



**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**

**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 [Recurso Eletrônico] / Fábio Machado de Menezes. – Rio Grande, RS: [FURG], 2019.  
57 f.

Produto Educacional da Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Física – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, para obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Física (Polo 21), sob a orientação da Dra. Agueda Maria Turatti.

Disponível em:

<https://mnpefprg.furg.br/disserta%C3%A7%C3%B5es.htm>

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 37:53

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. PRODUTO EDUCACIONAL .....	7
2.1 PLANO DE AULA 1.....	7
2.2 PLANO DE AULA 2.....	20
2.3 PLANO DE AULA 3.....	29
2.3.1 PLANO DE AULA 3 - PARTE I.....	29
2.3.2 PLANO DE AULA 3 - PARTE II.....	39
2.4 PLANO DE AULA 4.....	48
2.5 PLANO DE AULA 5.....	55
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

O produto educacional apresentado a seguir 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. Esse produto foi aplicado a uma turma, com 14 alunos, de segundo ano de ensino médio do Instituto Estadual Dr. Luiz Pacheco Prates na cidade de Quaraí, Rio Grande do Sul.

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 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 chamada de aprendizagem mecânica (AUSUBEL 1973, p. 23)

Também observa-se 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 eles elaborarem hipóteses, percebe-se um maior interesse por parte do estudantes, transformando a aula em algo interessante e significativo. Pode ser até copiar um texto, mas que os alunos tenham espaço para uma discussão, isso já torna a aula de Física mais significativa.

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 construírem o conhecimento de forma ativa.

Com essa perspectiva, Bulgraen (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 e coletivos (NOVAK, 1998).

O planejamento das aulas pode ser visto na tabela 1, a seguir. Foram planejadas 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. Esses temas são abordados visando participação ativa dos alunos e levando em consideração os conhecimentos prévios que eles possuem sobre o conteúdo, a fim de avaliar se a aprendizagem foi significativa.

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 pede-se um mapa conceitual para cada aluno, em que eles devem fazer a interligação dos conceitos aprendidos.

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

Tabela 1 - Objetivos das aulas

<b>Aula</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Conteúdos Trabalhados</b>	<b>Recursos</b>
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 Geada - Questionário - Mapa Conceitual

			- Experimento Nuvem na Garrafa
Aula 4 – Fenômenos Ópticos na Atmosfera	Saber descrever os fenômenos óticos 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

## **2. PRODUTO EDUCACIONAL**

### **SITUAÇÃO DE ESTUDO “FÍSICA DA ATMOSFERA”**

#### **PLANOS DE AULA**

##### **2.1 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. A seguir são mostrados os slides utilizados.





# 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.

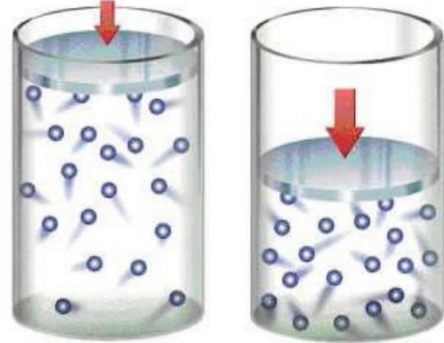
- Filtra e absorve os raios solares nocivos para os seres vivos.
- Protege a superfície terrestre da queda de meteoritos.
- Regulariza temperaturas através do efeito estufa.
- Contém oxigênio elemento essencial para a respiração de muitos seres vivos.

## **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.

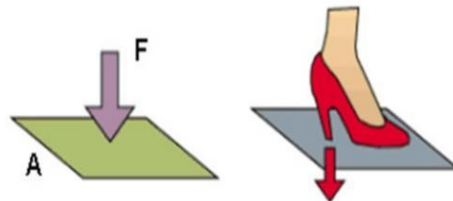


## Pressão

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 m<sup>2</sup>.

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

p - pressão  
F - força  
A - área



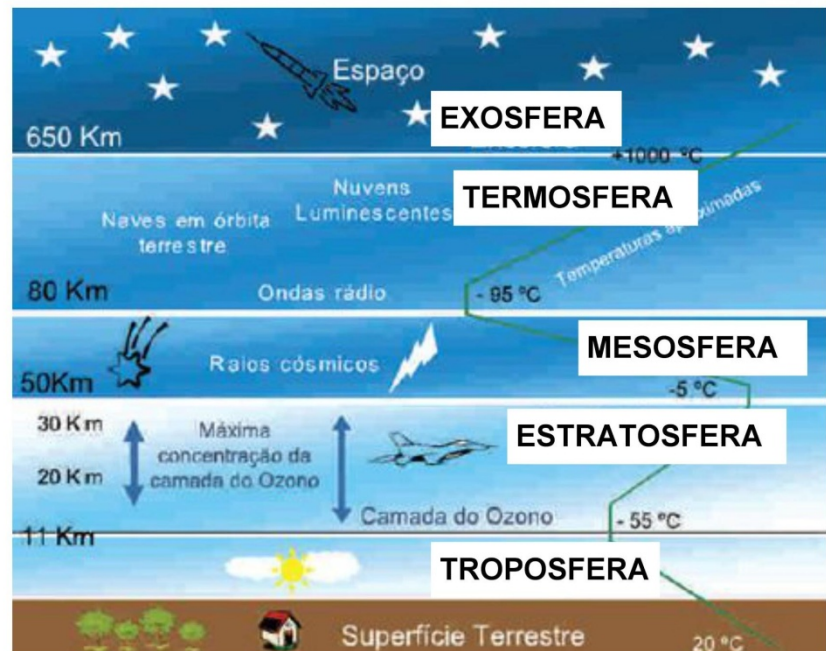
Fonte:

[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  $-100^{\circ}\text{C}$ . 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  $1000^{\circ}\text{C}$  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-cjepq136601ap01p4dozzmq4.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.

O arquivo desses slides está disponível em:

[https://docs.google.com/presentation/d/100w2Q0LB0jT32hG6jT\\_QZMCZi0mmT-XZ7gFIw48P1Ag/edit?usp=sharing](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 1 - 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 2- Experimento Densidade



Fonte - Elaborada pelo Autor

### **PROBLEMATIZAÇÃO:**

Por que a água entra para dentro do 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.**

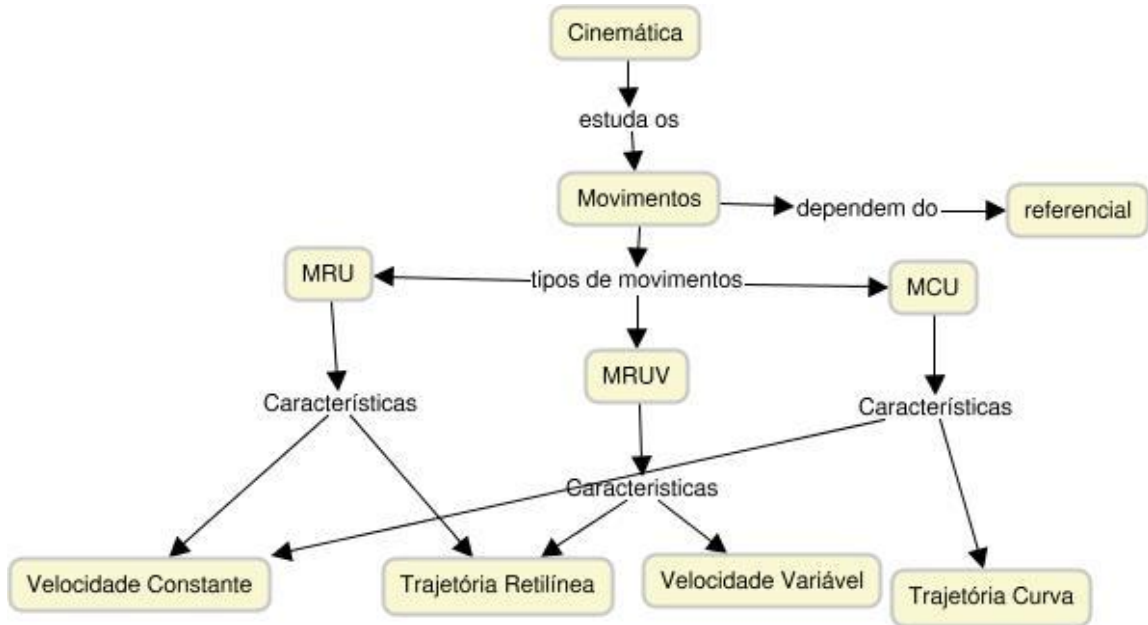
---

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 3– Mapa Conceitual de Cinemática

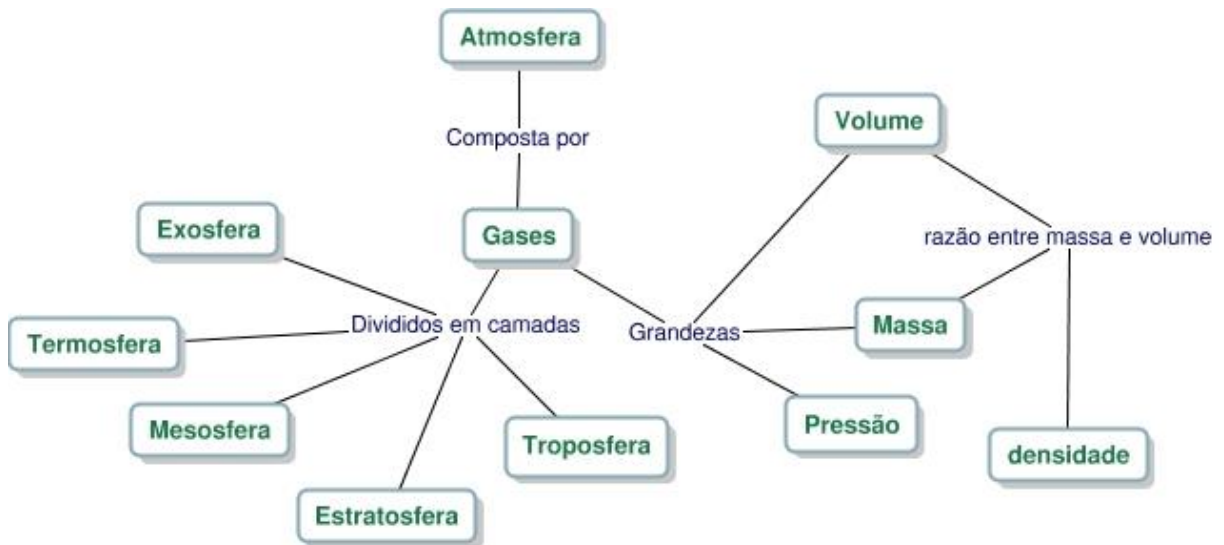


Fonte - Elaborado pelo Autor

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 4 – Mapa Conceitual de Atmosfera



Fonte - Elaborado pelo Autor

## **2.2 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:**

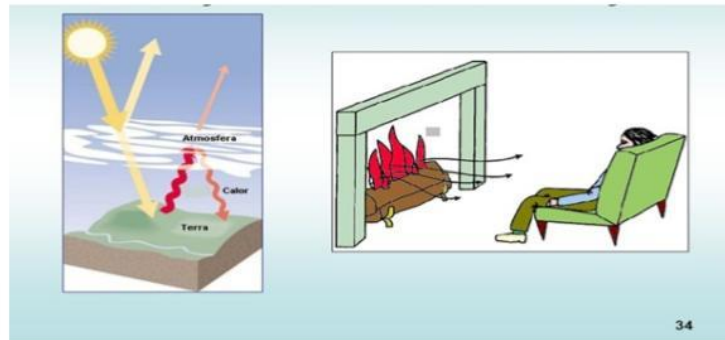
Radiação, ondas eletromagnéticas, fótons, comprimento de onda, frequência, absorção e emissão.

#### **PROCEDIMENTOS**

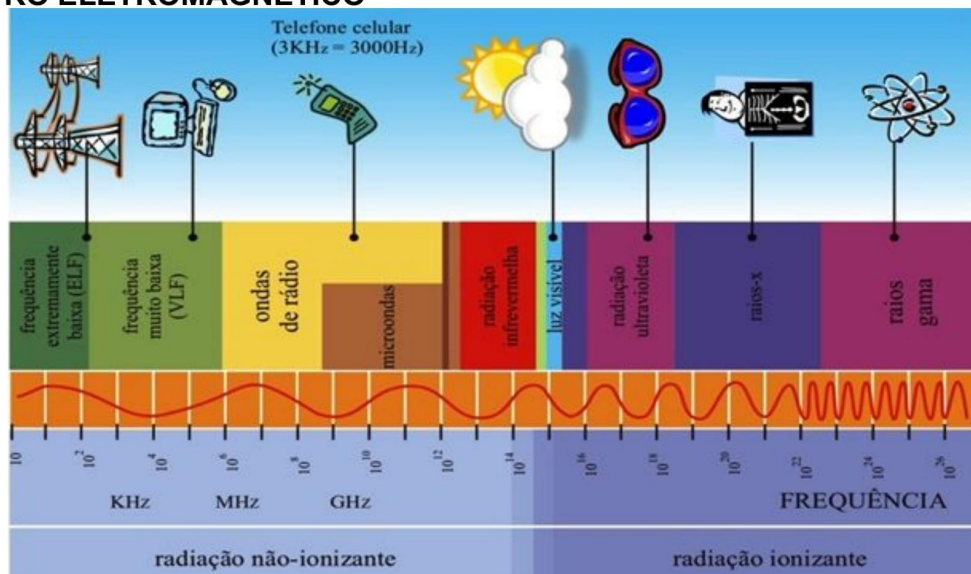
No primeiro momento o professor apresentará alguns conceitos básicos para aula:  
Apresentação slides a seguir:

## 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 ( $\lambda$ )** é o tamanho da onda. Sua unidade no SI é o m (metro)

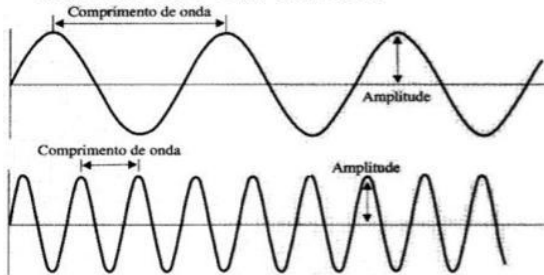


Imagem obtida no site: [http://civ.educacao.mg.gov.br/sistema\\_civ/imagens/ind\\_of\\_c/2009-03-10\\_22/image016.jpg](http://civ.educacao.mg.gov.br/sistema_civ/imagens/ind_of_c/2009-03-10_22/image016.jpg)

f - frequência

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

$\lambda$  - 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:

$$E = h.v$$

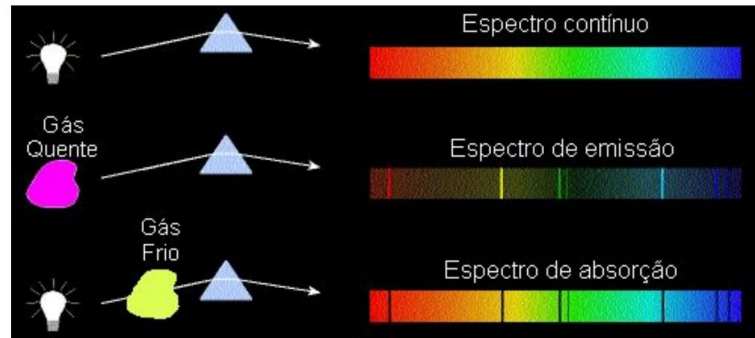
E - energia do fóton. Unidade T (Joule) ou eV (Elétron-volt)

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](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;

O arquivo desses slides está disponível em:

<https://docs.google.com/presentation/d/17DPwJilFYTrXt12Y0LWLMLLeK-y-WtEBuZDftdF3qwc/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](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. 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 entregará 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 ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).**

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 infravermelho 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 ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ )

---

Após a entrega do questionário, devidamente identificado pelo aluno, o professor proporá 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, será escurecida a sala e ligada a luz negra para os alunos visualizarem seus desenhos sob a iluminação da luz negra.

Figura 5 - 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 6 - Caneta marca texto com protetor solar sob luz branca



Fonte - Elaborado pelo Autor

Figura 7 - 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 seja 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.**

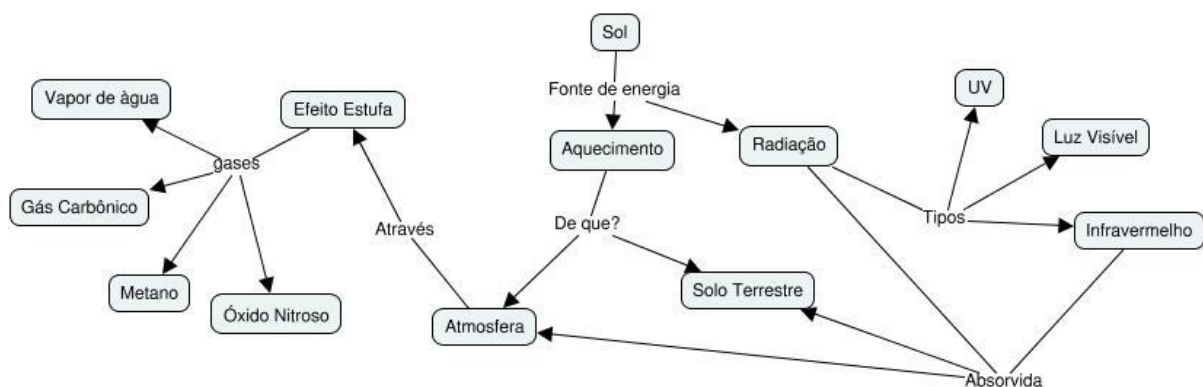
Qual a diferença de sair ao sol com uma camiseta branca e uma sair ao sol com uma camiseta preta?

**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 8 - 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 9 - Geada



Fonte: Site Gauchazh<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> 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.

## 2.3 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.

#### 2.3.1 PLANO DE AULA 3 - PARTE I

#### PROCEDIMENTOS

No primeiro momento o professor apresentará alguns conceitos básicos de calor e processos de transferência de calor com o auxílio de slides, que são apresentados a seguir.



# 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:

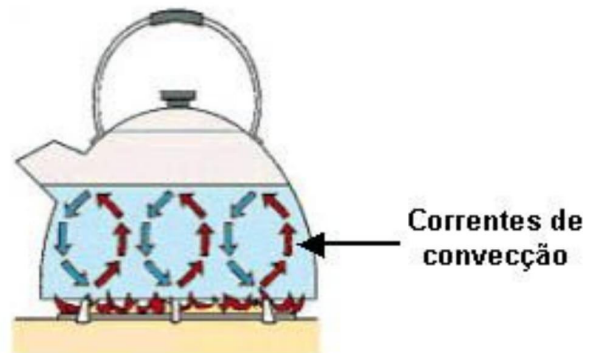
Quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato, as moléculas do corpo mais quente, colidindo com as moléculas do corpo mais frio, transferem energia para este. Esse processo de condução de calor é denominado condução.



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.



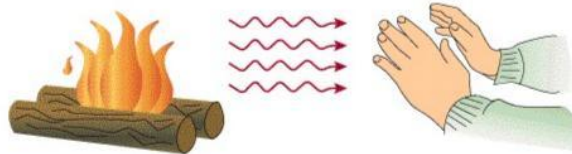
Fonte:

[https://dadospdf.com/download/o-uso-da-tv-multimidia-na-educacao-de-jovens-e-adultos-5a4bcfac...cab67ef9195\\_pdf](https://dadospdf.com/download/o-uso-da-tv-multimidia-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  $1\text{cal/g}$ .



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.

Calor específico de algumas substâncias		
Substância (sólidos e líquidos)	Calor específico (a 25°C e pressão normal)	
	(J/kg . °C)	(cal/g . °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

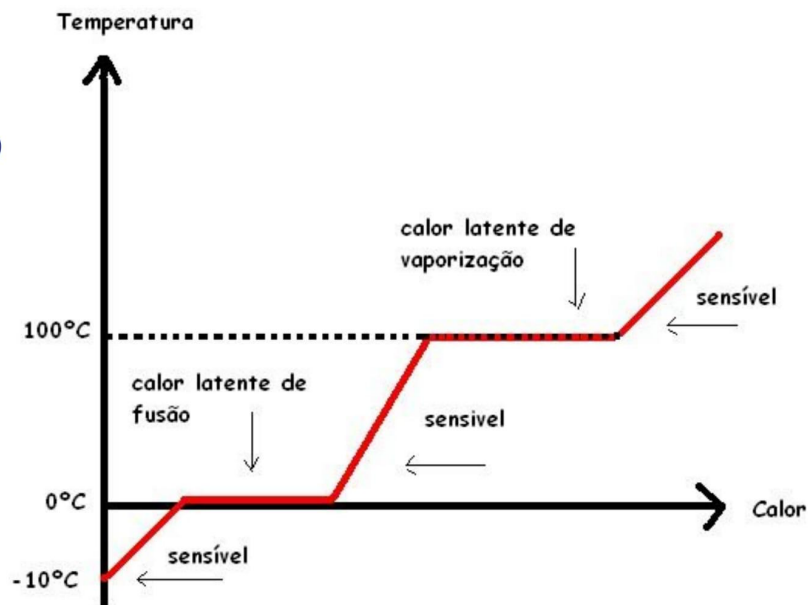
É a quantidade de calor que uma substância recebe ou cede para trocar de estado físico. Durante o processo de troca de estado não ocorre variação de temperatura.

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
Álcool	25	204
Alumínio	95	2500
Mercurio	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.

O arquivo desses slides está disponível em:

[https://docs.google.com/presentation/d/12xWIE3xuyTf0ZZnSCjwtlE45ItzVk2\\_9iQCpYwM5J2s/edit?usp=sharing](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> (2min e 13s)

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 e 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. Eles 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 esta 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 10 - Convecção



Fonte: Site Brasil Escola<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/conveccao-brisas-maritimas.htm> > Acesso em Ago. 2018.

**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.**

**A 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 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 11 - Miragem no Asfalto



Fonte: Site Wikipédia<sup>3</sup>

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**

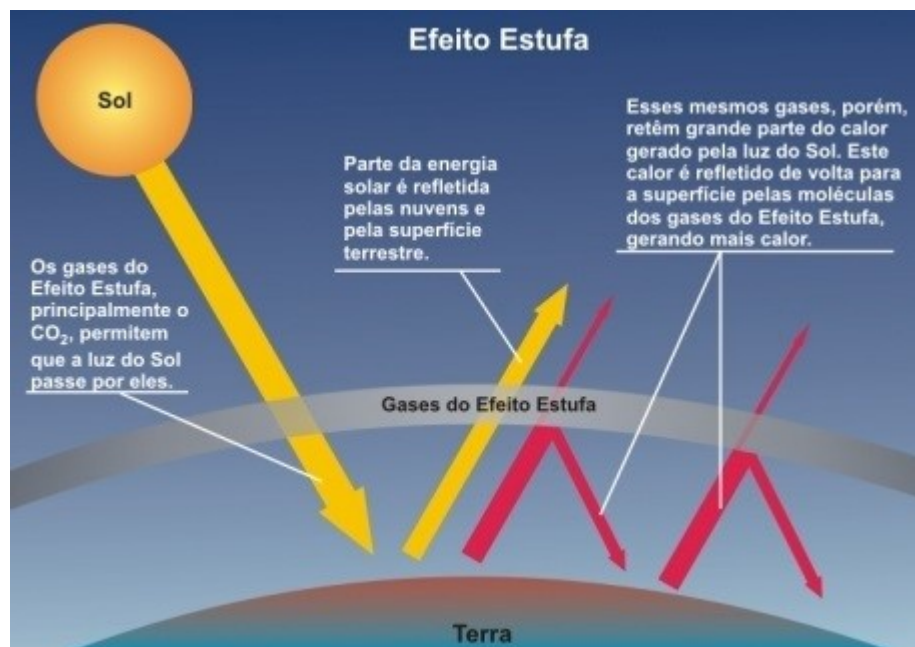
<sup>3</sup> Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Miragem>> Acesso em Out. 2018.

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.

Figura 12 - Efeito Estufa



Fonte: Site Toda Matéria<sup>4</sup>

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 opaco, fazendo com que a radiação seja refletida de volta para a Terra causando sua elevação de temperatura.**

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/efeito-estufa/>> Acesso em Ago. 2018.

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

Por fim, os alunos deverão fazer um mapa conceitual individual sobre os processos de transferência de calor. Um exemplo deste é mostrado a seguir.

Figura 13 – Mapa Conceitual sobre calor



Fonte: Elaborado pelo Autor

## 2.3.2 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:

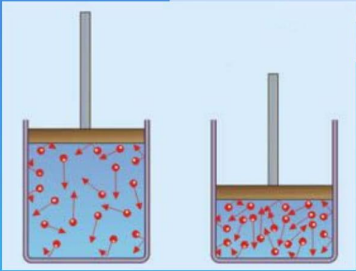
# Formação de Nuvens

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.**



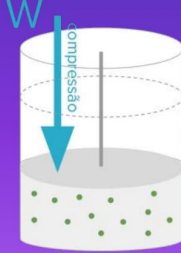
Fonte:  
<https://brasilecola.uol.com.br/upl/oad/e/teoria%20cinetica%20dos%20gases.jpg>



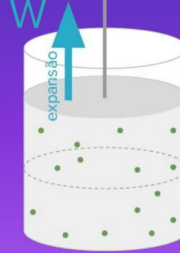
## TRABALHO (W)

- 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 ( $\Delta U$ )

### 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  $\Delta U$  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  $10^{\circ}\text{C}$  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.

O arquivo desses slides está disponível em:

<https://docs.google.com/presentation/d/1Zhacn7htQmi4YIOGBpkIYmdTLVJGUaZ9xNjkUUljo0M/edit?usp=sharing>

Após, será feita uma atividade experimental sobre formação de nuvens. 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:

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

Figura 14 - Experimento Nuvem na Garrafa



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 15 - Nuvem na Garrafa



Fonte: Elaborado pelo Autor

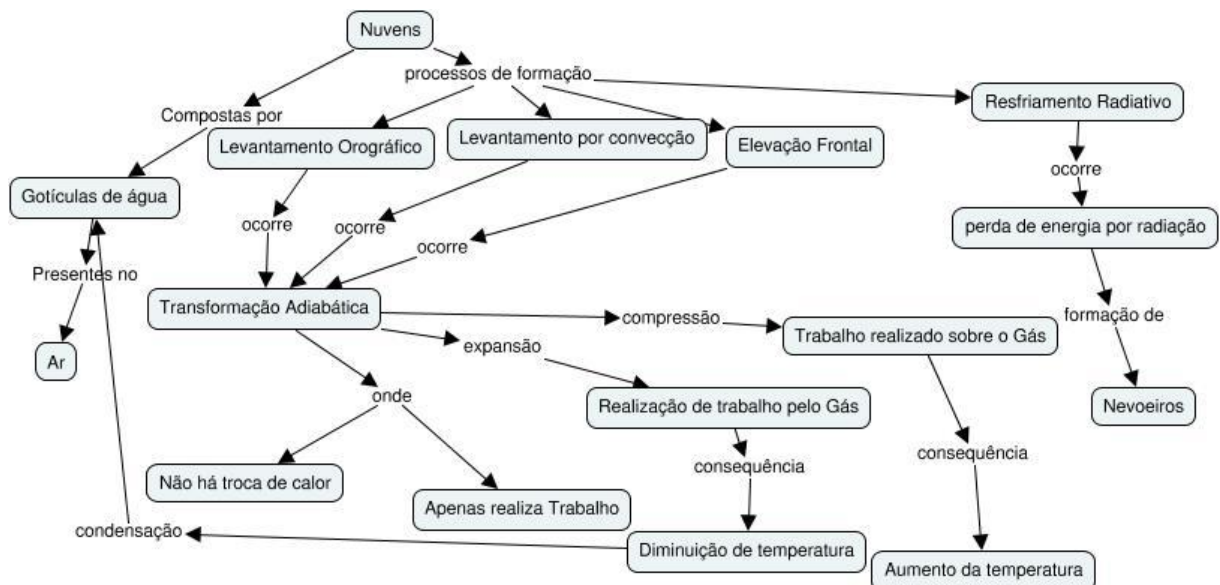
## PROBLEMATIZAÇÃO:

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 16 é mostrado um exemplo desse mapa.

Figura 16 – 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 17 - Pôr do Sol



Fonte: Site só Física<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Disponível em: <[https://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/imagens/por\\_do\\_sol.jpg](https://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/imagens/por_do_sol.jpg)> Acesso em Out. 2018



## 2.4 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:

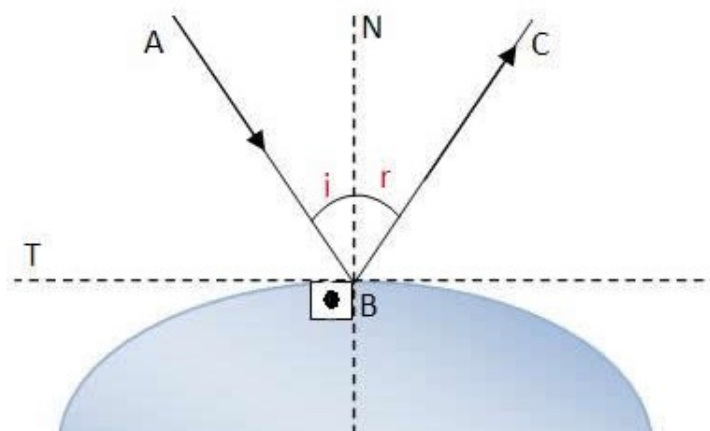
#### TEXTO BASE

#### 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:

Figura 18 - Reflexão da luz



Fonte: Site só Física<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Disponível em: < <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/reflexao.php> > Acesso em out. 2018.

**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.

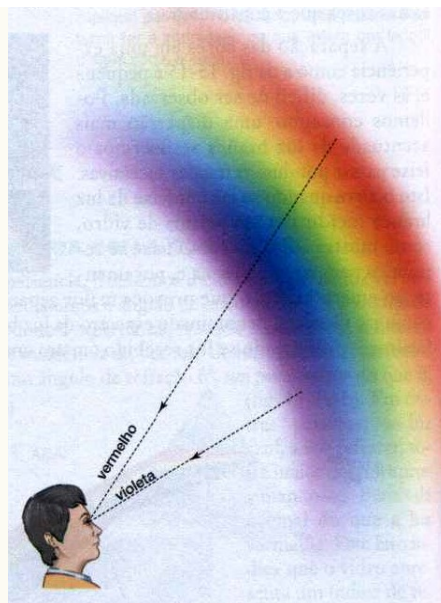
**r** = ângulo refletido, formado entre o raio refletido e a reta normal.

## 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.

Figura 19 - Arco-íris



Fonte: Alvarenga (2006)

## REFRAÇÃO

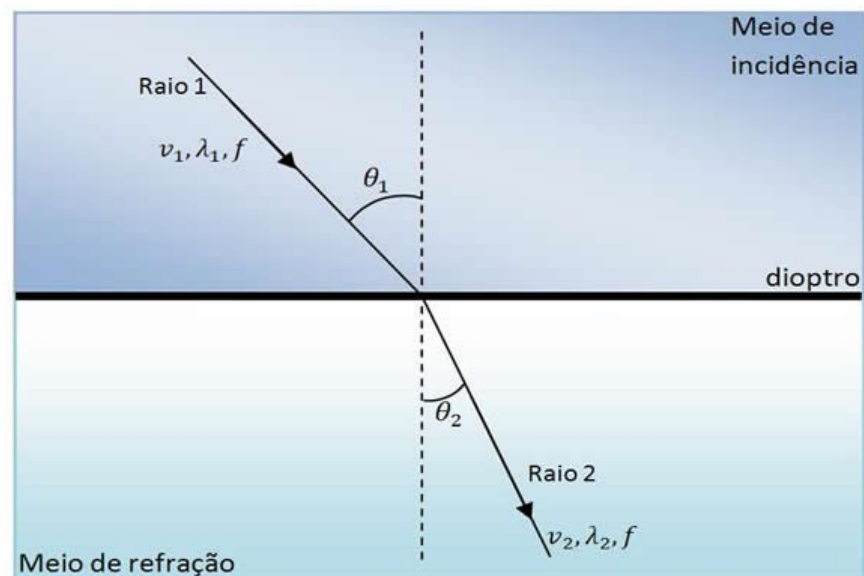
Figura 20 - Refração



Fonte: Site Mundo Educação<sup>7</sup>

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 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 21- Lei de Snell



Fonte: Site Só Física<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Disponível em: < <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/lei-snellDescartes.htm> > Acesso em out. de 2018.

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 dióptro 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:

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

Onde:

$n_1$  - é o índice de refração do meio de incidência

$n_2$  - é o índice de refração do meio de refração

$\theta_1$  - é o ângulo de incidência do feixe de luz

$\theta_2$  - é o ângulo de refração do feixe de luz

## ESPALHAMENTO

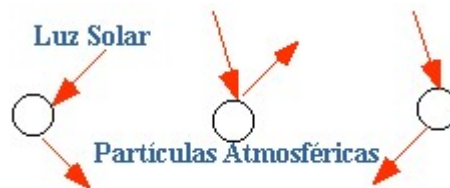
É um processo rápido onde a luz é absorvida pela partícula e então rapidamente emitida em outra direção. As partículas de espalhamento podem ser moléculas do ar, poeira, gotículas de água ou poluentes, que espalham a luz do Sol (ou da Lua) em todas as direções. O espalhamento pode também ser visto como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

---

<sup>8</sup> Disponível em: <[https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis\\_de\\_refracao.php](https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis_de_refracao.php)> Acesso em out. 2018.

Espalhamento seletivo (Figura 22) 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 22 - Esquema de espalhamento seletivo



Fonte: Site da USP<sup>9</sup>

#### REFERÊNCIAS DO TEXTO BASE:

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: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/lei-snell-descartes.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>

Após esse momento, será feita a atividade experimental a seguir:

<sup>9</sup> Disponível em: < <http://www.iag.usp.br/siae98/opticos/opticos.htm> > Acesso em Out. 2018.

### 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 23 - 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 2 - Dados Experimento de Refração

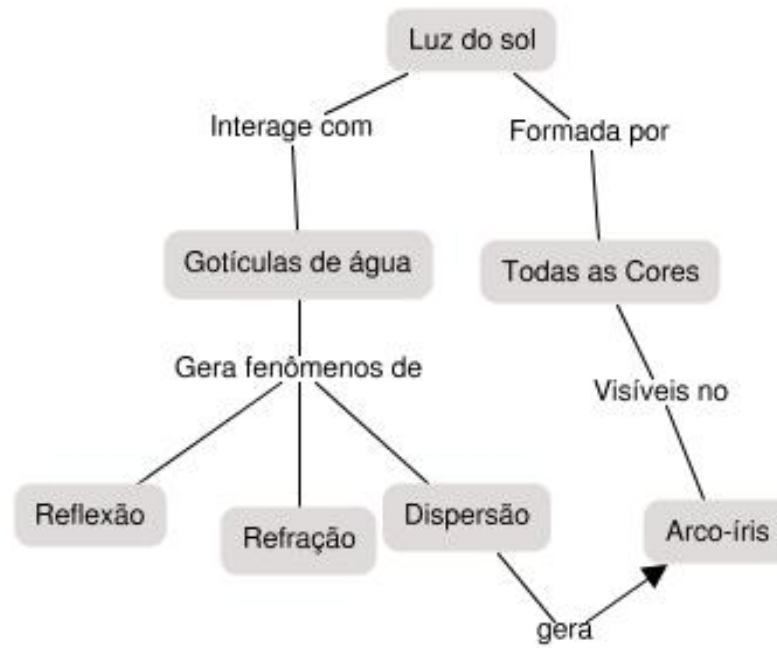
Ângulo de incidência $\theta_1$	Ângulo de refração $\theta_2$
0°	
15°	
30°	
45°	

Fonte - Elaborada pelo Autor

Após 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 24 mostra um exemplo desse mapa.

Figura 24 - Mapa Conceitual sobre Fenômenos Ópticos



Fonte - Elaborada pelo Autor

### 2.5 PLANO DE AULA 5

### MAPA CONCEITUAL GERAL

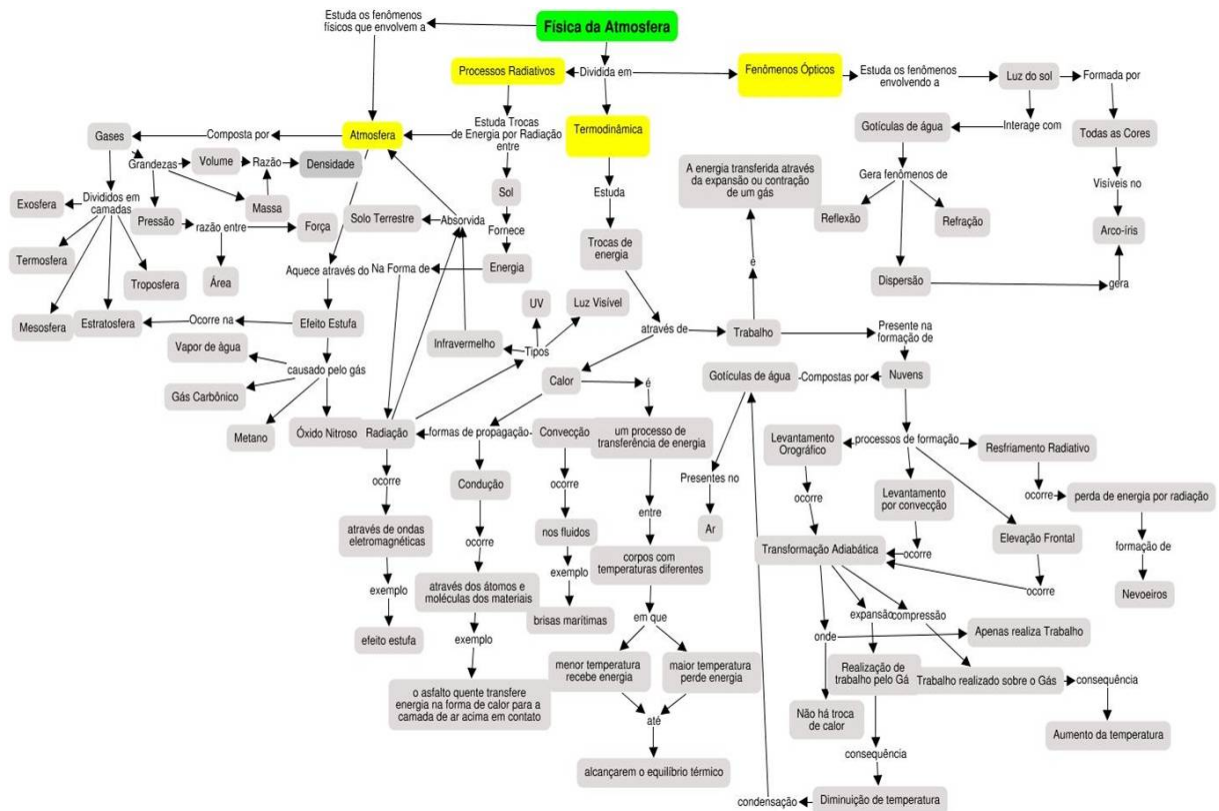
#### OBJETIVO

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 25 mostra um exemplo de mapa conceitual geral sobre esses conteúdos.

Figura 25 – Mapa Conceitual Geral de Física da Atmosfera



Fonte - Elaborada pelo Autor



### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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](http://uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS_7859_1276288519.pdf). Acesso em 14 de julho de 2014.

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.

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

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](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.

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

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

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.

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

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.

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.

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.

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

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.