambiente”*.

Calor – foi escrito: *“é o equilíbrio térmico exemplo o suor, equilibra a temperatura do ser humano”*.

Nessa etapa do trabalho foi criada situações que leveram os alunos a resgatar e expor seu conhecimento prévio, supostamente vinculado ao tópico em pauta. A figuras abaixo mostra uma situação que definiram o segundo passo da UEPS - ao criar e propor situações de um mapa conceitual inicial bem simples que relaciona a notícia da ANVISA (sobre a refrigeração da vacina que poderia ter a temperatura maior e de mudança na escala termométrica)

Figura 15- Mapa conceitual: Termodinâmica do termômetro infravermelho



Fonte: Fotografia tirada pelo autor disponível <https://www.mindmeister.com/1865798251?e=turtle,2021>

Analisando o mapa conceitual concluímos que o aluno ainda não dispõe de um repertório de conceitos relacionados à Termodinâmica.

## 6.2 DO RESULTADO DO SEGUNDO MOMENTO:

O 3º passo foi proposto situações-problemas em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno na sequência de ensino na sequência de ensino da UEPS

Foi apresentado o termômetro de ambiente que mede a temperatura ambiente do local. O valor estava 23° C na ocasião. Estava com ar condicionado ligado e mostrei que ele estava com valor de 20 ° C. Medir minha temperatura com o termômetro de ambiente 34° C;

Figura16-Termômetrodeambiente



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Respostas do autor para uma pergunta de um aluno das diferenças de temperatura e calor no equilíbrio térmico;

Estas temperaturas diferentes influenciam no equilíbrio térmico e são importantes para conhecer o conceito de calor e energia;

O calor não é uma propriedade, ou seja, não é uma função de estado, ou seja é diferente de temperatura que é uma propriedade que tem a ver com estado de agitação das partículas e aparece outra propriedade chamada energia térmica;

O conceito de Calor que é o processo de transferência de energia que é causado pela diferença de temperatura dos corpos (como foi visto anteriormente), portanto um mecanismo para transferir energia, ocorrendo espontaneamente das regiões de maior para as regiões de menor temperatura, portanto o corpo recebeu energia através do processo calor.

Foi explicado que alguns autores adotam nos livros a expressão “calor é a energia em trânsito”, para ficar correta é só inverter CALOR É TRÂNSITO DE ENERGIA, pois calor, temperatura e energia são conceitos diferentes. Calor é um processo de transferência de energia gerado pela agitação de partículas de um corpo que aumenta ou diminui sua temperatura.

Em seguida conforme imagem disponível foi constituído um mapa conceitual no TERMÔMETRO DE AMBIENTE feito pelos alunos bem simples

]

Figura 17- mapa conceitual termodinâmica do termômetro de ambiente



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Pelas respostas dos alunos e pelo mapa conceitual existe uma associação deles do termo calor com o conceito de energia.

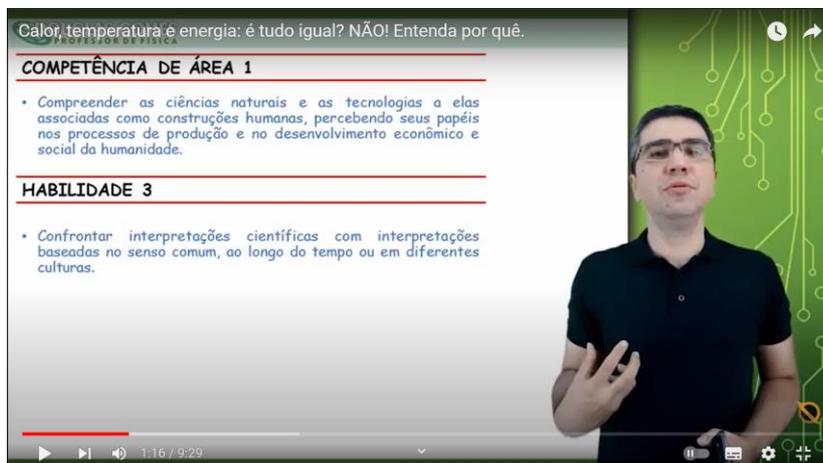
Figura 18 - Física com Douglas



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw\\_UxY](https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw_UxY)

Os vídeo foram recursos utilizados por este autor como o canal do youtube Física com Douglas que além de explorar as diferenças entre calor, temperatura e energia trata de uma das competências e de uma das habilidades exigidas nas provas do ENEM, conforme podemos observar na figura abaixo.

Figura 19 – Física com Douglas



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw\\_UxY](https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw_UxY)

Os vídeos no Youtube são recursos didáticos que podem ser usados pelos professores para enriquecer suas aulas. Os alunos podem assistir aos vídeos quantas vezes quiserem para fixar o conteúdo. Além disso, o autor tem testemunhado o grande interesse dos alunos pelo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), me furtando aqui a abordar o tema pois nosso modelo educacional tem em sua maioria treinado para testagem.

Ainda nessa etapa foi falado de uma página de uma história em quadrinhos para que nas falas dos personagens criassem uma memória de aula de situações do cotidiano.

Na figura mostra um arquivo no google sala de aula que poderia ser alterado com a opção de eles digitarem nos balõezinhos suas vivências sobre o assunto e até colorirem os desenhos caso desejassem. O fator que motivou a escolha desta atividade com as HQs se relaciona à busca de um ensino lúdico, capaz de ativar memórias afetivas e compensar o baixo valor pedagógico que a escola atribui às imagens elaboradas em atividades educativas pelos alunos no ensino médio, coisa tão comum nos anos iniciais da educação: desenhar e colorir acabam sendo deixados de lado, ignora-se o fato de que as imagens continuam exercendo fora do espaço escolar um papel muito relevante, sobretudo com os avanços e ampliação do uso de textos midiáticos. Ademais, o autor já havia trabalhado com revistinhas em quadrinhos antes da pandemia, cada aluno possuía sua revista em quadrinhos na qual fazia da história uma memória de aula, e na ocasião foi um trabalho relevante com aprendizado muito significativa.

Figura 20 - HQ modelo

**CRIE SUA PRÓPRIA HISTORINHA, PREENCHENDO OS BALÕES ABAIXO!  
DEPOIS, É SÓ COLORIR PARA ELA FICAR BEM BONITA!**



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br), 2021

Foi questionado pelos alunos neste momento sobre o funcionamento do termômetro infravermelho, que estão sendo utilizados nas entradas dos supermercados e outros estabelecimentos comerciais.

Figura 21 – Física Prof. Daniel



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ssSjNBt2oSU>, 2021

Figura 22 – Descrição do vídeo – Física Prof. Daniel

**FÍSICA Prof. Daniel** 17,9 mil inscritos **Inscrever-se**

👍 509 | 🗨️ | ➦ Compartilhar | ⬇️ Download | 💰 Valeu | ⋮

6.517 visualizações 17 de ago. de 2020 **TERMOLOGIA**

Este vídeo é parte integrante da aula contida em: <https://sites.google.com/view/profess...>

Como funciona o termômetro pistola? Também chamado de termômetro infravermelho?  
 Como funcionam as portas automáticas que são acionadas pela presença?  
 Como medir a temperatura de fornos?  
 Como medir as temperaturas das estrelas?  
 Qual a física do termômetro infravermelho?

Assista a esse vídeo para conhecer estas respostas. Para responder estas perguntas precisamos nos familiarizar com a ideia de onda eletromagnética e de irradiação térmica. Além de conhecer o espectro eletromagnético. Através da lei de Wien e da lei de Stefan-Boltzman, conseguimos estabelecer uma relação entre a radiação emitida pelos corpos e a temperatura dos corpos que emitiram esta radiação. Ao entendermos estes dois princípios seremos capazes de compreender como funciona o termômetro infravermelho, como funcionam os sensores passivos de movimento, como medir a temperatura dos fornos, até mesmo como medir as temperaturas das estrelas.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ssSjNBt2oSU>, 2021

O vídeo disponibilizado do termômetro infravermelho trata da lei de Wien e da lei de Stefan-Boltzman, aqui o autor pode fazer uma breve exposição dessas leis. Aqui optou-se por uma exposição dialogada mais conceitual dessas leis sem entrar nos detalhes mais formais.

### 6.3 DO RESULTADO DO TERCEIRO MOMENTO

O 4º passo com exposição do conteúdo objeto do estudo, levando em conta a

diferenciação progressiva, nesse passo foi tomado o cuidado para que as ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo fossem apresentadas de forma gradativamente ir detalhando e especificando.

Com apresentação do terceiro material potencialmente significativo apareceram perguntas com as respostas e HQs ilustrativos de evidências de subsuncores feitos pelos alunos:

“Em todos os lugares estão usando termômetro pistola, pois eles são munidos de sensor infravermelho que mede a temperatura a partir do calor”.

“Não precisa encostar o termômetro pistola para aferir a temperatura pois é através da radiação emitida por eles que se mede a temperatura”.

Figura 23 - HQ do aluno 1



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

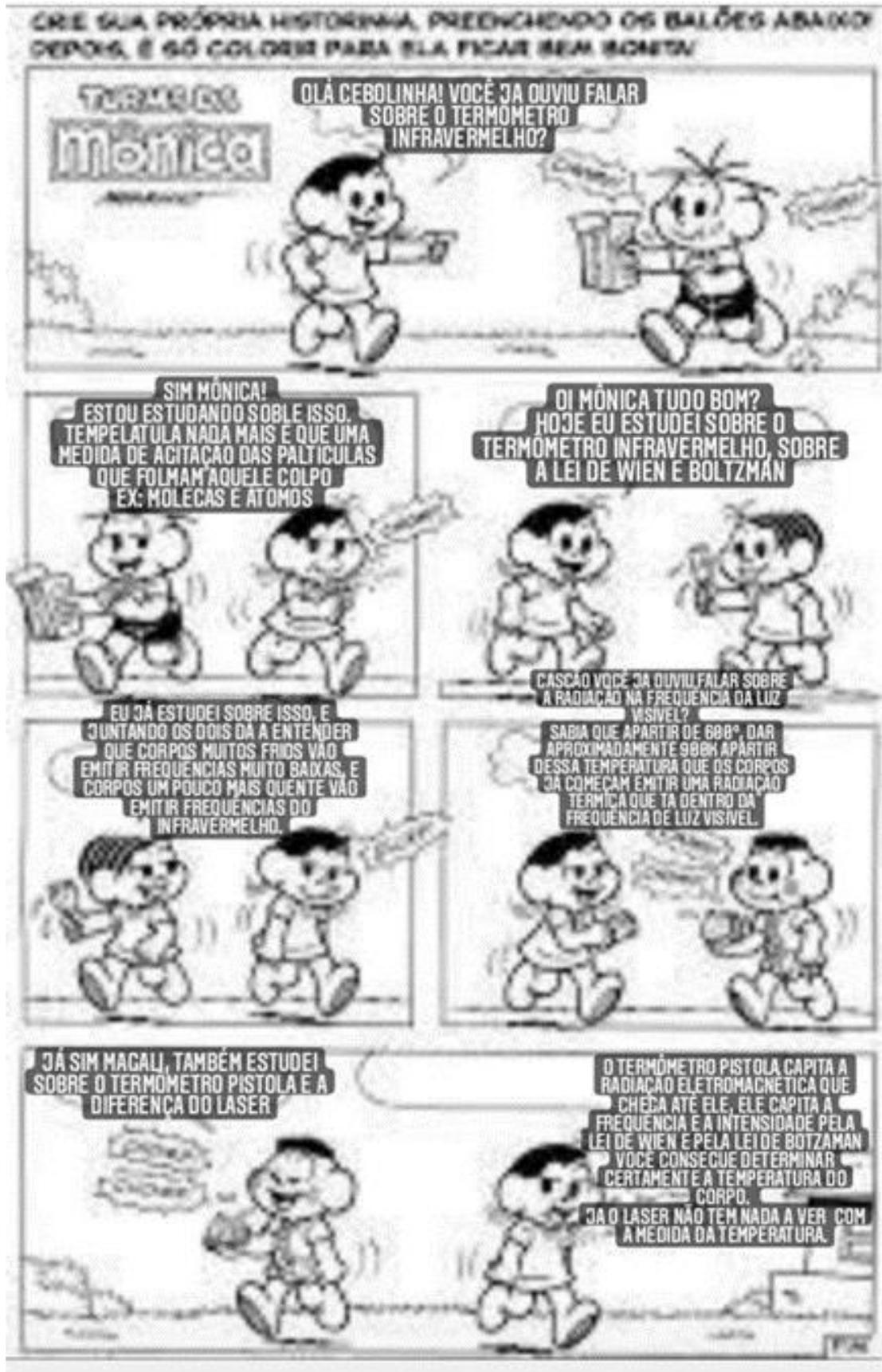
Na figura abaixo apresenta uma HQ preenchida pelo aluno 2, abaixo que foi selecionado alguns trechos que os alunos preencheram que demonstram algum conhecimento de conceitos de física.

“Sim Mônica, estou estudando sobre isso . Temperatura nada mais é que a agitação das partículas formam aquele calor. Ex moléculas e átomos”.

“Oi Mônica tudo bom? Hoje eu estudei sobre o termômetro infravermelho, sobre a Lei de Wien e Boltzmann.”

“Eu já estudei sobre isso, e juntando os dois dá a entender que corpos muito frios vão emitir frequências muito baixas, e corpos um pouco mais quentes vão emitir frequências infravermelho”.

Figura24-HQdoaluno2



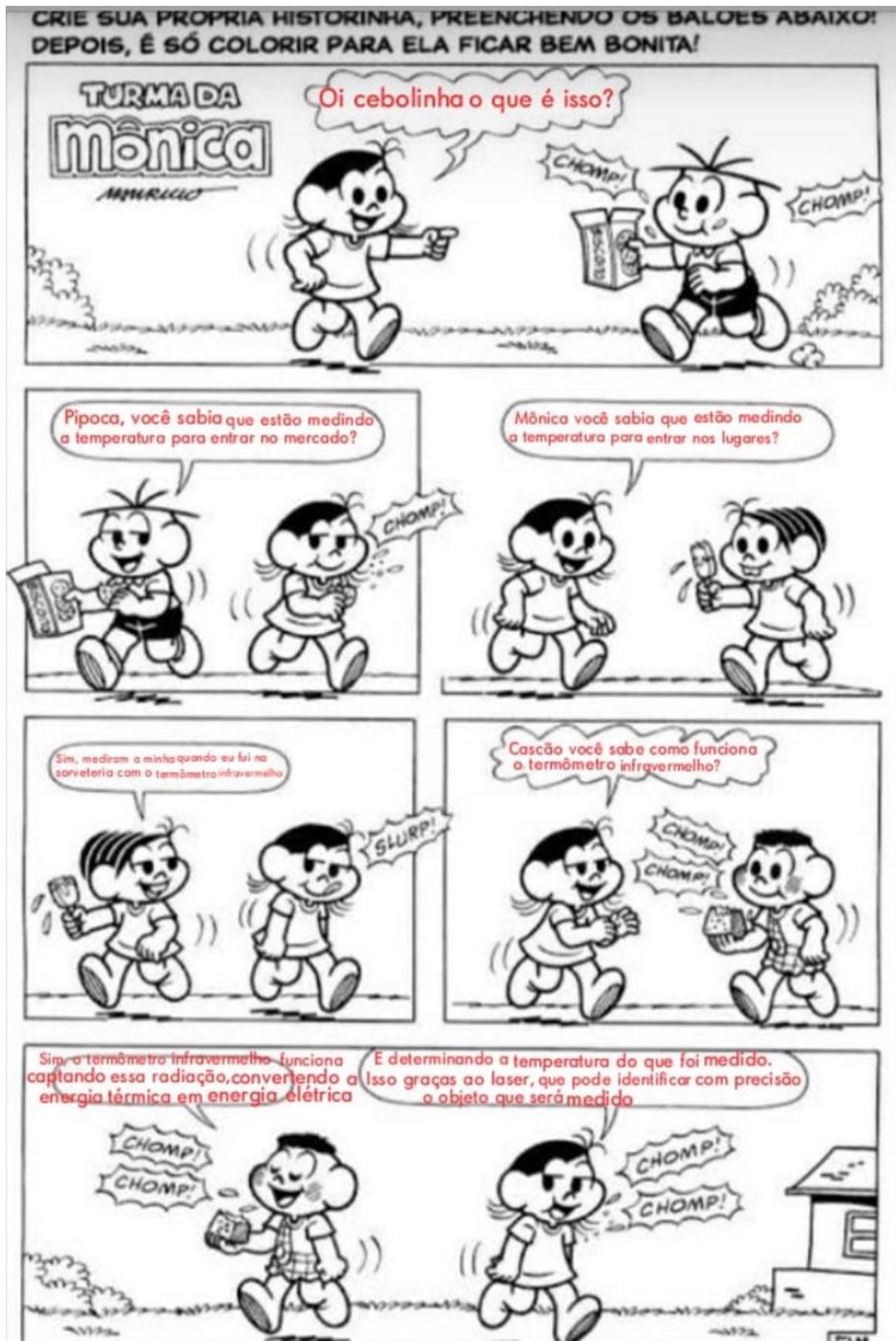
Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br),

Na figura abaixo apresenta a HQ preenchida pelo aluno 3, abaixo selecionei alguns trechos que os alunos preencheram que demonstram algum conhecimento de conceitos de física.

“Sim, o termômetro infravermelho, funciona captando essa radiação, convertendo a energia térmica em energia elétrica”.

“ E determinando a temperatura do que foi medido. Isso graças ao laser, que pode identificar com precisão o objeto que será medido”.

Figura 25- HQ do aluno 3



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Na figura abaixo apresenta a HQ preenchida pelo aluno 4, abaixo selecionei alguns trechos que os alunos preencheram que demonstram algum conhecimento de conceitos de física.

“Você sabia que quanto maior a temperatura maior é a radiação?” “Sim. Temperatura mais alta é igual a radiação mais forte”.

“ Baixa temperatura é igual a? Baixa frequência”.

“ O que os nossos olhos não enxergam? Nossos olhos não são capazes de enxergar a radiação térmica”.

Figura 26 - HQ do aluno 4



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Analisando os textos que os alunos completaram nos balõezinhos pode-se observar, que muitos alunos demonstraram possuir um conhecimento de física num nível introdutório. Por exemplo:

Tempelatula nada mais é que uma medida de agitação das palticulas que folmam aquele golpe. Ex. molecas e átomos". (OS ERROS DE PORTUGUÊS FORAM PROPOSITAIS POIS CEBOLINHA FALA TROCANDO O R PELO L). Este aluno definiu a temperatura ludicamente com suas palavras.

“Hoje eu estudei sobre o termômetro infravermelho, sobre a lei de Wien e Boltzmann. Eu já estudei sobre isso, e juntando os dois dá a entender que corpos muitos frios vão emitir frequências muito baixas, e corpos um pouco mais quentes vão emitir frequências infravermelho”. Além do mais, este aluno foi além do esperado estudou a lei de Wien e Boltzmann em conjunto e relacionou com o assunto termodinâmica com o termômetro infravermelho.

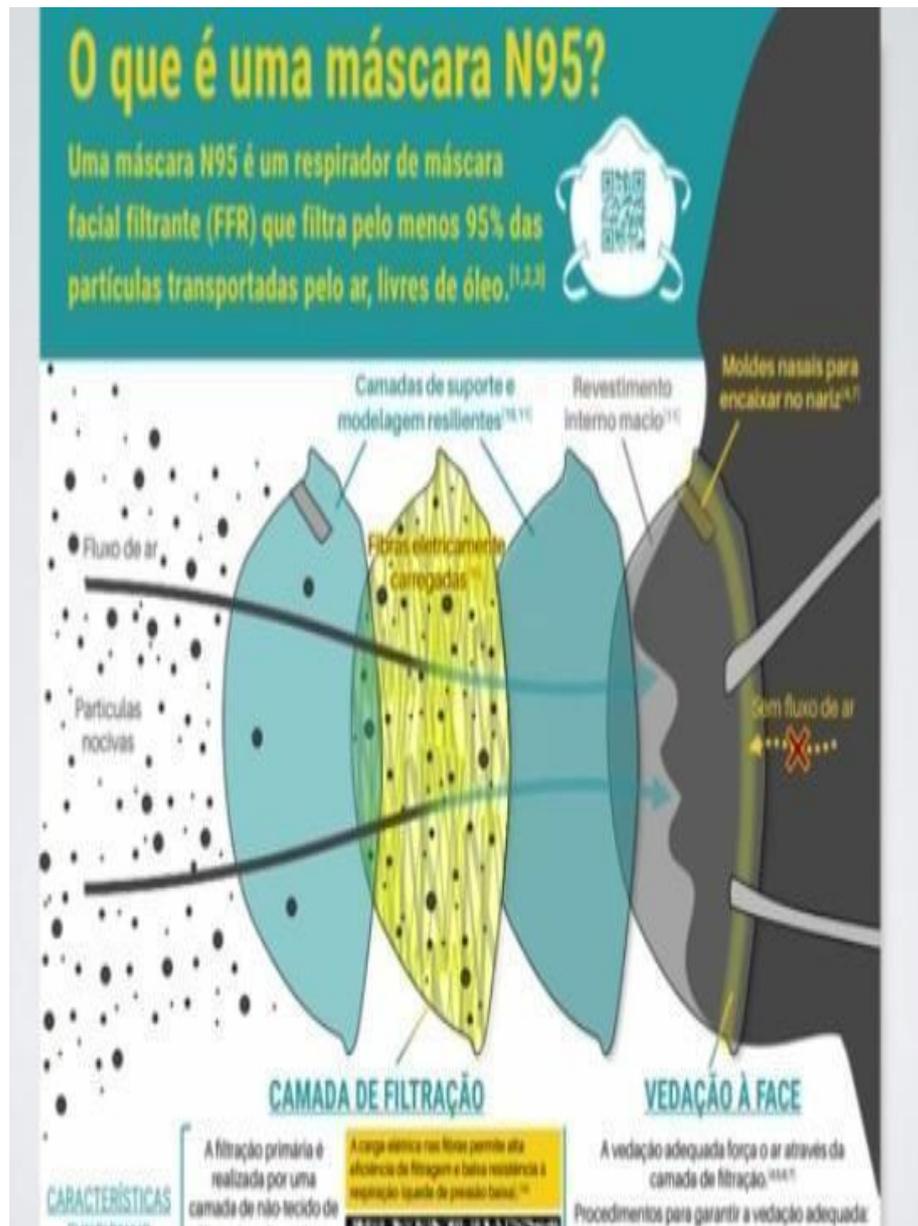
“Você já ouviu falar sobre a radiação na frequência da luz visível? Sabia que a partir de 600°, dar aproximadamente 900 K a partir dessa temperatura que os corpos já começam a emitir uma radiação térmica que está dentro da frequência de luz visível”.

“O termômetro pistola capta a radiação eletromagnética que chega até ele, ele capta a frequência e a intensidade pela lei de Wien e pela lei de Boltzmann você consegue determinar certamente a temperatura do corpo. Já o laser não tem nada a ver com a medida da temperatura”.

A partir desses achados o Passo 3 da UEPS foi cumprido de forma satisfatória, ou seja, na etapa anterior, seção 5.2, foi feito adequadamente a proposição de uma situação-problema em nível introdutório do conteúdo que serviu de referência para a discussão do novo. No entanto, essas situações-problemas não apenas resgatou e ancorou o novo conhecimento, mas já adentou o Passo 4 com a exposição na íntegra do novo conhecimento de forma diferenciada, ou seja, os materiais instrucionais escolhidos no passo anterior, principalmente os vídeos, não apenas funcionaram como organizadores prévios que têm por objetivos dar sentido ao novo, possibilitar o estabelecimento de modelos mentais, de representações na mente do estudante como já possibilitou uma diferenciação inicial dos conceitos estudados. Dando sequência ao processo de diferenciação progressiva, continuamos com a exposição do conteúdo da terceira aula.

Ainda na 3ª aula tratamos das máscaras N-95 que tem 95 % de eficácia na proteção da Covid- 19, abaixo segue as etapas dessa parte da aula, abaixo apresentamos a figura apresentada aos alunos que ilustra a funcionalidade da máscara N-95:

Figura 27 : Encarte do funcionamento da máscara N95



Fonte: foto tirada pelo autor,2021

A exposição pretendia que os alunos conectem o princípio de funcionamento da máscara com a teoria cinética dos gases e com as partículas aerossóis que são partículas muito pequenas que ficam suspensas no ar, e que inclusive é um meio de se contaminar com o Covid-19. Salienta-se que os alunos já tinham demonstrado uma ideia inicial da teoria cinética dos gases, quando associaram temperatura de um corpo com o grau de agitação das partículas constituintes desse corpo;

Figura 28- Vídeo do Youtube - Canal Minuto da Física - O Grande Segredo



Fonte: <https://youtu.be/fqQx080ckJU>

O estudo da máscara N95 especificamente estuda a transformação de um tipo de energia em outra, a disponibilidade de energia para a realização de trabalho e a direção das trocas de calor;

A máscara N95 possui relação com a física, na superfície da máscara que é feita de várias fibras que tem propriedades eletrostáticas, o corpo inicialmente é neutro (elétron é igual próton), mas o corpo pode ser eletrizado como foi o caso desta máscara. O campo elétrico, criado pelas fibras eletrizadas da máscara, atrai partículas de todos os tamanhos em direção aos fios. Mesmo as partículas neutras são atraídas pois as cargas dentro da partícula se rearranjam, criando regiões positivas e negativas na partícula. Desse modo, o material dificulta a passagem de partículas aerossóis em 95% funcionando como uma teia de aranha grudenta. Na verdade essa proteção pode aumentar se pessoa próxima estiver utilizando a máscara simultaneamente<sup>6</sup> no caso 99,75%;

As máscaras tradicionais funcionam como peneira e não retém as partículas de líquidos suspensos no ar (aerossóis), já as máscaras N-95 com estas funcionalidades, são mais efetivas, pois atraem essas partículas de tamanho intermediário (0,4 micrômetros<sup>7</sup>), que segue o fluxo do ar, diferentemente das apresentam pelas partículas grandes (1 micrômetro) que não tem sua trajetória muito afetada pelo fluxo de ar e costumam se locomover em linha reta, com altas

<sup>6</sup> Veja por exemplo o vídeo: Máscaras são bem melhores do que você pensa! – disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=I5ud7Gg4jgU> Essas discussões dariam uma boa UEPS para ensino de conceitos da matemática.

<sup>7</sup> Como funcionam as máscaras N95 / PFF2 Publicado por Eduardo Akio Sato em 10/02/2021 disponível em <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/como-funcionam-as-mascaras-n95/>.

probabilidades de grudar no filtro e das partículas pequenas (cerca de 0,1 micrômetro) que se chocam a todo momento com as moléculas do ar, realizando um movimento aleatório conhecido como movimento browniano, aumenta a probabilidade dessas partículas encontrarem uma fibra e serem filtradas;

Foi comentado pelos alunos que o trabalho termodinâmico nos estudos dos gases pode ser feito com uma analogia com a respiração das pessoas, onde inspiramos oxigênio e expiramos gás carbônico;

#### 6.4 DO RESULTADO DO QUARTO MOMENTO

O 5º passo retomou os aspectos mais gerais do conteúdo e propor novas situações, situações mais complexas, incluindo novos exemplos e promovendo a reconciliação integradora na sequência de ensino UEPS. Apresentar o terceiro(máscaras N-95) e quarto material significativo(oxímetro de dedo).

Nas figuras abaixo apresentaram frases e HQs preenchidas pelos aluno que demonstram algum conhecimento de conceitos de física.

“ Salgadinhos tem muitas fontes de energia”.

“Tô sabendo, come um também pro seu golpe realizar bem os talbahos”.

“Nossa que calor, poderia me dar um pedaço de picolé? Claro que sim nesse calor sempre energia térmica”.

“Com essa temperatura suas moléculas estão bem agitadas”.

“Diferença de calor, energia e temperatura? ”

“Temperatura é quando calculamos a média ENERGIA cinética de algo. Por sua vez, CALOR é a medida da quantidade total de energia que algo possui! ”.

“Energia é a capacidade de um corpo, uma substância ou um sistema físico de realizar trabalho”.

“ Temperatura é parte da física que estuda as leis que regem as relações entre calor, trabalho e outras formas de energia, mais especificamente a transformação de um tipo em outra, a disponibilidade de energia para a realização e a direção das trocas de calor”.

“ Está muito frio hoje, preciso de um casaco para que minha temperatura corporal aumente”.

“ Termodinâmica é a parte física que estuda as leis que regem as relações entre calor”.“ Exemplo da termodinâmica? Uma panela de pressão cozinhando algum alimento. Nesse caso é mantido o volume constante com fornecimento de energia em forma de calor através do fogo”.

“Você pode considerar a N-95 como uma teia de aranha. Ela tem várias camadas de

fibra. Elas acabam grudando boa parte dos vírus”.

“Até as minis partículas? Se você procurar estudar a física um pouco, mas, vai ver que as minis partículas não viajam em reta. Elas pulam e acabam se prendendo as fibras”. Nesta última parte explicou o movimento Browniano com as próprias palavras.

“ O desenvolvimento dessa máscara, inclusive, está associado a uma outra epidemia histórica, a peste bubônica, nos anos 1300. É importante saber mais sobre esse equipamento para entender quando e como a N-95 deve ser utilizada”.

“ Também chamada de respirador particulado, é uma máscara com design próprio para se encaixar perfeitamente no rosto”.

Figura29:HQdoaluno5



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Figura30:HQdoaluno6

Cebolinha, vc sabe a diferença entre calor, temperatura e energia?

CREIE SUA PRÓPRIA HISTÓRIA, PREENCHENDO OS BALÕES ABAIXO DEPOIS, E SÓ COLOREI PARA ELA FICAR SEM BORRÃO

TEMPERATURA

Mônica

Não muito Magali, só sei que são diferentes!

Mônica, qual a diferença de calor, energia e temperatura?

TEMPERATURA é quando calculamos a média ENERGIA cinética de algo  
Por sua vez, CALOR é a medida da quantidade total de energia que algo possui!

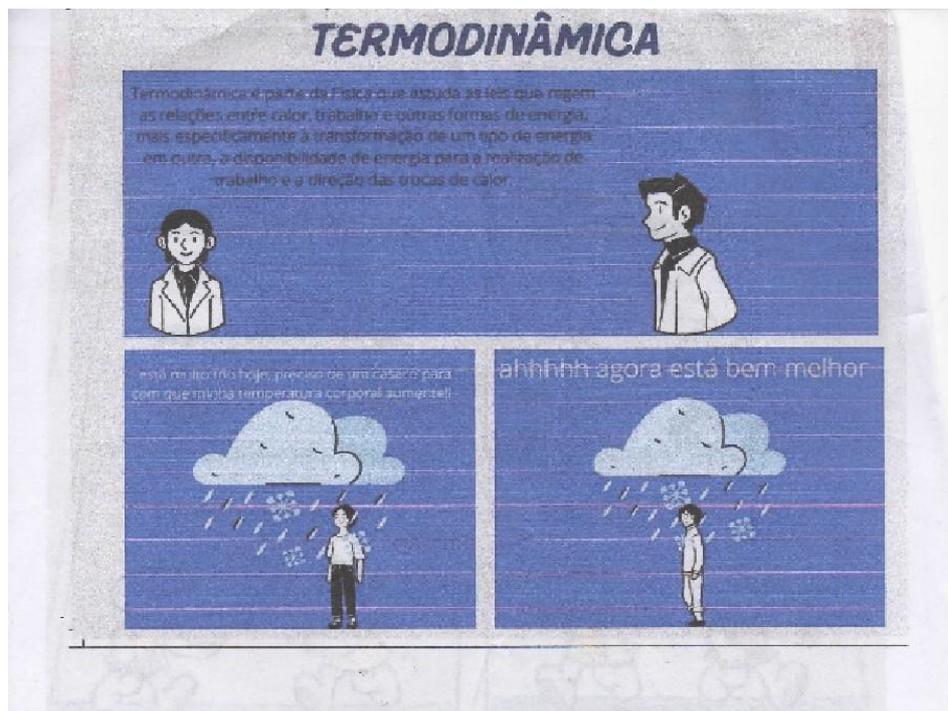
Cascão, me explica o que é energia?

Obrigado, entendi o assunto!

É a capacidade de um corpo, uma substância ou um sistema físico têm de realizar trabalho

Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Figura 31: HQ preenchida pelo aluno 7



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Figura 32: HQ do aluno 8



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Figura 33: HQ do aluno 9



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

Figura 34: HQ do aluno 10



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

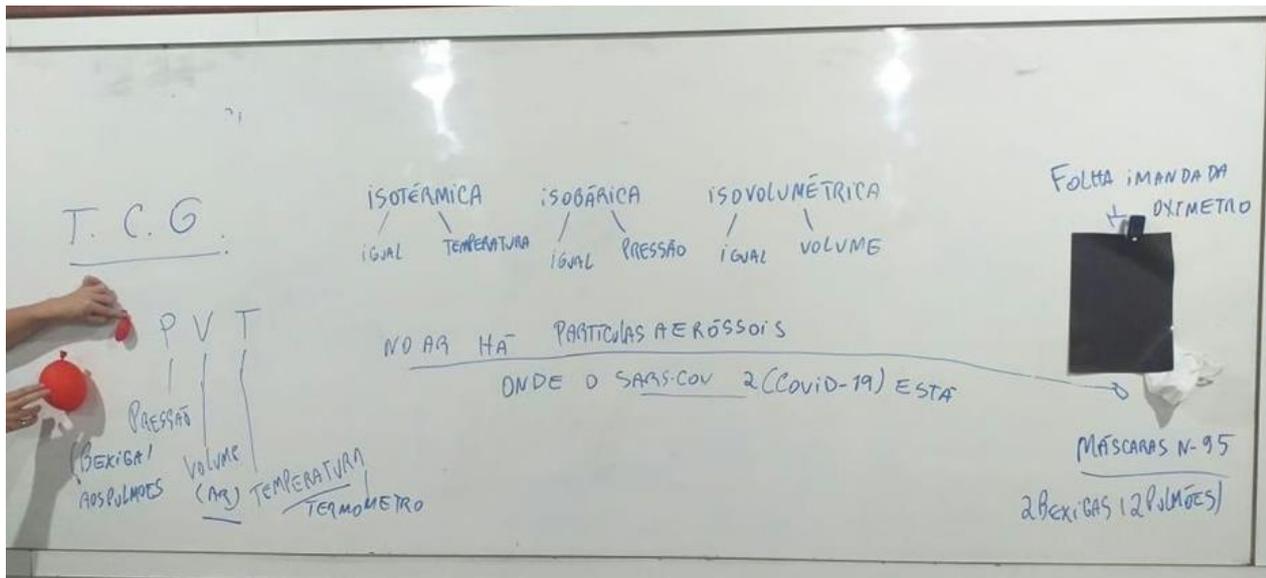
Com o oxímetro de dedo no estudo da termodinâmica instrumento que mede a saturação do oxigênio no sangue das pessoas, buscou-se conectar aos alunos a termodinâmica dos gases

Figura 35: oxímetro de dedo



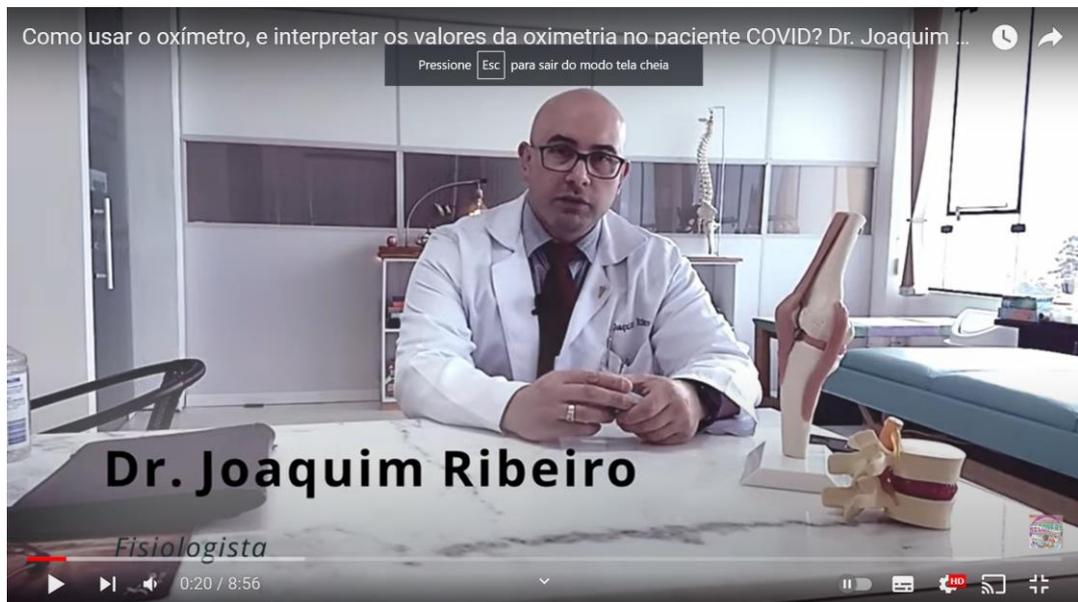
Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Figura 36: Modelo dos gases ideiais relacionando a Covid-19



Fonte: foto tirada pelo mestrando, 2021

Figura 37 - Como usar o oxímetro, e interpretar os valores da oximetria no paciente



Fonte: <https://youtu.be/DFbjfIXy7dg>

O vídeo da figura ainda fala brevemente do funcionamento do oxímetro, que se baseia na absorção das luzes vermelha e infravermelha diferem entre a oxi-hemoglobina e a desoxi-hemoglobina, ou seja, a quantidade de oxigênio presente no nosso sangue, no entanto essa informação não será avaliada por essa UEPS.

## 6.5 DO RESULTADO DO QUINTO E SEXTO MOMENTOS

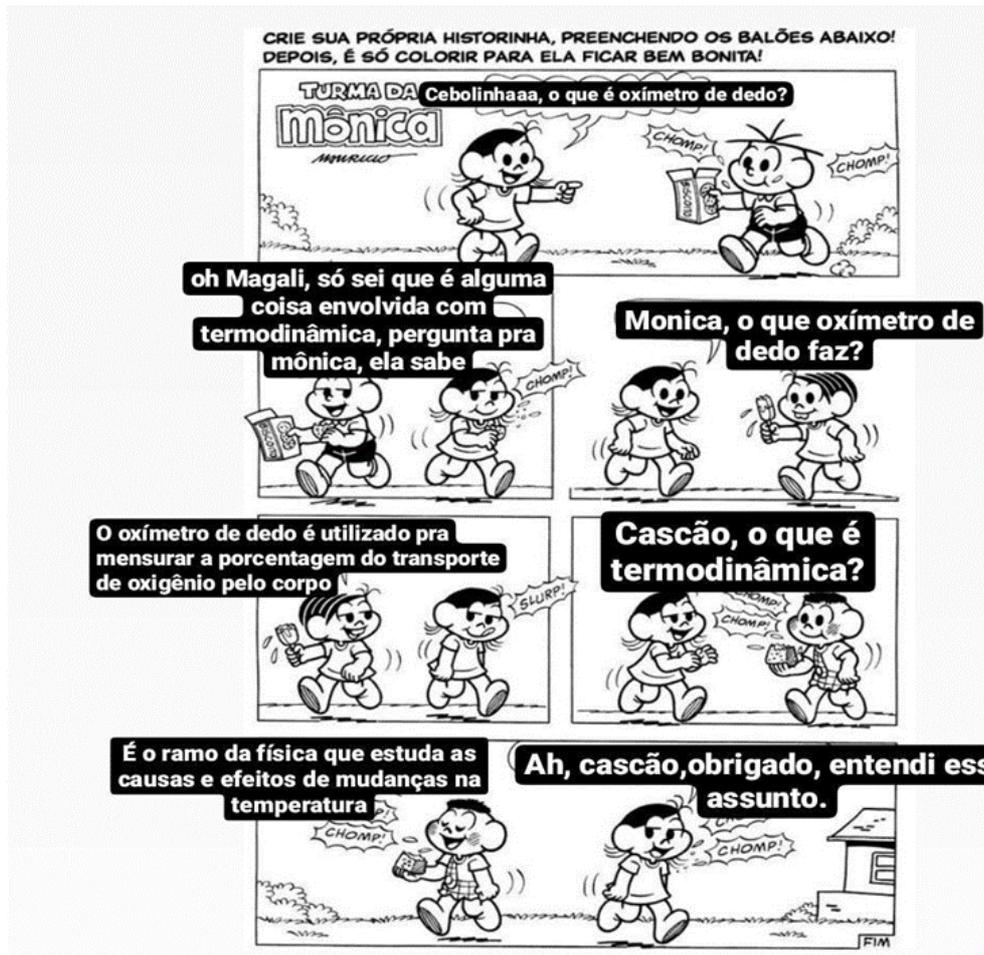
Novamente, FOI resgatado os quadrinhos relacionados ao conteúdos abordados no passo anterior, comentando em sala de forma dialogada e descontraída os conceitos estudados e os eventuais equívocos. Na figura abaixo, o aluno dar um exemplo do oxímetro de dedo e apresenta sua concepção de que a termodinâmica é uma descrição estática da natureza, e possível conceber o comportamento macroscópico de sistemas que contenham corpos que são separados por paredes e membranas que podia comparar as membranas dos pulmões e as paredes de um balão de festa que no interior possui gás. Na figuras abaixo, o aluno apresenta sua concepção de que a termodinâmica é o ramo da física que estuda as causas e efeitos da mudança de temperatura.

Figura38:HQdoalunoaluno11



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br),2021

Figura 39: HQ do aluno 12



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br)

O 6º passo que dá seguimento ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora, o 7º passo que é avaliação somativa individual, e o 8º passo que procurar evidências de aprendizagem significativa na sequência de ensino na sequência de ensino UEPS, se deu com a culminância de todas as atividades avaliativas individuais com a apresentação dos mapas conceituais confeccionados pelos alunos ( uma equipe na aula 5 e outra equipe na aula 6) para evidenciar conhecimentos da ciência física de forma significativa.

Aula 5 – Foi a primeira apresentação do mapa conceitual da termodinâmica da física do termômetro infravermelho.

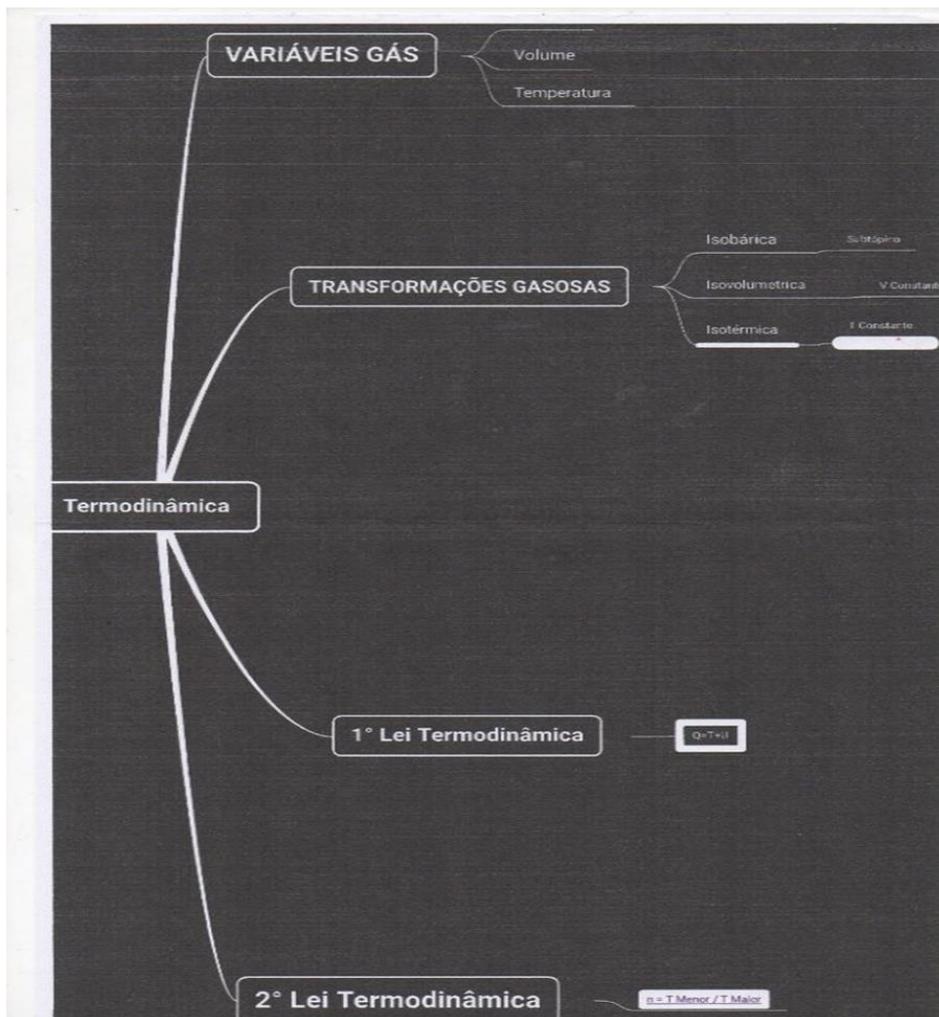
A equipe fez o mapa conceitual no aplicativo Mimind e conectaram ao assunto dado com o mapa conceitual em duas perspectivas conceituais: primeira em relação à lei de Wien/ Lei de Stefan Boltzman de forma a conectar ao termômetro pistola ‘infravermelho’; e a segunda em relação às ondas e radiação térmica e espectro eletromagnético também relacionado a esse equipamento. Falaram que pesquisaram bastante sobre cada informação dada e que o aparelho

termômetro infravermelho apresenta vários conhecimentos de física.

Ainda acrescentaram que olharão este aparelho com outros olhos. Foi perguntado se gostaram desse modo de aula. Todos gostaram e um aluno disse que “a aula desse modo faz a gente se movimentar”. Foi falado que o objetivo dos mapas conceituais é ajudar no ensino-aprendizagem e que em cada assunto a um aperfeiçoamento e que as frases ficariam menores. Um aluno rebateu argumentando que as frases foram colocadas para que quem não participou da equipe tivesse a noção do conceito. Um aluno sugeriu inverter a cor verde com branco para melhorar a visualização.

Na figura abaixo, podemos observar que a equipe fez um esquema dos conceitos estudados ao invés de um mapa conceitual, comparando com outras etapas avaliativas acreditamos que não houve por parte dos alunos uma apropriação significativa dos conceitos relacionados ao modelo dos gases ideais e suas relações com o processo respiratório.

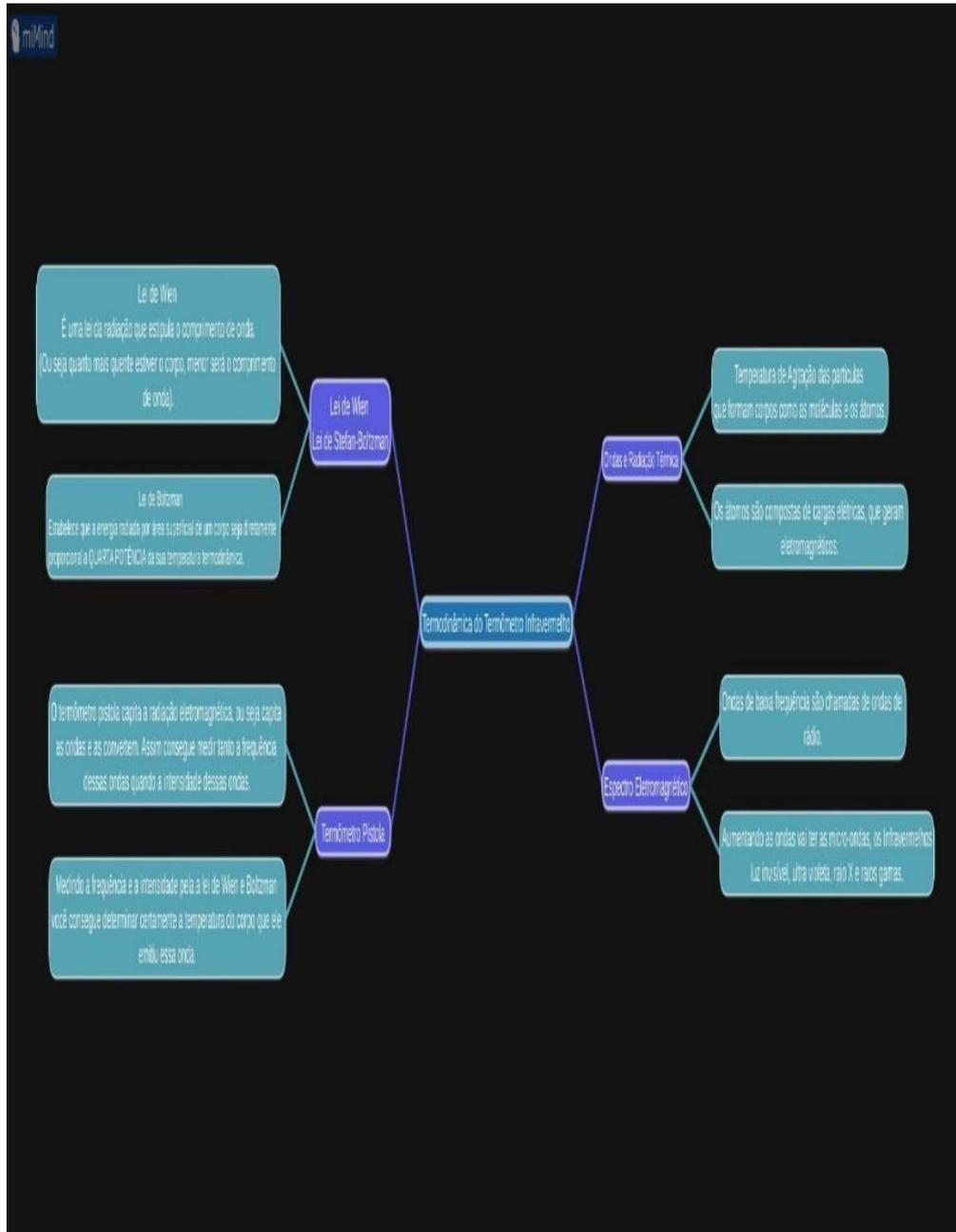
Figura40:esquemadaequipe1



Fonte: foto tirada pelo mestrando

Já na figura abaixo, pode-se observar pelo mapa apresentado pela equipe 1, que os alunos demonstraram um entendimento mais significativo do assunto abordado e com o termômetro infravermelho em duas perspectivas conceituais: primeira em relação a lei de Wien/Lei de Stefan Boltzman conectando ao termômetro de pistola infravermelho; e a segunda em relação às ondas de radiação térmica e espectro.

Figura 41: mapa da equipe 1



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Aula 6 –a segunda apresentação do mapa conceitual da termodinâmica da física do

termômetro de ambiente.

A segunda equipe a apresentar utilizou o aplicativo Mimind. O assunto a ser apresentado é a física da termodinâmica do termômetro de ambiente. As relações que eles extraíram com esse equipamento com relação aos conceitos foram colocadas em duas perspectivas: a primeira o conceito, a unidade e os tipos de calor e que ela é diferente de energia; a segunda como se faz a propagação do calor e diferença entre calor e temperatura. Falaram que do termômetro de ambiente se extraiu vários conhecimentos da física e também colocaram as frases para quem não teve acesso a pesquisa pudessem entender. Ainda disseram que essa atividade deu trabalho, mas não vão esquecer mais nunca o assunto.

A equipe verificou no esquema que o equipamento se relacionava aos gases de um lado do mapa conceitual, falaram do estado gasoso, das variáveis, do volume que ocupa e da pressão que exerce. Do outro lado do mapa conceitual falaram do conceito de gás ideal, equação de Clapeyron, da quantidade de matéria, da equação de Charles e Gay Lussac, da CNTP e da equação de Boyle e Mariotte. Verifiquei que o mapa conceitual ficou visualmente equilibrado com as palavras chaves e as cores. Perguntei sobre o formato e eles falaram que foi pelas sugestões da aula passada.

Falaram que quem faz o mapa conceitual aprende mais e não esquece. Eles falaram sobre as transformações gasosas e as fórmulas que são utilizadas nas transformações isovolumétrica, isotérmica, isobárica e adiabática e que a termodinâmica estuda principalmente a transformação da energia térmica em trabalho e sua utilização direta desses princípios em motores de combustão para os motores de veículos e aviões. Um aluno falou que o exemplo da panela de pressão na transformação volumétrica é muito importante o pito para não acontecer acidentes domésticos.

Outro aluno falou do exemplo de encher a bexiga com a seringa na transformação isotérmica, e que fica claro na prática a física. Outro falou da transformação adiabática em relação ao desodorante que sai gelado. E por fim outro aluno falou da transformação isobárica do exemplo da bexiga que a temperatura aumenta o volume aumenta e quando a temperatura diminui o volume diminui o fato comum nos dois casos e a pressão externa se mantém constante e com o tempo a borracha fica endurecida. Lembrei da nossas conversas sobre a analogia simplificada, onde comparamos que a borracha da bexiga pode ser comparada aos tecidos dos pulmões que endurece por causa da Covid-19 e conforme o comprometimento avança, a rigidez aumenta, exigindo mais força para enchê-lo e com isso leva o paciente a ser intubado<sup>8</sup>. Com

---

<sup>8</sup> Na época, a hipótese acessível aos sujeitos dessa pesquisa, para os danos causados pelo Covid -19 ao pulmão era a fibrose pulmonar. A fibrose pulmonar é uma doença causada pela lesão e

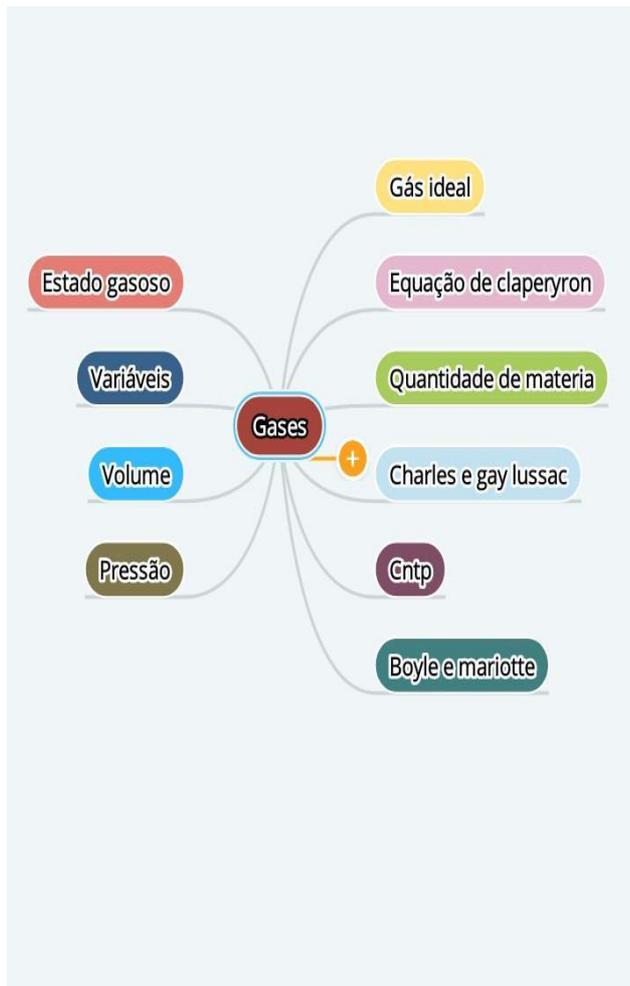
isso terminou as apresentações e agradei a todos e eles concluíram que dá trabalho mais o aprendizado é melhor.

Na figura abaixo, observamos que a equipe 2 fez um esquema ao invés de um mapa conceitual, no entanto comparando as informações colocadas no lado esquerdo do mapa conceitual, falaram do estado gasoso, das variáveis, do volume que ocupa e da pressão que exerce, com as colocadas do outro lado do mapa conceitual, onde falaram do conceito de gás ideal, equação de Clapeyron, da quantidade de matéria, da equação de Charles e Gay Lussac, da CNTP e da equação de Boyle e Mariotte e suas inter relações, com o que foi dito pelos alunos nessa aula, fica claro que os alunos se apropriaram significativamente do conteúdo abordado.

---

cicatrização dos pulmões. A doença torna o tecido que envolve os sacos aéreos dos pulmões mais grossos, impedindo a passagem do oxigênio para a corrente sanguínea. Hoje a fibrose pulmonar está presente em alguns casos no pós-COVID-19. Para maiores informações sobre os danos pulmonares causado pelo Covid-19 vide COVID-19 Bimodal Clinical and Pathological Phenotypes disponível em <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.09.03.21262841v1.full-text>.

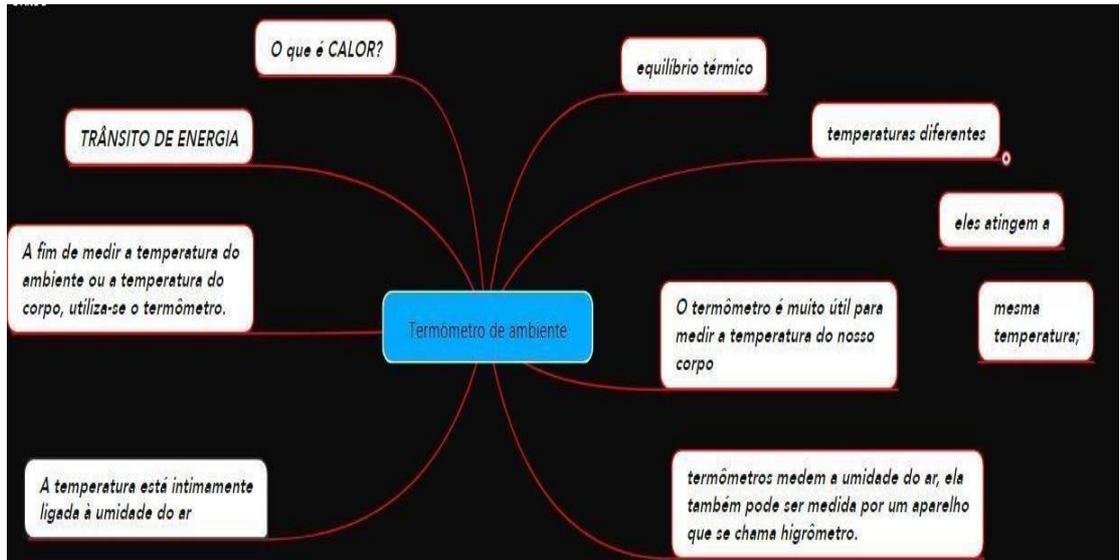
Figura 42: esquema feito pela equipe 2



Fonte: foto tirada pelo autor,2021

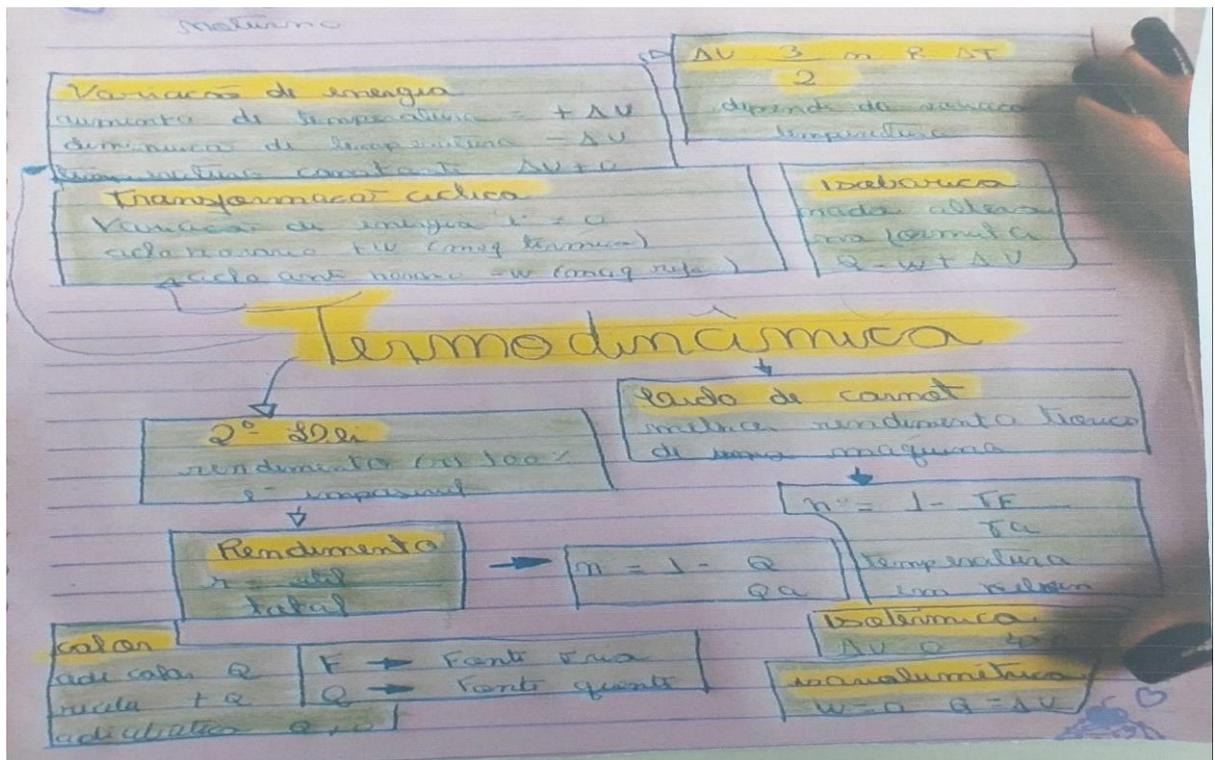
Na figura abaixo, observamos que a equipe 2 conectou o termômetro de ambiente ao assunto, no entanto fizeram confusão entre os conceitos de calor com o de temperatura, discutimos em sala e a turma fez a correção, vide os rascunhos figura 44 e 45, o que resultou no mapa conceitual da figura 46. Novamente, utilizamos a recomendação, da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira, de que o ser humano aprende corrigindo seus erros.

Figura 43: Esquema conceitual feito pela equipe 2



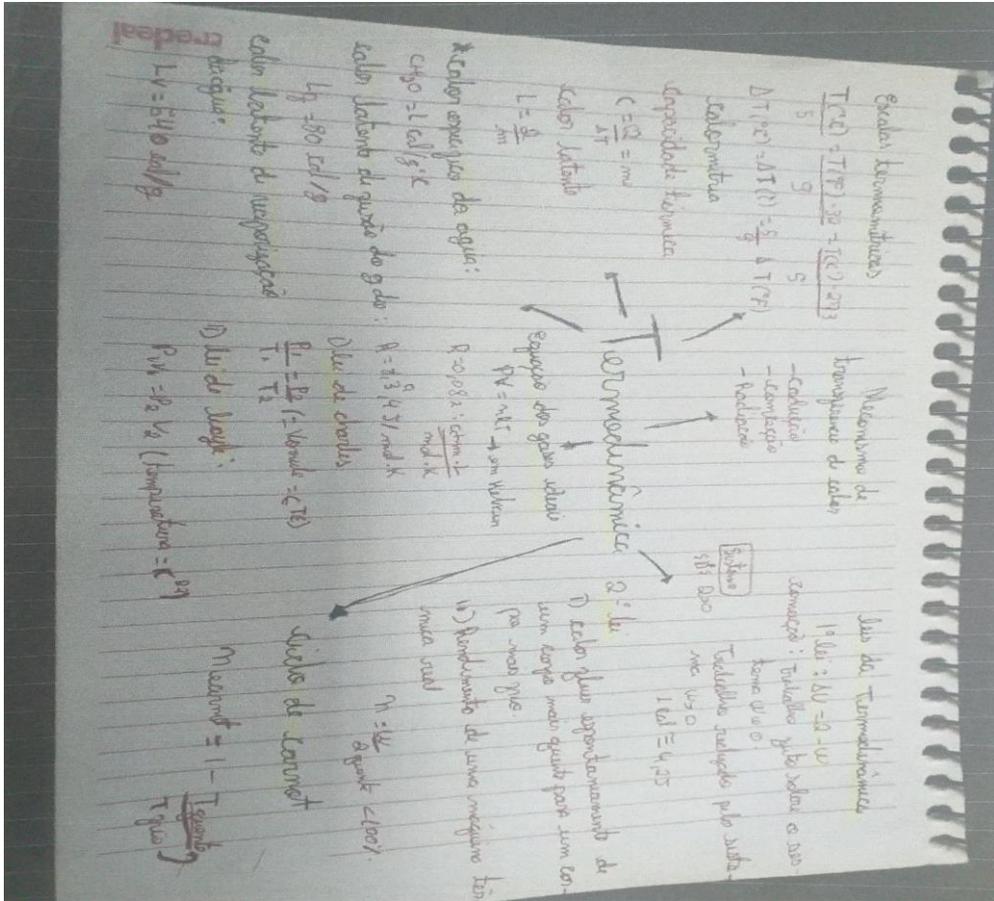
Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Figura44:rascunho do mapa conceitual feito pela equipe 2



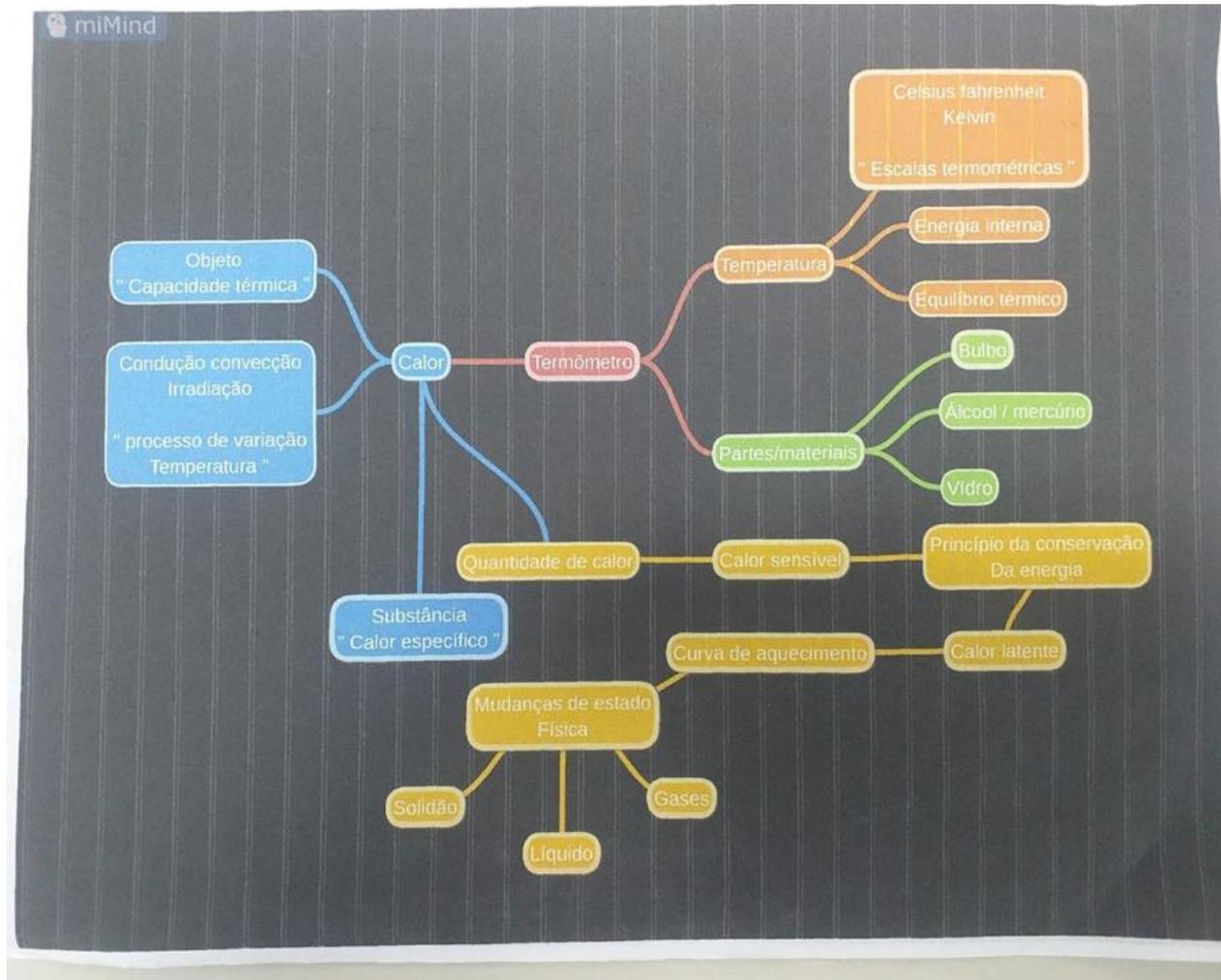
Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Figura 45: rascunho do mapa conceitual feito pela equipe 2



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Figura 45: mapa conceitual refeito pela equipe 2



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

As equipes se apropriaram dos conceitos da termodinâmicos como um conhecimento hierarquicamente organizados apesar dos equívocos que serviram para consolidação da aprendizagem que como defende Moreira **“autoeficácia que é a crença de ser capaz de aprender determinado assunto e da autorregulação que é o processo pelo qual o estudante foca seus pensamentos, sentimentos e ações para alcançar metas (Moreira, 2021, p33) ”**. Além do mais, este autor destaca que o objetivo é a busca de evidências, e não de comportamentos finais, pois permite que o professor faça suas adequações como ocorreu nesta dissertação.

## 6.6 DISCUSSÕES

A pesquisa foi voltada para o desenvolvimento da capacidade de reflexão com base na Teoria de Aprendizagem Significativa. Há muito se dizia que o mundo vivia a era da informação e da tecnologia, porém foi com o surgimento do vírus SARS-CoV-2, que isso realmente se efetivou. Diante de um inimigo desconhecido e potencialmente letal, as pessoas recuaram e

foram obrigadas a se reorganizar e reinventar formas de interação. Assim como a teoria de Ausubel sugere que nossos conhecimentos se ancoram sobre outros já existentes, foi preciso aprender. Uma atenção especial da escola frente às novas tecnologias e desafios impostos pela pandemia se fez necessária.

Foi neste contexto que esta pesquisa se realizou, afinal, o ambiente de aprendizagem não está restrito aos muros do colégio, e foi possível através do ensino híbrido perceber que ela está em todos os lugares e acontece a todo instante. Por isso, a escola assume novas funções e não se restringir apenas a transmitir o saber científico do currículo, nela deve estar presente os conhecimentos vivos e para a vida, cabe a ela associar e aprofundar temas do cotidiano dos professores e alunos (como aconteceu durante isolamento) e trazer à tona assuntos que sejam de seus interesses, que se baseiam em suas vivências e experiências, sobretudo que estejam calcados na sua cultura e na realidade que lhes rodeia.

Uma atenção especial da escola frente às novas tecnologias e desafios impostos pela pandemia se fez necessária. Foi neste contexto que esta pesquisa se realizou, afinal, o ambiente de aprendizagem não está restrito aos muros do colégio, e foi possível através do ensino híbrido perceber que ela está em todos os lugares e acontece a todo instante. Por isso, a escola assume novas funções e não se restringir apenas a transmitir o saber científico do currículo, nela deve estar presente os conhecimentos vivos e para a vida, cabe a ela associar e aprofundar temas do cotidiano dos professores e alunos (como aconteceu durante isolamento) e trazer à tona assuntos que sejam de seus interesses, que se baseiam em suas vivências e experiências, sobretudo que estejam calcados na sua cultura e na realidade que lhes rodeia.

Trabalhar com a sequência de ensino da UEPS foi uma forma de trazer a teoria e prática para a sala de aula, e isso estimulou nos alunos o desejo de pesquisar, pois compreenderam fatos do cotidiano (vivências em relação ao Covid-19) relacionado ao conhecimento científico da termodinâmica.

Hoje, com o uso da internet já não é possível acreditar que as respostas estão nos livros e apenas o professor tem acesso a elas. Foi movido por esta certeza que ao fazer a apresentação dos conteúdos com a UEPS buscou-se estimular os alunos a questionar, argumentar, associar os conhecimentos apresentados às suas próprias ideias e optar sempre por fazer avaliações e emitir juízo de valor sustentadas nas leituras sobre o tema.

A educação oferecida aos alunos deve ter em vista uma pedagogia emancipatória e relacional. Voltando à analogia e traçando um paralelo entre o ensino e as leis da termodinâmica, a sequência de ensino baseada na UEPS pode (e deve) ser a variável capaz de garantir que os dois sistemas: professor e aluno tenham a mesma “temperatura” e possa

contribuir para seu desenvolvimento pessoal, e transformação da sociedade. Logo todo conhecimento deve ser considerado, afinal cada indivíduo traz em si informações diversas e experiências únicas onde ancoram e constroem o conhecimento.

Nesta perspectiva foi criado um pensamento crítico importante para os dias atuais, em virtude de uma cultura que não lê ou quando o faz não analisa se tem fundamento científico ou se trata apenas de informações generalizadas veiculadas pela cultura de massa que simplifica demais ou deturpa conceitos e não reflete a verdade. Além do mais, a participação dos alunos revela que os conhecimentos produzidos geraram (ou tende a ser fecundos) para mudanças e são úteis às necessidades comuns da vida para ensinar as relações da física com as coisas, em despertar-lhes a inteligência, em desenvolver seu raciocínio e acordar as faculdades latentes que estavam sepultadas debaixo dos elementos de sua natureza e que foram ativadas e agora liberadas.

Os alunos nesta dinâmica inicialmente intuitiva, ou seja, depois de ter observado, analisado, trabalhado sobre determinada questão ou problema teve a curiosidade de encontrar a solução. Porque foi levado ao interesse de aprender termodinâmica em um processo ativo. De acordo com Becker (1992, p.89).

“A educação deve ser um processo de construção de conhecimento ao qual acorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído”. (BECKER, 1992, p.89)

Sabe-se que o conhecimento construído pelo próprio aluno é a essência do processo educacional, pois corresponde à apreensão do objeto ou fenômeno pelo próprio indivíduo, através de intenso trabalho mental, aliás, a resposta já não é mais o objeto do aprender, neste contexto ele vai construir novas ideias e conceitos, baseados em conhecimentos já internalizados e pensados sob a ótica da cientificidade para solucionar problemas dos dias atuais.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a reflexão do trabalho, pôde-se verificar alterações e uma organização hierárquica que também se verificou nos diálogos que permitiu a identificação de elementos que possibilita produzir conhecimentos termodinâmicos potencialmente significativos com assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa **apesar dos equívocos cometidos pelos alunos, o serviu por exemplo, para diferenciar mapa conceitual de esquema, aproveitando as oportunidades de reforçar as características e elementos dos mapas conceituais.**

Trabalhar com a sequência de ensino da UEPS foi uma forma de trazer a teoria para a sala de aula, e isso estimulou nos alunos o desejo de pesquisar, pois compreenderam fatos do cotidiano (vivências em relação ao Covid-19) relacionado ao conhecimento científico da termodinâmica.

Hoje, com o uso da internet já não é possível acreditar que as respostas estão nos livros e apenas o professor tem acesso a elas. Foi movido por esta certeza que ao fazer a apresentação dos conteúdos com a UEPS buscou-se estimular os alunos a questionar, argumentar, associar os conhecimentos apresentados às suas próprias ideias e optar sempre por fazer avaliações e emitir juízo de valor sustentadas nas leituras sobre o tema.

A educação oferecida aos alunos deve ter em vista uma pedagogia emancipatória e relacional. Voltando à analogia e traçando um paralelo entre o ensino e a lei zero da termodinâmica, a sequência de ensino baseada na UEPS pode (e deve) ser a variável capaz de garantir que os dois sistemas: professor e aluno tenham a mesma sintonia e possa contribuir para seu desenvolvimento pessoal, e transformação da sociedade. Logo todo conhecimento deve ser considerado, afinal cada indivíduo traz em si e consigo informações diversas e experiências únicas onde ancoram e constroem o conhecimento.

Nesta perspectiva foi criado um pensamento crítico importante para os dias atuais, em virtude de uma cultura que não lê ou quando o faz não analisa se tem fundamento científico ou se trata apenas de informações generalizadas veiculadas pela cultura de massa que simplifica demais ou deturpa conceitos e não reflete a verdade. Além do mais a participação dos alunos revela que os conhecimentos produzidos geraram (ou tende a ser fecundos) para mudanças e são úteis às necessidades comuns da vida para ensinar as relações da física com as coisas, em despertar-lhes a inteligência, em desenvolver seu raciocínio e acordar as faculdades latentes que estavam sepultadas debaixo dos elementos de sua natureza e que foram ativadas e agora

liberadas.

Os alunos nesta dinâmica inicialmente intuitiva, ou seja, depois de ter observado, analisado, trabalhado sobre determinada questão ou problema teve a curiosidade de encontrar a solução. Porque foi levado ao interesse de aprender termodinâmica em um processo ativo. De acordo com Becker (1992, p.89).

“A educação deve ser um processo de construção de conhecimento ao qual acorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído”. (BECKER,1992, p.89)

Assim sendo, acredita-se que aprender termodinâmica na sala de aula com “ilustrações” da unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto dos equipamentos utilizados na pandemia de covid-19 numa perspectiva da aprendizagem significativa crítica no ensino híbrido. É uma proposta relevante que pode contribuir na prática de outros professores e se adapta às demais áreas de conhecimento, além de ser mais uma referência para futuros estudos sobre a temática.

Sabe-se que o conhecimento construído pelo próprio aluno é a essência do processo educacional, pois corresponde à apreensão do objeto ou fenômeno pelo próprio indivíduo, através de intenso trabalho mental, aliás, a resposta já não é mais o objeto do aprender, neste contexto ele vai construir novas ideias e conceitos, baseados em conhecimentos já internalizados e pensados sob a ótica da cientificidade para solucionar problemas dos dias atuais.

Esta pesquisa foi voltada para a apresentação dos conteúdos da termodinâmica de maneira intuitiva, não mecânica e ilustrativa com fatos do cotidiano e associada aos equipamentos utilizados na pandemia de Covid-19 na sala de aula de ensino híbrido, levando os alunos a relacionar os seus conhecimentos prévios aos conceitos adquiridos na pesquisa e assim produzir aprendizagem significativa conforme se verá.

A abordagem de cada conceito estimulou os alunos a questionar, argumentar, relacionar os conhecimentos, defender suas próprias ideias e optar por interpretar com conhecimento do assunto, e conseqüentemente estabelecer comparação para fazer avaliações e emitir juízo de valor com associações e leituras sobre o tema termodinâmica presente no termômetro infravermelho e termômetro de ambiente em suas apresentações, entretanto os achados da pesquisa sobre os conhecimentos produzidos pela máscara N95 e oxímetro de dedo estarão no capítulo da dissertação especificados com os conhecimentos significativos produzidos por eles na perspectiva das HQ.

Nesta perspectiva cria-se o pensamento de que é possível aprender de forma

significativa ausubeliana por meio de ilustrações e da sequência de ensino da UEPS tão importante para os dias atuais, é necessária em um contexto pandêmico que impossibilita as interações em aulas presenciais e desafia a todos (professor e alunos) a se enveredar no ensino de forma híbrida.

No modelo híbrido, onde a dialogicidade é uma exigência para manter a interação entre os alunos, os organizadores prévios se tornem materiais introdutórios imprescindíveis a serem explorados antes do material de aprendizagem em si mesmo, apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e de inclusão, servem de ponte entre o que o aluno já sabe e o que deveria saber para seu aprendizado ser potencialmente significativo, além de contribuir naquilo que Ausubel chama de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

As imagens com textos e falas produzidas pelos alunos na pesquisa contextualizam os conhecimentos físicos que os mesmos possuem, apresentados de maneira lúdica e interativa os conceitos emergem do seu lugar de vivência do contexto dos alunos, pois contêm um grande número de informações e permitem múltiplas leituras, por isso a utilização de imagens ou sequências de imagens foi capaz de potencializar o diálogo e provocar a imaginação, intuição e aguçar os sentidos para o diálogo professor-aluno.

Por meio de imagens faz-se a comunicação entre os sujeitos do processo ensino-aprendizagem de codificação e decodificação das imagens, relacioná-las com as palavras ou com as fotos e perceber sequências de causa e efeito dos conhecimentos físicos. E com isso o ensino de uma maneira mais envolvente. O estímulo causado por imagens ao ser humano favorece interpretações diversas, pois está contextualizada na sua vida. Desta forma as histórias em quadrinhos para o ensino de física tornam-se um recurso metodológico importante para o estabelecimento de um diálogo e de uma catarse.

Os mapas conceituais permitem resumir uma grande quantidade de informações. Há um ditado popular que diz: uma imagem vale mais que mil palavras. Além do mais, exigem interpretações, análise e atenção exaustiva, fator primordial para aprender física.

Portanto, ao trabalhar com a UEPS se extraiu os conhecimentos prévios dos alunos acerca da física de uma maneira espontânea e gradual com base em situações problemas e grau crescente e diferenciado de dificuldades numa hierarquia que os levou a dar sentidos aos conhecimentos que antes eram do senso comum e agora reconhecem e o âncora nos fundamentos e conhecimentos da ciência física.

O produto educacional foi voltado para o desenvolvimento da capacidade de reflexão com base na Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica. Há muito se dizia que o mundo vivia a era da informação e da tecnologia, porém foi com o surgimento do vírus SARS-CoV-2,

que isso realmente se efetivou. Diante de um inimigo desconhecido e potencialmente letal, as pessoas recuaram e foram obrigadas a se reorganizar e reinventar formas de interação. Assim como a teoria de Ausubel e Moreira sugerem que nossos conhecimentos se ancoram sobre outros já existentes, e com isso se promove um aprendizado significativo.

Cabe ressaltar que em cada momento da aplicação do produto educacional foram trabalhadas situações problemas com estudo de casos e exemplos da termodinâmica aplicada a equipamentos usados na prevenção e diagnóstico da Covid-19.

Assim sendo, acredita-se que aprender termodinâmica na sala de aula com “ilustrações” da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no contexto dos equipamentos utilizados na pandemia de Covid-19, numa perspectiva da aprendizagem significativa crítica no ensino híbrido. É uma proposta relevante que pode contribuir na prática de outros professores e se adapta às demais áreas de conhecimento, além de ser mais uma referência para futuros estudos sobre a temática.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E; MOURA, M. BARROSO, M.F. **Ensino de física em tempos de pandemia: Instrução remota e desempenho acadêmico**” de Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.44. 2022. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0329>. Acesso em 22 de fevereiro de 2022.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa. Paralelo Editora, LDA. 2003.

BECKER, Fernando. **O que é construtivismo?** Revista de Educação. AEC, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992 Disponível em: [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_20\\_p087-093\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf)

BRUCKMANN. E. M. **O conceito de calor nos livros de ciências**. Instituto de Física. UFRGS. Porto Alegre. Pág. 7. Apud Hewitt, P.G., 197, p.302 e 303.

CARVALHO, A. P.de; e SASSERON, L. H. **Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores**. 2018.

COSTA, E. C. da. **Física Industrial. Tomo I, termodinâmica, 1º parte**. Porto Alegre. Editora Globo.1971. p. 35.

FAZENDA, Ivani C. A. (Org.). **Práticas interdisciplinares nas escolas**. 1991.

GOMES, M. T de M; LOPES, A. L. de S. Dias, A. L. B. **Ensino remoto durante a Covid-**

**19. Percepção da aprendizagem em ambientes digitais para o componente Termodinâmica no ensino superior**. Revista espaço crítico-NUSEC-IFB. Aparecida de Goiânia. Ano 2-vol.2-N-2. 2021.

**História do Instituto de Educação Euclides Dantas**. Disponível em <https://nte20.educacao.ba.gov.br/?p=3140>. Acesso em 25 de abril de 2021

LEMOS, Evelyse dos Santos. **A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n.1, p.25-35, 2011.

MAZARO, S. B.; DARROZ, L.M. **Sequência didática de Termodinâmica: Um material potencialmente significativo.** Acesso em: <http://www.upf.br/ppgecm/dissertações/produtos-educacionais>. Acesso em 12 de fevereiro de 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_, **Aprendizagem Significativa Crítica.** Acesso em <https://www.if.ufrgs.br/~moreira> visualizado em 25 de março de 2022.

\_\_\_\_\_, **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS.Aprendizagem Significativa em Revista.** Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, 2011.Acesso em [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf) Atualizado em 25 de março de 2022.

MOREIRA, A.M. e MASINI, E. F. S., **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL.** São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Michele Maria Paulino Carneiro; SILVA, Francisco Roberto Oliveira da; ROMEU, Mairton Cavalcante; e MAIA, Luana Samara Paulino. **Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica.** Disponível em <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13323/11958>. Acesso em 22 de fevereiro de 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica., 2: fluidos, oscilações, ondas e calor.** 5.ed. São Paulo: Blucher,2014. p.192.

PENTEADO, P. C. M., TORRES, C.M.A., **Física-ciência e tecnologia**. São Paulo: moderna, 2005, p.146.

## **PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO EUCLIDES**

**DANTAS 2019-2020**. Disponível no Instituto de Educação Euclides Dantas. Acesso em 25 de abril de 2021.

ROCHA, José Fernando (org.). **Origens e evolução das ideias da Física**. EDUFBA, Salvador-BA, (2002).

ROSA, M.T.de M. G; LOPES, A.L.de S.; e DIAS, A.L.B. **Ensino remoto durante a Covid-19: Percepção da aprendizagem em ambientes digitais para o componente Termodinâmica no ensino superior**. Revista espaço crítico-NUSEC-IFB. Aparecida de Goiânia. Ano 2-vol.2-N-2. 2021. Disponível em <http://revistas.ifg.edu.br/article/view/1005>. Acesso em 12 de fevereiro de 2022.

Silva, G. da; Errobidart. N. C. **Termodinâmica e Revolução Industrial: Uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência**. Acesso em <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2019v19p19p71-97> em 17 de fevereiro de 2022. História da Ciência e ensino Construindo interfaces e publicado em 27 de maio de 2019.

VALENTE, J. A. **O ensino híbrido veio para ficar**. In: BACICH, L.; NETO, A.T.; TREVISANI, F.M. Ensino Híbrido; personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.p. 13-17.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman.2001.Disponível em: <https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia-da-pesquisa-estudo-de-caso-yin.pdf>

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, **JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO**, discente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Sudoeste da Bahia – UESB, realizarei um projeto de ensino como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Ensino de Física intitulado **IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS SIGNIFICATIVOS E CRÍTICO DA UEPS (UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA) NO CONTEXTO DO COVID-19 PARA O ENSINO DA**

**TERMODINÂMICA**, orientada pelo docente Prof. O Dr. Luizdarcy Matos Castro.

Para validar sua participação, deve estar ciente de alguns pontos:

- Sua participação será voluntária;
- Não haverá identificação, sendo anônima sua participação;
- As respostas serão utilizadas apenas se for de sua autorização;
- Se aceito, participará de 12 (seis aulas), em sala de aula ambiente meet;
- Caso queira desistir durante o processo, pode sinalizar ao pesquisador por meio do e-mail [joseniltonmelo@hotmail.com](mailto:joseniltonmelo@hotmail.com) ou telefone (77) 9 99968-0702;
- Se não houver conforto em permitir utilizar os resultados obtidos, terá direito de negar a divulgação dos dados obtidos.

---

Prof. Dr. Luizdarcy Matos Castro

Orientador

---

Prof. José Nilton Vasconcelos Melo

Discente responsável

---

Participante da pesquisa ou seu responsável legal

Eu, \_\_\_\_\_, residente da  
cidade:

\_\_\_\_\_ aceito participar voluntariamente da pesquisa aqui mencionada, estando ciente do anonimato, em poder desistir a qualquer momento caso seja meu desejo e de todos os tópicos livremente da minha participação, sem qualquer obrigatoriedade.

Vitória da Conquista/BA, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 2021

**APÊNDICE B – TERMO DE ANUÊNCIA DO GESTOR****TERMO DE CONSENTIMENTO E ANUÊNCIA DO GESTOR**

**Vitória da Conquista – BA, \_\_/\_\_\_\_/2021**

Eu **JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO**, discente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) do Programa de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, desenvolverem Produto educacional (sequência didática) na **INSTITUTO DE EDUCAÇÃO EUCLIDES DANTAS**, tendo como orientador Prof. O Dr. Luizdarcy Matos Castro. Sendo que as sequências didáticas estão vinculadas às atividades educacionais e consistem num encadeamento de etapas ligadas entre si e têm sido cada vez mais utilizadas como recursos para o ensino com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Fugir da abordagem tradicional, como estratégia de ensino, é cada vez mais comum na educação como recurso pedagógico para tornar o ensino dinâmico, atrativo e motivador. Caso necessite esclarecer alguma dúvida em relação ao estudo, estou à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos. Se vossa senhoria estiver de acordo, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais, e os dados utilizados apenas para fins de análises científicas.

Eu \_\_\_\_\_ fui esclarecido (a) sobre a pesquisa citada acima e concordo com estes dados sejam utilizados na realização da mesma, considerando seu mérito e caráter científico.

Assinatura do Responsável (com carimbo se tiver)

**APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**  
**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_,

aceito participar das aulas em formato de sequência didática e também permitir a coleta de dados das produções e das ocorrências em sala de aula que serão interpretados em pesquisa para o trabalho de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pelo UESB pelo mestrando *José Nilton Vasconcelos Melo*. Tenho toda a liberdade de me recusar a participar da pesquisa bem como retirar meu consentimento a qualquer momento. Fui também esclarecido (a) de que meu nome não será divulgado nos resultados da pesquisa sendo-me garantido total confidencialidade dos dados.

Vitória da Conquista/Ba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Assinatura do Participante (estudante)

***TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE CAPTURA E USO DE IMAGEM***

Eu \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_,  
 Depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores **José Nilton Vasconcelos Melo, Prof.ª. A Dra. Cristina Porto Gonçalves e o Prof. Luizdarcy Matos Castro** do projeto de pesquisa intitulado “Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o estudo dos conceitos físicos presentes na evolução das estrelas para o 2º ano ensino médio noturno, ” a realizar as fotos e filmagens que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes. Ao mesmo tempo, libero a

utilização destas fotos e destes vídeos e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N° 3.298/1999, alterado pelo Decreto N° 5.296/2004).

Brumado/Bahia \_\_de \_\_\_\_\_de 20

José Nilton Vasconcelos Melo

Sujeito da Pesquisa (estudante)



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

**IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE  
FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS SIGNIFICATIVOS E CRÍTICO DA UEPS  
(UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA) NO CONTEXTO  
DA Covid-19 PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO**

**Vitória da Conquista – Bahia**

**2023**



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

**JOSÉ NILTON VASCONCELOS MELO**

**IEED (ILUSTRATIVO ENSINO EXPLORATÓRIO DIVERSIFICADO) DE  
FORMA HÍBRIDA COM MATERIAIS SIGNIFICATIVOS E CRÍTICO DA UEPS  
(UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA) NO CONTEXTO  
DA Covid-19 PARA O ENSINO DA TERMODINÂMICA**

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

**Vitória da Conquista – Bahia 2023**

**SUMÁRIO**

1.APRESENTAÇÃO	01
2.REFERENCIAL TEÓRICO	02
2.1 Aprendizagem Significativa	04
2.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS	04
3.ENSINO HÍBRIDO	05
4.MODELO E RELATO DE ENSINO HÍBRIDO UTILIZADO	06
5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	09
REFERÊNCIAS	24

## 1. APRESENTAÇÃO

A aplicação do produto educacional foi desenvolvida em uma abordagem de natureza bibliográfica e qualitativa intervencionista de estudo de caso conforme destaca Robert Yin (2007, p. 19) o estudo de caso.

Representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

Ainda segundo o autor, o estudo de caso permite uma investigação capaz de preservar os eventos da vida real em todas as suas características, não vendo apenas o fato em si, mas todo o contexto. Além de contar com outras técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, o estudo de caso ainda acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: a observação direta e uma série sistemática de entrevistas e interações, Yin (2007)

Um produto educacional precisa ser algo semelhante a um plano de ação que considere o ponto de partida e a linha de chegada. Para se sair daqui e chegar lá, é necessário considerar todo o percurso, segundo Robert Yin o aqui pode ser definido como o conjunto inicial de questões a serem respondidas, e lá é um conjunto de conclusões sobre o que se questionou, a ideia central do estudo de caso é investigar acontecimentos contemporâneos, identificando os comportamentos mais relevantes para o sua ocorrência Yin (2007).

Este produto, parte da busca em compreender como os objetos de estudo em termodinâmica se iniciam até chegar à conclusão de como se transformam em ensino-aprendizagem. Esse produto educacional gerou uma grande quantidade de informações, além de oferecer interpretações, análises e atenção exaustiva para o processo ensino-aprendizagem no modelo híbrido no contexto da pandemia, reflexão primordial para toda a sociedade neste momento em que a educação era tão necessária na retomada das atividades e na reconstrução socioeconômica do país.

Os recursos educacionais utilizados foram artigos científicos, matérias informativas médicas na web, livros, ilustrações e equipamentos como termômetro infravermelho, termômetro de ambiente, máscara N95 e o oxímetro de dedo. Na parte das ferramentas digitais se utilizou o google sala de aula, desenhos de histórias em quadrinhos com balões em branco para serem preenchidos na fala dos personagens pelos alunos sobre suas vivências e o

assunto termodinâmica e os mapas conceituais utilizados pelo mestrando para reforçar os conhecimentos. O ambiente virtual meet foi utilizado como sala de aula, a web para pesquisas, WhatsApp e demais recursos que se fizeram necessários.

Para o registro de dados foi utilizada metodologia descritiva que considerou a interpretação dada pelo pesquisador que priorizou procedimentos descritivos na medida em que a visão do conhecimento explicitado e admite a interferência subjetiva do conhecimento como compreensão da dimensão do conhecimento da física.

O trabalho se dividiu entre os temas de conhecimento da física como termodinâmica e a associação deles com os equipamentos como termômetro infravermelho, termômetro de ambiente, máscaras N-95 e o oxímetro de dedo; os conhecimentos dos alunos foram abordados como ponto de partida na construção de uma história em quadrinhos com vivências sobre o assunto termodinâmica e a elaboração de mapas conceituais também referentes ao assunto.

O público alvo foram os alunos do 2º ano do ensino médio noturno do colégio estadual Instituto de Educação Euclides Dantas (IEED) do ano de 2021, Escola Estadual localizada na Praça Crésio Dantas Alves, s/n, bairro Recreio, Vitória da Conquista CEP 45020-295, fone (77) 3424-6321. E pode ser aplicado esse produto educacional em outras escolas do ensino médio.

As durações da aplicação do produto educacional são em seis momentos conjugados a momento no google de sala de aula e grupo de WhatsApp.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Os tópicos a seguir são os conteúdos que definirão a aplicação da sequência didática deste projeto.

### **2.1 APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE MARCO ANTÔNIO MOREIRA**

Este produto educacional utilizou a sequência de ensino da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS e a teoria da aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira que teve o ponto de partida do princípio ausubeliano (Ausubel, 1963, 2000) de que se aprendemos a partir do que já se sabe acrescentado do abandono da narrativa de Dom Finkel (2008) que é dar aula de boca fechada não literal a um extremo, articulados de organizar o ensino como uma atividade subversiva não a um extremo propostos por Postman e

Weingartner(1969) que Moreira prefere chamar de crítica que é a criticidade no ensino ,neste trabalho a proposta é relacionar o que os alunos precisam aprender na sala de aula sobre termodinâmica com os equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19 aplicados numa sequência de ensino da UESP numa perspectiva potencialmente significativa e crítica de forma híbrida e que as relações com o conhecimento prévio do aluno sobre seu conceito, suas ideias, enriqueçam sua estrutura cognitiva com o novo conhecimento potencialmente significativo e crítico.

O conceito central desta teoria é o de aprendizagem potencialmente significativa com criticidade num processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo.

Segundo Moreira (2010, p.3) “ a educação, no entanto, continua a promover vários dos conceitos que Postman e Weingartner criticavam e classificavam como fora de foco”. Ou seja, na educação o que o conhecimento científico é posto não é questionado e não se fomenta o aprender a aprender de uma pessoa com a mudança, e para sobreviver neste contexto de ensino-aprendizagem só sendo subversivo. Entretanto usa outro termo no lugar de subversivo que é crítico. Com isso uniu aprendizagem significativa ausubeliano com o troque em silêncio de Don Finkel com criticidade ao invés de subversiva de Postman e Weingartner

Segundo Ausubel, citado por Moreira (2010, p.3):

A ‘*aprendizagem significativa*’, por definição, envolve a aquisição de novos significados. Estes são, por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa. Ou seja, o surgimento de novos significados no aprendiz reflecte a acção e a finalização anteriores do processo de aprendizagem significativa (2003, p.87).

Com isso, o conhecimento fica mais estável, mais elaborado e refinado, capaz de servir a arcabouço cognitivo do que vão fazer ou como vão reagir a essas informações com inúmeras reflexões sobre a termodinâmica com princípios da aprendizagem significativa, como *diferenciação progressiva*:

É o princípio programático segundo o qual as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade (Moreira,2010, p.5)

É com o princípio da *diferenciação progressiva* que ao mesmo tempo passam a enxergar outro princípio na busca de organização cognitiva (sequência as unidades de estudo com as

relações de dependência na matéria de ensino) o da *reconciliação progressiva* que explora relações entre conceitos e preposições e suas diferenças e semelhanças e reconciliar inconsistências reais e aparentes numa *consolidação*, que leva a insistir no domínio do que está sendo estudado antes de iniciar novos conhecimentos e que o conhecimento prévio é mais que influência, é como uma ponte entre o que já sabe ou deveria saber para uma aprendizagem subsequente de um novo conhecimento e deve apresentar uma predisposição para aprender que vai muito além da motivação, o mais importante é a relevância do novo conhecimento para o aluno.

A facilitação da aprendizagem crítica ocorre, segundo (Moreira,2010, p.7) com base no que ele define como os 11 princípios:

1. Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que sabemos;
2. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/ aprender perguntas ao invés de respostas;
3. Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais;
4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador; 5.Princípio do conhecimento como linguagem; 6.Princípio da consciência semântica.
- 7.Princípio da aprendizagem pelo erro. 8.Princípio da desaprendizagem; 9.Princípio da incerteza do conhecimento;
10. Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino;
11. Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.

Nesta dissertação se identificou estes onze princípios da aprendizagem significativa crítica que ocorreu de forma progressiva, pois os significados foram sendo captados e internalizados nesse processo de criticidade que o Professor Moreira criou um casamento perfeito em sua sequência de ensino e da sua teoria potencialmente significativa crítica.

## **2.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS-UEPS**

As sequências de ensino utilizadas foram as apresentadas pelo Professor Marco Antônio Moreira da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e estão fundamentadas teoricamente e voltadas para a aprendizagem significativa CRÍTICA, intuitiva, não mecânica, e possui 08(oito) etapas:

1. definir o tópico específico a ser abordado; 2. Identificar os conhecimentos prévios do aluno; 3. Propor situações-problema em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno; 4. Apresentar o conhecimento levando em conta a diferenciação progressiva; 5. Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo e propor novas situações novas-situações mais complexas. Concluir a unidade, dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora, 7. Avaliação somativa individual, 8. Procurar evidências de aprendizagem significativa. (Moreira, 2006, p.4).

Essa sequência didática se apresenta com a intenção de um modelo não narrativo do professor e não mecânico de aprender do aluno para uma aprendizagem com materiais significativos de ensino pela construção da UEPS com tópicos específicos de conhecimento que no caso foi usado neste produto educacional para conectar os equipamentos usados na pandemia de Covid-19 (termômetro infravermelho, termômetro de ambiente, máscara N-95 e o oxímetro de dedo) aos conceitos termodinâmicos declarativos e procedimentais com materiais educativos diversificados e significativos

### **3. ENSINO HÍBRIDO**

Segundo Valente (2015, p.13) o “ ensino híbrido é uma abordagem pedagógica que combina atividades presenciais e atividades realizadas por meios das TDIs- TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO”.

E o principal ponto desse ensino é colocar o foco na aprendizagem no aluno e não mais na transmissão da informação pelo professor num processo de atividade ativa na busca do conhecimento individual e em grupo e o professor como seu colaborador. Em sua essência foca o aprendizado no aluno e há várias maneiras.

Nesta dissertação foi usado o modelo da sala invertida com “algumas adaptações” a sala de aula virtual com ilustrações para uma linguagem visual termodinâmica e com materiais instrucionais no google sala de aula que agrega conhecimento ao aluno antes e “depois da aula”.

Nessa perspectiva ele reproduz o contexto dos equipamentos utilizados na pandemia da Covid-19 que observou aos fenômenos físicos à sua volta que leva o estudante a se perguntar “o que é isso”, “como funciona”, despertando-lhe a curiosidade em buscar respostas às suas perguntas.

Ademais, o estudante pode acessar esse material como textos, vídeos, colaboração dos colegas nos fóruns de discussão no seu tempo para aprofundar seus conhecimentos e sua consciência para verificar suas próprias deficiências para buscar ajuda do professor ou colegas para superação.

Nada se aprende a não ser por uma conquista ativa e o que o aluno deve ser coerente a ciência física e não repetir fórmulas verbais prontas. Criar experiências de aprendizagem para ter vínculo além de experiências intelectuais, somado às suas vivências efetivas para mediar uma realidade de uma educação do ensino de física que está no século XIX para o século XXI.

Num papel de despertar no indivíduo a sensibilidade para ver as sublimes leis da natureza projetadas em cada coisa, em cada fenômeno à sua volta. Instigando o aluno para o interesse de investigar e com isso, ampliar o seu conhecimento no mundo em que vive e entender a vertentes da termodinâmica no contexto pandêmico da Covid-19 de conhecimento físico plural diverso.

#### **4.MODELO E RELATO DE ENSINO HÍBRIDO UTILIZADO**

Nesta pandemia da Covid-19 que o mundo atravessa os professores das escolas públicas tiveram que se reinventar, no caso das escolas estaduais da Bahia, eles ficaram parados um ano e sete meses.

E quando retornaram os professores precisaram transformar suas casas em salas de aula virtuais. Onde o espaço da família se transformou e o professor (a) foi obrigado a ter um computador em casa, um webcam, microfones, fones de ouvido, uma boa internet, elevando seus custos financeiros e desgastes emocionais. Apresentando o ambiente familiar é necessário refletir e avaliar o cenário das aulas no contexto da pandemia: e para atender as necessidades tecnológicas é preciso fazer investimentos por parte do governo.

O próprio secretário de educação do estado da Bahia reconheceu, em entrevista realizada em 22 de abril de 2020, que a plataforma oferecida pelo Governo do Estado não era suficiente para garantir o acesso de professores e alunos ao ensino neste momento.

A plataforma de ensino que foi utilizada foi o google sala de aula. Nesse caso, é para quem tem acesso à internet. E, aqui, se faz uma observação: não dá para imaginar que vai ser qualquer internet. Uma coisa é você ter internet para acessar WhatsApp, a outra é você ter internet para baixar um arquivo, um livro. Aliás, são três aspectos que precisam ser levados em

conta quando falamos do uso dessa ferramenta: o serviço, ou seja, a internet; os equipamentos, a pessoa pode ter um bom acesso à internet, mas não ter um bom computador ou celular; e a formação para o uso. Se tem professores que têm internet e equipamentos bons, mas não tem a formação de como se trabalha com ferramentas à distância.

Como se vê, o ensino híbrido oferecido pelo o governo do Estado da Bahia era uma parceria com google sala de aula que disponibiliza o ambiente virtual Meet para as aulas virtuais e as salas de aula para as postagens de orientações e atividades, uma ponte entre professores e alunos.

Nesta saga as dificuldades podem até parecer pequenas, mas não foram. Não era sempre que se tinha um ambiente adequado, privacidade, qualidade de internet e controle dos recursos usados na transmissão dos conteúdos, e ainda contornar todos os ruídos e interferências externas, não foi fácil. Imagine para os estudantes da zona urbana oriundos de bairros onde o sinal de internet não é bom e os aparelhos de celular não suportavam tanto conteúdo e sobretudo para os alunos da zona rural onde sequer tinham internet. As turmas foram reduzidas à metade nesta modalidade híbrida.

O que fazer com os alunos sem recursos que o governo do Estado excluí? A solução foi encontrada pelos próprios alunos que pegaram emprestados de seus pais, de amigos, de irmãos, de colegas de trabalho (isso mesmo, muitos assistiam aulas trabalhando!). E para facilitar o acesso às aulas e tornar a interação possível, o WhatsApp foi um aplicativo que substituiu o Google aula de aula na criação de atividades, avaliações e até para tirar dúvidas. Surge outra necessidade: foi preciso comprar um chip e criar um WhatsApp Business para não interferir na vida pessoal (muitos professores não puderam fazer isso e tiveram problemas pessoais e familiares). Havia ainda outro grupo de alunos que não tinham acesso à internet e pegavam semanalmente as atividades na escola, respondiam a atividade e devolviam na escola. Era preciso ir toda semana à escola para pegar, corrigir e devolver para o aluno com instruções de ensino-aprendizagem para ele; isso se transformou no final numa avaliação.

A carga horária de trabalho dobrou, mas quem tem a profissão de professor no sangue não se abate porque para os professores seus alunos são como filhos que não nunca vão ser abandonados e mesmo com todo esse trabalho, muitos alunos não foram alcançados e ficaram às margens e eles precisam serem resgatados para a escola. Havia muito medo e insegurança, mas se não retornarem o risco de perder ainda mais alunos era grande, foi nesse contexto que (em atendimento as muitas reivindicações e lutas da classe) fez-se a vacinação dos professores e as aulas remotas e o google sala de aula foram ABANDONADAS pelo governo com a instrução arquivem suas turmas virtuais e o acesso às plataformas foi cortado. O retorno de

forma presencial também não atendeu satisfatoriamente uma vez que os professores estavam vacinados, mas a maioria dos alunos e seus familiares não. Além disso, as salas não comportavam todos os alunos mantendo o distanciamento recomendado pelas autoridades em saúde a solução foi fazer o revezamento onde metade dos alunos iam um dia para a aula presencial e no outro dia ficavam em casa. Este período, dito híbrido foi completamente tumultuado com muitas ausências, e afastamentos devido aos casos de infecção de professores, alunos e familiares por Covid-19 e alunos em casa sem nenhuma assistência. O que favoreceu o bom desenvolvimento deste trabalho foi a interação nesses meses de aulas remotas no Meet, no google sala de aula e do WhatsApp quando se realizou a dissertação e este produto educacional com a ajuda dos fantásticos alunos com a sequência de ensino UEPS, com os materiais ilustrativos das revistinhas com balõezinhos em branco para eles escreverem seus conhecimentos de vida da termodinâmica, com google formulário de forma híbrida de atividades e vídeos.

## 5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Aqui apresenta-se a metodologia do produto educacional a ser seguida, separar-se cada etapa em momentos.

### **1º MOMENTO (APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA)**

A proposta metodológica está voltada para:

Apresentação dos conceitos relacionados à termodinâmica por meio de conteúdos ilustrativos diversificados, pesquisando a aplicação dos conhecimentos da Física em fatos do cotidiano através de equipamentos usados no contexto da pandemia da Covid-19.

Nesse momento, além da definição do tópico a ser abordado dentro das especificidades que a disciplina exige, inclusive com seus aspectos declarativos e procedimentais, deve-se estimular os alunos a questionar, argumentar, relacionar os conhecimentos, defender suas próprias ideias e optar por interpretar com conhecimento do assunto, e estabelecer comparação para fazer avaliações e emitir juízo de valor com associações com leituras sobre o mesmo tema.

A Leitura na perspectiva do pensamento crítico é tão importante para os dias atuais, em virtude de uma cultura que pouco se lê, e quando se lê não analisa se a informação é científica. Porque é preciso estar atento a cultura de massa que simplifica demais ou deturpa conceitos não refletindo a verdade.

**Passo 1 do 1º momento** - definir o tópico específico a ser abordado na sequência de ensino proposta da UEPS - e comunicar aos alunos sobre o primeiro material significativo, além de um primeiro levantamento dos conhecimentos prévios e dos sentimentos dos alunos com relação ao tema a ser abordado.

#### **Aula 1**

Inicialmente deve-se dizer aos alunos que a aula seria ministrada com o tema “aprendendo termodinâmica utilizando equipamentos para o diagnóstico da Covid-19: termômetro infravermelho. Deve-se questionar os alunos sobre o princípio de funcionamento dos vários aparelhos utilizados no contexto trabalhado, optar-se por um questionário orientado com questões discursiva no Google Sala de aula, mas o professor pode utilizar outras metodologias para levantamento dos conhecimentos prévios, o importante é que o aluno tenha liberdade em externa esse conhecimento. O professor deve apresentar um mapa conceitual do professor, a exemplo do <https://www.mindmeister.com/1865798251?e=turtle>. De uma notícia falada por um aluno. Onde no centro fica o tema proposto e do lado esquerdo há uma notícia que a Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária autorizou o laboratório Pfizer a armazenar as vacinas com temperaturas mais altas. Deve-se salientar que um mapa conceitual

com uma palavra ou poucas palavras pode explicar este texto todo. Finalmente, os alunos devem ser orientados sobre a atividade no google sala de aula de uma tarefa de história em quadrinhos que está em docs para que nas falas do personagem digite ou escreva uma memória de aula sobre o que foi exposto. Deve-se também dizer aos alunos que se organizam em equipe, pois no quinto e sexto momento deste trabalho de construção de mapas mentais as ideias serão deles. Agradeça a participação de todos e diga que o próximo equipamento a ser estudado na perspectiva da termodinâmica será o termômetro de ambiente.

**Passo 2 do 1º momento** - identificar os conhecimentos prévios dos alunos na sequência de ensino UEPS; 2.1 Fazer perguntas sobre o material escolhido como potencialmente significativo para os alunos para verificar conhecimentos prévios físicos; 2.2 - Em seguida pedir que os alunos criem um mapa conceitual utilizando-se de exemplos do seu cotidiano ou de alguma notícia orientado pelo professor e utilizado o aplicativo miMind ou outro que desejar; 2.3 - Colocar uma atividade para os alunos no ambiente virtual google sala de aula de uma atividade de história em quadrinhos para eles contarem uma história cotidiana do assunto nas falas do personagem que deverão estar com os balões em branco do HQ em “docs” que dar a opção de poderem digitarem no espaço específico e até colorirem se quiser as figuras. 2.4 - E neste ambiente virtual colocar um vídeo sobre o assunto abordado para de forma a oferecer a esses mais conhecimentos; 2.5 Os alunos devem se organizar em equipe, pois no quinto e sexto momento de aulas haverá construção de mapas conceituais das suas ideias sobre o assunto.

As respostas dos alunos devem ser identificadas por números.

Pedir aos alunos que escrevam com suas palavras os conceitos solicitados abaixo e uso ou utilidade no seu cotidiano, e pedi para não identificarem suas provas.

Fazer perguntas no google sala de aula no campo atividade para os alunos na busca de conhecimentos prévios e subsunçores do seu conhecimento de vida e de seu entendimento sobre termodinâmica.

Nessa etapa do trabalho cria-se situações que levem os alunos a resgatar e expor seu conhecimento prévio, supostamente vinculado ao tópico em pauta.

## **2º MOMENTO:**

3º passo propor situações-problemas em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno na sequência de ensino da UEPS.

Então nesse passo apresente situações-problemas em nível introdutório que leve em

conta o conhecimento prévio do aluno identificado pelo professor na sequência de ensino da UEPS indagando para respostas dos alunos com correção do professor se for o caso.

## Aula 2

Inicia-se a 2ª aula falando sobre o termômetro de ambiente para explicar que calor, temperatura e energia são conceitos diferentes, a seguir mostre e explique um termômetro de ambiente, vide figura abaixo.

Figura - Termômetro de ambiente



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Explique a utilidade do termômetro, os conceitos de temperatura, energia e calor. Em seguida conforme imagem disponível em <https://www.mindmeister.com/1867300441?e=turtle> solicite que seja constituído um mapa conceitual onde no centro esteja a palavra TERMÔMETRO DE AMBIENTE, e ao redor as palavras calor, temperatura e energia.

Oriente os alunos sobre a postagem de uma atividade no google sala de aula [https://youtu.be/qiZlAfw\\_UxY](https://youtu.be/qiZlAfw_UxY), vide figura abaixo.

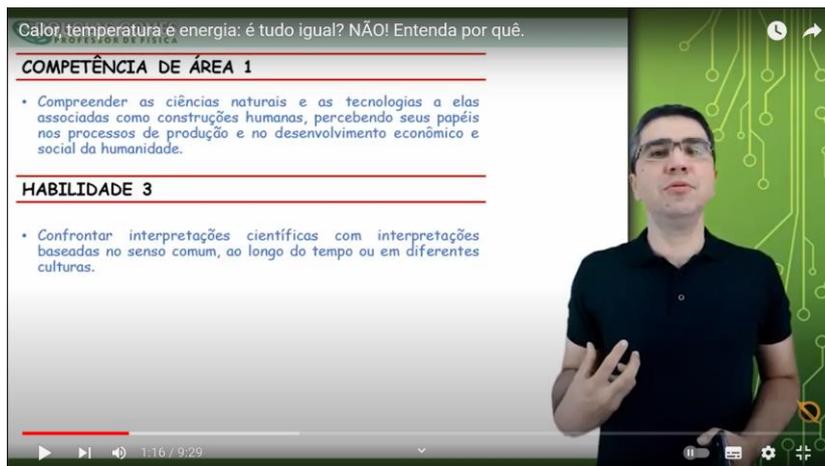
Figura - Física com Douglas



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw\\_UxY](https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw_UxY)

O vídeo utilizado foi o do canal Física com Douglas que além de explorar as diferenças entre calor, temperatura e energia trata de uma das competências e de uma das habilidades exigidas nas provas do ENEM, conforme podemos observar na figura abaixo.

Figura – Física com Douglas



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw\\_UxY](https://www.youtube.com/watch?v=qiZlAfw_UxY)

Os vídeos no Youtube são recursos didáticos que podem ser usados pelos professores para enriquecer suas aulas. Os alunos podem assistir aos vídeos de onde e quantas vezes quiserem para fixar o conteúdo aprendido com o professor. Além disso, a grande interesse dos alunos pelo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), se furte aqui abordar o tema e o nosso modelo educacional que tem em sua maioria treinado para testagem. Ainda nessa etapa deve ser falado de uma página de uma história em quadrinhos para que nas falas dos personagens criassem uma memória de aula de situações do cotidiano.

Na figura abaixo mostre arquivo no google sala de aula que poderia ser alterado com a opção de eles digitarem nos balões suas vivências sobre o assunto e até colorirem os desenhos caso desejassem. O fator que motiva a escolha desta atividade com as HQs se relaciona à busca de um ensino lúdico, capaz de ativar memórias afetivas e compensar o baixo valor pedagógico que a escola atribui às imagens elaboradas em atividades educativas pelos alunos no ensino médio, coisa tão comum nos anos iniciais da educação: desenhar e colorir acabam sendo deixados de lado, ignora-se o fato de que as imagens continuam exercendo fora do espaço escolar um papel muito relevante, sobretudo com os avanços e ampliação do uso de textos midiáticos.

Figura - HQ modelo

**CRIE SUA PRÓPRIA HISTORINHA, PREENCHENDO OS BALÕES ABAIXO!  
DEPOIS, É SÓ COLORIR PARA ELA FICAR BEM BONITA!**



Fonte: adaptado da figura disponível [www.turmadamonica.com.br](http://www.turmadamonica.com.br).

Em seguida, questione sobre o funcionamento do termômetro infravermelho, os famosos termômetro de pistola que na ocasião estavam sendo utilizados nas entradas do supermercados e outros estabelecimentos comerciais. Foi falado da postagem de uma atividade no google sala de aula [https://youtu.be/qiZlAfw\\_UxY](https://youtu.be/qiZlAfw_UxY), vide figura abaixo.

Figura – Física Prof. Daniel



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ssSjNBt2oSU>

Comente brevemente do que se trata o vídeo postado conforme descrição do mesmo mostrada na figura abaixo.

Figura – Descrição do vídeo – Física Prof. Daniel

**FÍSICA Prof. Daniel** 17,9 mil inscritos [Inscrever-se](#)

👍 509 | 💬 | ➦ Compartilhar | ⬇️ Download | 💖 Valeu | ⋮

6.517 visualizações 17 de ago. de 2020 [TERMOLÓGIA](#)

Este vídeo é parte integrante da aula contida em: <https://sites.google.com/view/profess...>

Como funciona o termômetro pistola? Também chamado de termômetro infravermelho?  
 Como funcionam as portas automáticas que são acionadas pela presença?  
 Como medir a temperatura de fornos?  
 Como medir as temperaturas das estrelas?  
 Qual a física do termômetro infravermelho?

Assista a esse vídeo para conhecer estas respostas. Para responder estas perguntas precisamos nos familiarizar com a ideia de onda eletromagnética e de irradiação térmica. Além de conhecer o espectro eletromagnético. Através da lei de Wien e da lei de Stefan-Boltzman, conseguimos estabelecer uma relação entre a radiação emitida pelos corpos e a temperatura dos corpos que emitiram esta radiação. Ao entendermos estes dois princípios seremos capazes de compreender como funciona o termômetro infravermelho, como funcionam os sensores passivos de movimento, como medir a temperatura dos fornos, até mesmo como medir as temperaturas das estrelas.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ssSjNBt2oSU>

O vídeo disponibilizado trata da lei de Wien e da lei de Stefan-Boltzman, aqui o Professor pode fazer uma breve exposição dessas leis. Aqui opta-se por uma exposição mais conceitual dessas leis sem entrar nos detalhes mais formais.

Com isso foi encerra-se a aula.

## O TERCEIRO MOMENTO

O 4º passo exposição do conteúdo objeto do estudo, levando em conta a diferenciação progressiva, nesse passo tomamos o cuidado para que as ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo fossem apresentadas de forma gradativamente ir detalhando e especificando. Apresentar o terceiro material potencialmente significativo.

### Aula 3

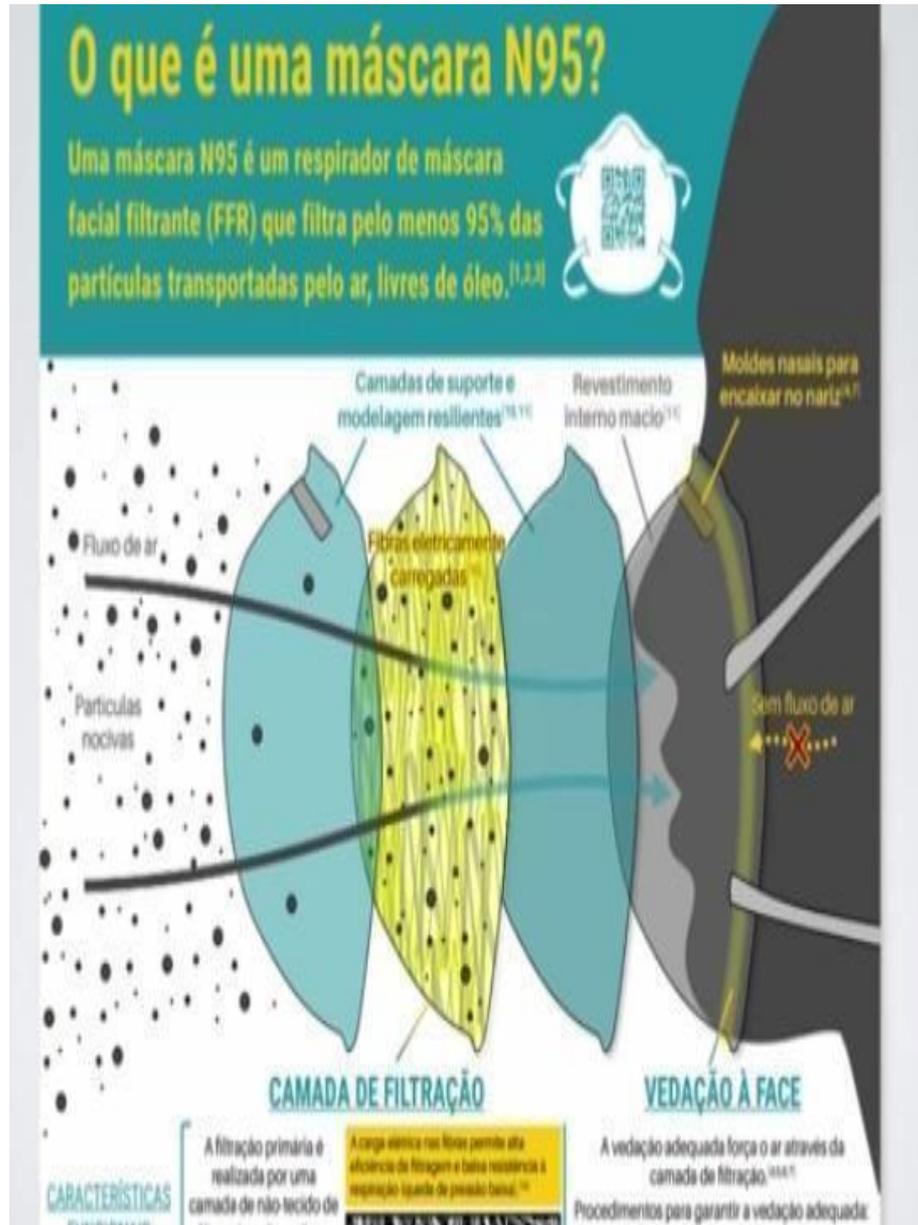
Considerando que o ser humano aprende corrigindo seus erros, como orienta a aprendizagem significativa crítica, antes de iniciar esse 4º passo nessa 3ª aula, deve-se resgatar algumas histórias em quadrinhos feitas no google sala de aula, enfatizando os acertos e os erros, e orientando a dinâmica com o objetivo de que nas próximas atividades seja apresentada uma maior diferenciação entre os conceitos, salienta-se que as próximas HQs devem 1-diferenciam calor, energia e temperatura; 2-calor é uma forma de energia; 3- temperatura está associada a energia cinética de todos os átomos e moléculas constituintes de um corpo; e 4-calor é o processo de transferência de energia que é causado pela diferença de temperatura. E que termodinâmica é a parte da Física que estuda as leis que regem as relações entre temperatura (energia térmica que um corpo possui), calor (Trânsito de energia), outras formas de energia (como térmica que o corpo produz) e trabalho.

Dando sequência ao processo de diferenciação progressiva, continue com a exposição do conteúdo da terceira aula. Ainda na 3ª aula deve-se tratar das máscaras N-95 que tem 95 % de eficácia na proteção da Covid- 19. Na verdade essa proteção pode aumentar se pessoa próxima estiver utilizando a máscara simultaneamente<sup>9</sup> no caso 99,75%, abaixo segue as etapas dessa parte da aula, abaixo apresentamos a figura apresentada aos alunos que ilustra a funcionalidade da máscara N-95:

---

<sup>9</sup> Veja por exemplo o vídeo: Máscaras são bem melhores do que você pensa! – disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=I5ud7Gg4jgU> Essas discussões dariam uma boa UEPS para ensino de conceitos da matemática.

Figura: Encarte do funcionamento da máscara N95



Fonte: foto tirada pelo autor,2021

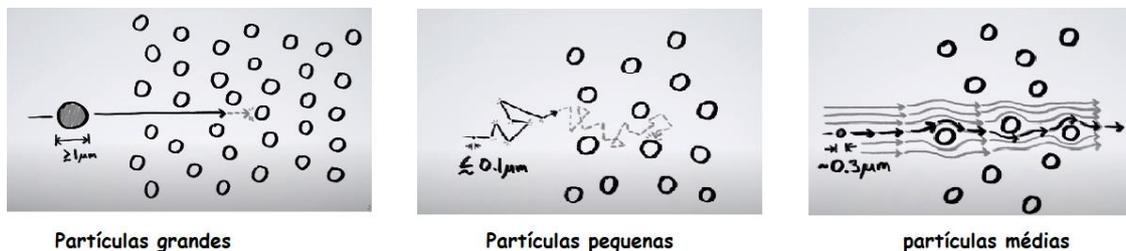
A exposição pretende que os alunos :

- 1- Os alunos conectem com a teoria cinética dos gases e com as partículas aerossóis que são partículas muito pequenas que ficam no ar e inclusive é um meio de se contaminar com o Covid-19;
- 2- No estudo da máscara N95 especificamente devem estudar a transformação de um tipo de energia em outra, a disponibilidade de energia para a realização de trabalho e a direção das trocas de calor;

3- A máscara N95 possui relação com a física, na superfície da máscara que é feita de várias fibras que tem propriedades eletrostáticas, o corpo inicialmente é neutro (elétron é igual próton), mas o corpo pode ser eletrizado como foi o caso desta máscara. O campo elétrico, criado pelas fibras eletrizadas da máscara, atrai partículas de todos os tamanhos em direção aos fios. Mesmo as partículas neutras são atraídas pois as cargas dentro da partícula se rearranjam, criando regiões positivas e negativas na partícula. Desse modo, o material dificulta a passagem de partículas aerossóis em 95% funcionando como uma teia de aranha grudenta;

4- As máscaras tradicionais funcionam como peneira e não retêm as partículas de líquidos suspensos no ar (aerossóis), já as máscaras N95 com estas funcionalidades, são mais efetivas, pois atraem essas partículas de tamanho intermediário (0,4 micrômetros<sup>10</sup>), que segue o fluxo do ar, diferentemente das apresentam pelas partículas grandes (1 micrômetro) que não tem sua trajetória muito afetada pelo fluxo de ar e costumam se locomover em linha reta, com altas probabilidades de grudar no filtro e das partículas pequenas (cerca de 0,1 micrômetro) que se chocam a todo momento com as moléculas do ar, realizando um movimento aleatório conhecido como movimento browniano, aumenta a probabilidade dessas partículas encontrarem uma fibra e serem filtradas, na figura abaixo podemos vê uma ilustração mostrando partículas de diferentes tamanhos tentando atravessar a máscara;

Figura: Partículas de diferentes tamanhos tentando atravessar a máscara



Fonte: <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/como-funcionam-as-mascaras-n95/>

Em seguida explique que foi disponibilizado no google sala de aula uma atividade docs de um desenho de histórias de quadrinhos para preencher os balões com as falas dos personagens de acordo com o assunto que estamos estudando e um vídeo do Canal Minuto da Física - O Grande Segredo das máscaras N95 e PFF2 sobre o assunto disponível em <https://youtu.be/fqQx080ckJU>, vide figura abaixo, que aborda os elementos conceituais supracitados.

<sup>10</sup> Como funcionam as máscaras N95 / PFF2 Publicado por Eduardo Akio Sato em 10/02/2021 disponível em <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/como-funcionam-as-mascaras-n95/>.

Figura - Vídeo do Youtube - Canal Minuto da Física - O Grande Segredo



Fonte: <https://youtu.be/fqQx080ckJU>

Lembre aos alunos que os gases são fluídos facilmente “compressíveis”, que não apresentam forma nem volumes próprios, mas, por serem “expansíveis”, ocupam sempre todo o volume do recipiente que os contém. Transformações gasosas mais conhecidas: 1-isotérmica (significa temperatura constante); 2-isobárica (significa sob pressão constante); 3-isométrica ou isocórica (significa a volume constante); 4- adiabática (significa sem troca de calor com o meio externo) e conectar com a importância do uso destas máscaras por todos nesta perspectiva. Acrescentar que no estudo dos gases criou-se um modelo teórico, chamado gás perfeito ou ideal. Chama-se transformação de um gás a mudança de estado por ele sofrida devido à alteração de suas variáveis de estado, como é o caso dos gases reais. E assim finalize a aula.

#### **O QUARTO MOMENTO**

O 5º passo retomar os aspectos mais gerais do conteúdo e propor novas situações, situações mais complexas, incluindo novos exemplos e promovendo a reconciliação integradora na sequência de ensino UEPS. Apresentar o quarto material significativo.

#### **Aula 4**

Antes de iniciar a 4ª aula retome as atividades dos HDs relativa ao tema da máscara N95 em relação às trocas gasosas da termodinâmica feita pelos alunos no google sala de aula e separe algumas destas atividades para análise em sala salientando os acertos e os erros.

Após essas discussão dos HDs com a turma, inicie a aula:

Sugere-se que na aula deve ser abordado o oxímetro de dedo no estudo da termodinâmica. Instrumento que mede a saturação do oxigênio no sangue das pessoas, e se

estiver menor que 95, deve-se ficar alerta para procurar um médico, pois a baixa saturação do oxigênio provoca falta de ar, sensação de cansaço, fraqueza, tontura e confusão mental, apresente o instrumento para a turma, vide figura abaixo.

Figura: oxímetro de dedo



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

Fale do pulmão que é órgão mais afetado e para o estudo da física, será feita uma analogia utilizando um balão de festa de aniversário que, aos poucos, vai ficando com a borracha endurecida conforme o comprometimento dos tecidos avança, a rigidez aumenta, exigindo mais força para enchê-lo. Aborde A EQUAÇÃO DOS GASES PERFEITOS  $P \cdot V/T = P_0 \cdot V_0/T_0$  (por ser um importante conhecimento para entender as relações com os danos causados com a Covid-19<sup>11</sup>) cujas transformações podem ser:

- ISOVOLUMÉTRICA ( $P/T = P_0/T_0$ );
- ISOBÁRICA ( $V/T = V_0/T_0$ );
- ISOTÉRMICA ( $PV = P_0 \cdot V_0$ );
- ADIABÁTICA ( $Q=0$ ).

Apresente o primeiro Princípio da Termodinâmica associando-o com a aquisição de energia via alimentação e gasto energético nas atividades cotidianas.

Nesta perspectiva pelo primeiro Princípio da Termodinâmica relacionados à variação de ENERGIA INTERNA  $\Delta U$  (analogia comida) = QUANTIDADE DE CALOR  $Q$  (analogia tarefas diárias) – TRABALHO  $E$  (diminui gordura). Em resumo a energia não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada de uma espécie em outra. Esta lei é conhecida pelo PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. A variação da energia interna de um

<sup>11</sup> Salientamos que esse modelo não dá conta de todas as peculiaridades dos danos causados pela Covid – 19 ao pulmão, os alunos foram advertidos da simplicidade do modelo apresentado.

sistema é igual a diferença entre o calor e o trabalho trocados pelo sistema com o meio. Então o vírus “está ficando forte” enfraquecendo a pessoa infectada e toda transformação de energia é acompanhada de energia térmica e qualquer forma de energia ou trabalho, pode ser totalmente convertida em calor.

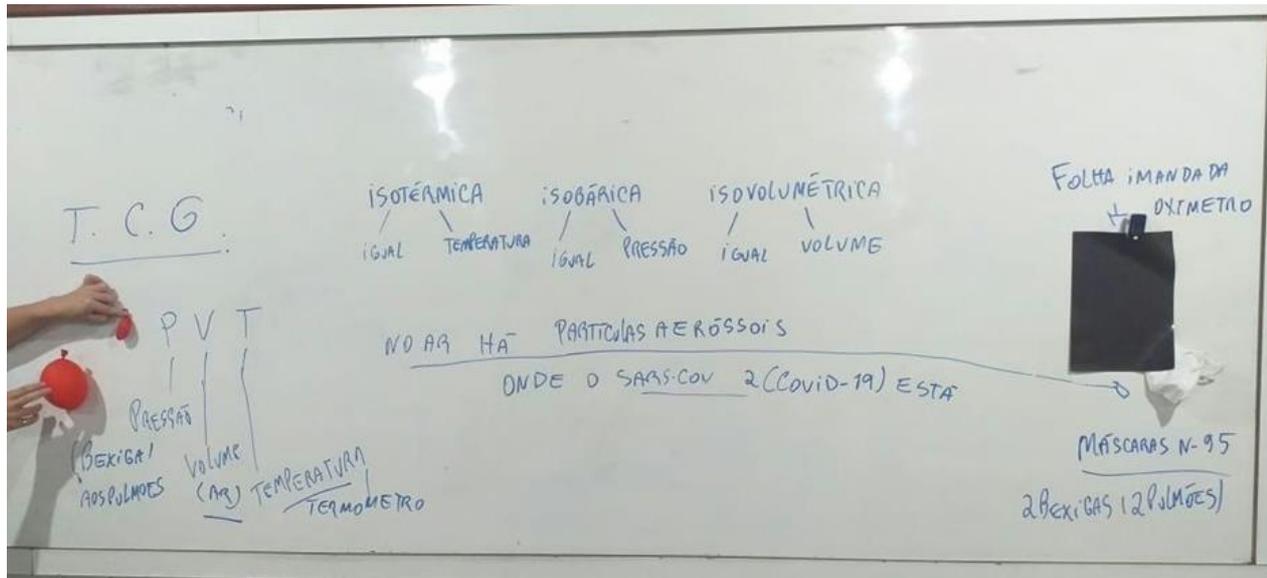
- Continue e explique alguns conceitos:

- 1- SISTEMA: parte do universo escolhido para o estudo. Ex. uma célula, um corpo.
- 2- Tudo que não foi sistema é meio ambiente ou ambiente conhecido como entorno ou vizinhança.
- 3- OS SISTEMAS podem variar de volume, temperatura e energia.
- 4- Os SISTEMAS podem ser abertos ou fechados. Os organismos vivos são sistemas abertos.
- 5- OS SISTEMAS possuem a energia interna;
- 6- As células vivas e os organismos em geral, trabalham para permanecerem vivos, crescer e reproduzir-se e para isso obedecem às leis da Termodinâmica.
- 7- Os organismos vivos preservam a sua ordem interna pela retirada de energia livre do ambiente na forma de nutrientes, ou de energia solar, e devolvem para o ambiente energia na forma de calor e a 2º Lei da Termodinâmica diz as transferências de calor ocorrem espontaneamente de um corpo mais quente para o corpo mais frio, isso acontece de forma espontânea e é quantificado pela entropia dos sistema.
- 8- Na termodinâmica a Energia livre de Gibbs pode ser aplicada à bioquímica. Na matéria viva, a energia na forma de calor não pode ser usada para realizar trabalho. Gibbs criou, então, o conceito de “Energia Livre”. Energia que está disponível livre, para realizar trabalhos em temperatura e pressão constantes.
- 9- A energia livre de Gibbs é igual a variação de entalpia (energia total do sistema que gera calor) menos temperatura vezes variação da entropia  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ , para as reações exotérmicas e endotérmicas.
- 10- A energia livre de Gibbs se relaciona aos gases, das variáveis, do volume que ocupa e da pressão que exerce, do conceito de gás ideal, equação de Clapeyron, da quantidade de matéria, da equação de Charles e Gay Lussac, da CNTP e da equação de Boyle e Mariotte, das transformações isovolumétrica, térmica e isobárica e adiabática e que a termodinâmica estuda principalmente a transformação da energia térmica que podem com:
  - ✓ Com o exemplo da bexiga de borracha com o uso da bomba de enchê-la nas

transformações que a temperatura aumenta o volume aumenta e quando a temperatura diminui o volume diminui o fato comum nos dois casos e a pressão externa se mantém constante e outras situações cotidianas que podem ser relacionadas;

✓ Com analogia da borracha da bexiga pode ser comparada aos tecidos dos pulmões que endurece por causa da Covid-19 e conforme o comprometimento avança, a rigidez aumenta, exigindo mais força para enchê-lo e com isso leva o paciente a ser intubado. Abaixo apresentamos uma fotografia da lousa construída nessa aula.

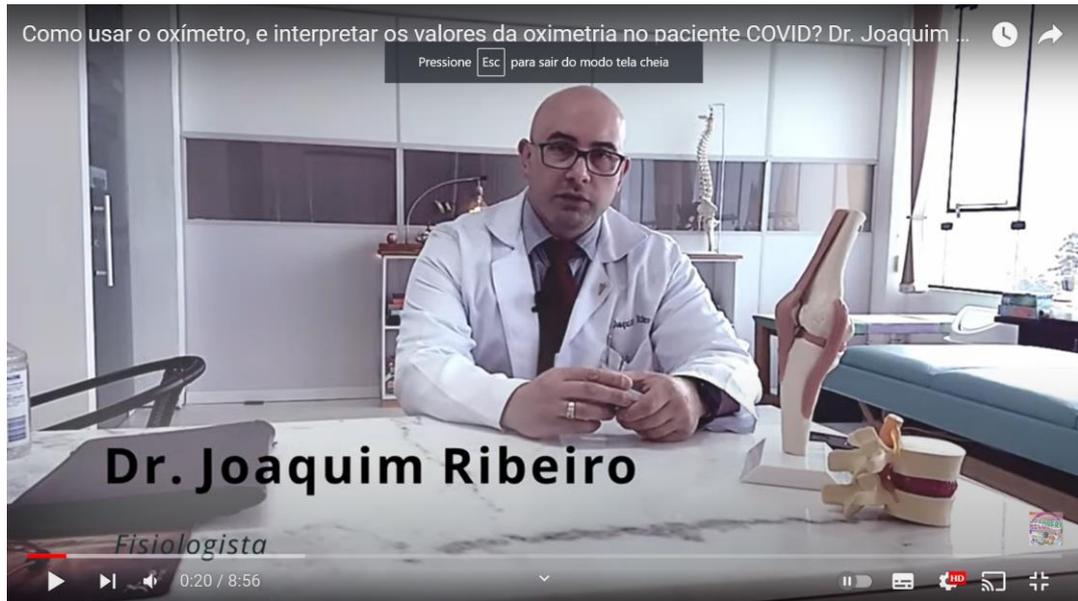
Figura: modelo dos gases ideais relacionando a Covid-19



Fonte: foto tirada pelo autor, 2021

- Finalmente, fale aos alunos que no google sala de aula está um vídeo: **Como usar o oxímetro, e interpretar os valores da oximetria no paciente COVID?** Que estava disponível em <https://youtu.be/DFbjfIXy7dg> (vide figura abaixo) e uma atividade para ser feita para próxima aula. Oriente que eles devem colocar nas falas dos personagens diálogos que se relacionem ao assunto explicado, e a equipe 1 apresentará seu mapa conceitual no dia e hora especificado, e a equipe 2 apresentará em outro dia e hora especificado, e com isso finalize a aula.

Figura - Como usar o oxímetro, e interpretar os valores da oximetria no paciente



Fonte: <https://youtu.be/DFbjfIXy7dg>

O vídeo da figura acima ainda fala brevemente do funcionamento do oxímetro, que se baseia na absorção das luzes vermelha e infravermelha diferem entre a oxi-hemoglobina e a desoxi-hemoglobina, ou seja, a quantidade de oxigênio presente no nosso sangue, no entanto essa informação não foi avaliada por essa UEPS, podendo a critério do Professor incluída na sua sequência didática.

## O QUINTO E SEXTO MOMENTOS

Novamente, comece a aula resgatando os quadrinhos relacionados ao conteúdos abordados no passo anterior, comentando em sala de forma dialogada e descontraída os conceitos estudados e os eventuais equívocos. Não se deve perder de vista, que o 5º passo iniciado na atividade anterior, que está sendo discutida agora, você deve retomar os aspectos mais gerais do conteúdo e propor novas situações, situações mais complexas, incluindo novos exemplos e promovendo a reconciliação integradora na sequência de ensino UEPS.

O 6º passo que dá seguimento ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora, o 7º passo que é avaliação somativa individual, e o 8º passo que procurar evidências de aprendizagem significativa na sequência de ensino na sequência de ensino UEPS, deve se dá com a culminância de todas as atividades avaliativas individuais com a apresentação dos mapas conceituais confeccionados pelos alunos ( uma equipe na aula 5 e outra equipe na aula 6) para evidenciar os conhecimentos da ciência física de forma significativa.

Aula 5 - Primeira apresentação do mapa conceitual da termodinâmica da física do termômetro infravermelho.

A equipe pode fazer o mapa conceitual no aplicativo Mimind e conectar ao assunto dado com o mapa conceitual em duas perspectivas conceituais: primeira em relação à lei de Wien/Lei de Stefan Boltzman de forma a conectar ao termômetro pistola ‘infravermelho’; e a segunda em relação às ondas e radiação térmica e espectro eletromagnético também relacionado a esse equipamento. O mapa deve ser explicado pela equipe e discutido em turma, deve-se utilizar a recomendação, da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira, de que o ser humano aprende corrigindo seus erros.

Aula 6 - A Segunda apresentação do mapa conceitual da termodinâmica da física do termômetro de ambiente e lei dos gases.

A segunda equipe pode fazer o mapa conceitual no aplicativo Mimind. O assunto a ser apresentado é a física da termodinâmica do termômetro de ambiente. As relações que eles podem extraí com esse equipamento com relação aos conceitos devem ser colocadas em duas perspectivas: a primeira o conceito, a unidade e os tipos de calor e que ela é diferente de energia; a segunda como se faz a propagação do calor e diferença entre calor e temperatura. O mapa conceitual deve ser explicado pela equipe e discutido em turma, deve-se utilizar a recomendação, da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira, *de que o ser humano aprende corrigindo seus erros.*

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E; MOURA, M. BARROSO, M.F. **Ensino de física em tempos de pandemia: Instrução remota e desempenho acadêmico**” de Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.44. 2022. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0329>. Acesso em 22 de fevereiro de 2022.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa. Paralelo Editora, LDA. 2003.

BECKER, Fernando. **O que é construtivismo?** Revista de Educação. AEC, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992 Disponível em: [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_20\\_p087-093\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf)

BRUCKMANN. E. M. **O conceito de calor nos livros de ciências**. Instituto de Física. UFRGS. Porto Alegre. Pág. 7. Apud Hewitt, P.G., 197, p.302 e 303.

CARVALHO, A. P.de; e SASSERON, L. H. **Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores**. 2018.

COSTA, E. C. da. **Física Industrial. Tomo I, termodinâmica, 1º parte**. Porto Alegre. Editora Globo.1971. p. 35.

FAZENDA, Ivani C. A. (Org.). **Práticas interdisciplinares nas escolas**. 1991.

GOMES, M. T de M; LOPES, A. L. de S. Dias, A. L. B. **Ensino remoto durante a Covid-**

**19. Percepção da aprendizagem em ambientes digitais para o componente Termodinâmica no ensino superior**. Revista espaço crítico-NUSEC-IFB. Aparecida de Goiânia. Ano 2-vol.2-N-2. 2021.

**História do Instituto de Educação Euclides Dantas**. Disponível em <https://nte20.educacao.ba.gov.br/?p=3140>. Acesso em 25 de abril de 2021

LEMOS, Evelyse dos Santos. **A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação**. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n.1, p.25-35, 2011.

MAZARO, S. B.; DARROZ, L.M. **Sequência didática de Termodinâmica:Um material potencialmente significativo.** Acesso em: <http://www.upf.br/ppgecm/dissertações/produtos-educacionais>. Acesso em 12 de fevereiro de 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_, **Aprendizagem Significativa Crítica.** Acesso em <https://www.if.ufrgs.br/~moreira> visualizado em 25 de março de 2022.

\_\_\_\_\_, **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa-UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista.** Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, 2011. Acesso em [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf) Atualizado em 25 de março de 2022.

MOREIRA, A.M. e MASINI, E. F. S., **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL.** São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Michele Maria Paulino Carneiro; SILVA, Francisco Roberto Oliveira da; ROMEU, Mairton Cavalcante; e MAIA, Luana Samara Paulino. **Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica.** Disponível em <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13323/11958>. Acesso em 22 de fevereiro de 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica., 2: fluidos, oscilações, ondas e calor.** 5.ed. São Paulo: Blucher, 2014. p.192.

PENTEADO, P. C. M., TORRES, C.M.A., **Física-ciência e tecnologia.** São Paulo: moderna, 2005, p.146.

**PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO EUCLIDES, 2019-2020. Disponível no Instituto de Educação Euclides Dantas. Acesso em 25 de abril de 2021.**

ROCHA, José Fernando (org.). **Origens e evolução das ideias da Física**. EDUFBA, Salvador-BA, (2002).

ROSA, M.T.de M. G; LOPES, A.L.de S.; e DIAS, A.L.B. **Ensino remoto durante a Covid- 19: Percepção da aprendizagem em ambientes digitais para o componente Termodinâmica no ensino superior**. Revista espaço crítico-NUSEC-IFB. Aparecida de Goiânia. Ano 2-vol.2-N-2. 2021. Disponível em <http://revistas.ifg.edu.br/article/view/1005>. Acesso em 12 de fevereiro de 2022.

Silva, G. da; Errobidart. N. C. **Termodinâmica e Revolução Industrial: Uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência**. Acesso em <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.20191919p71-97> em 17 de fevereiro de 2022. História da Ciência e ensino Construindo interfaces e publicado em 27 de maio de 2019.

VALENTE, J. A. **O ensino híbrido veio para ficar**. In: BACICH, L.; NETO, A.T.; TREVISANI, F.M. Ensino Híbrido; personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.p. 13-17.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman.2001.Disponívelem:[https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia\\_da\\_pesquisa\\_estudo\\_de\\_caso\\_yin.pdf](https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia_da_pesquisa_estudo_de_caso_yin.pdf).