



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA (IMEF)
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - MNPEF - POLO 21**

FÍSICA DA ATMOSFERA: uma situação de estudo para o ensino de Física no 2º ano do ensino médio.

Fábio Machado de Menezes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof. Dra. Agueda Maria Turatti

**Rio Grande
Abril de 2019**

Ficha catalográfica

M543f Menezes, Fábio Machado de.

Física da atmosfera: uma situação de estudo para o ensino de física no 2º ano do ensino médio / Fábio Machado de Menezes. – 2019.

115 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Rio Grande/RS, 2019.

Orientadora: Dra. Agueda Maria Turatti.

1. Ensino de Física 2. Situação de Estudo 3. Contextualização
4. Física da Atmosfera 5. Mapas Conceituais 6. Aprendizagem
Significativa I. Turatti, Agueda Maria II. Título.

CDU 53:37

**FÍSICA DA ATMOSFERA: uma situação de estudo para
o ensino de física no 2º ano do ensino médio.**

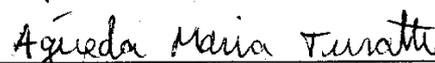
Fábio Machado de Menezes

Orientadora:

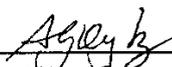
Prof. Dra. Agueda Maria Turatti

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

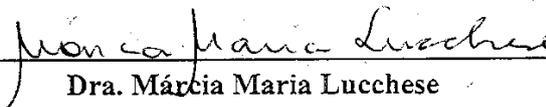
Aprovada por:



Dra. Agueda Maria Turatti



Dra. Aline Guerra Dytz



Dra. Márcia Maria Lucchese

Rio Grande
Fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

“Dedico mais essa conquista na minha vida ao meu filho Aharon Daniel Corrêa de Menezes”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, sabedoria e todas as bênçãos concedidas a minha família.

Agradeço aos meus Pais, Jesus Adair Silva de Menezes e Sueli Machado de Menezes, por toda uma vida de dedicação, sempre mostrando que o melhor caminho é o da EDUCAÇÃO.

Agradeço aos meus irmãos Patric Machado de Menezes e Vivian Machado de Menezes, pela colaboração, apoio e incentivo.

Agradeço a minha esposa Janaina Bitencourt de Menezes, pela dedicação e incentivo, sempre me apoiando nas horas difíceis.

Agradeço, à minha Orientadora Professora Dra. Agueda Maria Turatti, por quem passei a ter uma enorme admiração e respeito. Por toda a sua dedicação e contribuição para minha formação acadêmica e profissional. Por sua paciência, calma e tranquilidade, muito importantes nesses últimos meses. OBRIGADO.

Aos professores do MNPEF, que tanto contribuíram para minha formação, em especial ao Professor Dr. Valmir Heckler e a Professora Dra. Aline Guerra Dytz, pela paciência, confiança e orientação que tanto fez diferença em minha jornada acadêmica servindo como exemplos para minha carreira profissional.

Aos meus adoráveis alunos, que participaram com todo compromisso e dedicação deste processo de crescimento intelectual e profissional.

A todas as amizades realizadas ao longo deste curso na FURG, pela troca de experiências e todo o companheirismo.

RESUMO

FÍSICA DA ATMOSFERA: uma situação de estudo para o ensino de Física no 2º ano do ensino médio.

Fábio Machado de Menezes

Orientadora:

Prof. Dra. Agueda Maria Turatti

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Este trabalho foi desenvolvido a partir da análise de uma situação de estudo sobre Física da Atmosfera, através da contextualização. Foram elaborados planos de aula voltados para o 2º ano do ensino médio, buscando a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento. Para isso, foram usadas várias ferramentas pedagógicas nas aulas para auxiliarem na potencialização de uma aprendizagem mais significativa, tais como: slides, experimentos, vídeos, questionários e simulações, dando ao aluno espaço para debater fenômenos e criar hipóteses. A avaliação foi feita utilizando mapas conceituais, onde foi possível analisar as interligações que os estudantes fizeram entre os conceitos abordados em aula.

Palavras-chave: ensino de Física, situação de estudo, contextualização, Física da Atmosfera, mapas conceituais, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

ATMOSPHERE PHYSICS: a study situation for the teaching of Physics in the second year of high school.

Fábio Machado de Menezes

Advisor:

Prof. Dra. Agueda Maria Turatti

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This work was developed from the analysis of a situation of study on Physics of the Atmosphere, through the contextualization. Classroom plans were developed for the 2nd year of high school, seeking the active participation of students in the construction of knowledge. In order to do this, several pedagogical tools were used in the classes to aid in the enhancement of a more meaningful learning, such as: slides, experiments, videos, questionnaires and simulations, giving the student space to discuss phenomena and create hypotheses. The evaluation was done using conceptual maps, where it was possible to analyze the interconnections that the students made between the concepts approached in class.

Key words: Physics teaching, study situation, contextualization, Atmospheric Physics, conceptual maps, meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Campo elétrico e magnético se propagando perpendicularmente	16
Figura 2 – Espectro Eletromagnético	17
Figura 3 – Corpo Negro.....	19
Figura 4 - Lei da Radiação de Planck, para diferentes comprimentos de onda e temperaturas.	20
Figura 5 – Camadas do Sol.....	21
Figura 6 - Radiação solar que chega no topo da atmosfera, na superfície da Terra, ao nível do mar, e a comparação com a emissão de um corpo negro a temperatura de 5800k.....	22
Figura 7 – Intensidade do Espalhamento Rayleigh	25
Figura 8 - Absortividade de alguns gases da atmosfera e da atmosfera como um todo.....	27
Figura 9- Fotografia do experimento de densidade do ar	46
Figura 10 - Mapa elaborado por aluno	47
Figura 11 - Mapa elaborado por aluno	48
Figura 12 - Alunos utilizando simulador do efeito estufa	49
Figura 13 - Aluno utilizando simulador do efeito estufa.....	49
Figura 14 - Experimento com luz negra	50
Figura 15 - Mapa elaborado por aluno	51
Figura 16 - Mapa elaborado por aluno	51
Figura 17 - Mapa elaborado por aluno	53
Figura 18 - Mapa elaborado por aluno	54
Figura 19 - Mapa elaborado por aluno	55
Figura 20 - Mapa elaborado por aluno	56
Figura 21 - Mapa elaborado por aluno	58
Figura 22 - Mapa elaborado por aluno	58
Figura 23 - Experimento Densidade	67
Figura 24- Experimento Densidade	67
Figura 25– Mapa Conceitual de Cinemática	68
Figura 26 – Mapa Conceitual de Atmosfera.....	69
Figura 27 - Caneta marca texto sob luz negra	72
Figura 28 - Caneta marca texto com protetor solar sob luz branca	72
Figura 29 - Caneta marca texto com protetor solar sob luz branca	73
Figura 30 - Processos Radiativos da Atmosfera.....	74

Figura 31 - Geada	74
Figura 32 - Convecção.....	76
Figura 33 - Miragem no Asfalto	77
Figura 34 - Efeito Estufa	78
Figura 35 – Mapa Conceitual sobre calor.....	79
Figura 36 - Experimento Nuvem na Garrafa	81
Figura 37 - Nuvem na Garrafa.....	81
Figura 38 – Mapa Conceitual Sobre Nuvens.....	82
Figura 39 - Pôr do Sol.....	83
Figura 40 - Reflexão da luz	84
Figura 41 - Arco-íris	85
Figura 42 - Refração	85
Figura 43- Lei de Snell	86
Figura 44 - Esquema de espalhamento seletivo.....	87
Figura 45 - Experimento Refração	88
Figura 46 - Mapa Conceitual sobre Fenômenos Ópticos	89
Figura 47 – Mapa Conceitual Geral de Física da Atmosfera	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados da Escola.....	29
Tabela 2 – Plano de Estudo	30
Tabela 3 - Objetivos das aulas	43
Tabela 2 - Dados Experimento de Refração	89

LISTA DE SIGLAS

SE - Situação de Estudo

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

FURG - Universidade Federal de Rio Grande

USP - Universidade de São Paulo

PPP - Projeto Político Pedagógico

TIC - Tecnologia de Informação e Comunicação

UAB - Universidade a Distância do Brasil

EAD - Ensino a Distância

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CRE – Coordenadoria Regional de Educação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ATMOSFERA TERRESTRE	16
2.1 RADIAÇÃO	18
2.2 RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO	18
2.3 O SOL	20
2.4 TEMPERATURA DA TERRA	22
2.5 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA NA ATMOSFERA	24
2.5.1 ESPALHAMENTO	24
2.5.2 REFLEXÃO	26
2.5.3 ABSORÇÃO	26
2.6 REFERÊNCIAS.....	27
3. SOBRE A ESCOLA	29
3.1 PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DA ESCOLA.....	29
3.2 PLANO DE ESTUDO	30
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	32
4.1 O QUE SÃO SITUAÇÕES DE ESTUDO?.....	32
4.1.1 POR QUE UTILIZAR SITUAÇÃO DE ESTUDO?.....	33
4.1.2 CARACTERÍSTICAS DAS SEs.....	33
4.1.3 APLICANDO SITUAÇÕES DE ESTUDO EM SALA DE AULA	35
4.2 ENSINO DE FÍSICA E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS	36
4.3 USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICs) NO ENSINO DE FÍSICA	37
4.4 USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	38
4.5 MAPA CONCEITUAL COMO FORMA DE AVALIAÇÃO	40
4.6 SITUAÇÕES DE ESTUDO E O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM ...	41
5. METODOLOGIA	42
5.1 OBJETIVOS DAS AULAS.....	42
5.2 PLANEJAMENTO DAS AULAS.....	44
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	45
6.1 AULA 1 - CONCEITOS BÁSICOS DA ATMOSFERA.....	45

6.2	AULA 2 - PROCESSOS RADIATIVOS DA ATMOSFERA	48
6.3	AULA 3 - TERMODINÂMICA DA ATMOSFERA - PARTE I	52
6.4	AULA 3 - TERMODINÂMICA DA ATMOSFERA - PARTE II.....	54
6.5	AULA 5 - FENÔMENOS ÓPTICOS DA ATMOSFERA	57
6.6	AULA 6 – MAPA CONCEITUAL GERAL	59
6.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE APLICAÇÃO DO PRODUTO	59
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	APÊNDICES	65
	APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL.....	65
	APÊNDICE B - SLIDES AULA 1	91
	APÊNDICE C - SLIDES AULA 2	100
	APÊNDICE D - SLIDES AULA 3 PARTE I.....	104
	APÊNDICE E - SLIDES AULA 3 PARTE II.....	110

1. INTRODUÇÃO

Essa dissertação de mestrado é resultado da investigação de uma situação de estudo que visa contextualizar o ensino de Física usando a Atmosfera terrestre, em que o estudante se torna participante ativo do processo de ensino aprendizagem.

Inicialmente, vou contar um pouco da minha trajetória profissional. Minha primeira experiência como professor ocorreu em 2008, onde iniciei a minha vida profissional como Instrutor de Informática em uma escola municipal de Quaraí, onde tive contato com alunos e ministrei aulas de informática para a comunidade. Em 2008 entrei no curso de Física pelo polo UAB da minha cidade na modalidade EAD, onde tive meu primeiro contato com o Moodle (um ambiente virtual de aprendizagem). No quarto semestre da faculdade de Física consegui um contrato pelo estado do Rio Grande do Sul para trabalhar como professor na disciplina de Física na mesma escola em que cursei minha educação básica. Dentro da escola estadual desenvolvi vários projetos, como organizar feiras de ciências, implantação e administração da plataforma Moodle como ferramenta para apoio a aprendizagem dos alunos e trabalhos práticos na área de ciências. Em 2012, fui aprovado no concurso do Magistério do Estado do Rio Grande do Sul para professor de Física 20 horas. E, neste mesmo ano, conclui o curso superior em licenciatura em Física. Em 2013, fui aprovado novamente no concurso do magistério do estado do RS, para professor de Física 20 horas. Assumindo, em 2014, a carga horária de 40 horas efetiva. De 2014 a 2015, fui tutor do curso Planejamento e Gestão Rural da UFRGS, no Polo UAB de Quaraí. Em 2016, conclui uma pós-graduação em metodologias de ensino de Física e matemática na universidade particular São Luiz.

No decorrer da minha formação realizei vários cursos de curta duração. E hoje não desempenho somente a função de professor de Física, como também ministro aulas de Matemática no Ensino Médio e Ciências no Ensino Fundamental.

Em função da minha experiência em sala de aula e da minha formação, surgiu a motivação para o desenvolvimento deste trabalho no ensino de Física.

A Física é um componente curricular que, juntamente com Química e Biologia formam a área das Ciências da Natureza, que compõem a base curricular do ensino médio. Muitas vezes, ela é considerada pelos alunos como uma disciplina complexa e de difícil entendimento. Percebi que os estudantes possuem esse conceito devido ao tipo de metodologia que o professor utiliza em sala de aula. Segundo Behrens (2005), o aluno passou a ser mero espectador, exigindo dele a cópia, a memorização e a reprodução dos conteúdos.

Essa visão se deve à forma como a disciplina de Física é apresentada aos alunos, que por muitas vezes está desconexa da realidade que o cerca, fazendo com que o aluno fique desmotivado frente à aprendizagem de Física.

Geralmente o professor escolhe apenas uma ferramenta de ensino ou metodologia, para abordar certo assunto ou conteúdo, como por exemplo: utilização do livro didático, aula meramente expositiva, reprodução de textos, slides, filme, listas de cálculos ou apenas uma pesquisa na internet. Muitas vezes essas ferramentas pedagógicas ou metodologias são apenas utilizadas de forma mecânica e descontextualizada, transformando a aprendizagem da Física em uma matéria desconexa da realidade e maçante, em que os estudantes apenas necessitam decorar leis e fórmulas para avançar de nível escolar, sendo apenas meros receptores de informações. Esse tipo de aprendizagem é chamado de aprendizagem mecânica (AUSUBEL 1973, p. 23)

Também se observa que, quando o professor varia suas metodologias e ferramentas de ensino, em que são trabalhadas de forma contextualizada, valorizando a participação dos estudantes, reconhecendo seus conhecimentos prévios e deixando-os elaborarem hipóteses, percebe-se um maior interesse por parte dos estudantes, transformando a aula em algo interessante e significativo. Pode ser até copiar um texto, mas que os alunos tenham espaço para discussão, isso já torna a aula de Física mais interessante.

Não podemos pensar que essas ferramentas têm que ser excluídas do planejamento do professor e sim trabalhadas de forma contextualizada de acordo com as exigências dos objetivos a serem alcançados. Deste modo, o professor pode aplicar essas ferramentas para motivar os alunos a construir o conhecimento de forma ativa.

Com essa perspectiva, Bulgræn (2010) nos diz:

“o professor além de ser educador e transmissor de conhecimento, deve atuar, ao mesmo tempo, como mediador. Ou seja, o professor deve se colocar como ponte entre o estudante e o conhecimento para que, dessa forma, o aluno aprenda a “pensar” e a questionar por si mesmo e não mais receba passivamente as informações como se fosse um depósito do educador.”

Assim o professor deve ser o mediador entre o aluno e o objeto de aprendizagem, o qual será sujeito ativo da aprendizagem, e não de que os alunos sejam apenas expectadores do que o professor expõe como verdade.

Por esse motivo, este trabalho tem como objetivo a aplicação de uma situação de estudo: a **Física da Atmosfera**, para a construção da aprendizagem, priorizando a interação entre sujeitos (alunos e professor) e com o ambiente em que se encontram, buscando conectar os conceitos de Física com a realidade social do aluno. Este enfoque está de acordo com

Vygotsky (2010), segundo o qual o desenvolvimento cognitivo do aluno se dá por meio da interação social, ou seja, de sua interação com outros indivíduos e com o meio. Além disso, fez-se uso de tecnologias e da contextualização para facilitar o processo de ensino aprendizagem. A avaliação dessa aprendizagem foi feita utilizando a construção de mapas conceituais individuais (NOVAK, 1998).

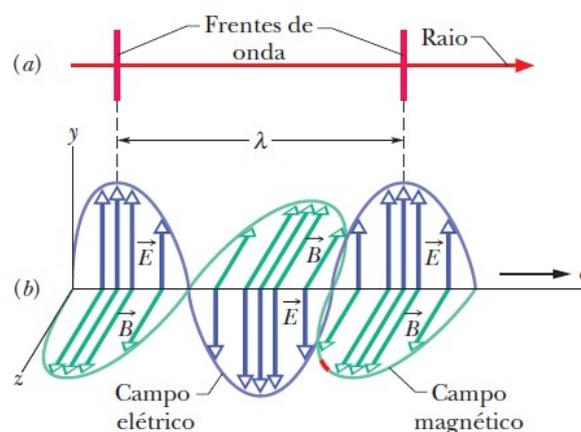
A seguir será apresentado um capítulo conceitual como uma exigência do programa de pós-graduação, então se optou por descrever as ondas eletromagnéticas de forma contextualizada na atmosfera terrestre.

2. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NA ATMOSFERA TERRESTRE

Constantemente a atmosfera terrestre é bombardeada por ondas eletromagnéticas provenientes do sol ou advindas de outros lugares do espaço (HEWITT, 2015). Essas ondas possuem grande importância para a vida na Terra, desde as plantas que realizam fotossíntese até fenômenos de impactos globais como o efeito estufa.

De acordo com (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2010), as ondas eletromagnéticas que estão representadas na figura 1 são constituídas de um campo elétrico e um campo magnético que variam harmonicamente, um perpendicular ao outro e ambos perpendiculares à direção de propagação. Elas podem se propagar em determinados meios materiais e também no vácuo.

Figura 1 – Campo elétrico e magnético se propagando perpendicularmente



Fonte: Halliday, Resnick & Walker, 8ª Edição, 2010

Segundo (TIPLER & MOSCA, 2000), podemos classificar as ondas eletromagnéticas

de acordo com a sua frequência de oscilação e comprimento de onda, sabendo que sua velocidade no vácuo é constante $2,99792458 \times 10^8$ m/s. Segundo Hewitt (2015), a velocidade de propagação da luz na atmosfera é ligeiramente menor do que no vácuo, mas em geral também é arredondada para c . Em que vale a relação:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

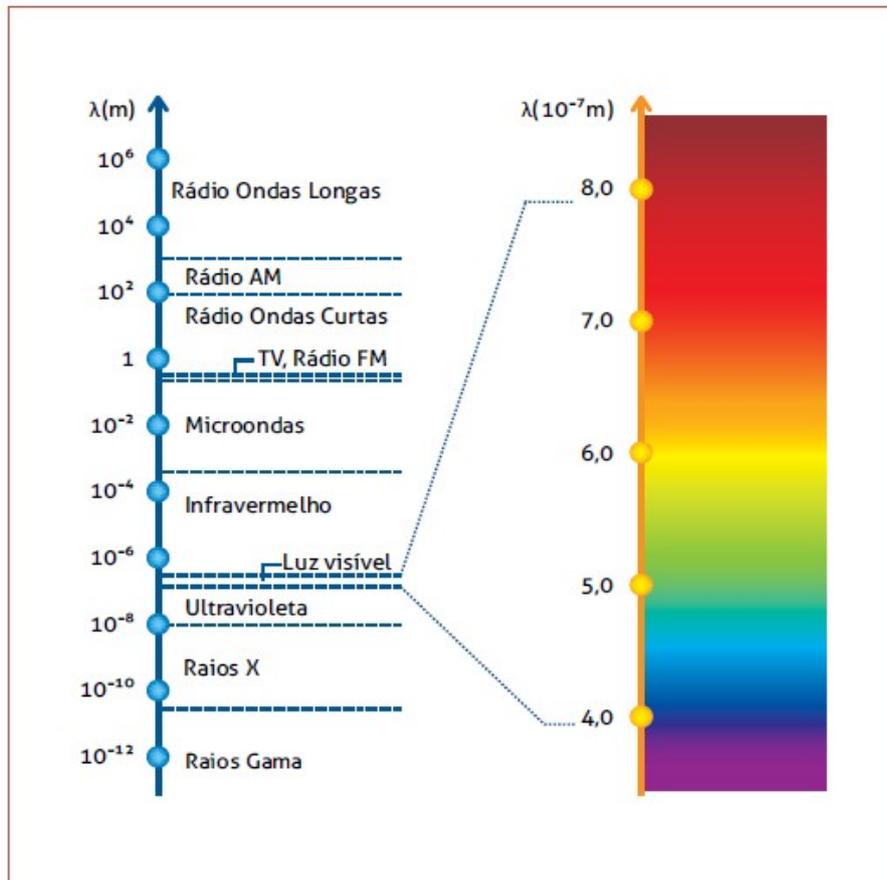
λ - comprimento de onda medido em metros (m)

f - frequência de oscilação da onda medida em Hertz (Hz)

c - velocidade da onda eletromagnética no vácuo medido em m/s (metros por segundo)

Assim, temos a formação do espectro eletromagnético representado na figura 2:

Figura 2 – Espectro Eletromagnético



Fonte: Física da Atmosfera, 2007

As principais faixas (ou regiões) do espectro eletromagnético são: raios gama, raios x,

ultravioleta, luz, infravermelho, microondas, TV e ondas de rádio FM, ondas curtas, AM e ondas longas. Todas as ondas eletromagnéticas transportam energia e é tanto maior essa energia quanto menor for o comprimento de onda. O aumento de temperatura da superfície da Terra, por exemplo, é um efeito das ondas eletromagnéticas recebidas do Sol. Um meio material pode ser opaco para ondas eletromagnéticas em uma faixa do espectro e transparente para ondas eletromagnéticas em outra faixa. O vidro comum, por exemplo, é transparente à luz (radiação eletromagnética visível) e opaco às ondas da faixa do infravermelho.

2.1 RADIAÇÃO

De acordo com (HEWITT, 2015), radiação é o processo de transferência de energia por ondas eletromagnéticas ou por partículas que se propagam com determinada velocidade. Podendo se propagar no vácuo ou em qualquer meio material.

2.2 RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

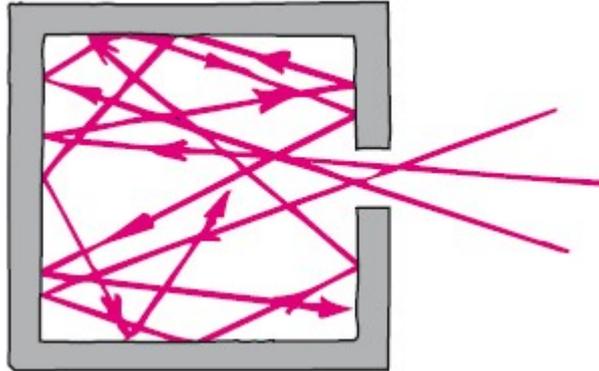
Todo corpo cuja temperatura é diferente de 0 K (zero Kelvin ou zero Absoluto) emite radiação (ondas eletromagnéticas). (GEF-UFSM, 2010)

De acordo com Stringasci (2011), se a temperatura de um corpo for maior que a temperatura do ambiente onde está inserido, sua taxa de emissão de radiação é maior que sua taxa de absorção. Se sua temperatura for menor que a do ambiente, sua taxa de absorção de radiação é maior que sua taxa de emissão. Se o corpo está em equilíbrio térmico com o seu meio, a taxa de emissão de radiação é igual à taxa de absorção.

Uma superfície que reflete muito pouco ou nada de radiação aparece como escura. Desse modo, um absorvedor perfeito não reflete qualquer energia radiante e parece completamente negro.

Assim corpo negro é definido como um meio que absorve toda energia incidente sobre ele, nenhuma parte da radiação incidente é refletida ou transmitida. Como exemplo vamos idealizar um bloco que é opaco as ondas eletromagnéticas (absorvedor), em que possui um pequeno orifício por onde toda radiação que entra por ele dificilmente irá sair. Devido o orifício absorver toda radiação que incide nele, dizemos que ele é o corpo negro. A figura 3 a seguir mostra uma representação do como funciona um corpo negro.

Figura 3 – Corpo Negro



Fonte: Física Conceitual 12º Edição, 2015

A energia emitida por um corpo negro por unidade de área, por unidade de tempo e por unidade de comprimento de onda, $u(\lambda, T)$, é dada pela lei de radiação de Planck:

$$u(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{\left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1\right)}$$

h - representa a constante de Planck

k - representa a constante de Boltzmann

c - representa a velocidade da luz no vácuo

Cujos valores são:

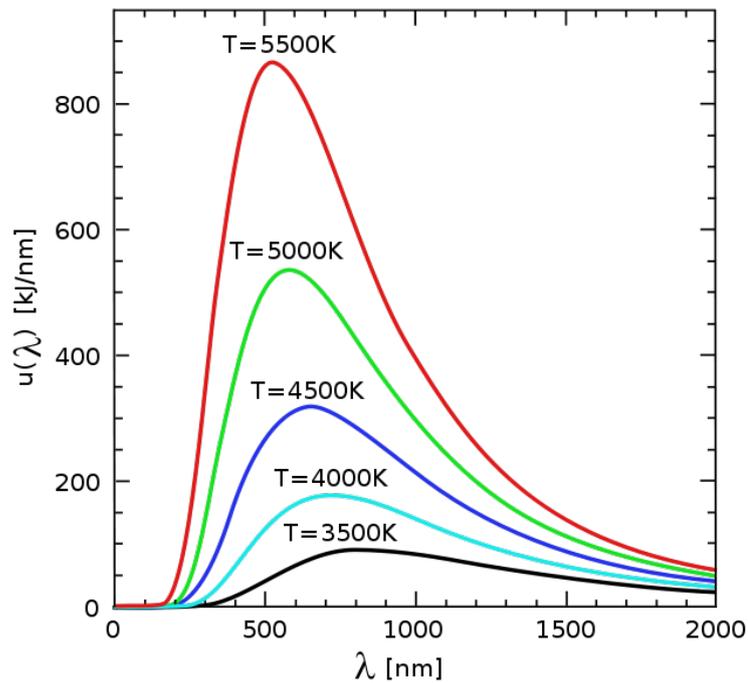
$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

A figura 4 mostra os gráficos de $u(\lambda, T)$ em função do comprimento de onda. Podemos ver que, para cada temperatura, existe um comprimento de onda para o qual a energia emitida é máxima.

Figura 4 - Lei da Radiação de Planck, para diferentes comprimentos de onda e temperaturas.



Fonte: elaborado pelo autor

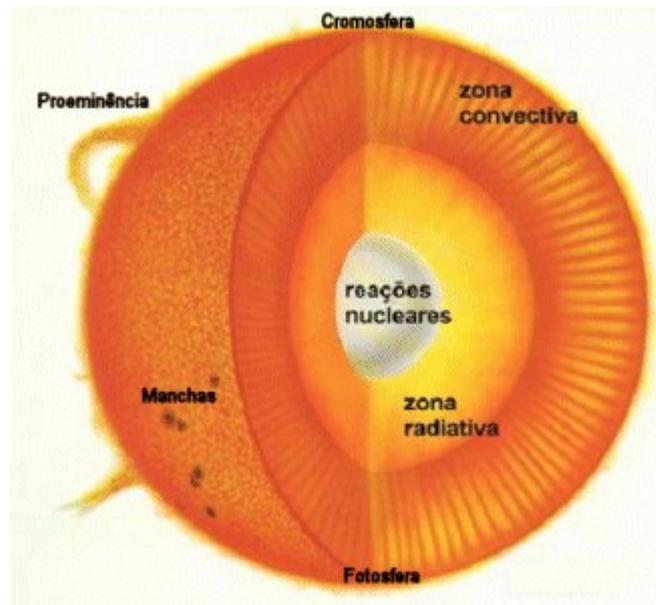
2.3 O SOL

O Sol é uma esfera gigantesca de plasma incandescente, sendo a mais importante fonte de energia para o planeta Terra por radiação. Na Física plasma é um gás ionizado, isto é, um gás formado por íons de carga positiva e os elétrons liberados, de carga negativa (HEWITT, 2015). A carga elétrica total é praticamente nula. O raio solar equivale a aproximadamente 109 vezes o raio terrestre e vale:

$$R_S = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$$

Ele pode ser dividido em seis camadas (Figura 5). Do centro para fora, temos o núcleo, a zona radiativa, a zona convectiva, a fotosfera (visível) a cromosfera e a coroa.

Figura 5 – Camadas do Sol



Fonte: UFRGS¹

O núcleo solar ocupa cerca de um quarto do raio e é onde se processam as reações de fusão: quatro núcleos de hidrogênio (prótons) fundem-se num núcleo de hélio com liberação de energia sob a forma, principalmente, de neutrinos e radiações eletromagnéticas. As radiações eletromagnéticas transportam a maior parte da energia liberada pelas reações termonucleares. Em cada segundo, cerca de 700 milhões de toneladas de hidrogênio são convertidas em 695 milhões de toneladas de hélio e 5 milhões de toneladas de energia. As condições físicas no núcleo são, por isso e para isso, danescas: temperaturas de 16 milhões de graus e pressões de 250 mil milhões de atmosferas.

A zona radiativa estende-se até cerca de três quartos do raio do Sol e nela, como o seu nome sugere, a energia é transportada por radiação.

Na zona convectiva a temperatura é relativamente muito mais baixa: cerca de 2 milhões de graus. O plasma nesta zona continua a ser demasiado denso e opaco para que a radiação passe livremente por transmissão. Por isso, a energia é transportada por imensas correntes de convecção, de modo que o plasma muito aquecido junto à zona radiativa se move em direção à superfície mais fria.

A fotosfera é a superfície visível do Sol. É fria, só cerca de 5800 K. Logo acima da fotosfera encontra-se uma camada, a cromosfera, a quantidade de energia da radiação emitida pela cromosfera é muito pequena e, por isso, ela é invisível a olho nu, exceto durante os

¹ Disponível em < <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm> > Acesso em Mar. 2019

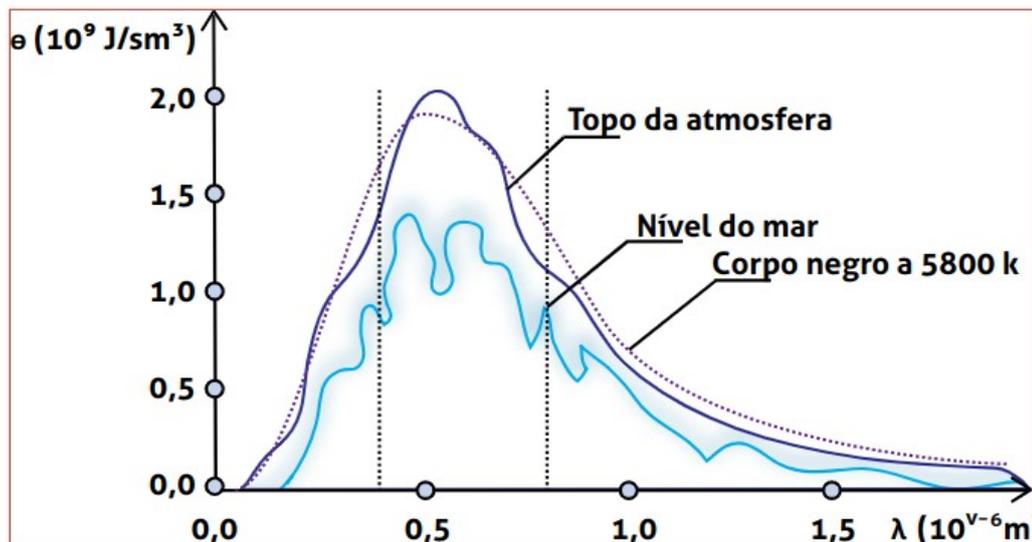
eclipses solares totais, quando mostra uma cor avermelhada. Cromosfera e a coroa são como que a “atmosfera” solar.

A coroa solar é a camada mais externa do Sol, tem espessura variável de alguns raios solares e temperatura de 106 K. Apesar de essa temperatura ser muito alta, esta camada é invisível a olho nu porque tem densidade ainda menor do que a densidade da cromosfera. Contudo, assim como esta, pode ser vista durante os eclipses solares totais.

Como dissemos acima, a temperatura da fotosfera é de 5800 K e praticamente toda radiação eletromagnética que sai do Sol provém dessa camada. Portanto, a radiação solar que chega à Terra é uma amostra da radiação emitida pela fotosfera solar.

A figura 6 mostra o espectro dessa radiação no topo da atmosfera e ao nível do mar (linhas contínuas) e, para comparação, mostra também o espectro da radiação de um corpo negro com a mesma temperatura (linha pontilhada). Podemos ver que uma parte importante da energia solar que alcança a superfície da Terra é transportada pelas radiações na faixa visível. Além disso, a distribuição da energia nessa faixa é quase uniforme, exceto no caso das radiações que nos parecem azul e violeta, cujo conteúdo energético é bem menor. Por isso, o Sol parece amarelo claro brilhante, quase branco.

Figura 6 - Radiação solar que chega ao topo da atmosfera, na superfície da Terra, ao nível do mar, e a comparação com a emissão de um corpo negro a temperatura de 5800 k



Fonte: Física da Atmosfera, 2007

2.4 TEMPERATURA DA TERRA

Se considerarmos que a mesma quantidade de energia emitida pela Terra é absorvida

da energia solar, podemos calcular a temperatura média da Terra. Assim utilizando a Lei de Stefan-Boltzmann, que nos diz que, a energia radiante total que emite um corpo negro por unidade de superfície (W) é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta (T). É expressa pela seguinte expressão matemática:

$$W = \sigma T^4$$

Onde σ é a chamada constante de Stefan-Boltzmann, que tem o valor de $5,6697 \times 10^{-8}$ W/m^2K^4 .

Imaginemos uma casca esférica de energia emitida pelo sol, assim temos que sua área é dada por:

$$A_e = 4\pi R^2$$

R - raio da superfície do sol

E que essa energia seja medida em um intervalo de tempo pequeno ($\Delta \tau$).

Assim temos que a energia emitida pelo sol (W), nesse intervalo de tempo ($\Delta \tau$):

$$W = \sigma T^4 (4\pi R^2) \Delta \tau$$

As radiações são emitidas em todas as direções e se propagam com a velocidade da luz. Por isso, com o tempo, a casca esférica vai se expandindo, mas sempre com a mesma espessura. Quando a casca esférica alcança a Terra, a uma distância d do Sol, ela tem um volume:

$$V = 4\pi d^2$$

Assim podemos calcular a densidade de energia emitida (ρ_E), que é a razão entre a energia emitida pelo sol e o volume da casca esférica:

$$\rho_W = \frac{W}{V} = \frac{\sigma T^4 R^2}{cd^2}$$

Apenas certa quantidade de área da Terra absorve essa energia, então para energia absorvida pela Terra no intervalo $\Delta \tau$, a equação ficaria:

$$W_{abs} = \rho_w \cdot A_T = \left(\frac{\sigma T^4 R^2}{c \cdot d^2} \right) \cdot (\pi r^2) = \frac{\sigma T^4 R^2 \pi r^2 \Delta \tau}{d^2}$$

r - raio da Terra

Se a Terra se comporta como um corpo negro ela também emite energia:

$$W_{emi} = \sigma T_{Terra}^4 (4\pi r^2) \Delta \tau$$

Para haver equilíbrio a quantidade de energia emitida é igual a quantidade de energia absorvida:

$$\sigma T_{Terra}^4 (4\pi r^2) \Delta \tau = \frac{\sigma T^4 R^2 \pi r^2 \Delta \tau}{d^2}$$

$$T_{Terra} = \left(\frac{R}{2d} \right)^{1/2} \cdot T$$

Sabendo que a temperatura média do sol é $T=5800$ K, $R= 6,96 \times 10^8$ m (raio do sol) e distância média entre Terra-Sol é $d = 1,49 \times 10^{11}$ m, temos que a temperatura média da Terra é aproximadamente:

$$T_{Terra} \approx 280 \text{ K} \approx 6,85^\circ \text{ C}$$

2.5 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA NA ATMOSFERA

Embora as ondas eletromagnéticas emitidas pelo sol se propaguem em linha reta, grande parte dessa radiação não chega ao solo, devido aos gases presentes na atmosfera, que podem causar espalhamento ou absorção dessa radiação. O espalhamento muda a direção da propagação das ondas e a absorção causa o aquecimento da atmosfera.

2.5.1 ESPALHAMENTO

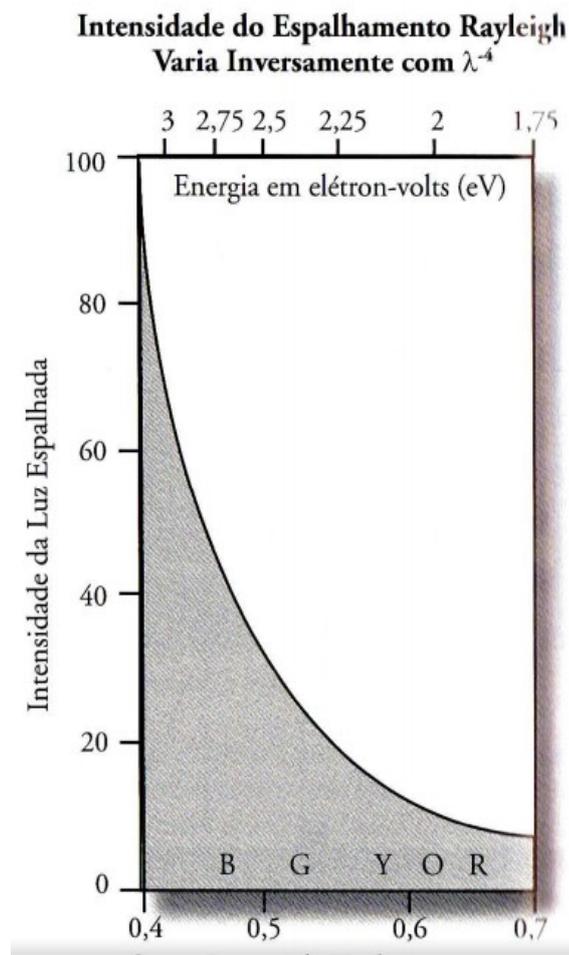
O espalhamento depende do tamanho das moléculas dos gases aerossóis contidos na atmosfera. Assim esse fenômeno pode ser explicado através do Espalhamento Rayleigh, em ocorre quando o diâmetro efetivo da matéria é muitas vezes menor que o comprimento de

onda da radiação eletromagnética incidente.

A maioria do espalhamento Rayleigh por moléculas de gás ocorre na atmosfera de 2 a 8 km acima do solo:

Na figura 7, temos que a intensidade do comprimento de onda espalhado é inversamente proporcional à quarta potência do comprimento de onda.

Figura 7 – Intensidade do Espalhamento Rayleigh



Fonte: JENSEN, 2009.

Essa é a base para explicar o azul do céu, pois a luz visível é espalhada por moléculas tais como o N_2 e O_2 , de raio da ordem de 10^{-9} m (ou nm). Grande parte da radiação emitida pelo sol está no intervalo visível do espectro eletromagnético. A luz azul (440-485 nm) possui o comprimento de onda menor que a luz vermelha (620-750 nm). Consequentemente a luz azul é cerca de 5,5 vezes mais espalhada que a luz vermelha.

Quando o Sol se aproxima do horizonte (no nascer e pôr do Sol), a radiação solar percorre um caminho mais longo através das moléculas de ar, e portanto mais e mais luz azul

e com menor comprimento de onda é espalhada para fora do feixe de luz e, portanto, a radiação solar contém mais luz do extremo vermelho do espectro visível. Isso explica a coloração avermelhada do céu ao nascer e ao pôr do Sol.

2.5.2 REFLEXÃO

A reflexão é um caso particular de espalhamento em que a radiação espalhada volta para o hemisfério de incidência.

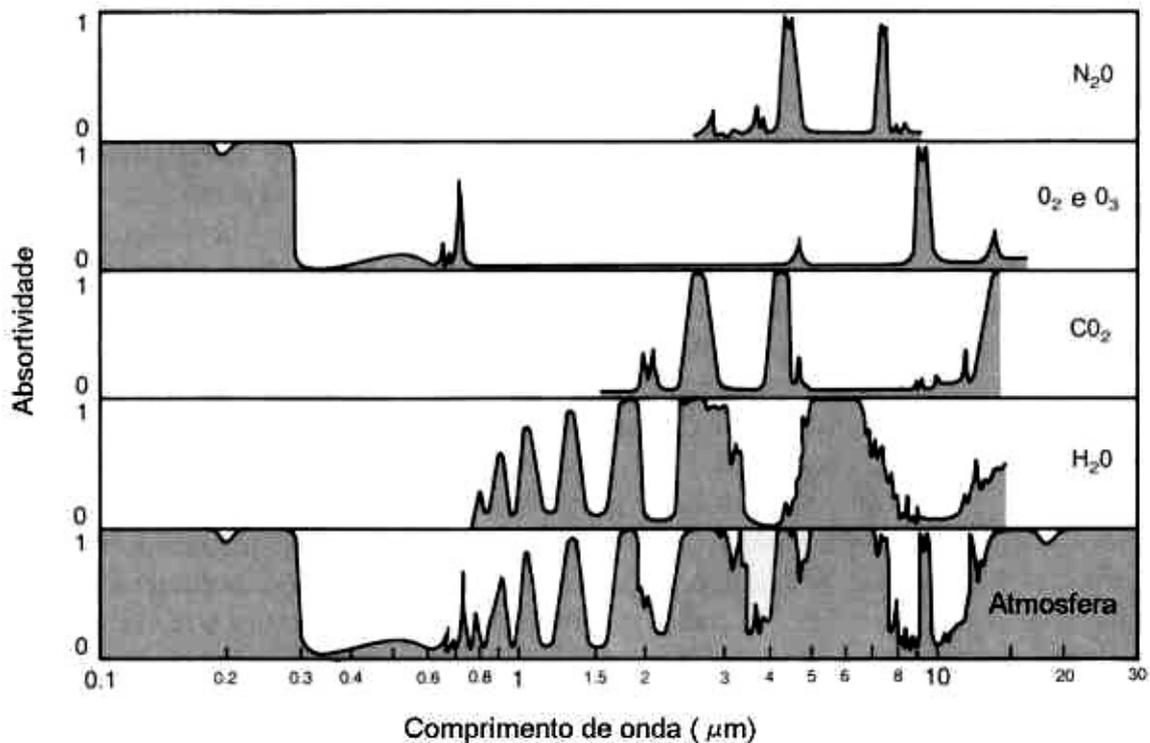
Aproximadamente 30% da energia solar é refletida de volta para o espaço (Fig. 2.10). Neste número está incluída a quantidade que é retroespalhada. A reflexão ocorre na interface entre dois meios diferentes, quando parte da radiação que atinge esta interface é enviada de volta. Nesta interface o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão (lei da reflexão). A fração da radiação incidente que é refletida por uma superfície é chamado de albedo. Portanto, o albedo da Terra como um todo (albedo planetário) é 30%. O albedo varia no espaço e no tempo, dependendo da natureza da superfície e da altura do Sol. Dentro da atmosfera, os topos das nuvens são os mais importantes refletores. O albedo dos topos de nuvens depende de sua espessura, variando de menos de 40% para nuvens finas (menos de 50 m) a 80% para nuvens espessas (mais de 5000 m).

2.5.3 ABSORÇÃO

Através da absorção, a radiação é convertida em calor. Quando uma molécula de gás absorve radiação esta energia é transformada em movimento molecular interno, detectável como aumento de temperatura. Portanto, são os gases que são bons absorvedores da radiação disponível que tem papel preponderante no aquecimento da atmosfera.

A figura 8 apresenta o nível de absorvidade de alguns gases da atmosfera e da atmosfera como um todo.

Figura 8 - Absortividade de alguns gases da atmosfera e da atmosfera como um todo.



Fonte: Fundamentos de Meteorologia e Climatologia (NEAS/UFRB)

De acordo com a figura 8, nenhum gás absorve afetivamente comprimentos de onda entre $0,3 \times 10^{-6}$ m e $0,7 \times 10^{-6}$ m, assim a atmosfera não é boa absorvedora na faixa do espectro que corresponde à luz visível.

A maior parte da absorção da radiação solar tem comprimentos de onda do intervalo infravermelho deve-se ao vapor d'água e ocorre na troposfera.

Por fim a atmosfera absorve apenas 19% da radiação incidente do sol sobre ela.

2.6 REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO 2

Bohren, C. F. and Clothiaux, E. E. **“Fundamentals of Atmospheric Radiation”**, Wiley-VCH, 2006

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física: eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

HEWITT, Paul G. **Fundamentos de física conceitual**. Bookman, 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

OLIVEIRA, AS de. **Fundamentos de Meteorologia e Climatologia**. Cp XI: Precipitação

Pluviométrica, NEAS-UFRB, 2007.

PALANDI, J.; FIGUEIREDO, D. B.; DENARDIN, J. C.; MAGNAGO, P. R. **Caderno de Física GEF-UFSM**, Projeto Ciência Viva, 2010.

PINA, Agenor Pina; SILVA, Luciano Fernandes; JÚNIOR, Zolacir Trindade Oliveira. **Mudanças climáticas: reflexões para subsidiar esta discussão em aulas de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 3, p. 449-472, 2010.

ROBERTI, Debora Regina (Org.). **Física da Atmosfera**. Santa Maria: Ufsm, 2007.

SILVA, Adriana VR. **Nossa Estrela o Sol**. Editora Livraria da Física, 2006.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros. Vol. 2: eletricidade e magnetismo, óptica**. Grupo Gen-LTC, 2000.

TRINGASCI, Mirian Denise. **A Radiação do Corpo Negro e sua Influência sobre os Estados dos Átomos**. São Carlos: Usp, 2011. Disponível em: <<http://www.ifsc.usp.br/~strontium/Teaching/Material2011-1%20SFI5774%20Mecanicaquantica/Seminario%20-%20Mirian%20-%20Radiacao%20do%20corpo%20negro.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

A seguir será descrita a escola onde o produto educacional foi aplicado.

3. SOBRE A ESCOLA

A escola Pacheco Prates é uma das duas escolas de ensino médio da cidade de Quaraí/RS. Ela atende a alunos na sua maioria vindos da periferia da cidade, em que se encontram famílias de baixa renda e com menor acesso a cultura. De acordo com o IDEB de 2015 a escola atingiu 4,0 pontos nos anos iniciais do ensino fundamental assim considerada abaixo da média. Já no IDEB de 2017 dos anos finais do ensino fundamental a escola 4,6 pontos, também ficando abaixo da média.

3.1 PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DA ESCOLA

Na tabela abaixo estão apresentados alguns dados que constam no projeto político pedagógico da escola em que este produto educacional foi aplicado no ano de 2018.

Tabela 1 – Dados da Escola

Escola:	Instituto Estadual de Educação Dr. Luiz Pacheco Prates
Nível Escolar:	Educação Básica
Coordenadoria de Educação:	19ª CRE
Endereço:	Rua Alegrete, nº 204, Vila Soares Andrea, Quaraí/RS, CEP 97560-000
Diretora:	Professora Maria Elisa Lamadrid
Números de alunos em toda escola:	326
Número de alunos no ensino médio:	130
Filosofia:	“Buscar o desenvolvimento do senso crítico e auto realização, para a construção de uma sociedade justa e solidária.”
Objetivo da escola:	Oportunizar a formação do sujeito crítico criativo e participativo, que interaja com o meio resgatando valores éticos, culturais, morais e espirituais, contribuindo para a construção e uma sociedade justa e solidária.
Estruturas de Apoio:	Laboratório de Ciências, Sala de Vídeo e

3.2 PLANO DE ESTUDO

Abaixo é apresentado o plano de estudo de ensino de Física do 2º ano do ensino médio da escola.

INSTITUTO ESTADUAL DR. LUIZ PACHECO PRATES
PLANO DE ESTUDOS - 2018

SÉRIE: 2º Ano

TURMAS: 201 – 202 - 203

DISCIPLINA: Física

EMENTA: Conhecer conceitos básicos e científicos, formulando questões e propondo, associados aos fenômenos físicos.

Tabela 2 – Plano de Estudo

EIXO TEMÁTICO	COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	CONHECIMENTOS
- Termometria	- Definir - Resolver Problemas - Resolver Problemas Simples	- Lei Zero da Termodinâmica e Equilíbrio Térmico. - Escalas Termométricas. - Dilatação de sólidos e líquidos.
- Calorimetria	- Diferenciar e resolver problemas - Exemplificar os tipos de propagação	- Calor, Calor Sensível e Calor Latente - Capacidade Térmica e Calor Específico. - Troca de energia em forma de calor. - Mudanças de fase. - Propagação de calor.
- Estudo dos Gases	- Resolver Problemas Simples - Resolver Problemas - Reconhecer	- Transformações: isotérmica, isobárica e isovolumétrica. - Equação de Clapeyron. - Teoria Cinética dos gases – energia interna
- Termodinâmica	- Resolver Problemas - Interpretar os gráficos do diagrama PV. - Definir - Explicar o princípio de funcionamento de máquinas térmicas.	- Primeira Lei da termodinâmica. - Trabalho e diagrama PV. - Transformações, adiabática e cíclica. - Segunda Lei da Termodinâmica. - Máquinas Térmicas

- Oscilações e Ondas	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar os elementos do MHS. - Classificar. - Relacionar as grandezas. - Identificar os fenômenos e relacioná-los. - Identificar. - Diferenciar. - Definir. - Resolver Problemas. - Associar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Movimento Harmônico Simples - Classificação das Ondas. - Comprimento da onda, período, frequência, fase e velocidade. - Reflexão, Refração e Difração. - Interferência, Batimento e Ressonância. - Acústica. - Ondas sonoras. - Som, infra-som e ultra-som - Propagação e velocidade do som. - Efeito Doppler. - Qualidades fisiológicas do som.
- Ótica Física	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar. - Resolver problemas. - Reconhecer. - Explicar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Natureza e Propagação da luz. - Espectro eletromagnético. - Experiência de Young. - Difração e Polarização. - Efeito Fotoelétrico. - Luz como partícula e onda.
- Óptica Geométrica	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar. - Resolver problemas. - Reconhecer. - Explicar. - Reconhecer os tipos de imagem. - Descrever os efeitos da visão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Raio Luminoso - Reflexão. - Espelhos: planos e esféricos. - Refração. - Reflexão Total. - Dispersão da Luz. - Lentes. - Olho Humano.

Fonte – Projeto Político Pedagógico da Escola

No capítulo a seguir será apresentada a fundamentação teórica com os principais temas relacionados a esse trabalho.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados temas relacionados ao trabalho, como: situação de estudo, atividades experimentais e uso de tecnologias, mapas conceituais e avaliação.

4.1 O QUE SÃO SITUAÇÕES DE ESTUDO?

Segundo Boff, Rosin e Pino (2012), a situação de estudo (SE) é uma proposta de ensino que situa o estudo em um contexto real de relevância social, rica conceitualmente para os entendimentos das explicações científicas. Ressalta-se que essa proposta vem apresentando contribuições significativas para a formação dos estudantes e na transformação dos educadores. Boff (2011) argumenta que, em uma SE, os conteúdos específicos disciplinares precisam ser identificados em uma situação real, diferente de conteúdos prontos e listados na maioria dos livros didáticos. Nesse sentido, a SE Física da Atmosfera contextualiza os conteúdos de Física relacionados com a Atmosfera, e possibilita a multidisciplinaridade com a química e com a biologia, contribuindo para que os estudantes alcancem compreensões dos conceitos previstos para este nível de ensino a partir de questões vivenciadas no seu cotidiano.

Na utilização de SE são considerados elementos da vivência dos alunos, para além da necessidade de mediação de conceitos científicos. Assim, Vygotsky (Vygotsky 2001), nos diz que no entendimento essas vivências e as relações que o aluno estabelece com seu meio são importantes na construção do conhecimento que possibilita a formação das funções psicológicas superiores, como a capacidade de generalizar e de abstrair. Ao se abordarem, em sala de aula, situações já conhecidas dos alunos, há a possibilidade de os mesmos interagirem intensamente com o objeto de estudo e com o professor, o que favorece o aprendizado (MALDANER et al., 2001).

Maldaner (2007a) explica que a situação de estudo pode configurar um projeto de estudo, com duração de um trimestre ou bimestre, e que possa conter, além desta, outras características:

[...] contemplar um número relativamente pequeno de conceitos centrais sendo estes sempre representativos da disciplina, compondo uma totalidade para cada disciplina e para o conjunto delas; [...] transacionar apenas significados iniciais para conceitos que aparecem pela primeira vez, podendo evoluir no desenvolvimento das SEs; estimular a produção criativa e coletiva dos estudantes sobre o entendimento da situação estudada como uma totalidade; [...] permitir que sejam significados os conhecimentos científicos contemporâneos, uma decorrência natural quando se estuda uma situação concreta e as soluções tecnológicas atuais. (MALDANER, 2007a, p. 249-250)

Neste sentido, percebe-se que, em cada SE, contempla-se uma situação vivencial que é assumida por professores e estudantes, de modo que se torna necessário romper a estrutura curricular disciplinar do Ensino Médio, no que tange à ruptura entre as disciplinas de uma mesma área bem como à sequência de conteúdos tradicionalmente trabalhados em cada disciplina (MALDANER, 2007a).

4.1.1 POR QUE UTILIZAR SITUAÇÃO DE ESTUDO?

As SEs são consideradas uma proposta

[...] conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos alunos fora da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e em cujo contexto, eles sejam capazes de produzir novos saberes, expressando-lhes significados e defendendo seus pontos de vista. (MALDANER; ZANON, 2004, p. 57)

Onde rompe com a linearidade do currículo escolar tradicional que é baseado numa ordem específica de ensino de conteúdos, assim tornando o currículo mais flexível em sua ordem, em que a aprendizagem pode ser dada pela curiosidade e criatividade do aluno, não precisando seguir uma ordem estabelecida. Apenas é necessário estabelecer uma situação de estudo para ser abordada em sala de aula.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DAS SEs

Segundo Araújo, Auth e Maldaner (2005), ao se utilizar SEs algumas características são percebidas, tais como:

- i. a) situações práticas de vivência do estudante;

Abordagem de temas próximos da comunidade escolar (de professores e estudantes), com diversidade de compreensões e significados atribuída pelos sujeitos, já que interagimos com a Atmosfera, cotidianamente, sem significá-la sob o ponto de vista histórico-cultural e da Física, mas sobre a qual temos um conhecimento prévio;

- ii. b) caráter interdisciplinar e intercomplementar fundamentado no conhecimento disciplinar não cristalizado;

Caráter interdisciplinar, em que os conceitos científicos disciplinares de Biologia, Física e Química (exemplo: vida, microrganismos, fotossíntese, respiração...; composição química, substâncias, ciclo da água e do carbono...; pressão, energia cinética, ondas

eletromagnéticas,..., na SE “Física da Atmosfera”); são abordados intrinsecamente dentro da Física da Atmosfera, proporcionando uma visão mais ampla do conhecimento, vencendo o paradigma de que o conhecimento é algo fixo e fragmentado. De nada adianta, um plano bem elaborado para segurar e assegurar a compartimentalização do conhecimento, pois ele está em constante transformação e precisa ser entendido a partir de sua complexidade (Abreu Jr., 1996);

- iii. c) formação continuada de professores numa interação entre sujeitos envolvidos no processo;

A formação continuada dos professores, o desenvolvimento e sistematização da SE, constitui-se numa ação pedagógica em contexto escolar intencionada em produzir significados dos conceitos de um determinado campo de saber. A intenção é que os sujeitos pensem sobre algo, também, na forma da ciência, além de perceber que há distintos olhares e formas de pensamento sobre o mesmo tema. Os sujeitos tornam-se atores e autores desse processo reconhecendo-se como capazes de elaborar, desenvolver e avaliar o material didático a ser utilizado em sala de aula;

- iv. d) evolução conceitual e aprendizagem significativa; v. compreensão da relação entre conhecimento científico, novas tecnologias e cotidiano dos cidadãos (Ciência, Tecnologia e Sociedade);

Os conteúdos (em termos conceitos, procedimentos, atitudes e valores) estudados em cada SE, como: a composição da Atmosfera; processos radiativos da Atmosfera; fenômenos ópticos; termodinâmica; na SE “Física da Atmosfera”, não são expressos apenas como palavras, mas vão sendo significados, mediante sua retomada, ao longo das atividades. Dessa maneira, são sistematizados, no texto produzido, em seus diferentes níveis, permitindo o reconhecimento da evolução conceitual alcançada, já que os conceitos prioritários num dado momento descrevem o processo, são compreendidos e, posteriormente, inter relacionados e inter complementarmente significados;

A compreensão da relação entre o conhecimento científico, as novas tecnologias e o cotidiano dos cidadãos (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é suscitada ao relacionarmos determinadas questões, como: o efeito estufa e suas consequências sobre a vida na Terra; a variação da pressão com a altitude; formação de geadas; miragens; variações de temperatura na Atmosfera; formação de nuvens e nevoeiros.

- v. e) visão de mundo globalizante implementada entre os sujeitos participantes do processo (Moraes, 2000; Boff & Araújo, 2004); vii. “alfabetização científica no sentido de saber como a ciência realmente funciona” (Durant, 2005, p.14).

Visão de mundo globalizante: reconhece a participação dos seres humanos, nas suas relações com o meio físico. A vivência dos educandos, na escola e na comunidade, e a compreensão dos conceitos físicos propiciados pela SE, lhes possibilita ter compreensões mais amplas da sua inserção no ambiente em que vivem. Por exemplo, na SE “Física da Atmosfera”, são estudados conteúdos, tais como: características da Atmosfera, poluição, fontes de energia, inter-relacionando biologia, Física e química, que buscam a construção e reconstrução do conhecimento de forma interdisciplinar, prática e consciente. A aprendizagem e a reconstrução cultural só serão significadas se constituírem os sujeitos na sua relação cotidiana. Concordamos com Boff & Araújo (2004), de que o enfrentamento dessas questões pelos cidadãos vem lhes permitindo perceberem-se como integrantes e transformadores do ambiente, identificando seus componentes e interações, contribuindo ativamente para a garantia da qualidade de vida no planeta.

Em muitos momentos, surgem situações, que reúnem informações e produzem conhecimento escolar que não estavam previstos inicialmente numa SE, a partir da busca de explicações a uma questão colocada por estudantes ou professores. Muitas vezes essas informações são divergentes e os conhecimentos cotidianos não se mostram suficientes para o entendimento pleno do que está sendo discutido. Isso cria um clima de debate que se aproxima das necessidades de compreensão que as pessoas precisam ter sobre o sentido da Física na vida delas e no funcionamento do mundo.

De forma geral, a Situação de Estudo pode ser definida como uma nova compreensão de currículo que contribui para a construção de significados dentro do contexto escolar (Gehlen et al., 2005; Auth et al., 2004), tornando a aprendizagem dos alunos mais ativa. O estudante acaba se deparando com situações problemas ou fenômenos em que muitas vezes conhecia em seu cotidiano, mas nunca havia parado para pensar de forma crítica sobre o assunto.

4.1.3 APLICANDO SITUAÇÕES DE ESTUDO EM SALA DE AULA

Podemos dividir a aplicação de situações de estudo em sala de aula em três etapas.

A primeira etapa da dinâmica em sala de aula utilizando SE é a problematização inicial, que, segundo Auth (2002), busca explicitar o primeiro entendimento que os alunos têm sobre uma determinada problemática, em que fica posta a necessidade de novos conhecimentos. É nessa etapa que o aluno é desafiado a entender o problema de acordo com suas vivências. Neste caso, o professor precisa conduzir o diálogo com os estudantes de

acordo com os conceitos centrais escolhidos sobre os quais vai trabalhar. Exemplo disso é na SE: Física da Atmosfera, em que os alunos já possuem alguns conceitos formados; em que eles podem responder como sendo composta de ar, possui nuvens, ocorre o efeito estufa, etc. Neste caso, o professor pode lançar uma pergunta problematizadora como: “Do que é constituído o ar atmosférico?”, “Como a Atmosfera está presa em nosso planeta?”. Os estudantes são desafiados a expor seus entendimentos acerca de situações vinculadas ao tema em questão.

A segunda etapa é a organização do conhecimento que, no entender de Delizoicov (1991, 2008) e de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), o estudo sistemático dos conhecimentos envolvidos no tema e na problematização inicial. Isto é, são escolhidos os conhecimentos científicos necessários para a melhor compreensão dos temas e das situações significativas. Nessa etapa o professor escolhe os temas a serem trabalhados nos seus planos de aula, e organiza o conteúdo programático. Essa etapa é caracterizada, por Auth (2002), de primeira elaboração, o que remete para atividades que envolvem, especialmente, textos de aprofundamento sobre as circunstâncias que foram apresentadas na primeira etapa - problematização. É por meio dessas atividades que os estudantes vão ter o primeiro contato com conhecimentos científicos para além da palavra representativa de um determinado conceito.

A terceira etapa é a aplicação do conhecimento que, segundo Delizoicov (1991, 2008) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), destina-se a empregar o conhecimento do qual o estudante vem se apropriando para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial e outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos. Nesse momento, o aluno consegue sistematizar e generalizar os conhecimentos adquiridos não só para resolver a problemática inicial, mas também outras situações que necessitem desses conhecimentos.

4.2 ENSINO DE FÍSICA E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

Para entender a importância da contextualização dos conteúdos no ensino de Física, segue o que diz os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) de Física.

Segundo os PCNs, o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um

desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo.

Além disso, segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos.

Então, segundo Vasconcelos e Souto (4), ao se ensinar ciências, é importante não privilegiar apenas a memorização, mas promover situações que possibilitem a formação de uma bagagem cognitiva no aluno. Isso ocorre através da compreensão de fatos e conceitos fundamentais, de forma gradual. Espaços não formais, onde se procura transmitir, ao público estudantil conteúdos de ciências, podem favorecer a aquisição de tal bagagem cognitiva.

Visando tornar as aulas mais interessantes aos alunos, podem ser usadas tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física, como será descrito a seguir.

4.3 USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICs) NO ENSINO DE FÍSICA

A palavra tecnologia é de origem grega: *tekne* e significa “arte, técnica ou ofício”. Já a palavra *logos* significa “conjunto de saberes”. Por isso, a palavra define conhecimentos que permitem produzir objetos, modificar o meio em que se vive e estabelecer novas situações para a resolução de problemas vindos da necessidade humana. Enfim, é um conjunto de técnicas, métodos e processos específicos de uma ciência, ofício ou indústria (RAMOS, 2012).

A cada dia as TICs vêm cada vez mais fazendo parte da vida dos estudantes, e é perceptível que as aulas tradicionais (giz e quadro negro), já não despertam curiosidade dos

estudantes em um mundo que está cada vez mais interativo e interligado. O sujeito tornou-se participante na construção de informações, interagindo, escolhendo o que lhe desperta curiosidade e excluindo o que não é visto como importante.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacional de Educação para o Ensino Médio:

“Concretamente, o projeto político-pedagógico das unidades escolares que ofertam o Ensino Médio deve considerar: VIII – utilização de diferentes mídias como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem e construção de novos saberes (Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio 4/5/2011 - Projetos Políticos Pedagógicos/Cap. VIII).”

Então é essencial o professor buscar trazer essa interatividade para sua sala de aula, demonstrando a importância dos temas abordados em Física, demonstrando conceitos de forma interativa, de modo que os alunos possam participar de forma lúdica na construção do conhecimento.

Assim o professor é um mediador entre o conhecimento e os estudantes, em que utiliza como ferramenta de ensino a tecnologia, em que é estimulada a interação dos estudantes com o conteúdo.

Dentre os recursos tecnológicos, na maioria das escolas encontramos a disposição para uso em aula: televisão, dvd, *notebook*, conexão com *internet* e *datashow*. Em que esses recursos podem ser aplicados de forma que estimulem a curiosidade dos estudantes, como exemplo: ao se utilizar slides para apresentação de um tema é possível criar *links* com recursos multimídia como vídeos, imagens, páginas *web* e até simulações, enriquecendo as informações a serem passadas para os estudantes. Também ao se disponibilizar conexão com a internet aos estudantes, eles podem buscar mais informações sobre determinado assunto ou até acessar laboratórios virtuais e simulações, através de notebooks ou smartphones pessoais.

Por fim, as TICs podem se tornar grandes aliadas para facilitar o processo de ensino aprendizagem, quando utilizadas de forma planejada pelo professor, podendo potencializar uma aprendizagem mais rica e eficaz dos conceitos apresentados.

Além dessa abordagem, também as atividades experimentais podem ser importante ferramenta pedagógica.

4.4 USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

No ensino de Física é comum vermos aulas ministradas somente com teoria, enfatizando apenas a memorização de fórmulas e não sendo aplicado o ensino com aulas

práticas, o que acaba muitas vezes tornando a aula cansativa para os alunos (BARCELOS, 2014).

Nas Escolas, também é comum nos depararmos com professores de Física enfrentando grandes dificuldades em construir o conhecimento junto com seus alunos de maneira prazerosa, contextualizada e funcional. Tradicionalmente a Física é vista pelos professores como uma disciplina difícil de ser ensinada e com isso os alunos apresentam desinteresse e dificuldades de aprendizagem dos conteúdos (ALVES, 2005).

Assim a experimentação tem um papel importante no ensino de Física, pois é através dela que o estudante vai testar as suas hipóteses, testar teorias e modelos. Segundo Caldas (2008, p. 5), “por meio da experimentação e da visualização dos fenômenos em estudo, que deixam à dimensão da abstração e são apresentados no contexto social.”, ou seja, a experimentação é a ponte entre teoria e prática, e é essa ligação que potencializa uma aprendizagem significativa dos conteúdos.

De acordo com Araújo e Abib (2003):

“A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003).”

Então, a montagem de experimentos é o que, muitas vezes, leva o aluno a uma reflexão profunda sobre funcionamento de um experimento ou sobre as explicações teóricas de certo fenômeno. Potencializa o interesse do aluno pelo assunto, causando uma predisposição em aprender e também valoriza a aprendizagem por descoberta. Quando o experimento não dá certo, isso também leva o aluno a reflexão sobre a conjuntura do experimento e por que não chegou ao resultado esperado, abrindo uma variedade de situações problema que levam o estudante a um aprofundamento de conceitos necessários para a sua resolução/compreensão.

Assim, a atividade experimental possui um papel muito importante no ensino de Física se tornando uma grande aliada na sala de aula, possibilitando aos estudantes aprenderem de forma lúdica, investigativa, reflexiva e ativa, fazendo a interligação entre teoria e prática dando significado aos conteúdos (SÉRÉ, 2003).

A seguir, será descrita a avaliação por mapas conceituais, que além de avaliar podem ser usados como complementares a aprendizagem significativa, já que permite a estruturação de conceitos durante sua construção (SILVA 2016).

4.5 MAPA CONCEITUAL COMO FORMA DE AVALIAÇÃO

Os mapas conceituais foram propostos por Novak. A construção de Mapas Conceituais (Novak & Gowin, 1996) propõe que as temáticas sejam apresentadas de modo diferenciado, progressivo e integrado. Pela diferenciação progressiva, determinados conceitos são desdobrados em outros conceitos que estão contidos em si mesmos, parcial ou integralmente, indo dos conceitos mais globais aos menos inclusivos.

De acordo com Serpeloni (2014), o Mapa conceitual pode ser definido como:

“Um instrumento muito importante para o ensino e aprendizagem, pois pode ser utilizado de várias formas, como por exemplo, de forma avaliativa, em forma de revisão de conteúdos, introdução de conteúdos e até como forma de fichamento, pois a informação contida em textos, [...], pode ser compactada e guardada para estudos futuros através do mapa conceitual. (SERPELONI, 2014)”

Sob a concepção de Silva (2016),

“Mapas Conceituais são estruturas esquemáticas que representam conjuntos de ideias e conceitos dispostos em uma espécie de rede de proposições, de modo a apresentar mais claramente a exposição do conhecimento e organizá-lo segundo a compreensão cognitiva do seu idealizador. Portanto, são representações gráficas, que indicam relações entre palavras e conceitos, desde aqueles mais abrangentes até os menos inclusivos. São utilizados para a facilitação, a ordenação e a sequenciação hierarquizada dos conteúdos a serem abordados, de modo a oferecer estímulos adequados à aprendizagem (SILVA, 2016).”

Um mapa conceitual possui diversas utilidades práticas, destacando-se a avaliação da consolidação de um conhecimento adquirido pelo educando, não estando, portanto, mais próximo da apresentação de um conhecimento novo a este educando.

Assim, segundo Moreira (1980), a utilização de um mapa conceitual como um método avaliativo, trata-se de uma técnica não tradicional e qualitativa, que busca observar como o aluno estrutura, organiza, hierarquiza, integra e relaciona conceitos de certa unidade de estudo, procurando obter evidências de aprendizagem significativa. Deve ser utilizado preferivelmente quando os alunos já possuem certa familiaridade com o conteúdo. Assim, os

mapas de conceitos são bons instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aluno, averiguando, além dos subsunçores já existentes, as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva durante a instrução.

4.6 SITUAÇÕES DE ESTUDO E O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

De acordo com Ausubel e cols. (1981), para que ocorra aprendizagem é necessário que a situação de estudo, tenha significado para aluno. Para isso, a situação de estudo (SE) deve estar inserida no cotidiano dos alunos, ou seja, com algo que eles tenham alguma concepção prévia, para servir como ponto de partida para a aprendizagem. Ausubel (apud Novak, 1981) afirma que: “o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo” (p. 9).

Outro ponto importante da aprendizagem utilizando SE é que não se dá apenas pela evolução dos conhecimentos prévios que o aluno possui, mas também, segundo Vygotsky (1998, 2001, 2004), pode ser um processo construído nas e pelas interações que o indivíduo estabelece no contexto histórico e cultural em que está inserido. A construção do conhecimento ocorre a partir de um intenso processo de interação social, e, portanto, é a partir da inserção na cultura que a criança vai se desenvolvendo (TASSONI, 2000). Assim, a SE tem que levar em consideração temas que estejam inseridos na cultura do estudante favorecendo essa interação.

Se a SE estiver inserida no cotidiano do estudante e fizer parte de sua cultura, ocorre um favorecimento da significação de conceitos que o aluno vai construindo de forma ativa, potencializando a sua aprendizagem (MALDANER, 2004).

Por esse motivo, utilizou-se a Física da atmosfera nessa situação de estudo. A seguir, será descrita a metodologia aplicada nesse trabalho.

5. METODOLOGIA

A proposta metodológica deste trabalho foi aplicar um conjunto de aulas de Física para o segundo ano do ensino médio e desenvolver uma situação de estudos com a temática Física da Atmosfera. Isso foi feito num planejamento de 5 aulas de 2 horas cada uma, e foram propostas para uma turma de 2º ano do Ensino Médio, seguindo o Plano de Estudo de Física para o 2º ano do Instituto Estadual Dr. Luiz Pacheco Prates, situado na cidade Quaraí no estado do Rio Grande do Sul.

Nessas aulas foram abordados os seguintes conteúdos de Física:

Aula 1: massa, peso, densidade, gases; elaboração de mapas conceituais.

Aula 2: Radiação, ondas eletromagnéticas, fótons, comprimento de onda, frequência, absorção e emissão.

Aulas 3 I e II: pressão, capacidade térmica, gás ideal, expansão adiabática e isotérmica, calor e primeira lei da termodinâmica.

Aula 4: reflexão, refração, espalhamento e dispersão.

Aula 5: mapa conceitual geral

Durante a aplicação do produto educacional (as aulas contextualizadas na Atmosfera), a coleta dos dados das atividades realizadas com e pelos alunos, foi feita através de elaboração de mapas conceituais individuais sobre os conceitos físicos discutidos.

A aula 3 teve que ser dividida em duas partes tendo em vista a grande quantidade de assuntos abordados usando a temática de termodinâmica da atmosfera.

A aula 5 é uma proposta que não pode ser aplicada neste trabalho, porém é uma sugestão importante que pretende-se aplicar em uma nova aplicação do produto educacional para publicação futura.

Os objetivos de cada uma das aulas serão descritos a seguir, bem como o planejamento das aulas.

5.1 OBJETIVOS DAS AULAS

A tabela 3 a seguir apresenta os objetivos de cada aula deste trabalho, mostrando os conteúdos abordados e recursos utilizados para a realização das atividades experimentais propostas.

Tabela 3 - Objetivos das aulas

Aula	Objetivo	Conteúdos Trabalhados	Recursos
Aula 1 - Elaboração de mapas conceituais. Composição da Atmosfera terrestre e sua importância	Entender como se elaboram mapas conceituais. Compreender a composição da Atmosfera terrestre e sua importância para a vida na Terra.	Massa, peso, densidade e gases	- Apresentação de slides. - Experimento Densidade de um Gás - Mapa Conceitual
Aula 2 – Processos Radiativos da Atmosfera	Compreender o processo de transferência da energia solar para a Terra e suas implicações	Radiação, ondas eletromagnéticas, radiação do corpo negro, lei de Stefan-Boltzmann, lei de radiação de Planck e Irradiância.	- Apresentação de Slides - Simulador Phet sobre Efeito Estufa - Questionário - Experimento Protetor Solar - Mapa Conceitual
Aula 3 I e II – Termodinâmica da Atmosfera	Compreender as transformações gasosas, movimentos de gases e trocas de energia na Atmosfera	Pressão, capacidade térmica, gás ideal, expansão adiabática e isotérmica, calor e primeira lei da termodinâmica.	- Apresentação de Slides - Vídeo Formação de Geadas - Questionário - Mapa Conceitual - Experimento Nuvem na Garrafa
Aula 4 – Fenômenos Ópticos na Atmosfera	Saber descrever os fenômenos ópticos observáveis na Atmosfera	Reflexão, refração, espalhamento e dispersão.	- Texto Base - Vídeo “Por que o céu é azul?” - Experimento

			Refração da Luz - Mapa Conceitual
Aula 5- Mapa Conceitual Geral	Relacionar os conceitos abordados nas aulas anteriores através de um mapa conceitual geral.		

Fonte - Elaborado pelo autor

5.2 PLANEJAMENTO DAS AULAS

No início de cada aula desta situação de estudo foi feita uma exposição de conceitos básicos de forma problematizada usando como tema a Atmosfera. Podendo ser através de: slides, vídeos ou textos de apoio. Nesse momento também foi utilizado como uma forma para o professor perceber os conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre o tema, através da participação deles.

Depois de feita a exposição dos conceitos básicos, o planejamento se baseia em problematizar algum fenômeno físico ligado a Atmosfera, em que esse fenômeno será observado e investigado pelos estudantes. Podendo ser na forma de simulações, experimentos, demonstrações ou questionário, sempre permitindo o diálogo entre e com os estudantes para que eles pudessem expressar suas próprias hipóteses e dúvidas.

Por fim, em cada plano de aula, para avaliação da aprendizagem foi solicitado para os alunos fazerem de forma individual mapas conceituais.

O detalhamento das aulas que foram aplicadas está no apêndice A, e é o produto educacional desenvolvido nesta dissertação de mestrado.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo será relatado como foi a experiência de aplicação do produto educacional utilizando a situação de estudo Física da Atmosfera em sala de aula. Ela foi realizada em uma turma de 2º Ano (turma 202) com 19 alunos do ensino médio do Instituto Estadual Dr. Luiz Pacheco Prates. É importante ressaltar que todos os estudantes e seus responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para realização, aplicação e registro do projeto. Foram feitos registros na forma de vídeos, fotos e trabalhos feitos pelos alunos. Assim como vários alunos acabaram registrando para si vários trechos de aulas que acharam mais interessantes.

Esse relato será feito aula a aula e no final será feito um comentário geral.

6.1 AULA 1 - CONCEITOS BÁSICOS DA ATMOSFERA

Na primeira aula, inicialmente os alunos foram levados até a sala de vídeo para apresentação dos slides (Apêndice B) sobre Atmosfera terrestre, e foi pedido para anotarem no caderno conceitos que achassem importantes durante a aula. Durante a apresentação, muitos alunos se mostram interessados pelo assunto da Atmosfera terrestre fazendo perguntas como: “o que isso tem haver com a aula de Física?; Como a Atmosfera está presa em nosso planeta?; Por que a temperatura da Atmosfera vai diminuindo com a altitude e depois aumenta? Como assim o ar tem massa?”.

Ao final da apresentação foram apresentados alguns fenômenos atmosféricos, o que gerou algumas curiosidades entre os alunos de como ocorrem tais fenômenos, em que foi explicado pelo professor que estes fenômenos seriam discutidos ao longo do projeto.

Após a apresentação de slides, o professor deu prosseguimento a aula propondo o experimento 1, que utiliza uma vela, um prato com água e um copo para demonstrar a variação da densidade de um gás, observando o nível da água quando o copo é emborcado sobre a vela acesa, e que está descrito no plano da aula 1, como ilustrado na figura 1.

Figura 9- Fotografia do experimento de densidade do ar



Fonte - Elaborada pelo autor

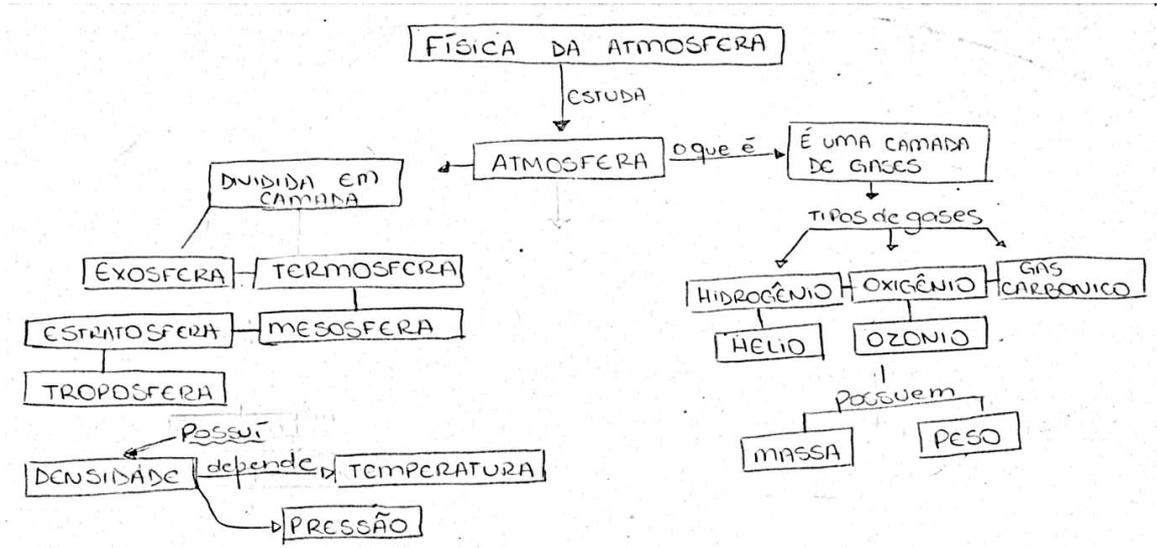
Após a realização do experimento, foi aberto espaço para os alunos debaterem sobre o que ocorreu e também realizarem o experimento. Nesse momento alguns alunos acharam que a água subia dentro do copo porque o oxigênio era queimado, alguns já entendiam o conceito de pressão e tentaram responder que havia uma diminuição de pressão dentro do copo, mas não sabiam o porquê isso ocorria. Então os alunos foram instigados a formar suas hipóteses e testá-las com a ajuda do professor e, assim, chegaram à conclusão que a água entrava para o copo, pois, antes de colocar o copo sob a vela o ar estava com maior temperatura de que o ambiente, então estava menos denso, quando o copo foi colocado sobre a vela, a chama apaga e o ar dentro do copo acaba se resfriando em que ocorre um aumento de sua densidade, consequentemente uma diminuição de volume e a água acaba ocupando o espaço vazio, entrando no copo.

Depois foi apresentado pelo professor o conceito de mapas conceituais e como construí-los. Para isso, foi exemplificado de como pode se construir um mapa conceitual fazendo isso coletivamente, no quadro, sobre um conceito que eles já haviam tido contato em anos anteriores. Escolheu-se a cinemática e os alunos foram relatando e associando conceitos que eles já conheciam.

Ao final da aula, foi solicitado para os estudantes elaborarem seus próprios mapas conceituais com os conceitos apresentados nessa aula sobre Atmosfera terrestre.

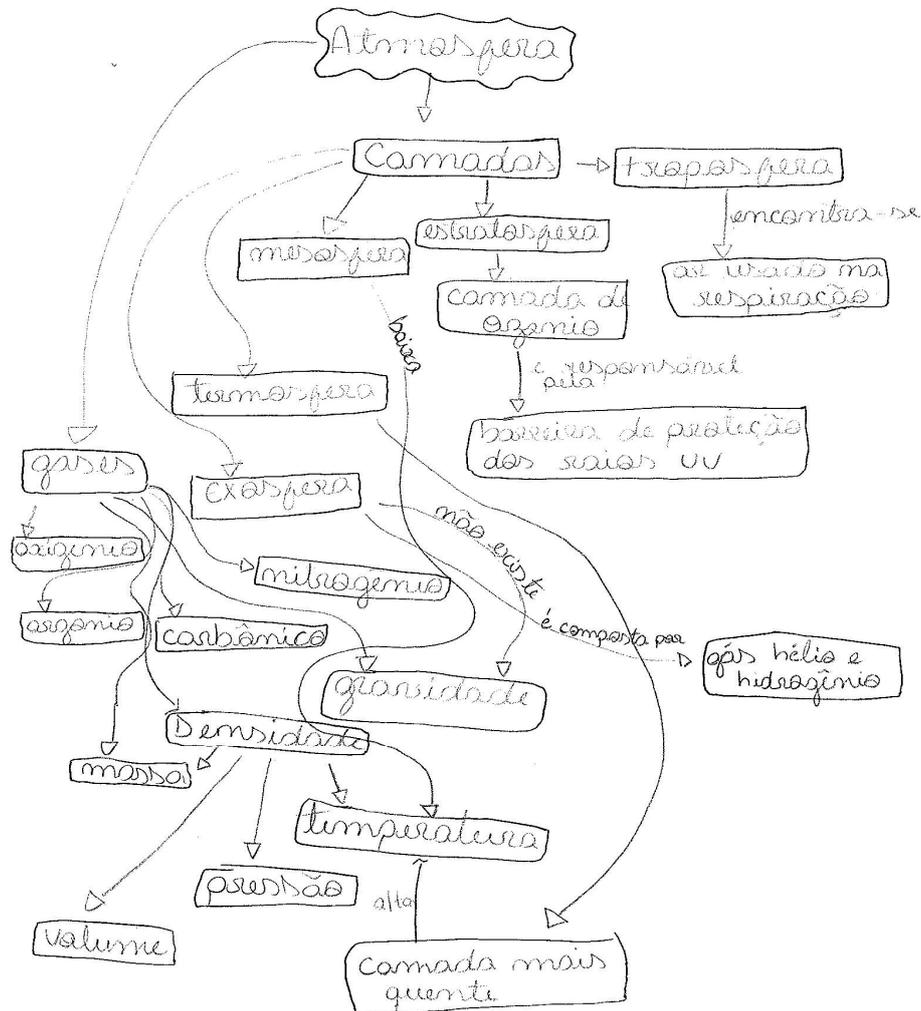
A seguir, nas figuras 10 e 11, são apresentados dois mapas conceituais elaborados por alunos para exemplificar o entendimento que fizeram do conteúdo trabalhado.

Figura 10 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno A (2018)

Figura 11 - Mapa elaborado por aluno

Mapa Conceitual

Fonte - Aluno B (2018)

Percebeu-se que 9 dos 14 alunos presentes em aula, conseguiram relacionar de forma satisfatória os conceitos de massa, peso, volume e densidade, pela análise qualitativa dos mapas conceituais elaborados por eles. Conseguiram fazer interligação até de conceitos que não foram bem explicitados, como variação da pressão com a altitude, mas que eles já conheciam, e acabaram sendo interligados com os conceitos apresentados em aula.

6.2 AULA 2 - PROCESSOS RADIATIVOS DA ATMOSFERA

No início da segunda aula, foram apresentados aos alunos alguns conceitos básicos sobre radiação na forma de slides (Apêndice C), demonstrando radiação como uma forma de

energia. Também foi mostrado e discutido o espectro eletromagnético e que a radiação pode ser considerada uma onda eletromagnética ou uma partícula.

Após a apresentação dos conceitos básicos, os alunos utilizaram *netbooks* que a escola possuía a disposição, para manusearem o simulador sobre efeito estufa do *site phet* (<https://phet.colorado.edu>), como demonstrado nas Figuras 12 e 13. Foi entregue o questionário que se encontra presente no plano de aula 2 (Apêndice A) na forma impressa para cada aluno responder em que deveriam utilizar o simulador. As questões do questionário serviram para problematizar algumas situações que poderiam ser visualizadas através do simulador, assim os alunos também utilizaram o questionário como uma forma de anotar dados importantes.

Figura 12 - Alunos utilizando simulador do efeito estufa



Fonte - Elaborada pelo autor

Figura 13 - Aluno utilizando simulador do efeito estufa



Fonte - Elaborada pelo autor

Os alunos demonstraram muito interesse na atividade, segundo relatos de alguns alunos nunca haviam utilizados simulações para aprender Física, de forma que eles pudessem mexer com as variáveis e observar os fenômenos. Muitos ficaram curiosos porque tinha moléculas que interagem com infravermelho e outras não, e também perceberam que a noite sem nuvens a Terra se resfria mais rápido porque perde mais radiação do que recebe.

Depois de respondido o questionário utilizando o simulador, foi realizado o experimento descrito no plano de aula utilizando uma lâmpada ultravioleta, canetas marca texto e protetor solar (Apêndice A). Esse momento da aula foi o mais descontraído. Os alunos ao verem que a caneta marca texto ficavam fluorescentes com a luz ultravioleta, acabaram fazendo vários desenhos até na própria pele para ver o efeito e tirar fotos (figura 14).

Figura 14 - Experimento com luz negra

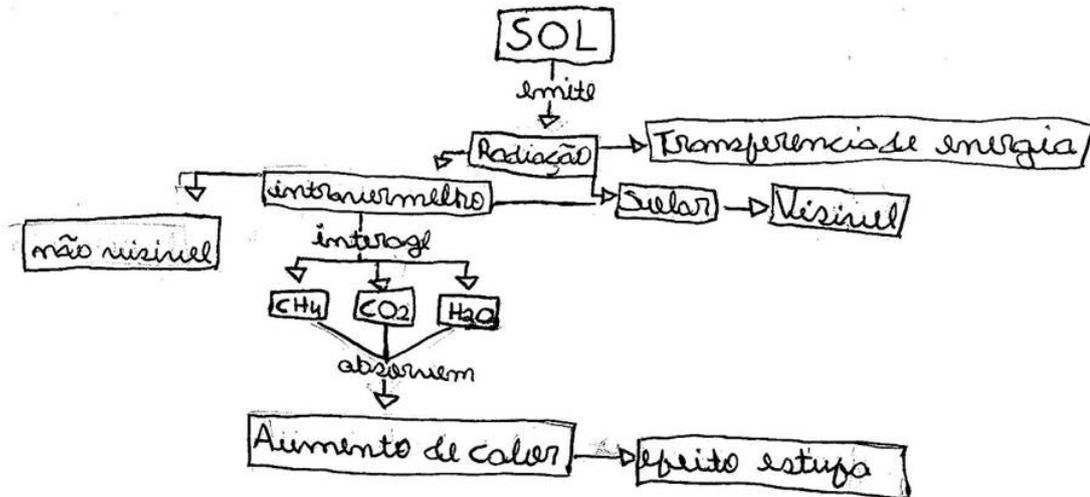


Fonte - Elaborada pelo autor

Depois disso, o professor propôs passar protetor solar em parte do desenho para ver o que ocorre e ficaram mais espantados ainda, pois o protetor solar ficava escuro sob a luz UV. Então nesse momento abriu-se um debate com perguntas como: Por que a luz ultravioleta é tão quente?; O protetor absorve UV não deixando chegar à pele?; A tinta do marca texto absorve UV e emite luz visível?. Alguns alunos relacionaram o experimento às câmaras de bronzeamento artificial.

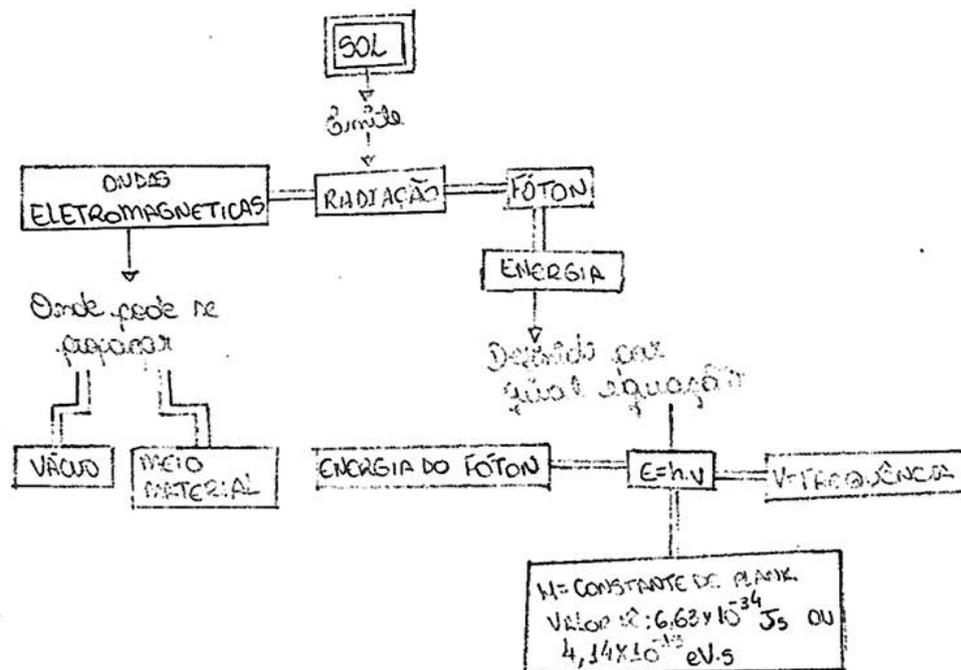
Por fim, foi pedido para os alunos realizarem um mapa conceitual do que foi aprendido na aula. A seguir são apresentados dois mapas conceituais elaborados por eles:

Figura 15 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno C (2018)

Figura 16 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno D (2018)

Como resultado, 7 dos 12 alunos (2 alunos estavam ausentes), relacionaram de forma satisfatória os conceitos de radiação, ondas eletromagnéticas, fótons, comprimento de onda, frequência, absorção e emissão, levando em consideração que radiação é conteúdo bastante

extenso e que eles possuem muito pouco conhecimentos prévios sobre esse assunto. Muitos alunos ficaram receosos ao saber que a luz visível, sinais (ondas) de rádio e internet sem fio são tipos de radiações. Na concepção deles a radiação é algo maligno pros seres vivos, e acabaram se espantando de saber que estamos constantemente bombardeados por diversos tipos de radiações do espectro eletromagnético, despertando curiosidade pelo assunto.

E ao final, antes dos alunos se retirarem da sala de aula foi deixada a seguinte problematização para a próxima aula “Como é formada a geada?”

6.3 AULA 3 - TERMODINÂMICA DA ATMOSFERA - PARTE I

A aula de termodinâmica foi dividida em duas partes de 2 horas cada uma, a primeira parte trata mais especificamente do conceito de calor e os processos de transferência de calor, a segunda parte trata de como um gás realiza trabalho, 1ª Lei da termodinâmica e transformações adiabáticas.

No primeiro momento da aula foi apresentado o conceito de calor para os estudantes e a lei zero da termodinâmica, onde eles foram instigados a pensar em que sentido que ocorrem as trocas de calor e o que é necessário para isso ocorrer. Alguns alunos citaram situações práticas de trocas de calor exemplo: gelo derretendo, panela esfriando, água na garrafa térmica do mate. Após, foi apresentado aos estudantes os três processos de transferência de calor (condução, convecção e radiação), sendo que eles se mostraram bem interessados já demonstrando uma boa relação com a prática. Citando exemplos como: geladeira, ar condicionado, alça de metal nas panelas, lâmpada incandescente, etc... demonstrando já uma interligação com a aula de processos radiativos. Também através dos slides e no quadro foi explicado conceitos como capacidade térmica, calor específico e calor latente.

Após a apresentação de slides (Apêndice D) foi perguntado aos estudantes sobre a problematização deixada ao final da aula anterior, alguns responderam que geada cai do céu, outros disseram que era apenas a água que congelava; e assim dando sequência a problematização foi apresentado um vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=LWqpTcgwDFs>) sobre formação de geadas.

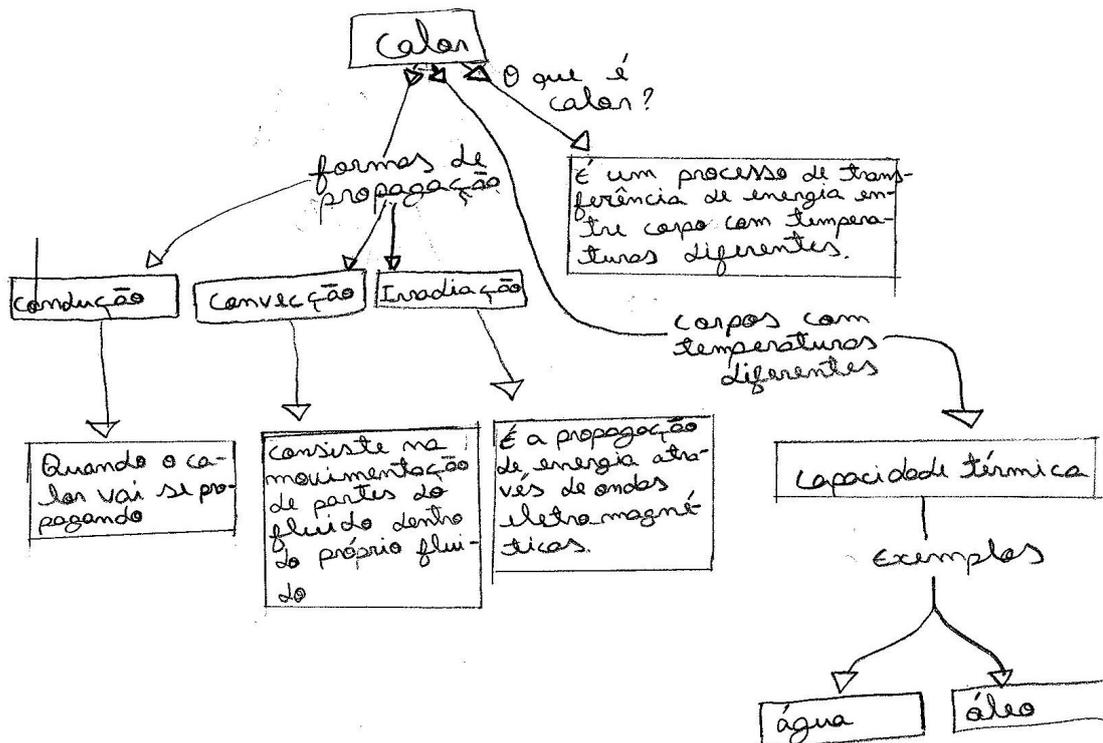
Depois do vídeo, um dos alunos conseguiu comparar as gotículas de água do orvalho com as que se formam do lado fora de um copo com água gelada, que é o vapor de água presente no ar que se condensa e que se transformava em geada se a temperatura fosse suficientemente baixa.

Para ver se os alunos entenderam na prática os processos de transferência de calor foi dado um questionário com três fenômenos atmosféricos que envolvem transferência de calor (brisas marítimas, miragem no asfalto e efeito estufa), para estimular os estudantes a relacionar com a Atmosfera.

Alguns alunos não compreenderam muito bem as perguntas, pois, percebeu-se que muitas vezes estão envolvidos mais de um processo de transferência de calor em cada situação. Isso acabou causando um pouco de confusão, mas o professor ajudou na identificação de qual corpo estava transferindo calor e para onde.

Após discussões sobre o questionário, foi pedido para os alunos fazerem um mapa conceitual de acordo com a aula. A seguir são apresentados dois dos mapas conceituais elaborados por alunos:

Figura 17 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno E (2018)

Figura 18 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno F (2018)

Na análise dos mapas conceituais, 10 dos 11 alunos presentes em aula (3 alunos ausentes), fizeram uma relação satisfatória entre calor, processos de transferência de calor e equilíbrio térmico. Houve dificuldade dos estudantes em relacionar calor específico e calor latente como propriedades Físicas.

6.4 AULA 3 - TERMODINÂMICA DA ATMOSFERA - PARTE II

No início da aula, foi perguntado aos alunos sobre o que eles achavam, do que as nuvens são formadas. Alguns responderam que era fumaça, um tipo de gás, cristais de gelo e gotas de chuva. Vale ressaltar que uma aluna perguntou se era possível atravessar as nuvens, pois, ela achava que as nuvens eram constituídas de algum material sólido.

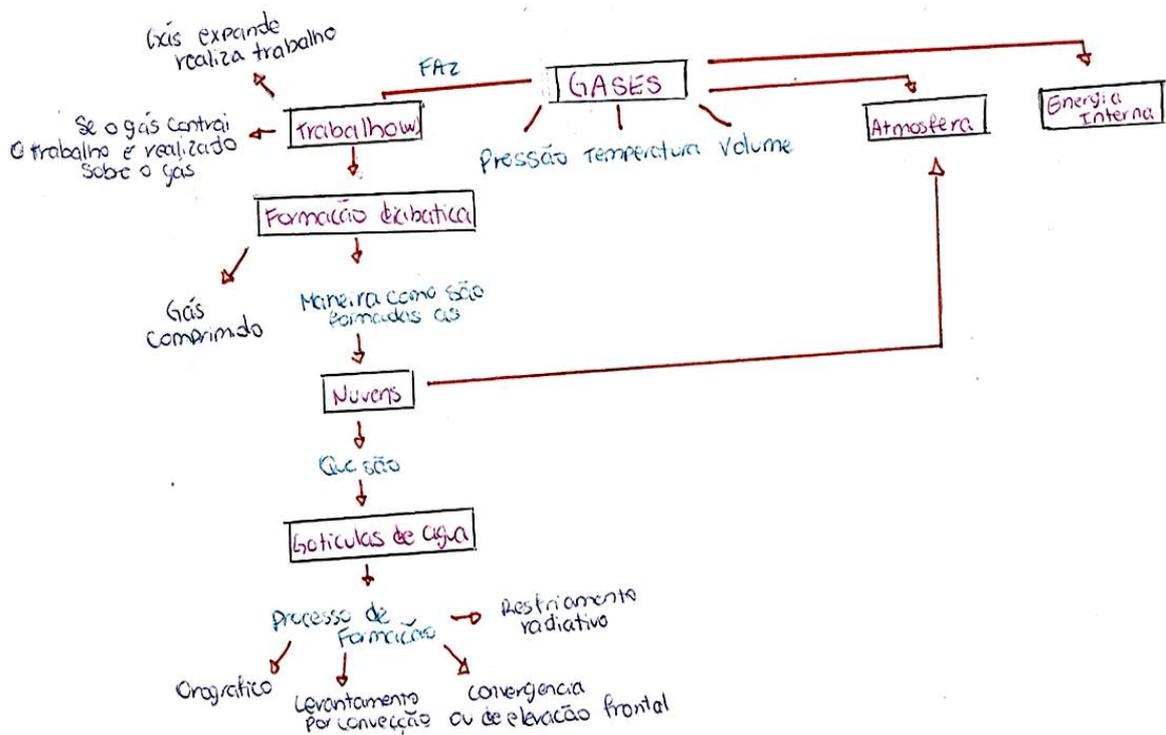
Após esse debate inicial, foram apresentados slides (Apêndice E) demonstrando os processos de formação das nuvens, nevoeiros, também explicando as variáveis de estado de um gás, energia interna, transformações adiabáticas e a primeira lei da termodinâmica. Quando foi utilizado como exemplo de expansão adiabática um desodorante *spray*, alguns alunos perceberam que quando o gás é expandido, ou seja, sofre um aumento de volume muito rápido sua temperatura diminui, e um dos estudantes até citou um exemplo que ocorreu

na casa dele, onde houve um vazamento no botijão de gás e ele percebeu que o gás saia muito gelado.

Depois da apresentação foi proposto, pelo professor, o experimento descrito no plano de aula (Apêndice A), de como fazer uma nuvem na garrafa, utilizando garrafa pet, álcool, inflador e rolha, em que é aumentada a pressão do vapor do álcool no interior da garrafa utilizando o inflador, e após é aberta a garrafa ocasionando uma expansão adiabática. O experimento serviu como problematização aos estudantes sobre o referido assunto. Muitos perceberam que com o aumento da pressão na garrafa, a temperatura do álcool também aumentava fazendo-o evaporar, assim que a garrafa era destampada ocorria uma expansão adiabática fazendo a temperatura do álcool diminuir e ocorrendo condensação, gerando uma névoa dentro da garrafa. Se a garrafa fosse tampada novamente e aumentado a pressão do ar dentro dela, fazia a névoa desaparecer, pois, o álcool acaba evaporando novamente.

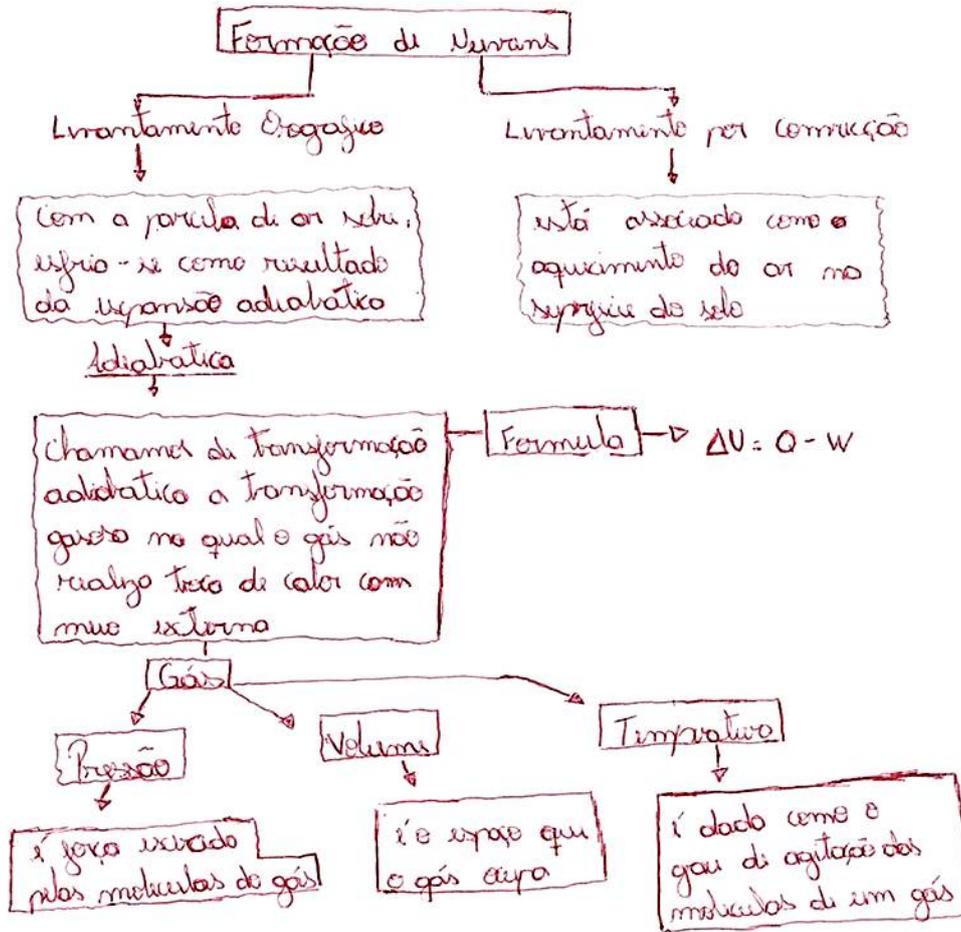
Novamente, para verificar os conceitos compreendidos, foi pedido para os alunos que fizessem um mapa conceitual. Alguns deles são mostrados a seguir:

Figura 19 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno G (2018)

Figura 20 - Mapa elaborado por aluno



Fonte – Aluno H (2018)

Através dos mapas conceituais construídos, 8 dos 11 alunos presentes (3 alunos ausentes), relacionaram de forma satisfatória os conceitos de pressão, temperatura, gás ideal e a primeira lei da termodinâmica. E também relacionaram o conceito de expansão adiabática com os processos de formação de nuvens, assim como o resfriamento radiativo, que causa os nevoeiros. Percebendo que a elevação das massas de ar, ocorre uma diminuição de pressão e ao mesmo tempo uma diminuição de temperatura, resultando na condensação da umidade do ar no alto da troposfera. Apesar de não fazerem o mapa conceitual perfeitamente, compreenderam os conceitos, pois conseguiram fazer as conexões entre os assuntos abordados.

6.5 AULA 4 - FENÔMENOS ÓPTICOS DA ATMOSFERA

A aula começou com a entrega do texto base (Apêndice A) e apresentação do vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=bTJBpSWNiiM&feature=youtu.be>) com a problemática “POR QUE O CÉU É AZUL?”. Após o vídeo, foi aberto um espaço/debate para possíveis dúvidas dos alunos. Nesse momento, os alunos perguntaram bastante sobre as cores, de como os humanos percebem as cores, então o professor explicou que a luz do sol é um conjunto de todas as cores, ou seja, é a cor branca. Quando a luz do sol incide sobre um objeto “vermelho” todas as cores são absorvidas pelo objeto exceto o vermelho que acaba sendo refletido pelo objeto até nossos olhos.

No segundo momento foi feita uma breve leitura do texto base entregue aos alunos em que foi apresentado os fenômenos da reflexão, refração e dispersão, fenômenos necessários para entender a formação dos arco-íris. Alguns alunos relataram que conseguiam visualizar arco-íris em alguns momentos do seu cotidiano, como regar plantas, quando chove, no banho e luz refletida por um CD. Então o professor problematizou perguntando: Na maioria dos casos citados, qual eram os principais elementos necessários para ocorrer o arco-íris? Os alunos responderam que era água e luz. Assim começou um debate na aula de como as gotículas água faziam a luz branca se dispersar nas suas cores componentes.

Após o debate, para compreender melhor a refração da luz em uma gota de água, o professor propôs o experimento (Apêndice A) descrito no plano de aula utilizando laser, transferidor e uma meia lua de acrílico, em que os alunos deveriam testar os ângulos de incidência que estavam na tabela do experimento e anotando o ângulo de refração, após a obtenção dos dados os alunos, utilizando a lei de Snell, tinham que calcular o índice de refração do acrílico, para cada ângulo de incidência e seu correspondente ângulo de refração.

A atividade despertou muito interesse pelos estudantes, ao manusear o laser e visualizar a mudança de ângulo de incidência do laser em relação ao acrílico, de como esse ângulo era modificado (refratado) e também o porquê quando o ângulo de incidência era perpendicular não havia refração. Assim, os alunos foram completando os dados da tabela. Alguns alunos que terminaram primeiro a atividade se sentiram a vontade de testar o laser com outros formatos de acrílico, construindo montagens diferentes do experimento, enriquecendo sua curiosidade pelo fenômeno apresentado.

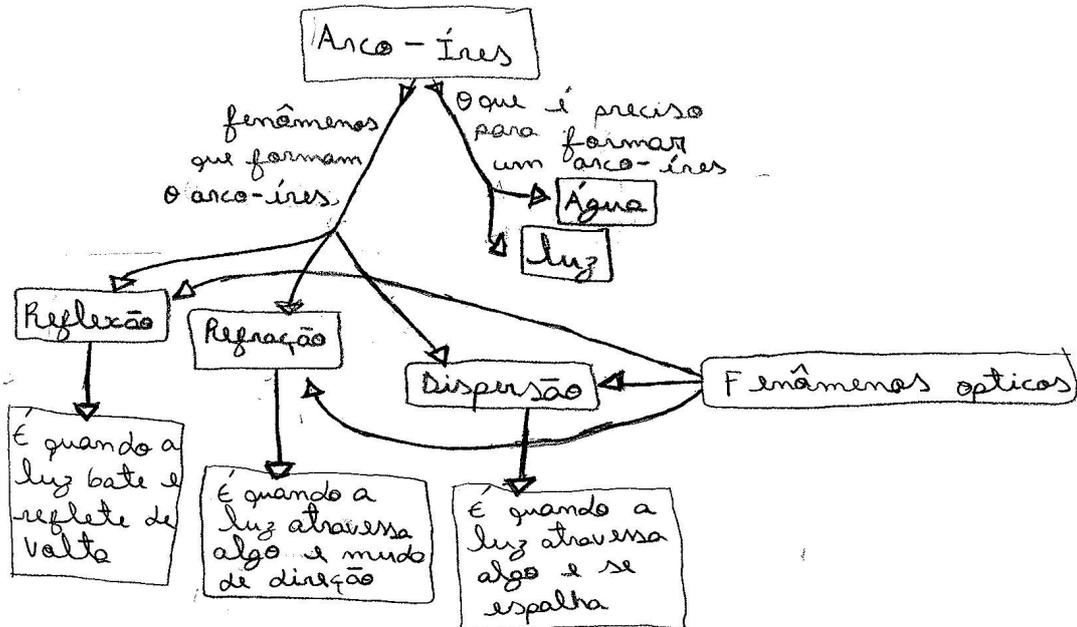
Ao final da aula, foi pedido para os alunos fazerem um mapa conceitual interligando os conceitos aprendidos na aula. Alguns mapas conceituais construídos pelos estudantes estão a seguir:

Figura 21 - Mapa elaborado por aluno



Fonte: Aluno I (2018)

Figura 22 - Mapa elaborado por aluno



Fonte - Aluno J (2018)

A partir dos mapas desenhados pelos alunos, percebeu-se que 11 de 14 alunos relacionaram de forma satisfatória os conceitos de espalhamento, reflexão, refração e dispersão. Além disso, percebeu-se um grande interesse pelos fenômenos ópticos da Atmosfera, sendo que uma aula de duas horas foi pouco para trabalhar todas as dúvidas dos estudantes. Alguns alunos perceberam a interligação de alguns fenômenos ópticos com fenômenos tratados em aulas anteriores, como por exemplo: a miragem ou espelhismo que ocorre no asfalto quente. Outros apresentaram dificuldade em explicar fenômenos utilizando termos científicos, porém explicaram corretamente com suas próprias palavras.

6.6 AULA 5 – MAPA CONCEITUAL GERAL

Essa aula não foi aplicada, pois em função de aulas que tiveram que ser canceladas na escola, infelizmente não houve tempo hábil para aplicação. Porém, optou-se por manter como sugestão para aplicações futuras visando à escrita de um artigo e para outros professores que queiram utilizar o produto educacional.

6.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE APLICAÇÃO DO PRODUTO

Concluindo a vivência dessa situação de estudo pode se afirmar que a aplicação do produto foi satisfatória, tendo em vista que a partir da construção dos mapas conceituais que foram utilizados como avaliação qualitativa e dos questionamentos dos alunos, que estes tiveram grande evolução em relação aos conhecimentos específicos aplicados.

Os alunos apresentavam dificuldades em aprender Física através de aulas tradicionais, conforme relatado ao professor. Eles consideravam essas aulas de Física chatas e sem importância, com muitas fórmulas e cálculos. A utilização da situação de estudo “Física da Atmosfera” trouxe significado para grande parte dos conteúdos que estão na matriz curricular do 2º ano do ensino médio. Segundo aos alunos, as aulas ficaram mais interessantes e mais dinâmicas, pois eles podiam participar de forma ativa e estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios e novos conceitos, isso de forma contextualizada. Foram utilizadas, para as aulas de Física desta sequência de estudo, uma diversidade de ferramentas: contextualização do conteúdo na Atmosfera, slides, vídeos, experimentos, e uma forma de avaliação diferenciada através de mapas conceituais, que considerava a interligação dos conceitos aprendidos com conceitos que eles já haviam visto ao invés de uma prova tradicional onde a aprendizagem mecânica poderia ocorrer. O principal objetivo foi facilitar o

processo de ensino-aprendizagem e que esta fosse significativa, o que para essa turma se mostrou eficiente, tendo em vista o número significativo de alunos que conseguiu estabelecer relação entre os conceitos discutidos em aula.

Esta situação de estudo, isto é, este produto educacional se mostrou um método eficaz, pois os estudantes aprenderam/entenderam e tiveram uma visão de conceitos, de cada conteúdo que é ensinado no 2º ano do ensino médio, em um pequeno intervalo de tempo. Além disso, muitas vezes, o professor que ministra aulas de forma tradicional (quadro-giz, aplicação de fórmulas...) não consegue abordar todos esses conteúdos em um ano letivo, devido ao engessamento do método e da sequência de conteúdos utilizados.

Mesmo sendo satisfatório, este produto educacional pode ser melhorado e/ou adaptado. Uma sugestão que pode ser deixada aqui é aplicá-lo de maneira multi ou interdisciplinar com outros professores de outras disciplinas, como: química, biologia, artes... Outra sugestão é que seja aplicado no início do ano letivo e sirva como um subsunçor para aulas posteriores, potencializando a aprendizagem significativa ainda mais. Além disso, recomenda-se a aplicação de mais uma aula (a aula 5 do planejamento) para que os alunos tenham a oportunidade de construir um mapa conceitual geral de todo o conteúdo abordado nas aulas anteriores, estabelecendo conexões entre as aulas/conceitos.

Por fim, esse produto não foi trabalhado de forma interdisciplinar com Biologia e Química, devido ao calendário da escola não foi possível promover o encontro com professores de outras disciplinas para o planejamento, pois a escola estava em período de provas de fim de ano letivo. Além disso, o prazo final para a conclusão deste trabalho também foi um limitante. Contudo, acredita-se que os objetivos do trabalho foram alcançados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 327-340, Dec. 2003.

ALVARES, Beatriz Alvarenga. and LUZ, Antonio Maximo Ribeiro da. **Curso de física: manual do professor**. [s.l.]: Scipione, 2000.

ALVES, V.C.; STACHAK, M. A importância de aulas experimentais no processo de ensino-aprendizagem em Física: “Eletricidade”. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005, Rio de Janeiro – RJ. Disponível em http://uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS_7859_1276288519.pdf. Acesso em 14 de julho de 2014.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de; AUTH, Milton Antonio; MALDANER, Otavio Aloisio. **IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE INOVAÇÃO CURRICULAR EM CIÊNCIAS NATURAIS E SUAS TECNOLOGIAS ATRAVÉS DE SITUAÇÕES DE ESTUDO**. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Ijuí. **Anais...**. Ijuí: Atas do V Enpec, 2005. v. 5, p. 1 - 12.

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicología Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 626p

AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1976. 769p.

BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson. **Ciências: Física e Química**. 4. ed. São Paulo: Ática, 2010. 80 p.

BEHRENS, Marilda A. (Org.). **Docência universitária na sociedade do conhecimento**. Curitiba: Champagnat, 2003.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; ROSIN, Catiusa Kuchak; PINO, José Cláudio del. Situação De Estudo: Aproximações com as Orientações Curriculares Nacionais e o Livro Didático. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 87, n. 27, p.166-185, jun. 2012.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio 4/5/2011**. Projetos Políticos Pedagógicos/ Cap: VIII (Pág. 38). Equipe Técnica do DPEM/ NETO, Alípio dos Santos; LAZZARI, Maria de Lourdes; QUEIROZ, Maria Eveline Pinheiro Villar de;

AMARAL, Marlúcia Delfi no; ARAÚJO, Mirna França da Silva de; NETO, Pedro Tomaz de Oliveira.

BULGRAEN, Vanessa Cristina. O PAPEL DO PROFESSOR E SUA MEDIAÇÃO NOS PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DO CONHECIMENTO. **Revista Conteúdo**, Capivari, v. 1, n. 4, p.30-39, dez. 2010.

BARCELOS, Bruna et al. PROJETO FÍSICA EM PRÁTICA: O USO DE AULAS PRÁTICAS COMO FERRAMENTA DE ENSINO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 1, 2016.

CALDAS, Márcio. **O ensino de Física Moderna no Ensino Médio: relatos de uma experiência pedagógica envolvendo o emprego de ferramentas tecnológicas**. 2008. O professor PDE e os Desafios da Escola Pública Paranaense – Versão online. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2008_unicentro_fis_artigo_marcio_aurelio_da_silveira_caldas.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2019.

CARMO, Elisabete Regina do; CHAVES, Eneida Maria. Análise das concepções de aprendizagem de uma alfabetizadora bem-sucedida. **Cadernos de Pesquisa**, [s.l.], n. 114, p.121-136, 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-15742001000300005>.

COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. **O ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL: PROBLEMAS E DESAFIOS**. 2015. 10 f. Monografia (Especialização) - Curso de Doutor em Informática na Educação e Pós-doutor em Educação em Ciência, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Cap. 10981. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf>. Acesso em: 29 out. 2018.

FERRARI, Márcio. **Lev Vygotsky, o teórico do ensino como processo social**. 2008. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/382/lev-vygotsky-o-teorico-do-ensino-como-processo-social>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

FÍSICA, Sociedade Brasileira de. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Física**. 2018. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 07 maio 2018.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2011.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; AUTH, Milton Antonio; AULER, Décio. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, [s.i], v. 7, n. 1, p.63-85, 2008.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. MOMENTOS PEDAGÓGICOS E AS ETAPAS DA SITUAÇÃO DE ESTUDO: COMPLEMENTARIDADES E CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Ciência & Educação**, [s.i], v. 18, n. 1, p.1-22, jan. 2012

Grasselli, E. C. e Gardelli, D. (2014) “**Os Desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**”. Cadernos PDE. v. 01

GRAF. **Leituras de Física GRAF**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 1998. 336 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Tradução . [s.l.] Bookman, 2011.

IVIC, Ivan. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2010.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em ciências: produção de currículo e formação de professores**. Ijuí: Ed. Unijui, 2004. p. 43-64.

MARQUES, Júlio César Souza. **Uso de planilhas eletrônicas como ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem de cinemática**. 2015. 80 f., il. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MÁXIMO, Antônio R. da Luz; ALVARENGA, Beatriz. **Física–Ensino Médio**. São Paulo, 2006.

MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Ciências da Natureza**. Brasil: Mec, 2000.

MIRANDA, Guilhermina Lobato. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Revista de Ciências da Educação**, Lisboa, n. 3, p.41-50, ago. 2007.

MONROE, Camila. **Vygotsky e o conceito de aprendizagem mediada**. 2018. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/274/vygotsky-e-o-conceito-de-aprendizagem-mediada>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

MOREIRA, Marcos Antonio. Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 22, p.94-99, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/116896/000272525.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

Novak, J.D. (1998). **Conocimiento e Aprendizaje: Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas**. Madrid: Editorial Alianza.

RAMOS, Márcio Roberto Vieira. O USO DE TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA. **Revista Eletrônica: Lenpes-pibid de Ciências Sociais Uel**, Londrina, v. 1, n. 2, p.1-14, jul./dez. 2012.

Novak & Gowin, Mapas conceituais, 1996.

SANGIOGO, Fábio André et al. Pressupostos epistemológicos que balizam a Situação de Estudo: algumas implicações ao processo de ensino e à formação docente. **Ciência &**

Educação (bauru), [s.l.], v. 19, n. 1, p.35-54, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132013000100004>.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

SERPELONI, Hellen Braga. Mapas conceituais como ferramenta na formação inicial de professores. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO SUPERIOR, 2014, **Anais eletrônicos**. Disponível em: <https://www.uniso.br/publicacoes/anais_eletronicos/2014/1_es_formacao_de_professores/23.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

SILVA, A. V. **Uma reflexão para a prática educativa em Paulo Freire**. Revista Espaço Acadêmico, Ilhéus, №. 45, Fev. 2005. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/045/45pc_silva.htm>

SILVA, André Luiz Silva da. **Mapas Conceituais no Processo de Ensino-Aprendizagem: aspectos teóricos**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/pedagogia/mapas-conceituais-no-processo-de-ensino-aprendizagem-aspectos-teoricos/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de Ciências frente às novas realidades da sociedade. **Imagens da Educação**, [s.l.], v. 4, n. 1, p.36-42, 12 fev. 2014. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/imagenseduc.v4i1.22694>.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2, 5a ed.** Rio de Janeiro: LTC, 2006.

VASCONCELOS, Clara; PRAIA, João Félix; ALMEIDA, Leandro S.. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicol. esc. educ.**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 11-19, jun. 2003. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572003000100002&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 07 jan. 2019.

Vasconcelos, S.D. & Souto, E. **"O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico"**. *Ciência & Educação*, v. 9, p. 93-104. 2003.

WOLLMANN, Ediane Machado. **THE ATMOSPHERE THEME AS A TOOL FOR THE TEACHING OF CHEMISTRY**. 2013. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. and FORD, A. Lewis. **Sears & Zemansky física IV ótica e física moderna**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

Este texto de apoio ao professor de ensino médio é o produto educacional desenvolvido no mestrado profissional em ensino de Física e consiste numa situação de estudo “Física da Atmosfera” aplicada ao segundo ano do ensino médio, sendo dividida em 5 aulas abordando 4 temas (Atmosfera terrestre, processos radiativos da Atmosfera, termodinâmica da Atmosfera e fenômenos ópticos da Atmosfera) e uma aula final em que todos os temas são relacionados através de uma mapa conceitual geral, como sugestão.

Esses temas são abordados de uma forma mais dinâmica e contextualizados, onde se valoriza a participação dos alunos, também se leva em consideração os conhecimentos prévios que os alunos trazem para a sala de aula. Em cada plano de aula são utilizados recursos diferentes, de acordo com o tema, como exemplo: questionário, experimento, simulador, texto base, vídeo e apresentação de slides. Também é utilizada uma abordagem diferenciada como: debates entre os alunos e professor, teste de hipóteses, conhecimentos prévios dos estudantes, situações-problema e montagens experimentais diferenciadas.

A avaliação da aprendizagem é feita de forma qualitativa. Ao final de cada aula é pedido um mapa conceitual para cada aluno, em que eles devem fazer a interligação dos conceitos aprendidos, podendo também relacionar com conhecimentos prévios.

SITUAÇÃO DE ESTUDO “FÍSICA DA ATMOSFERA”

PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA 1

COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA TERRESTRE E SUA IMPORTÂNCIA

OBJETIVO

Compreender a composição da atmosfera terrestre e sua importância para a vida na Terra.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Compreender os conceitos básicos de física (gases, massa, peso, densidade) relacionados a atmosfera terrestre.

APRESENTAÇÃO DE SLIDES

No primeiro momento da aula (15 min) é feita uma apresentação de slides com o propósito de apresentar aos estudantes os conceitos básicos de física de atmosfera e seu objetivo de estudo.

O arquivo desses slides está disponível em::

https://docs.google.com/presentation/d/100w2Q0LB0jT32hG6jT_QZMCZi0mmT-XZ7gFIw48P1Ag/edit?usp=sharing

Após os slides o professor realizará uma demonstração simples de variação da densidade de um gás utilizando o seguinte roteiro:

ROTEIRO EXPERIMENTO DENSIDADE DE UM GÁS**OBJETIVO:**

Demonstrar que a densidade do ar varia de acordo com sua temperatura.

MATERIAL:

- Um copo de vidro.
- Uma vela.
- Um prato.
- Água.
- Fósforo ou isqueiro
- Corante (opcional)

PROCEDIMENTO:

Cole a vela no prato com um pouco de cera derretida. Coloque água no prato, acenda a vela e cubra com o copo de vidro como mostra a foto abaixo.

Figura 23 - Experimento Densidade



Fonte - Elaborada pelo Autor

Depois de certo tempo, a vela começa a pagar e a água começa a entrar no copo como mostra a foto abaixo:

Figura 24- Experimento Densidade



Fonte - Elaborada pelo Autor

PROBLEMATIZAÇÃO:

Por que a água entra no copo?

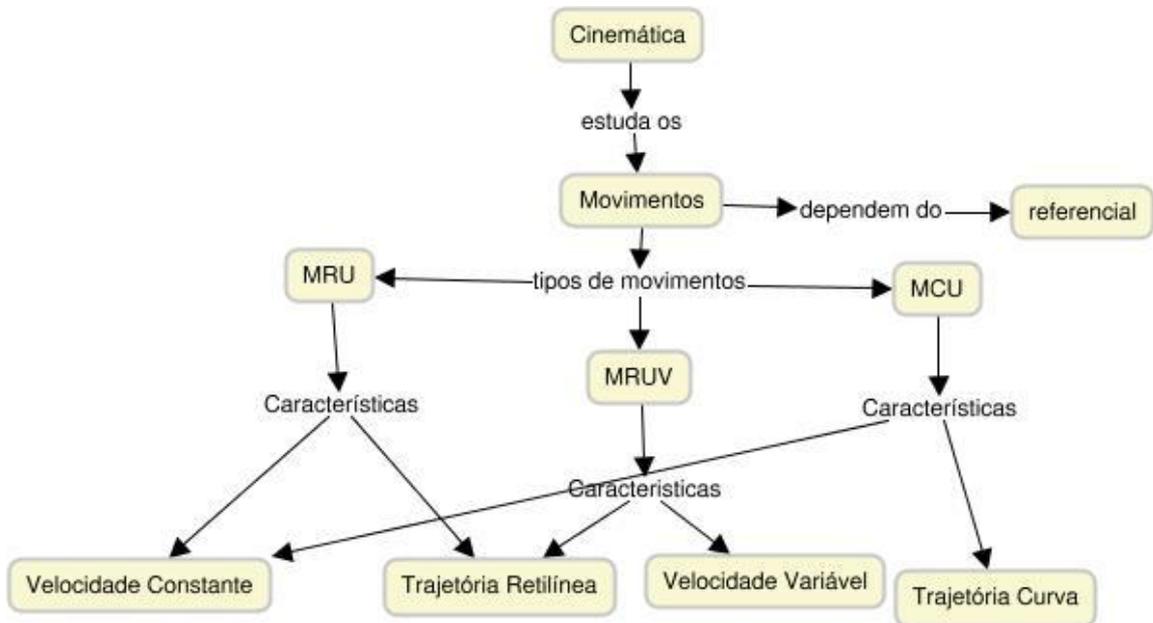
Quando acendemos a vela e aproximamos o copo de sua chama, o ar dentro do copo acaba aquecendo e se expandindo (ocorre uma diminuição de densidade do ar). Depois o copo é emborcado sobre a vela e após um tempo a chama da vela se apaga e o ar dentro do copo se resfria, ocorrendo um aumento em sua densidade. Assim a água acaba sendo empurrada para dentro do copo pela diferença de pressão entre a pressão do ar no interior do copo e a pressão atmosférica.

Depois de realizado o experimento será aberto um espaço para que os grupos coloquem de forma oral os resultados obtidos no experimento.

Após a discussão dos resultados o professor demonstrará para os alunos como se monta um mapa conceitual de forma coletiva instigando a participação de todos, utilizando algum assunto já estudado por eles.

Exemplo:

Figura 25– Mapa Conceitual de Cinemática

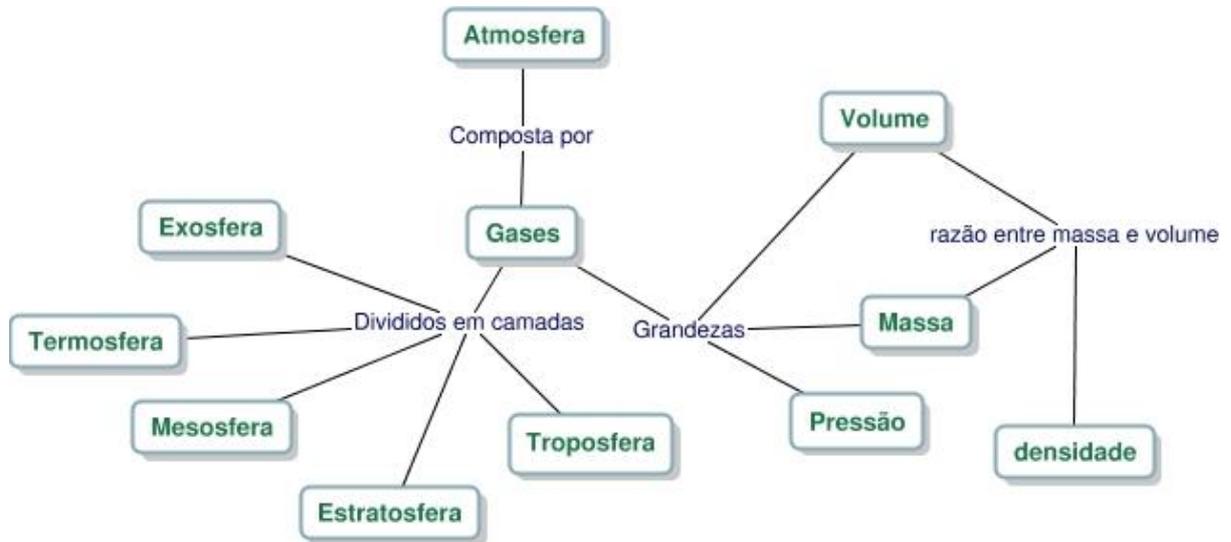


Fonte - Elaborado pelo Autor

Por fim, será proposto que os alunos de forma individual montem um mapa conceitual com objetivo de que eles consigam relacionar os conceitos aprendidos sobre a composição da atmosfera (massa, peso, volume e densidade).

Exemplo de mapa montado pelo professor:

Figura 26 – Mapa Conceitual de Atmosfera



Fonte - Elaborado pelo Autor

PLANO DE AULA 2

PROCESSOS RADIATIVOS DA ATMOSFERA

OBJETIVO

Compreender o processo de transferência da energia solar para a Terra e suas implicações.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Radiação, ondas eletromagnéticas, fótons, comprimento de onda, frequência, absorção e emissão.

PROCEDIMENTOS

No primeiro momento o professor apresentará alguns conceitos básicos para aula:

Apresentação slides:

<https://docs.google.com/presentation/d/17DPwJilFYTrXt12Y0LWLMLLeK-y-WtEBuZDftdF3qwlC/edit?usp=sharing>

No segundo momento (20 min), o professor apresentará para os alunos o simulador sobre o efeito estufa (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/greenhouse), em que poderá ser utilizado o laboratório de informática da escola ou data show com notebooks. Em que o professor deve orientar os alunos a observarem as diferenças da atmosfera nos tempos atuais, atmosfera de 1750, com nuvens, variando os níveis de concentração do gás do efeito estufa, relacionar com placas de vidro e quais os tipos de moléculas que interagem com a radiação infravermelha. Atentando os estudantes para observarem as diferenças da quantidade de fótons absorvidos e emitidos pela atmosfera e o solo terrestre.

Após os alunos manusearem o simulador, o professor vai entregar para os alunos um questionário acerca de alguns tópicos.

QUESTIONÁRIO SOBRE O SIMULADOR

Nome:

Turma:

Data:

1) Quais são os gases que interagem com a radiação infravermelha?

Dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e vapor de água (H_2O).

2) Quais são os gases que interagem com a radiação visível?

A luz visível não interage com os gases do efeito estufa.

3) Da onde vêm a radiação absorvida pela Terra?

Principalmente do Sol

4) A Terra emite radiação? Se sim em que momento?

A Terra emite radiação a todo momento, dependendo da sua temperatura ela emite mais ou menos radiação.

5) Qual a relação das nuvens com a radiação emitida pela Terra?

As nuvens refletem a radiação emitida pelo solo de volta para ele, assim ocorre aumento de temperatura da atmosfera.

6) O que acontece com a temperatura da Terra quando a concentração dos gases do efeito estufa é maior? Explique

A temperatura aumenta, pois os gases do efeito estufa absorvem a radiação infravermelha não deixando escapar para o espaço.

7) O que acontece com a temperatura da Terra quando a concentração dos gases do efeito estufa é menor? Explique

A temperatura diminui, pois a radiação infravermelha emitida pelo solo atravessa atmosfera indo para o espaço.

8) Quais são os gases do efeito estufa?

Dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4)

Após a entrega do questionário devidamente identificado pelo aluno, o professor vai propor um experimento para demonstrar a absorção dos raios ultravioleta com o uso do protetor solar.

PROTETOR SOLAR

Materiais Necessários:

- Tintas fluorescentes (canetas marca texto)
- Protetor Solar
- Luz Negra

OBJETIVO:

Demonstrar a absorção dos raios ultravioleta através do filtro solar.

PROCEDIMENTOS:

Será entregue aos alunos folhas brancas para que façam desenhos livres, utilizando as canetas marca texto.

Depois de prontos, os desenhos serão escurecidos a sala e ligada a luz negra para os alunos visualizarem seus desenhos sob a iluminação da luz negra.

Figura 27 - Caneta marca texto sob luz negra



Fonte - Elaborada pelo Autor

No próximo momento os alunos devem passar o protetor solar em algumas partes do desenho e verificar o que ocorre sob a luz normal e a luz negra.

Figura 28 - Caneta marca texto com protetor solar sob luz branca



Fonte - Elaborado pelo Autor

Figura 29 - Caneta marca texto com protetor solar sob luz branca



Fonte - Elaborado pelo Autor

Por fim os estudantes devem fazer uma breve discussão sobre o fenômeno apresentado tentando explicar as diferenças de visualização dos desenhos sob luz normal, negra e com o uso do protetor solar.

PROBLEMATIZAÇÃO

Qual a função do protetor solar na pele humana? E o que representa o fator de proteção?

Impedir que a radiação ultravioleta fosse absorvida pela pele, alguns protetores absorvem a radiação ultravioleta e outros refletem esse tipo de radiação evitando o contato com a pele. O fator de proteção solar representa o tempo a mais que a pele fica protegida.

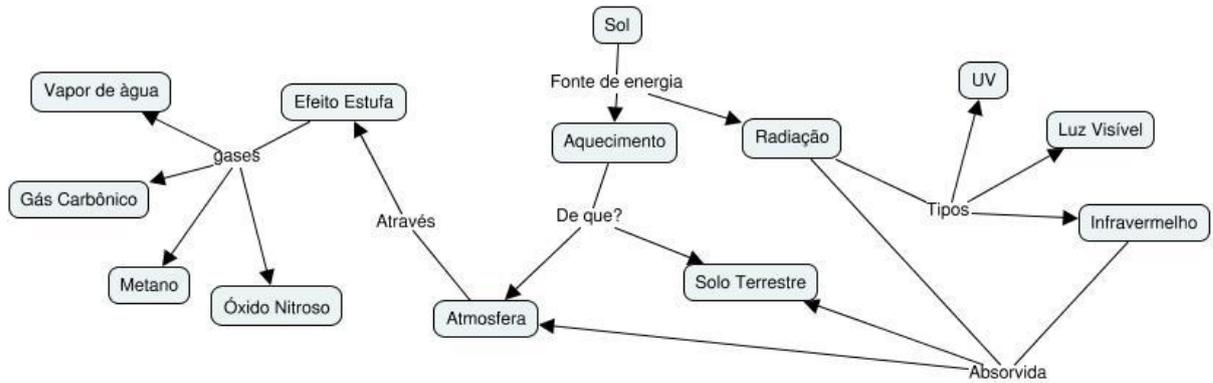
Qual a diferença de sair ao sol com uma camiseta branca e uma sair ao sol com uma camiseta preta?

Corpos de cor branca absorvem menos radiação, já que a cor branca é uma mistura de diferentes comprimentos de onda, assim quando vemos algo branco é porque esse objeto reflete quase toda radiação que recebe, assim não ocorre tanta variação de sua temperatura em relação a um corpo negro.

Já corpos de cor preta, são bons absorvedores de radiação, eles absorvem quase toda radiação que recebem, ocasionando assim um aumento em sua temperatura.

Após a entrega dos relatos os alunos de forma individual devem montar um mapa conceitual com os assuntos abordados na aula.

Figura 30 - Processos Radiativos da Atmosfera



Fonte - Elaborado pelo Autor

Ao fim da aula o professor deixará a seguinte problematização para a próxima aula: “Como é formada a geada?”

Figura 31 - Geada



Fonte: Site Gauchazh²

² Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2018/03/serra-catarinense-amanhece-com-geada-e-temperatura-de-47oc-cjepq136601ap01p4dozzm0q4.html>> Acesso em Ago. 2018.

PLANO DE AULA 3

TERMODINÂMICA DA ATMOSFERA

OBJETIVO

Compreender as transformações gasosas, movimentos de gases e trocas de energia na atmosfera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Pressão, temperatura, capacidade térmica, mudança de estado físico, calor, gás ideal, 1º Lei termodinâmica, processos de transferência de calor e equilíbrio térmico.

PLANO DE AULA 3 - PARTE I

PROCEDIMENTOS

No primeiro momento o professor apresentará alguns conceitos básicos de calor e processos de transferência de calor.

O arquivo desses slides está disponível em:

https://docs.google.com/presentation/d/12xWIE3xuyTf0ZZnSCjwtlE45ItzVk2_9iQCpYwM5J2s/edit?usp=sharing

Após a apresentação de slides será apresentado aos alunos um vídeo sobre a formação de geada: <https://www.youtube.com/watch?v=LWqpTcgwDFs> (2 min e 13 s)

No segundo momento da aula (10 min) será feito um debate sobre a problematização deixada no final da aula anterior. Em que os alunos serão instigados a relacionar o fenômeno problematizado com os processos de transferência de calor. Em que eles devem descrever quais as condições para que haja formação de geada.

Após os alunos relacionarem os conceitos de mudança de estado físico, transferência de calor, resfriamento noturno com a formação de geada. O professor irá propor uma atividade em que os alunos devem relacionar os processos de transferência de energia por calor com as imagens, em que os alunos devem colocar o nome do processo e demonstrar qual corpo está ganhando ou perdendo energia.

O registro será feito em grupos em uma folha impressa com as atividades devidamente identificada. Ao final da aula deverá ser entregue para o professor.

Nome da Escola

Nome do aluno:

Turma:

Data:

- 1) As brisas marítimas são correntes de ar que surgem em regiões litorâneas e possuem dois sentidos possíveis: do mar para a areia (durante o dia) e da areia para o mar (durante a noite). Dados: calor específico da areia $0,2 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$, calor específico da água $1 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$.

Figura 32 - Convecção



Fonte: Site Brasil Escola³

Qual processo de transferência de calor está envolvido nesse fenômeno? Explique as trocas de calor envolvidas.

Convecção, durante o dia, o ar próximo à superfície terrestre se aquece mais rápido do que o ar próximo à superfície do mar. O ar aquecido no continente sobe e o ar que está acima do mar desce para o continente para ocupar o espaço da quantidade de ar que sobe. Assim, formam-se correntes de convecção que constituem a brisa marítima e a brisa terrestre.

À noite, após um dia ensolarado, o sentido das brisas é invertido, pois assim como a areia se aquece mais rápido do que a água do mar ao ser exposta ao sol, também se resfria mais rápido ao perder calor.

- 2) Miragem ou espelhismo é um fenômeno óptico muito comum em dias ensolarados, especialmente sobre rodovias, em paisagens desérticas, ou também em alto-mar. A luz

³ Disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/conveccao-brisas-maritimas.htm> > Acesso em Ago. 2018.

solar, em direção ao asfalto, sofre refração devido ao gradiente de temperatura das camadas de ar a medida em que se aproxima do asfalto. Essa refração desvia a direção de propagação da luz, e por final, ela reflete-se totalmente nas camadas de ar próximas ao solo, fazendo com que a luz se distancie dele.

Figura 33 - Miragem no Asfalto



Fonte: Site Wikipédia⁴

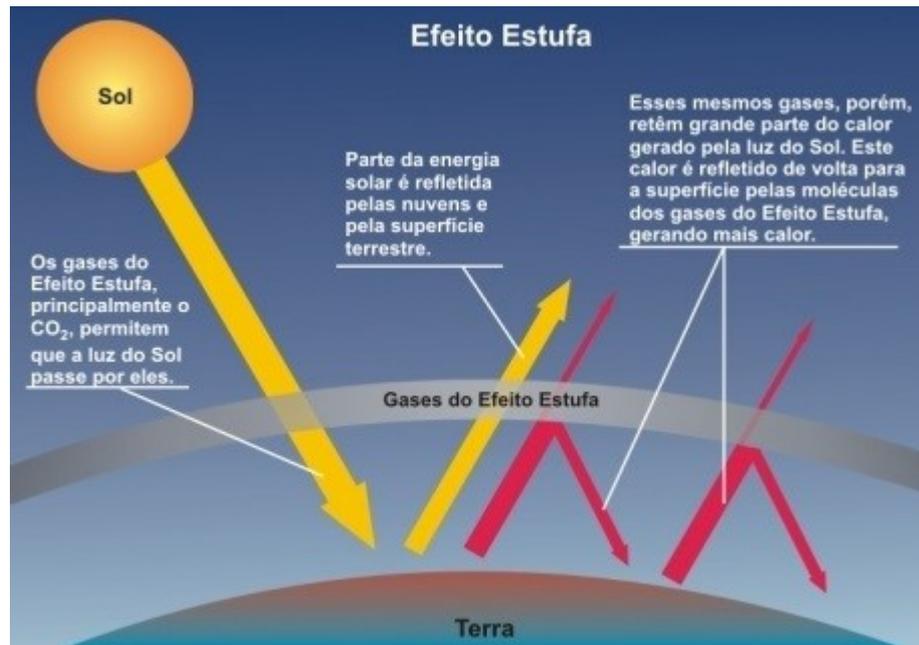
Qual processo de transferência de calor está envolvido nesse fenômeno? Explique as trocas de calor envolvidas.

Condução, o asfalto é um bom absorvedor de radiação (corpo negro), assim o asfalto estando com maior temperatura transfere calor por condução para a camada de ar acima dele, criando um gradiente de temperaturas onde quanto mais perto do asfalto maior é a temperatura do ar, gerando a miragem.

3) O efeito estufa é um fenômeno natural ocasionado pela concentração de gases na atmosfera, os quais formam uma camada que permite a passagem dos raios solares e a absorção de calor. Esse processo é responsável por manter a Terra em uma temperatura adequada, garantido o calor necessário. Sem ele, certamente nosso planeta seria muito frio e a sobrevivência dos seres vivos seria afetada.

⁴ Disponívem em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Miragem>> Acesso em Out. 2018.

Figura 34 - Efeito Estufa



Fonte: Site Toda Matéria⁵

Qual processo de transferência de calor está envolvido nesse fenômeno? Explique as trocas de calor envolvidas.

Radiação, a camada de gases do efeito estufa é transparente para a maior parte da radiação solar, assim a radiação solar chega até o solo e é absorvida pela Terra que é emitida de volta para atmosfera na forma de infravermelho em que a camada de gases de efeito estufa é opaca, fazendo com que a radiação seja refletida de volta para a Terra causando sua elevação de temperatura.

Após será aberto um espaço para os estudantes discutam as suas respostas com a turma e com o professor.

Por fim, será feito um mapa conceitual individual sobre os processos de transferência de calor.

⁵ Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/efeito-estufa/>> Acesso em Ago. 2018.

Figura 35 – Mapa Conceitual sobre calor



Fonte: Elaborado pelo Autor

PLANO DE AULA 3 - PARTE II

PROCEDIMENTOS

No primeiro momento será um espaço aberto para os alunos discutirem a seguinte questão: “Do que as nuvens são formadas? E como são formadas?”

Depois da discussão, serão apresentados alguns conceitos importantes, através dos seguintes slides:

<https://docs.google.com/presentation/d/1Zhacn7htQmi4YIOGBpkIYmdTLVJGUaZ9xNjkUUljooM/edit?usp=sharing>

Após será feita uma atividade experimental sobre formação de nuvens. Em que os alunos devem realizá-la em grupos de, no máximo, 5 estudantes.

Experimento Nuvem na Garrafa

OBJETIVO:

Demonstrar o processo de formação de nuvens através da primeira lei da termodinâmica e transformação adiabática.

MATERIAL:

- Rolha
- Inflador com agulha
- Garrafa pet
- Álcool

PROCEDIMENTO:

- 1º. Atravesse a agulha do inflador na rolha
- 2º. Colocar a medida de álcool equivalente a uma tampa de garrafa dentro da garrafa pet,
- 3º. Sacuda a garrafa para que o álcool evapore.
- 4º. Tampe a garrafa utilizando a rolha com a agulha do inflador anexada
- 5º. Utilizando o inflador bombeie ar para dentro da garrafa até ela ficar bem rígida.
- 6º. Por fim destampe a garrafa e observe o fenômeno ocorrido.

Figura 36 - Experimento Nuvem na Garrafa



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 37 - Nuvem na Garrafa



Fonte: Elaborado pelo Autor

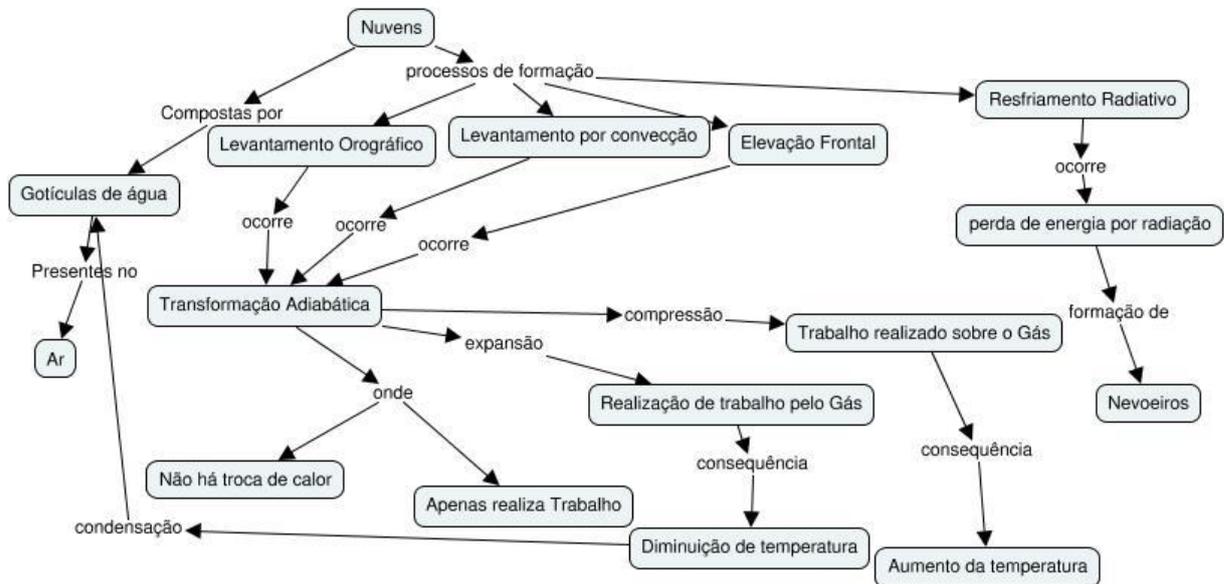
PROBLEMATIZAÇÃO:

Qual tipo de transformação termodinâmica ocorreu com o álcool evaporado dentro da garrafa? Explique usando as variáveis de estado.

Ocorreu uma transformação adiabática. Ao colocar ar dentro da garrafa utilizando o inflador, ocorre um aumento na pressão do ar no interior da garrafa e consequentemente ocasiona um aumento de temperatura no álcool fazendo-o evaporar. Quando é retirada a rolha da garrafa o ar e o vapor do álcool acabam se expandindo adiabaticamente, em que o trabalho realizado na expansão faz com que a energia interna do vapor de álcool diminua e consequentemente sua temperatura, fazendo com que o álcool se condense formando a névoa dentro da garrafa.

Por fim, será pedido para os alunos fazerem, de forma individual, um mapa conceitual sobre os conceitos aprendidos em termodinâmica da atmosfera. Na figura 38 é mostrado um exemplo desse mapa.

Figura 38 – Mapa Conceitual Sobre Nuvens



Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a realização e entrega da tarefa o professor passará para os alunos a seguinte problematização para a próxima aula: “Porque o céu fica vermelho no pôr do sol?”

Figura 39 - Pôr do Sol

Fonte: Site só Física⁶

PLANO DE AULA 4

FENÔMENOS ÓPTICOS DA ATMOSFERA

OBJETIVO

Saber descrever os fenômenos ópticos observáveis na atmosfera

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Espalhamento, reflexão, refração e dispersão.

ATIVIDADE 1

A aula começa com a entrega do seguinte texto base, para que cada aluno leia:

TEXTO BASE

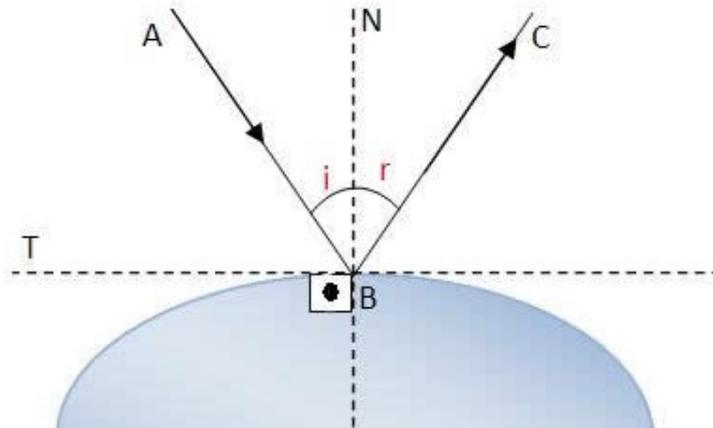
REFLEXÃO

É o fenômeno que consiste no fato de a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir sobre um objeto ou superfície.

É possível esquematizar a reflexão de um raio de luz, ao atingir uma superfície polida, da seguinte forma:

⁶ Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/imagens/por_do_sol.jpg> Acesso em Out. 2018

Figura 40 - Reflexão da luz

Fonte: Site só Física⁷**AB** = raio de luz incidente**BC** = raio de luz refletido**N** = reta normal à superfície no ponto B**T** = reta tangente à superfície no ponto B**i** = ângulo de incidência, formado entre o raio incidente e a reta normal.**r** = ângulo refletido, formado entre o raio refletido e a reta normal.

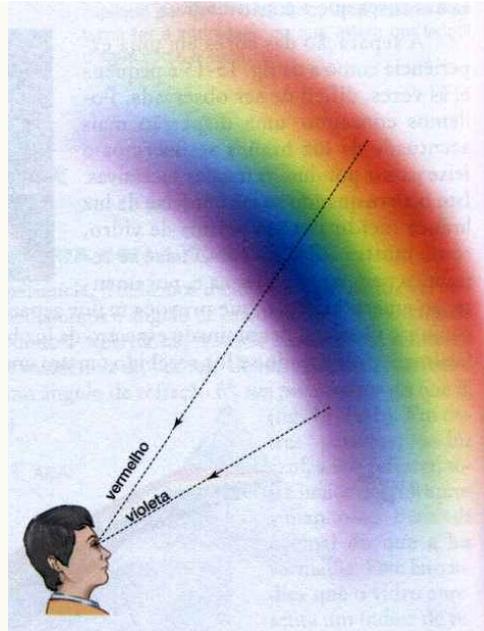
A LEI DE SNELL E O ARCO-ÍRIS

Para que ocorra um arco-íris é necessário que a luz do Sol incida em gotículas de água em suspensão na atmosfera, durante ou após a chuva.

Quando a luz branca do Sol penetra em uma gota de água, ela se refrata sofrendo dispersão. O feixe colorido que sofreu a dispersão será refletido na superfície interna da gota e, ao emergir, refrata-se novamente, o que causa uma dispersão ainda maior nas cores que compõem a luz branca.

⁷ Disponível em: < <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/reflexao.php> > Acesso em out. 2018.

Figura 41 - Arco-íris



Fonte: Alvarenga (2006)

REFRAÇÃO

Figura 42 - Refração

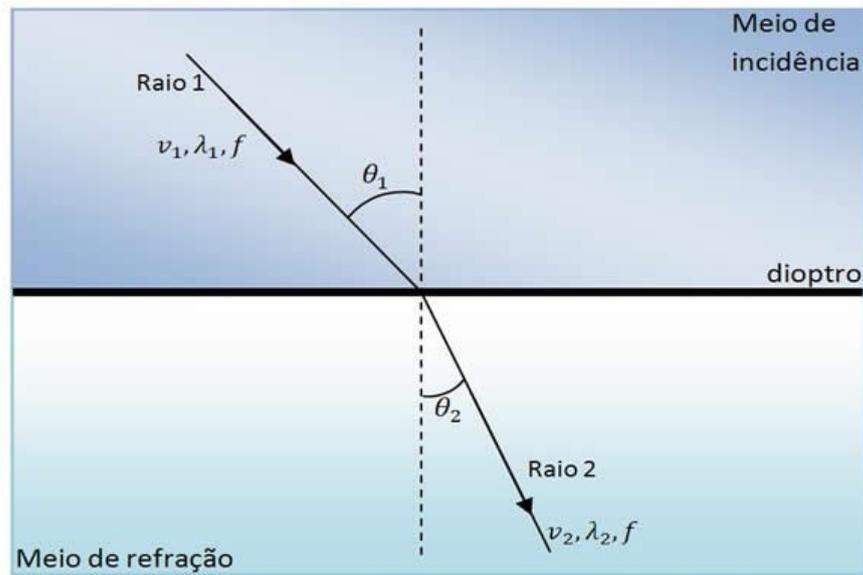
Fonte: Site Mundo Educação⁸

A refração é o fenômeno que acontece quando a luz tem uma variação em sua velocidade de propagação ao ser transmitida de um meio para outro diferente. Um feixe de

⁸ Disponível em: < <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/lei-snellDescartes.htm> > Acesso em out. de 2018.

luz, quando incide na superfície de separação de dois meios, tem uma fração refletida e outra parte é refratada, ou seja, sofre uma mudança de direção.

Figura 43- Lei de Snell



Fonte: Site Só Física⁹

Onde:

- Raio 1 é o raio incidente, com velocidade e comprimento de onda característico;
- Raio 2 é o raio refratado, com velocidade e comprimento de onda característico;
- A reta tracejada é a linha normal à superfície;
- O ângulo formado entre o raio 1 e a reta normal é o ângulo de incidência;
- O ângulo formado entre o raio 2 e a reta normal é o ângulo de refração;
- A fronteira entre os dois meios é um diopetro plano.

1ª Lei da Refração

A 1ª lei da refração diz que o raio incidente (raio 1), o raio refratado (raio 2) e a reta normal ao ponto de incidência (reta tracejada) estão contidos no mesmo plano, que no caso do desenho acima é o plano da tela.

2ª Lei da Refração - Lei de Snell

A 2ª lei da refração é utilizada para calcular o desvio dos raios de luz ao mudarem de meio, e é expressa por:

⁹ Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis_de_refracao.php> Acesso em out. 2018.

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$$

Onde:

n_1 - é o índice de refração do meio de incidência

n_2 - é o índice de refração do meio de refração

θ_1 - é o ângulo de incidência do feixe de luz

θ_2 - é o ângulo de refração do feixe de luz

ESPALHAMENTO

É um processo rápido onde a luz é absorvida pela partícula e então rapidamente emitida em outra direção. As partículas de espalhamento podem ser moléculas do ar, poeira, gotículas de água ou poluentes, que espalham a luz do Sol (ou da Lua) em todas as direções. O espalhamento pode também ser visto como um "tipo de refração".

Espalhamento seletivo (figura 44) ocorre quando certas partículas são mais eficientes em espalhar um comprimento de onda particular. Moléculas do ar, como o oxigênio e o nitrogênio, por exemplo, são menores em tamanho e são mais eficientes em espalhar comprimentos de onda curta da luz (azul e violeta). O espalhamento seletivo das moléculas do ar é responsável pela cor azul do céu.

Figura 44 - Esquema de espalhamento seletivo



Fonte: Site da USP¹⁰

REFERÊNCIAS

A Meteorologia. Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/siae98/opticos/opticos.htm>>.

ALVARES, Beatriz Alvarenga. and LUZ, Antonio Maximo Ribeiro da. **Curso de física: manual do professor**. [s.l.]: Scipione, 2000.

Lei de Snell-Descartes. Mundo Educação. Disponível em:

¹⁰ Disponível em < <http://www.iag.usp.br/siae98/opticos/opticos.htm> > Acesso em Out. 2018.

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/lei-snellDescartes.htm>>.

Reflexão da Luz. Só Física. Disponível em:

<<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/reflexao.php>>.

Refração Atmosférica. Alunos Online. Disponível em:

<<https://alunosonline.uol.com.br/fisica/refracao-atmosferica.html>>.

WALKER, Jearl; HALLIDAY, David and RESNICK, Robert. **Fundamentals of physics: Jearl Walker.** [s.l.]: Wiley, 2008.

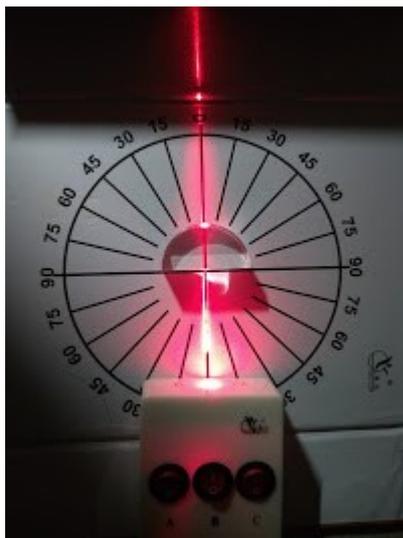
Após a entrega do texto base a aula começa com apresentação do seguinte vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=bTJBpSWNiiM&feature=youtu.be>

ATIVIDADE EXPERIMENTAL:

Para demonstrar a refração da luz, vamos utilizar um laser, uma meia lua de acrílico e um transferidor. O professor deve orientar os alunos a observarem o ângulo do feixe de luz incidente sobre o acrílico e o ângulo do feixe refratado, além de tomar **cuidado** para não incidir o feixe de laser diretamente nos olhos dos alunos e/ou colegas.

Figura 45 - Experimento Refração



Fonte - Elaborada pelo Autor

Os alunos devem manusear o laser e retirar os dados que pede na seguinte tabela:

A atividade de completar a tabela pode ser realizada em trios.

Tabela 4 - Dados Experimento de Refração

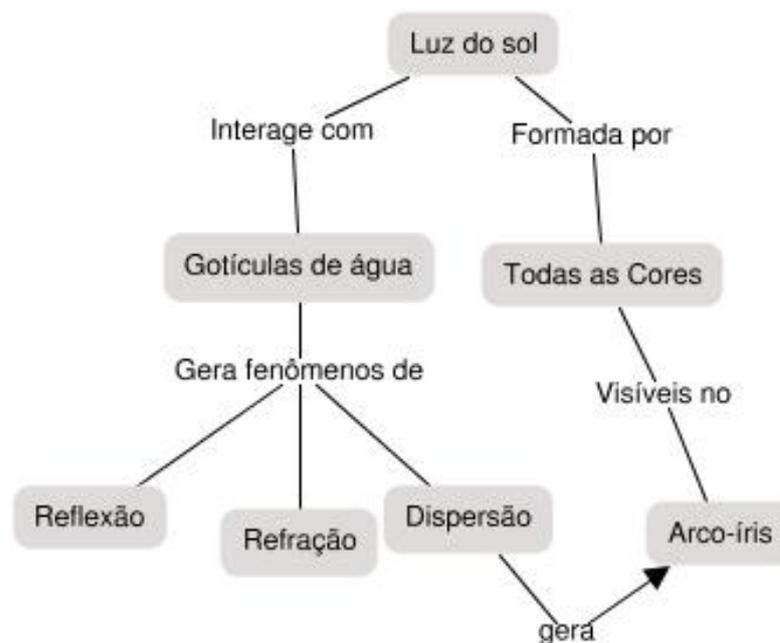
Ângulo de incidência θ_1	Ângulo de refração θ_2
0°	
15°	
30°	
45°	

Fonte - Elaborada pelo Autor

Após os trios completarem a tabela os alunos devem calcular o índice de refração do acrílico sabendo que o índice de refração do ar vale 1,00.

Ao final da aula, os alunos devem construir um mapa conceitual relacionando os conceitos aprendidos usando como tema o arco-íris. A figura 46 mostra um exemplo desse mapa.

Figura 46 - Mapa Conceitual sobre Fenômenos Ópticos



Fonte - Elaborada pelo Autor

PLANO DE AULA 5

MAPA CONCEITUAL GERAL

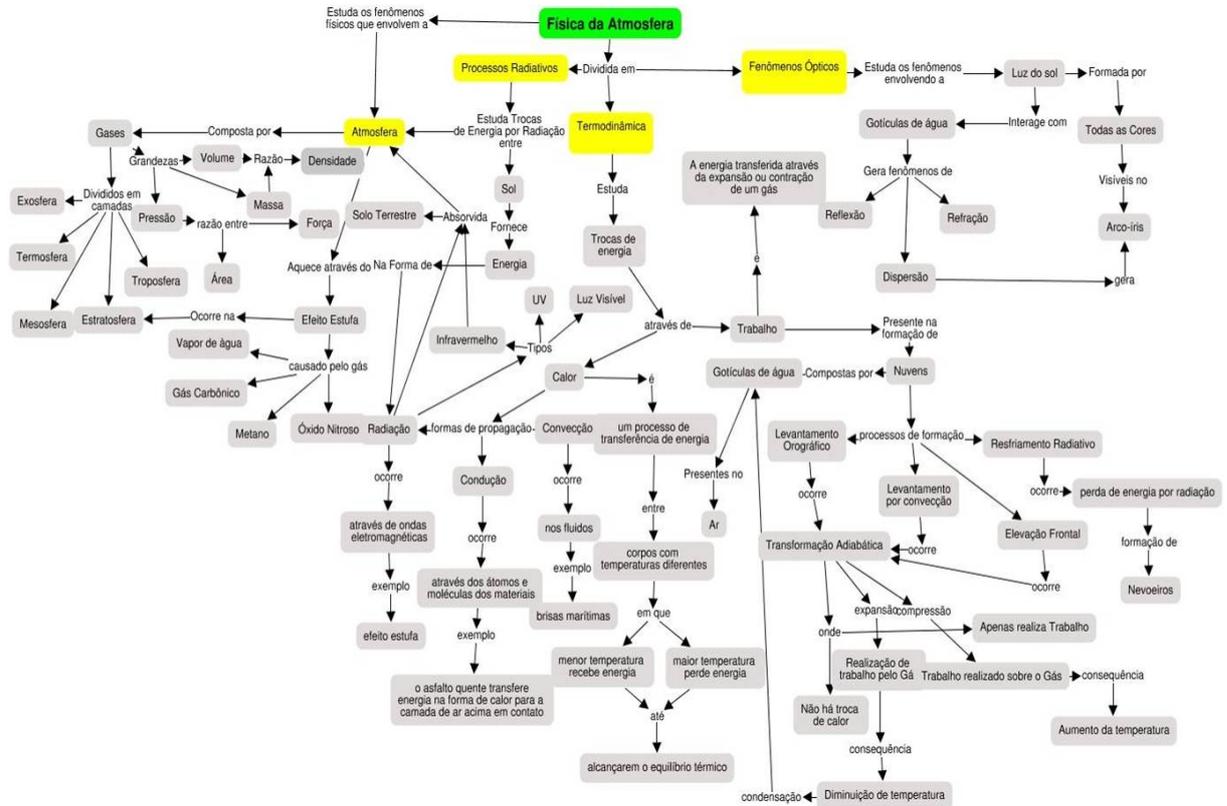
OBJETIVO

Relacionar os assuntos trabalhados nas aulas de física da atmosfera de forma a estabelecer correlação entre eles.

ATIVIDADE

Esta aula é uma proposta para os alunos elaborem um mapa conceitual geral de todos os assuntos trabalhados na Física da atmosfera e estabeleçam correlação entre os conteúdos. A figura 47 mostra um exemplo de mapa conceitual geral sobre esses conteúdos.

Figura 47 – Mapa Conceitual Geral de Física da Atmosfera



Fonte - Elaborada pelo Autor

APÊNDICE B - SLIDES AULA 1



FÍSICA DA ATMOSFERA

CONCEITOS BÁSICOS
Prof. Fábio Machado de Menezes

O que estuda a Física da atmosfera:

Estuda os fenômenos físicos que envolvem a atmosfera terrestre e suas influências no planeta.

FUNÇÕES DA ATMOSFERA:

A atmosfera terrestre desempenha um papel fundamental para a vida na Terra.

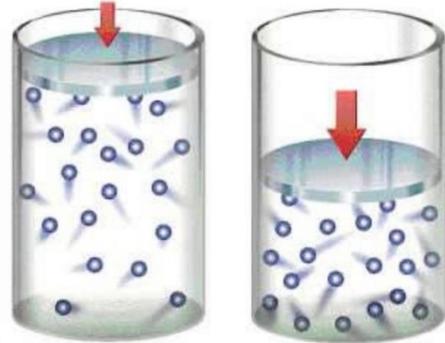
- Filtra e absorve os raios solares nocivos para os seres vivos.
- Protege a superfície terrestre da queda de meteoritos.
- Regulariza temperaturas através do efeito estufa.
- Contém oxigênio elemento essencial para a respiração de muitos seres vivos.

Problemas ambientais relacionados a atmosfera:

- Poluição Atmosférica
- Camada de ozônio
- Efeito Estufa
- Chuva Ácida
- Fenômenos Atmosféricos-Oceânicos

O que são gases?

Os gases são fluidos que apresentam deslocamento livre das partículas que os constituem.



FONTE:
<https://pessoal.ect.ufrn.br/~ronai/IFC2-2016-1/A22/M1.html>

Características de um gás

- Os gases são altamente compressíveis e ocupam o volume total de seus recipientes. Unidades: m^3 , litros, etc...
- Quando um gás é submetido à pressão, seu volume diminui.
- Os gases sempre formam misturas homogêneas com outros gases.
- Apresentam baixas densidades.

O que é atmosfera terrestre:

- A **atmosfera** é a camada de gases que contorna o planeta Terra formada especialmente por nitrogênio, argônio, gás carbônico, oxigênio, dentre outros gases em menor quantidade e vapor de água. Esses gases não se espalham por causa da ação da gravidade. Do espaço, é possível vê-la contornando a Terra na cor azul.

Diferença entre massa e peso

Massa - é definida como a quantidade de matéria que constitui um corpo.

Peso - Peso é uma força que depende da massa e da aceleração da gravidade. $P=m.g$

Exemplo: Atração da gravidade da Terra sobre nós.



FONTE:
<http://clubes.obmep.org.br/blog/probleminha-pes-o-x-massa/>

Densidade

É a razão entre a massa e o volume de um corpo.

$$d = \frac{m}{V}$$

Os gases possuem densidade variável de acordo com sua pressão, temperatura e volume. Assim formam camadas na atmosfera. O menos denso fica acima do mais denso.

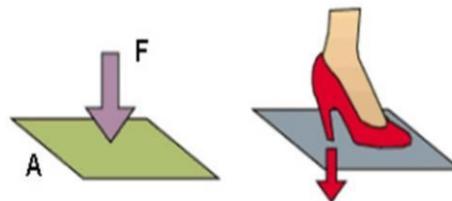


Pressão

É razão entre a força aplicada e a área de aplicação. A unidade de pressão no sistema internacional de unidades (SI) é o Pa (pascal), que equivale à aplicação de uma força de 1 N sobre uma área de 1 m².

$$p = \frac{F}{A}$$

p - pressão
F - força
A - área



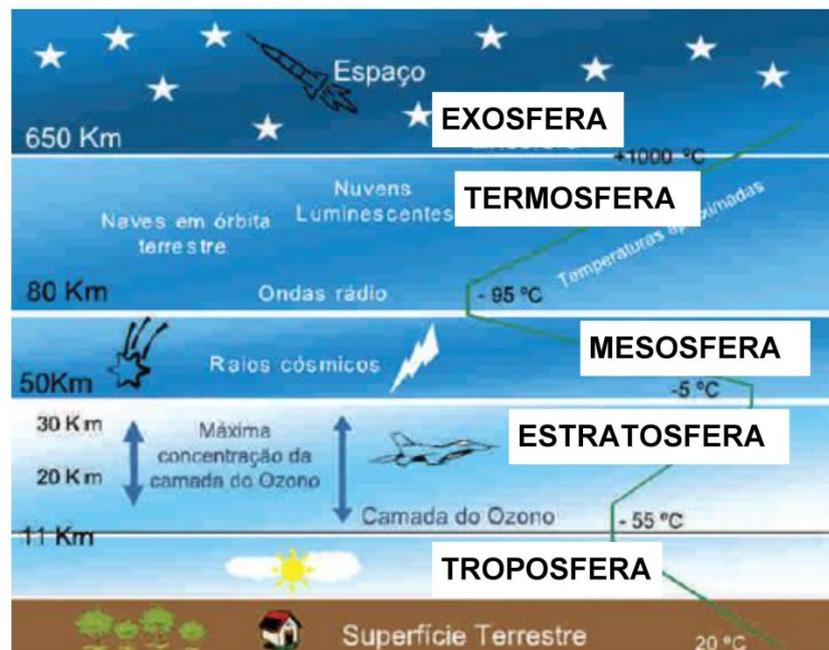
Fonte:

[https://brasilecola.uol.com.br/upload/e/pressao%20exercida%20pelo%20sapato%20tex%20-%20C.E\(1\).jpg](https://brasilecola.uol.com.br/upload/e/pressao%20exercida%20pelo%20sapato%20tex%20-%20C.E(1).jpg)

Camadas da atmosfera:

FONTE:

<https://www.estudofacil.com.br/camadas-da-atmosfera-troposfera-termosfera-exosfera-mesosfera-e-estratosfera/>



Características das Camadas da Atmosfera

Troposfera: é a camada mais próxima da crosta terrestre. Nela, encontra-se o ar usado na respiração de plantas e animais. Ela é composta, basicamente, pelos mesmos elementos encontrados em toda a atmosfera, Nitrogênio, Oxigênio e Gás Carbônico. Quase todo o vapor encontrado na atmosfera situa-se na troposfera, que ocupa 75% da massa atmosférica. Chega a atingir cerca de 17 km nas regiões tropicais e pouco mais que 7 km nas regiões polares.

Estratosfera: é a segunda camada mais próxima da Terra. Nela, encontra-se o gás ozônio, responsável pela barreira de proteção dos raios ultravioleta, mais conhecida como Camada de Ozônio. Podendo chegar a até 50 km de altura, a estratosfera é caracterizada por apresentar pouco fluxo de ar e por ser muito estável. Como possui uma pequena quantidade de oxigênio, a estratosfera não é propícia para a presença do homem. Contudo, no dia 14 de Outubro de 2012, o austríaco Felix Baumgartner saltou de uma altura de 39 km, impressionando o mundo todo (porém, para isso, ele precisou de uma roupa especial que garantisse a sua respiração).

Mesosfera: com alturas de até 80km, a mesosfera é caracterizada por ser muito fria, com temperaturas que oscilam em torno dos -100°C . Sua temperatura, no entanto, não é uniforme em toda sua extensão, uma vez que a parte de contato com a estratosfera é um pouco mais quente, ponto da troca de calor entre as duas.

Termosfera: é a camada atmosférica mais extensa, podendo alcançar os 500 km de altura. O ar é escasso e, por isso, absorve facilmente a radiação solar, atingindo temperaturas próximas a 1000°C e se tornando, assim, a camada mais quente da atmosfera.

Exosfera: é a camada mais longe da Terra, alcançando os 800 km de altura. É composta basicamente por gás hélio e hidrogênio. Nessa camada não existe gravidade e as partículas se desprendem da terra com facilidade. Nela encontram-se os satélites de dados e os telescópios espaciais.

FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS OBSERVADOS QUE SE RELACIONAM COM FÍSICA



1 - AURORA BOREAL



2 - ARCO-ÍRIS



3 - DESCARGAS ELÉTRICAS



4 - GEADA



5 - ESPALHAMENTO LUZ VERMELHA

Fontes Imagens:

- 1 - <https://pixabay.com/pt/aurora-boreal-lapland-2947847/>
- 2 - <http://yousense.info/7261696e626f7773/rainbows-atmospheric-optics.html>
- 3 - <http://www.peakpx.com/89600/white-lightning>
- 4 - <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2018/03/serra-catarinens-e-amanhece-com-geada-e-temperatura-de-47oc-cjepq136601ap01p4dozzm0q4.html>
- 5 - <https://beautymission.pl/2018/09/12/jak-zabezpieczyc-dom-przed-smogiem/>

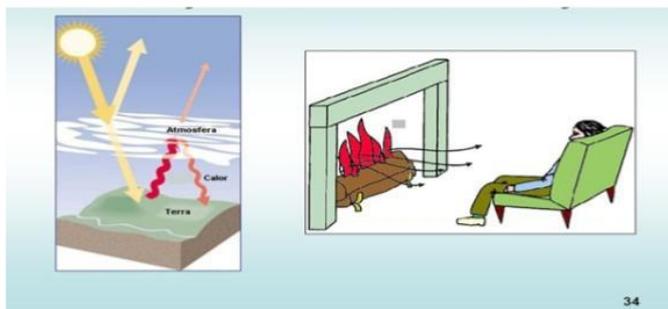
Referências:

- BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson. **Ciências: Física e Química**. 4. ed. São Paulo: Ática, 2010. 80 p.
- GREF. **Leituras de Física GREF**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 1998. 336 p.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;
- PENA, Rodolfo F. Alves. **Camadas da Atmosfera**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/camadas-atmosfera.htm>>. Acesso em: 5 out. 2018.

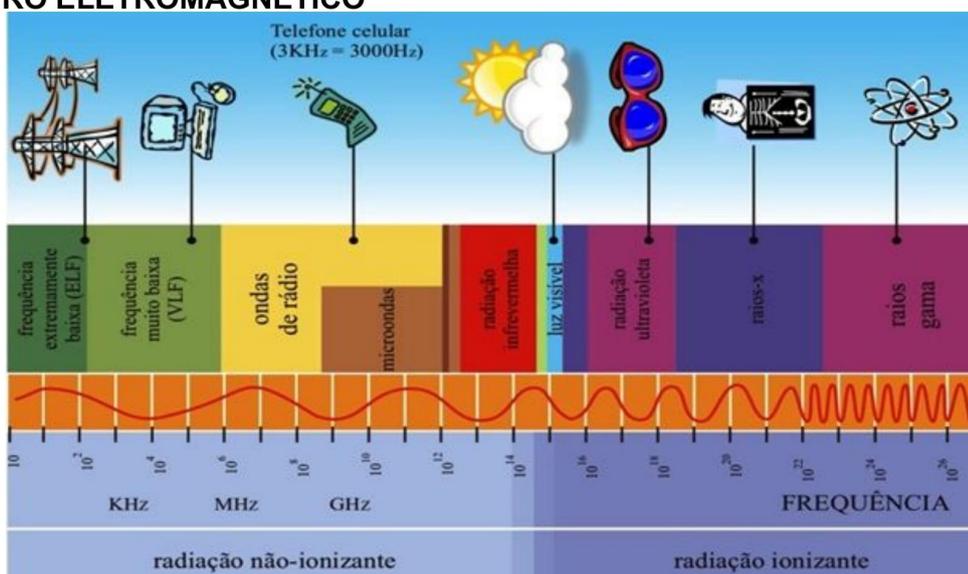
APÊNDICE C - SLIDES AULA 2

Radiação

É um processo de transferência de energia por ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo ou em meio material.



ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



Fonte: <https://www.resumoescolar.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico/>

Relação entre comprimento de onda e frequência

A **frequência (f)** é o número de oscilações da onda, por um certo período de tempo. Sua unidade no SI é o Hz (Hertz)

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

O **comprimento de onda (λ)** é o tamanho da onda. Sua unidade no SI é o m (metro)



f - frequência

c- velocidade da luz $3,0 \times 10^8$ m/s

λ - comprimento de onda

Fótons

Os fótons são as partículas que compõem a luz e podem ser definidos como pequenos “pacotes” que transportam a energia contida nas radiações eletromagnéticas. Segundo Einstein, um fóton deve possuir uma quantidade fixa de energia, definida pela seguinte equação:

$$E = h \cdot v$$

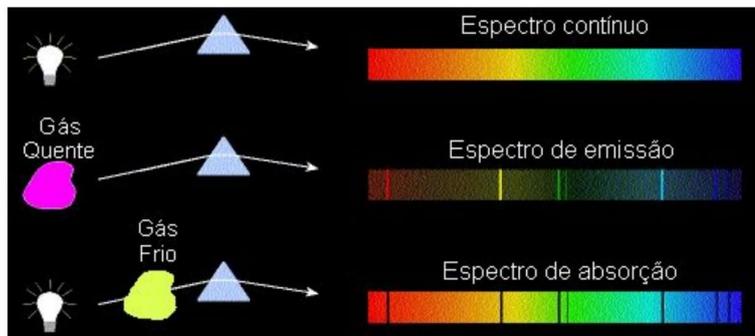
E - energia do fóton. Unidade T (Joule) ou eV (Elétron-volt)

h - constante de plank que possui valor de $6,63 \times 10^{-34}$ J.s ou $4,14 \times 10^{-15}$ eV.s.

v- frequência Hz (Hertz) ou s^{-1} (segundos).

Emissão e Absorção de Radiação

Não apenas o sol, mas qualquer corpo cuja a sua temperatura seja maior que 0 k (zero Kelvin), emite ondas eletromagnéticas.



Fonte: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_espec.htm

Referências

- BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson. **Ciências: Física e Química**. 4. ed. São Paulo: Ática, 2010. 80 p.
- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física**. São Paulo: Ática, 2011.
- GREF. **Leituras de Física GREF**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 1998. 336 p.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 2;

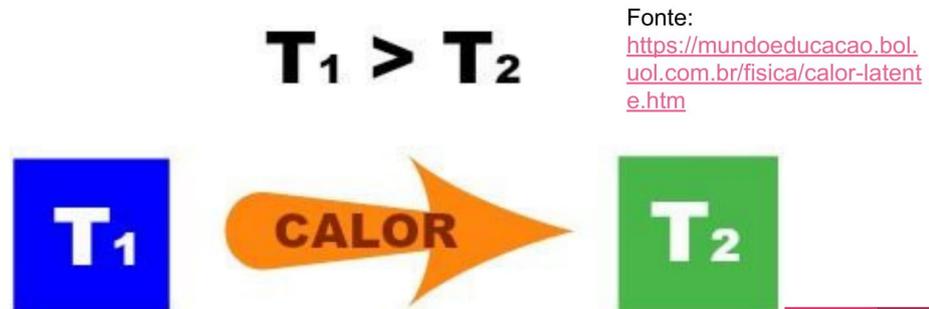
APÊNDICE D - SLIDES AULA 3 PARTE I

Termodinâmica

A termodinâmica é o ramo da física que estuda as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na transformação de um sistema físico, quando este interage com o meio externo. Ou seja, ela estuda como a variação da temperatura, da pressão e do volume interfere nos sistemas físicos.

Calor

É um processo de transferência de energia entre corpo com temperaturas diferentes.



A troca de energia por calor sempre se dá do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

Processos de transferência de calor

Condução:

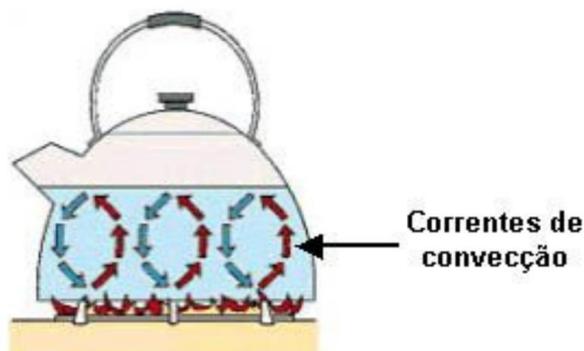
Quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato, as moléculas do corpo mais quente, colidindo com as moléculas do corpo mais frio, transferem energia para este. Esse processo de condução de calor é denominado condução.



Fonte:
<https://quimicamista.blogspot.com/2017/03/>

Convecção:

Os líquidos e os gases são bons condutores de calor. No entanto, eles transferem calor de uma forma diferente. Esta forma é denominada convecção. Esse é um processo que consiste na movimentação de partes do fluido dentro do próprio fluido.

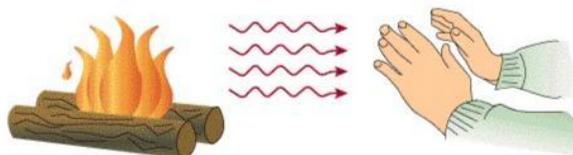


Fonte:

https://dadospdf.com/download/o-uso-da-tv-multimedia-na-educacao-de-jovens-e-adultos-5a4bcfac...cab67ef9195_pdf

Radiação:

É a propagação de energia através de ondas eletromagnéticas. Quando a energia dessas ondas é absorvida por um corpo, intensifica-se a agitação de suas moléculas, acarretando aumento de temperatura. Esse tipo de propagação energética pode ocorrer no vácuo.



Fonte: <http://www.cemtn.com.br/ciencianavida/?paged=6>

Capacidade Térmica

É a quantidade de calor que um corpo necessita receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade. Então, pode-se expressar esta relação por: Sua unidade usual é $\text{cal}/^{\circ}\text{C}$ (calorias por grau celsius). A capacidade térmica de 1g de água é de $1\text{cal}/^{\circ}\text{C}$ já que seu calor específico é 1cal/g .



Massas iguais de substâncias diferentes que recebem mesma quantidade de energia por calor não sofrem mesma variação de temperatura

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

Calor Específico

É a quantidade de calor necessária para que cada grama de uma substância sofra uma variação de temperatura correspondente a 1°C . Essa grandeza é uma característica de cada tipo de substância e indica o comportamento do material quando exposto a uma fonte de calor.

Substância (sólidos e líquidos)	Calor específico de algumas substâncias	
	Calor específico (a 25°C e pressão normal)	
	($\text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$)	($\text{cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$)
Água	4200	1,0
Álcool etílico	2400	0,58
Alumínio	900	0,22
Chumbo	130	0,031
Cobre	390	0,092
Concreto	840	0,20
Ferro	450	0,11
Gelo (a -5°C)	2100	0,50
Mercurio	140	0,033
Ouro	130	0,031
Prata	230	0,056

Fonte: <http://conectadosnaquimicaeimc11b.blogspot.com/2012/12/propriedades-aperiodicas.html>

Calor Latente

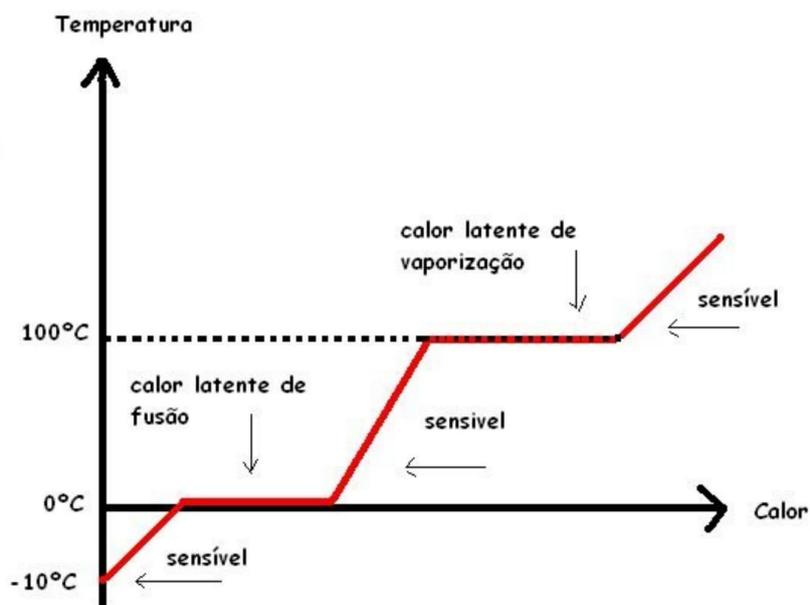
É a quantidade de calor que uma substância recebe ou cede para trocar de estado físico. Durante o processo de troca de estado não ocorre variação de temperatura.

Substância	calor latente $\left(\frac{\text{cal}}{\text{g}}\right)$ de fusão	Calor latente $\left(\frac{\text{cal}}{\text{g}}\right)$ de vaporização
Água	80	540
Alcool	25	204
Alumínio	95	2500
Mercúrio	2,7	70
Chumbo	6,8	200
Cobre	65	1600
Estanho	14	460

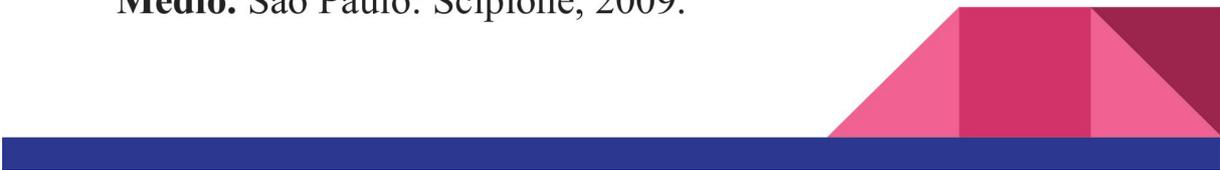
Calor Latente de Fusão e calor Latente de Vaporização de algumas substâncias. Fonte: Física, Vol. 2, Alberto Gaspar, ed. Ática, 2003.

Curva de Aquecimento da Água

Fonte:
<http://www.fisicareal.com/calorLat.html>



Referências

- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física**. São Paulo: Ática, 2011.
 - HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 2;
 - MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2009.
- 

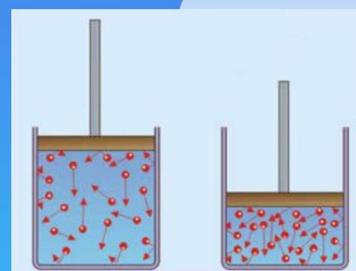
Formação de Nuvens

PROF.: FÁBIO MENEZES

VARIÁVEIS DE ESTADO DE UM GÁS

Quando estamos falando em gases o seu comportamento e suas propriedades são influenciadas, por seu volume, pressão e temperatura.

- Pressão é força exercida pelas moléculas do gás, sobre as paredes do recipiente.
- Volume é o espaço que o gás ocupa.
- Temperatura é dada como o grau de agitação das moléculas de um gás.



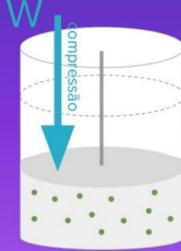
Fonte:

<https://brasilecola.uol.com.br/upl/oad/e/teoria%20cinetica%20dos%20gases.jpg>

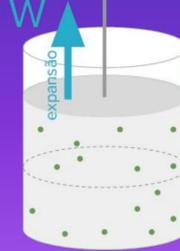
TRABALHO (W)

- Se o gás se expande, $\Delta V > 0$. Assim, teremos $W > 0$ e dizemos que o gás realiza trabalho;
- Se o gás se contrai, $\Delta V < 0$. Assim, teremos $W < 0$ e dizemos que o trabalho foi realizado sobre o gás;
- Se o volume do gás não varia (transformação isovolumétrica), $\Delta V = 0$. Assim, teremos $W = 0$.

Um trabalho positivo é realizado no gás



Um trabalho negativo é realizado no gás



Fonte:

<https://pt.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics/laws-of-thermodynamics/a/what-is-the-first-law-of-thermodynamics>

ENERGIA INTERNA DE UM GÁS

É a soma de todas as formas de energia contidas em um sistema como: a energia cinética de translação das partículas, a energia cinética de rotação das partículas e a energia potencial de ligação entre as partículas.

Quando o sistema recebe ou perde energia na forma de calor ou trabalho dizemos que o sistema teve uma variação de energia interna (ΔU)

1ª LEI DA TERMODINÂMICA

Durante uma transformação, o gás pode trocar energia com o meio ambiente sob duas formas: calor e trabalho. Como resultado destas trocas energéticas, a energia interna do gás pode aumentar, diminuir ou permanecer constante.

“A variação da Energia interna ΔU de um sistema é expressa por meio da diferença entre a quantidade de calor Q trocada com o meio ambiente e o trabalho W realizado durante a transformação.”

$$\Delta U = Q - W$$

TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

Chamamos de transformação adiabática a transformação gasosa na qual o gás não realiza troca de calor com o meio externo.

$$\Delta U = - W$$

- Uma expansão adiabática sempre vem acompanhada por uma diminuição da temperatura do gás, devido ao simples fato de que este necessita utilizar parte de sua energia interna para a realização deste trabalho.

- Quando o gás é comprimido adiabaticamente o trabalho é efetuado no gás por um agente externo. A energia do gás é aumentada numa quantidade igual à quantidade de trabalho efetuado



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/estudo-transformacao-adiabatica.htm>

NUVENS

A água existente na atmosfera, quando se condensa, torna-se visível, como nuvem, se estiver em algum nível superior, ou como nevoeiro, se estiver perto do solo.

As nuvens são constituídas por minúsculas gotas de água, tão pequenas que flutuam no ar e são transportadas nas correntes de ar.



Fonte: <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2008/04/cumulus.jpg>

Processos de Formação de Nuvens

- 1. Levantamento Orográfico:** ocorre quando o ar é forçado a subir por causa da presença física de elevação no terreno. Com a parcela de ar sobe, esfria-se como resultado da expansão adiabática, a uma taxa de aproximadamente 10°C por 1000m até a saturação.
- 2. Levantamento por convecção:** está associado com o aquecimento do ar na superfície do solo. Se o aquecimento ocorre o suficiente, a parcela de ar se torna mais quente e mais leve que o ar no ambiente circundante, e, como um balão de ar quente começa a subir, expandindo-se e, conseqüentemente, resfriando-se. Quando o resfriamento é suficiente para a saturação ocorre a formação da nuvem.
- 3. Convergência ou de elevação frontal:** ocorre quando duas massas de ar se encontram. Na maioria dos casos, as duas massas de ar têm características diferentes de temperatura e umidade. Uma das massas de ar é normalmente quente e úmida, enquanto a outra é fria e seca. A região frontal da última massa de ar atua como uma parede inclinada, fazendo com que o ar quente e úmido seja levantado. A elevação faz com que a massa de ar quente e úmido se esfrie devido à expansão, resultando em saturação.
- 4. Resfriamento radiativo:** ocorre quando a radiação solar que chega a superfície é menor que a emissão da Terra. Dessa forma, a superfície da Terra, começa a perder energia na forma de radiação na faixa do infravermelho, que faz com que o solo e ar acima dele se resfriem. As nuvens que resultam desse tipo de resfriamento assumem a forma de nevoeiro de superfície.

Referências:

- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física**. São Paulo: Ática, 2011.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 2;
- MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2009.