



FÍSICA DO AQUECIMENTO GLOBAL: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Tânia Aline Varela da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina, 2020

FÍSICA DO AQUECIMENTO GLOBAL: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR
PARA O ENSINO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Tânia Aline Varela da Silva

Orientador:
Prof. Dr. Marcelo Freitas de Andrade

Produto Educacional desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina 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

Banca Examinadora:

Dr. Marcelo Freitas de Andrade
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Daniela De Conti
Faculdade do Vale do Araranguá

Dr. Leandro Batirolla Krott
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Maurício Girardi
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá
Dezembro, 2020

Apresentação

Este material de apoio ao professor foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá, no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Destina-se a professores de Física do Ensino Médio, podendo ser adaptado para Ensino Fundamental.

Procurou-se trazer o conhecimento físico para a realidade do aluno de uma forma diferenciada e interativa. Desenvolveu-se uma sequência didática que possui: contextualização, atividades experimentais, simulações, recursos visuais, diálogos, entre outras metodologias. Com uma abordagem que fosse de fácil acesso aos professores, com apresentações e simulações disponíveis na internet; e com propostas de experimentos de baixo custo e fácil execução.

O produto educacional foi construído visando a participação de estudantes do segundo ano do Ensino Médio, com faixa etária entre 15 e 18 anos, mas que possa ser adaptado para várias idades. Tem como objetivo ser uma ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem do tema “mudanças climáticas” e “aquecimento global”.

Boa Aula!

SUMÁRIO

1. Plano de Ensino	1
2. Plano de aula 1 - Discussão e produção textual.....	3
3. Plano de aula 2 - Diferença entre efeito estufa e aquecimento global.....	5
4. Plano de aula 3 - Espectro eletromagnético e experimento com disco de DVD.....	16
4.1 Atividade experimental 1: Como fazer um “arco-íris” com DVD?	21
5. Plano de aula 4 - Descobrindo o passado para entender o presente e o futuro.....	22
6. Plano de aula 5 - Consequências do aquecimento global e atividade experimental...	32
6.2 Atividade experimental 2: Aumento do nível do mar	39
7. Plano de aula 6 - Atividade final	42
8 - Considerações Finais.....	44
9 - Referências	45

1. Plano de Ensino

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

- Compreender efeito estufa.
- Compreender as causas e consequências do aquecimento global.
- Diferenciar efeito estufa do aquecimento global.
- Contextualizar o conteúdo visto em sala de aula.
- Refletir sobre como nossas ações impactam no aquecimento da Terra.

Conteúdos prévios:

1- Calor

1.1- Temperatura

1.2- Transferência de calor:

1.2.1- Condução.

1.2.2- Convecção.

1.2.3- Radiação.

1.3- Mudanças de fase.

1.4- Dilatação

3- Ondas

3.1- Frequência e comprimento de onda

4- Óptica

4.1 - Refração, reflexão e absorção.

Metodologia

Os conteúdos serão desenvolvidos através de aulas expositivas; demonstração experimental; discussão em grupos; simulação computacional; e produção textual.

Será usado as seguintes apresentações como apoio:

<https://prezi.com/user/4myu30khizre/>

Sistema de avaliação

O aluno será avaliado através:

1. Participação nas aulas e atividades propostas.
2. Produção textual.
3. Questionário.

Cronograma (aulas de 45 min)

	Atividades
1	Questionar: O efeito estufa é algo bom ou ruim para o planeta? Efeito estufa e aquecimento global é a mesma coisa? Atividade de escrita do texto.
2	Diferenciar o efeito estufa do aquecimento global. Explicar a composição da atmosfera terrestre. Discutir sobre o aumento de CO_2 e o que isso interfere na atmosfera. Mostrar dados da relação do aumento do CO_2 e a temperatura. Falar da Temperatura de equilíbrio da Terra.
3	Atividade experimental. Explicar as propriedades da luz. Explicar o Espectro Eletromagnético e a dispersão da luz.
4	Explicar como ocorre a interação das moléculas dos gases com a luz visível, o infravermelho e o ultravioleta. Mostrar a relação entre o CO_2 e a temperatura. Explicar como se determina a temperatura de milhares de anos atrás. Discutir ações que ajudem o planeta.
5	Mostrar concentrações dos gases na atualidade. Relatar as consequências do aquecimento global no Brasil e no mundo. Falar sobre o derretimento das geleiras. Utilizando um experimento, explicar o aumento dos níveis oceânicos.
6	Aplicar questionário final.

2. Plano de aula 1 - Discussão e produção textual

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

- Observar as concepções prévias dos alunos relacionadas com o aquecimento global e o efeito estufa.

Conteúdos prévios:

- 1- Efeito estufa;
- 2- Aquecimento Global.

Metodologia

Discussão em grupo e produção textual.

Recursos

Quadro branco.

Sistema de avaliação

O aluno será avaliado através:

- 1- Participação na aula.
- 2- Dedicção na escrita do texto, que terá peso 5 na nota do trabalho 1.

Sequência

1. Iniciar uma discussão, questionando: O efeito estufa é algo bom ou ruim?
2. Em seguida, pedir para que os alunos escrevam um texto, baseando-se nos seguintes tópicos/perguntas:
 - O que você pensa sobre o aquecimento global? E sobre o efeito estufa?
 - O efeito estufa é algo bom ou ruim?
 - Quais as causas e consequências do aquecimento global?
 - Qual a Física envolvida nesses fenômenos?
 - O que fazer para ajudar o planeta?

3. Explicar que o texto: deve ser escrito individualmente, sem nenhum tipo de consulta; ele irá compor 50% da nota do trabalho 1; e deve ser entregue ao final da aula.

Cronograma	Tempo (min)
Discussão	10
Explicação	5
Escrita	30

3. Plano de aula 2 - Diferença entre efeito estufa e aquecimento global

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

- Compreender efeito estufa.
- Diferenciar efeito estufa do aquecimento global.
- Compreender as causas do aquecimento global.
- Contextualizar o conteúdo visto em sala de aula.

Conteúdos prévios:

1- Calor

1.1- Definição

1.2- Transferência de calor:

1.2.1- Condução.

1.2.2- Convecção.

1.2.3- Radiação.

1.3- Mudanças de fase.

Metodologia

Os conteúdos serão desenvolvidos de maneira expositiva, com o auxílio de slides; e com discussões em grupos.

Recursos

Apresentação em projetor multimídia:

<https://prezi.com/p/v4ojlv2hu7yd/aquecimento-global-mnpef/>

Sistema de avaliação

O aluno será avaliado através:

1. Participação na aula.

Sequência

4. Iniciar a aula com a pergunta: **O efeito estufa é algo bom ou ruim para o planeta?**
5. Explicar que a vida na Terra só é possível por causa desse efeito (HEWITT, 2015, pg. 312). Citar o exemplo: a Terra e a Lua estão, aproximadamente, à mesma distância do Sol, porém a temperatura da Terra varia entre -10°C e 50°C , já a Lua entre -150°C e 100°C . Isso se deve ao fato de a Terra possuir uma camada de gases capazes de absorver parte da radiação.



Figura 1: Distância do Sol à Terra. Fonte: <http://wiki.stoa.usp.br/Teced/textos/grupo4>. Acesso: 03/08/2020.

6. Com o auxílio da animação da apresentação (ver Recursos acima), explicar:
 - O Sol emite radiação à Terra; maior parte dos raios solares entra na atmosfera terrestre e o restante é refletido para o espaço.
 - Da radiação que entra, parte é absorvida pela superfície terrestre e pelos oceanos, outra parte é refletida.
 - A Terra, é aquecida por esses raios, reemitindo radiação infravermelha.
 - Uma parcela da radiação irradiada pela superfície terrestre fica retida na atmosfera, pois os gases estufa absorvem e reemitem

novamente radiação infravermelha em várias direções, sendo que parte da radiação é perdida para o espaço e parte volta pra superfície. Dessa forma, mantém-se o equilíbrio energético e evitam-se grandes amplitudes térmicas.

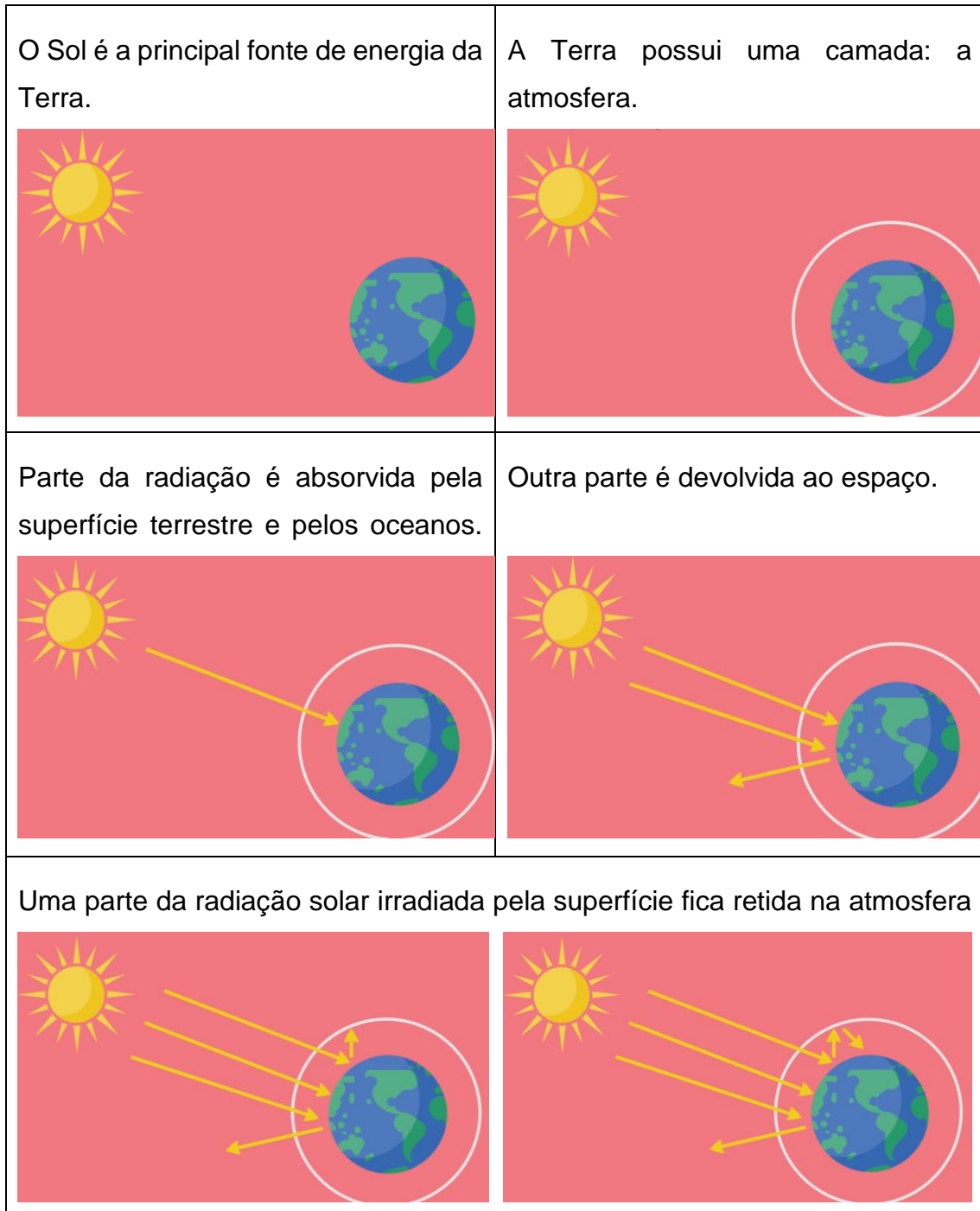


Figura 2: Efeito Estufa. Fonte: autora

7. Já o aquecimento global é o aumento artificial, e desproporcionalmente rápido na concentração de certos gases na atmosfera, que causam o efeito estufa, aumentando a temperatura e causando mudanças climáticas que afetam a vida na Terra (NASA, 2020a).
8. Para entender como esses gases estufa alteram o nosso clima, vamos estudar a composição de gases na atmosfera terrestre. Na Tabela 1 apresentamos os percentuais de cada gás na atmosfera.

Gás	Porcentagem
Nitrogênio	78,08
Oxigênio	20,95
Argônio	0,93
Dióxido de carbono	0,035
Neônio	0,0018
Hélio	0,00052
Metano	0,00014
Criptônio	0,00010
Oxido nitroso	0,00005
Hidrogênio	0,00005
Ozônio	0,000007
Xenônio	0,000009

Tabela 1: Composição da atmosfera. Fonte: <https://www.todamateria.com.br/o-que-e-atmosfera/>. Acesso: 03/08/2020.

Nitrogênio	<ul style="list-style-type: none"> • Constituinte mais abundante, mas não desempenha nenhum papel relevante, em termos químicos e energéticos, nas vizinhanças da superfície terrestre. Na alta atmosfera, no entanto, esse gás absorve um pouco de energia solar de pequeno comprimento de onda (no domínio do ultravioleta), passando à forma atômica.
-------------------	---

<p>Oxigênio e Ozônio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O Oxigênio desempenha um papel essencial, do ponto de vista biológico, torna possível a vida aeróbica da Terra. A ele se deve a oxigenação de compostos orgânicos, através do processo fisiológico da respiração. Além disso, possibilita a formação de Ozônio na atmosfera. • Na alta atmosfera, o Oxigênio Molecular (O_2) se dissocia quando absorve energia ultravioleta proveniente do Sol. A reassociação fotoquímica em três átomos de Oxigênio é a maior responsável pela formação do Ozônio (O_3) na atmosfera. O Ozônio (O_3) é encontrado desde níveis próximos da superfície terrestre até cerca de 100 km de altitude. Por ser a mais rica em Ozônio, a camada compreendida entre 10 e 70 km é conhecida como ozonfera. • O Ozônio é um gás instável. Ao absorver radiação solar ultravioleta, dissocia-se, produzindo uma molécula e um átomo de Oxigênio. Sabe-se que o excesso de radiação solar ultravioleta que passaria a atingir a superfície terrestre caso a concentração de ozônio diminuísse causaria grandes queimaduras na epiderme dos seres vivos, aumentando a incidência de câncer de pele. Por outro lado, se a concentração de ozônio aumentasse, ao ponto de absorver toda a radiação ultravioleta solar, não haveria formação de vitamina D no organismo animal; por consequência, a formação óssea ficaria prejudicada.
<p>Vapor d'água</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A concentração de vapor d'água na atmosfera, embora relativamente pequena, ultrapassa 4% em volume, é bastante variável e, em geral, diminui com a altitude. • Em regiões tropicais e úmidas, por exemplo, o vapor d'água pode ser encontrado, próximo à superfície, em uma

	<p>proporção tão alta quanto 40 gramas por quilograma de ar seco. Nas zonas polares frias e secas, essa cifra pode cair para 0,5 grama por quilograma de ar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apesar de sua baixa concentração, o vapor d'água é um constituinte atmosférico importantíssimo por interferir na distribuição da temperatura: em primeiro lugar, porque participa ativamente dos processos de absorção e emissão de calor sensível para a atmosfera; em segundo, atua como veículo de energia ao transferir calor latente de evaporação de uma região para outra, o qual é liberado como calor sensível, quando o vapor se condensa.
<p>Dióxido de carbono (CO₂)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Do total de Dióxido de Carbono existente na Terra, cerca de 98% se encontra dissolvido na água dos oceanos. Quase todo o restante está na atmosfera, onde sua concentração oscila muito pouco, em torno de 0,5 g por quilograma de ar. Porém, essa concentração pode aumentar consideravelmente nas vizinhanças dos grandes parques industriais e dos aglomerados urbanos. • Há um intercâmbio contínuo entre o Gás Carbônico, a atmosfera e os seres vivos (respiração e fotossíntese), os materiais da crosta (combustão e oxidação) e os oceanos. Cerca de 90% dos constituintes vegetais não provêm do solo, mas da atmosfera, através da atividade fotossintética. O Carbono, integrante das moléculas sintetizadas pelos vegetais, provém do Gás Carbônico atmosférico. O CO₂ também desempenha um papel de destaque na energética do sistema globo-atmosfera, absorvendo energia solar e terrestre de determinados comprimentos de onda. Por outro lado, emite energia em direção à superfície terrestre.

9. Explicar: os gases que compõe a atmosfera estão sofrendo alterações, por causa de fontes antropogênicas de gases que aumentam o efeito estufa, liberados por ações do homem (IPCC, 2014):

<p>Dióxido de carbono (CO_2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Grande parte da contribuição antropogênica desse gás é a queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural. Nos países desenvolvidos, são liberados em média 1000 Kg de CO_2 por pessoa. De maneira direta, com veículos e aquecimento de casas que usam combustíveis fósseis. O restante é liberado indiretamente pelo transporte, indústrias, enfim, qualquer atividade econômica construtiva.
<p>Metano (CH_4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Proveniente do gado, produção de alimentos, cultura de arroz, decomposição do lixo, entre outros. A concentração de metano é a mais alta em 420 mil anos, dobrou em relação ao período pré-industrial. Seu poder indutor de efeito estufa 20 vezes maior que o CO_2 e absorve luz infravermelha.
<p>Óxido nítrico (N_2O)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Produzido pelo uso de fertilizantes à base de nitrato e amônio, queima de biomassa e combustíveis que contêm nitrogênio, gado e aterros sanitários. Ele é 206 vezes mais efetivo que o CO_2 para o aumento do efeito estufa. Absorve luz infravermelho.
	<ul style="list-style-type: none"> São gases produzidos pelo homem, usados na refrigeração e em aerossóis. Eles são capazes

**Clorofluorcarbonos
(CFCs):**

de destruir o ozônio estratosférico e na troposfera é um gás estufa.

- Seu uso iniciou em 1931, porém Protocolo de Montreal de 1987, restringiu a comercialização e a utilização dos clorofluorcarbonetos (CFCs). Este acordo internacional é considerado bem-sucedido à medida que suas determinações foram realmente validadas na prática, reduzindo o uso desse tipo de gás.
- Foram usados alguns substitutos, o HCFC (hidroclorofluorcarbonetos) e o HFC (hidrofluorcarbonetos). Eles destroem a camada de ozônio em menor grau que os CFCs, mas são 3100 vezes mais efetivos que o CO₂ para o aumento do efeito estufa. O isobutano (R600a), é um fluido refrigerante, usado recentemente, que não destrói o Ozônio e nem é um gás estufa.

10. As maiores contribuições antropogênicas de gases estufa são através da queima de carvão e petróleo; e se intensificaram após a Era industrial (Séc. XVIII). Analisar os dados da Tabela 2, que mostra o aumento dos gases citados acima:

Mudanças antropogênicas na concentração de gases traço atmosféricos		
Gás	Concentração 1850	Concentração 2008
Dióxido de carbono	280 ppm	385 ppm
Metano	800 ppbv	1775 ppbv
Óxido Nitroso	280 ppbv	320 ppbv
CFC-11	0	0,27 ppbv
HCFC-22	0	0,11 ppbv
Ozônio troposfera	?	10 – 50 ppbv

Tabela 2: Mudanças antropogênicas na composição de gases estufa. Fonte: Junges, Santos, e Massoni (2018).

11. Analisar os gráficos e relacionar os períodos:

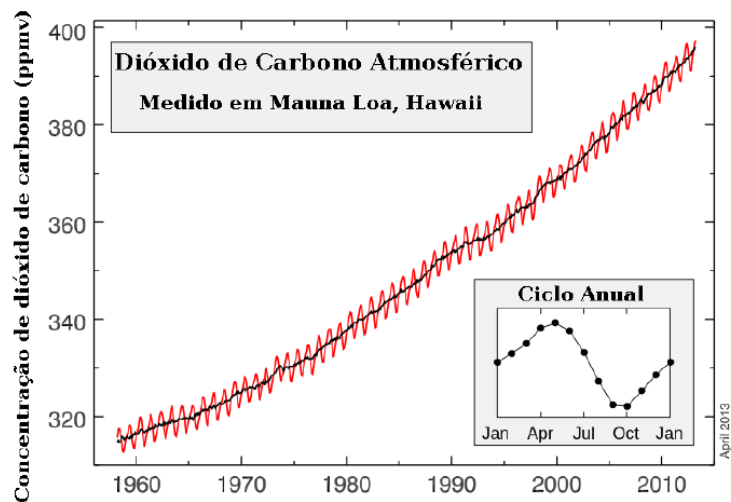


Gráfico 1: Concentração de dióxido de carbono na atmosfera feitas no observatório Mauna Loa, Hawaii. Fonte: Junges, Santos, e Massoni (2018).

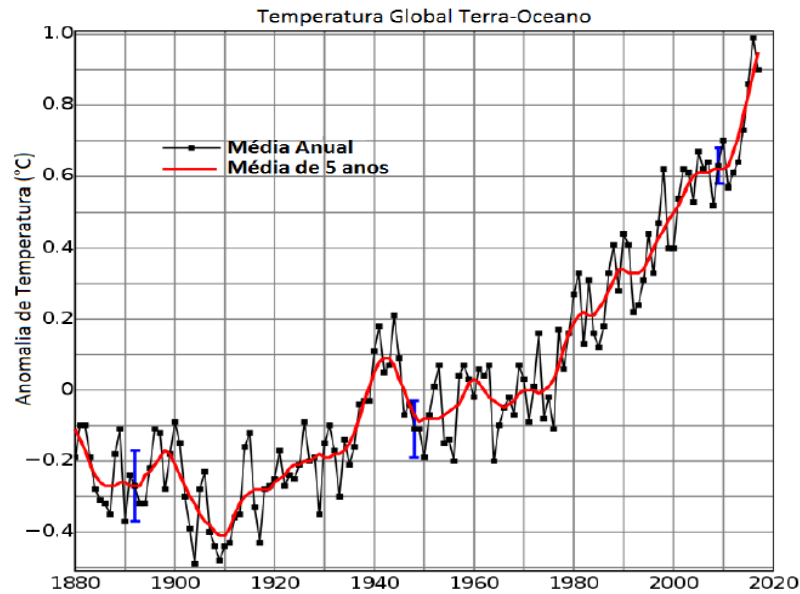


Gráfico 2: Variação da temperatura média global de 1880 à 2013. Fonte: Junges, Santos, e Massoni (2018).

12. Explicar que o Sol é a principal fonte de energia, a Terra recebe 0,002% da energia emitida por ele. Graças ao efeito estufa, a temperatura média da superfície do planeta mantém-se em cerca de 15°C. Sem o efeito estufa, a temperatura média da Terra seria de 18°C abaixo de zero, ou seja, ele é responsável por um aumento de 33°C.
13. No entanto, de acordo com dados do IPCC, a temperatura já subiu 0,6°C no séc. XX, podendo elevar-se mais 1°C até 2030. Até 2100, a projeção indica um aumento de até 3,7°C, caso medidas não sejam tomadas (IPCC, 2018).

OSCILAÇÃO DA TEMPERATURA

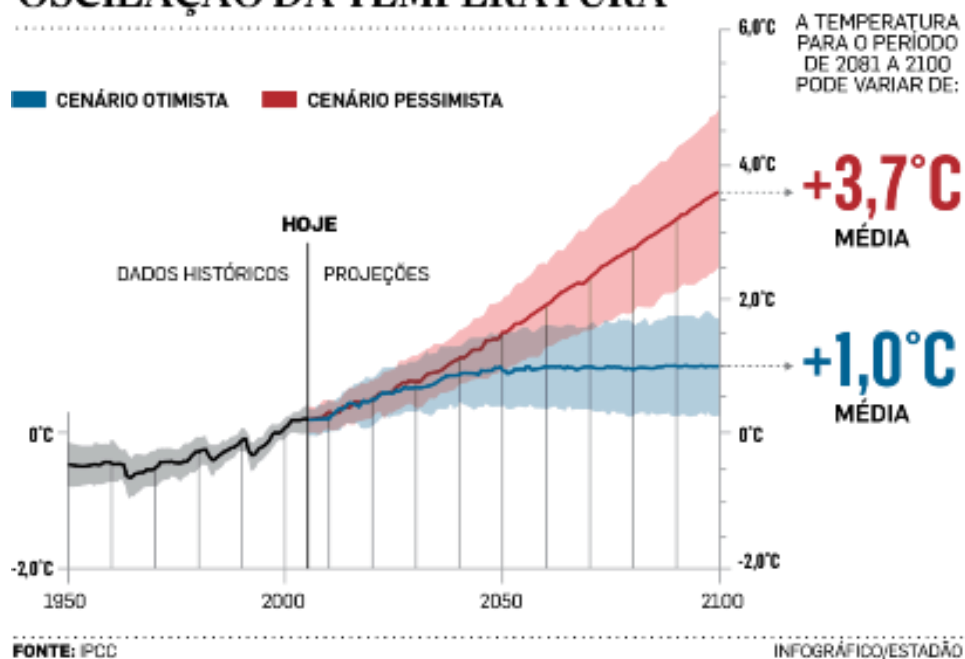


Gráfico 3: Aumento da temperatura nos próximos anos segundo O IPCC. Fonte: <https://aprenda.bio.br/ecologia/aquecimento-global-causas-consequencias-resumo/>. Acesso: 03/08/2020

Cronograma	Tempo (min)
Diferenciar o efeito estufa do aquecimento global.	5
Explicar a composição da atmosfera terrestre.	10
Falar das fontes de gases estufa.	15
Mostrar dados da relação do aumento do CO_2 e a temperatura.	10
Falar da temperatura de equilíbrio da Terra.	5

4. Plano de aula 3 - Espectro eletromagnético e experimento com disco de DVD

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

Observar o fenômeno de dispersão da luz.

Compreender as propriedades das ondas eletromagnéticas.

Compreender as diferenças entre cada intervalo do espectro eletromagnético.

Relacionar a atividade experimental com o espectro solar.

Conteúdos prévios:

1- Ondas

1.1- Frequência e comprimento de onda

2- Óptica

2.1 – Refração e reflexão.

Metodologia

Os conteúdos serão desenvolvidos com o auxílio de uma atividade experimental; de maneira expositiva; e com discussões em grupos.

Recursos

Materiais para a atividade experimental (pág. 20).

Apresentação em projetor multimídia:

https://prezi.com/p/i_mecpmjvko/espectro-eletromagnetico-mnpef/

Sistema de avaliação

O aluno será avaliado através:

1. Participação na atividade experimental e nas discussões.

Sequência

1. Comentar que na aula anterior vimos que o Sol é a principal fonte de energia da Terra; que efeito estufa a mantém aquecida; e que o aumento de

alguns gases tem ocasionado um aumento em sua temperatura média. Para compreender a relação desses gases com esse aquecimento, precisamos entender alguns conceitos relacionados a radiação solar.

2. Perguntar: Qual a cor do sol?
3. Realizar a atividade experimental 1 (final do plano de aula).
4. Pedir para que os grupos de alunos elaborem hipóteses explicando o ocorrido. Em seguida será aberto uma discussão com toda a turma.
5. Explicar que o Sol emite luz e a luz é uma onda eletromagnética. Em determinados casos, consideramos a luz como uma onda eletromagnética, em outros como uma partícula.

Ondas eletromagnéticas são oscilações que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais. Elas viajam na velocidade da luz, transportando energia.(HALLIDAY, 2009)

6. Lembrar os conceitos de frequência e comprimento de onda:
- Comprimento de onda é a distância entre valores repetidos sucessivos num padrão de onda.

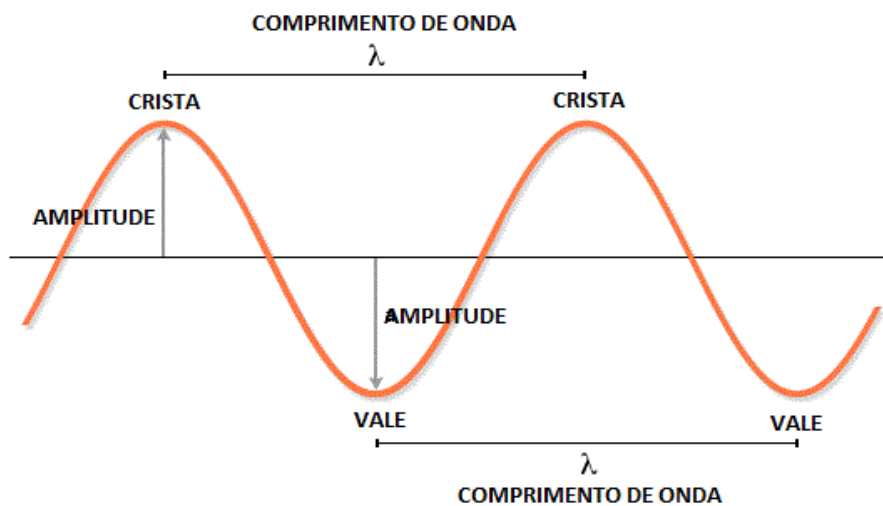


Figura 3: Propriedades da onda. Fonte: <https://athoselectronics.com/frequencia-como-funciona/>. Acesso: 03/08/2020.

- A frequência indica o número de ocorrências de um evento (ciclos, voltas, oscilações etc.) em um determinado intervalo de tempo.

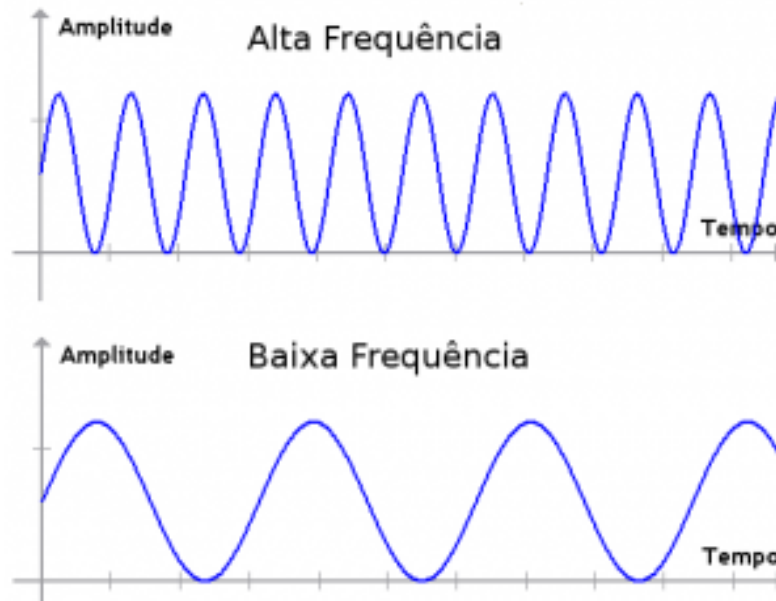


Figura 4: Frequência da onda. Fonte: <https://magroove.com/blog/pt-br/frequencia/>. Acesso: 03/08/2020.

As ondas eletromagnéticas podem ser classificadas e organizadas de acordo com seus diversos comprimentos de onda/frequências. Esta classificação é conhecida como o espectro eletromagnético.

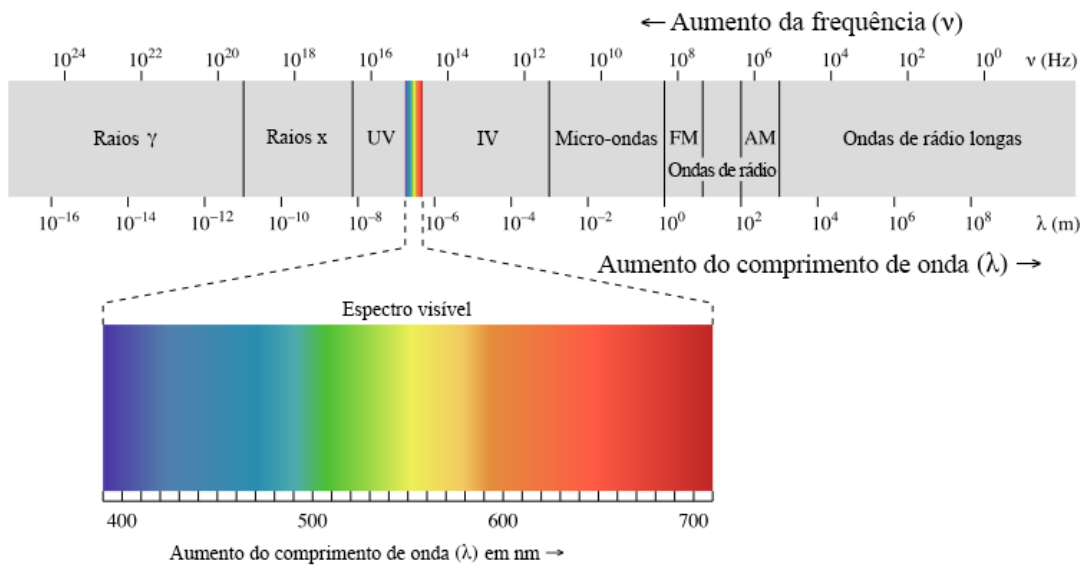


Figura 5: Espectro Eletromagnético. Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/physics/light-waves/introduction-to-light-waves/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>. Acesso: 03/08/2020

7. Comentar: o que estamos observando é somente a parte visível do espectro e que existem outros comprimentos de onda que não conseguimos ver.

Tais ondas estão presentes em nosso dia a dia, como as ondas de rádio, raios x e as microondas. O Sol emite, principalmente, nos seguintes comprimentos de onda:

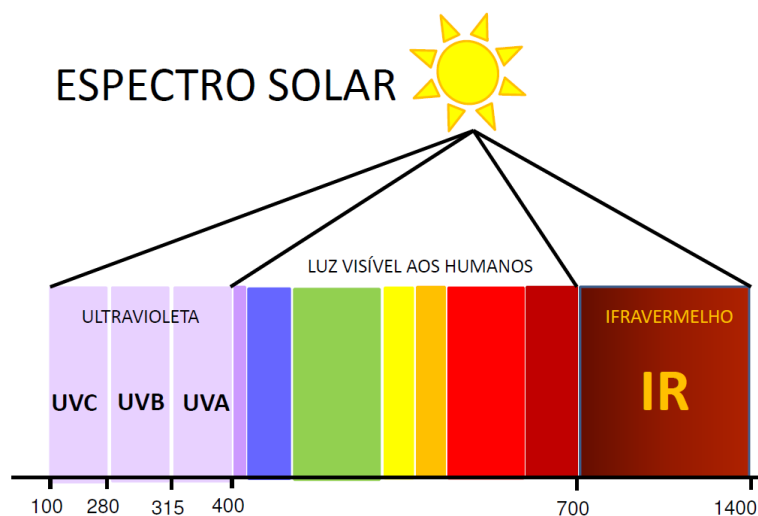


Figura 6: Espectro Solar. Fonte: <https://www.rinnovabile.com.br/energiafotovoltaica>. Acesso: 03/08/2020

8. Explicar a atividade experimental 1 (pág. 82):

A luz solar é uma luz policromática, ou seja, formada por diversas cores. A união dessas cores faz com que ela seja branca. Na atividade experimental, a luz passa de um meio (ar) para outro (DVD), mudando de um índice de refração menor para um maior. O índice de refração também depende do comprimento de onda da luz.

Ao incidir na superfície de separação de dois meios cada luz monocromática (violeta, anil, azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha) que compõe a luz solar tomará direções diferentes dentro do outro meio. O azul, comparado ao vermelho, tem comprimento de onda menor e sofre um desvio maior que o vermelho.

Como resultado, temos uma decomposição da luz em diversas componentes monocromáticas que a constitui. Temos assim, a dispersão da luz.

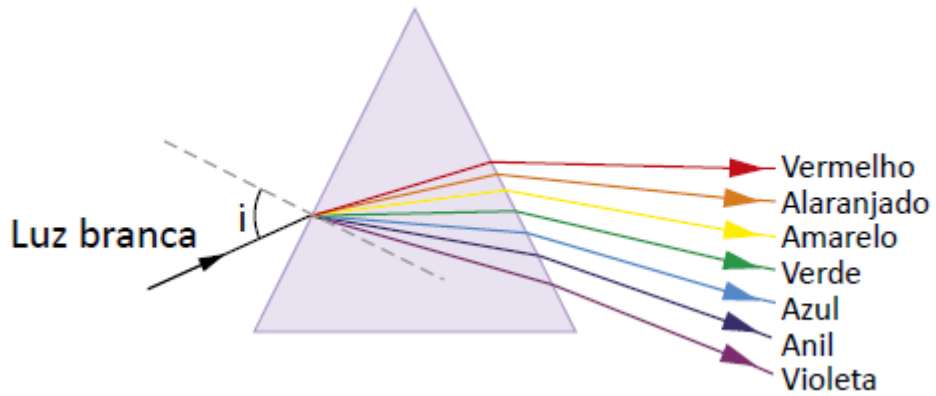


Figura 7: dispersão da luz. Fonte: <https://www.coladaweb.com/fisica/optica/cor-da-luz>. Acesso: 19/10/2020

9. Explicar o arco-íris:

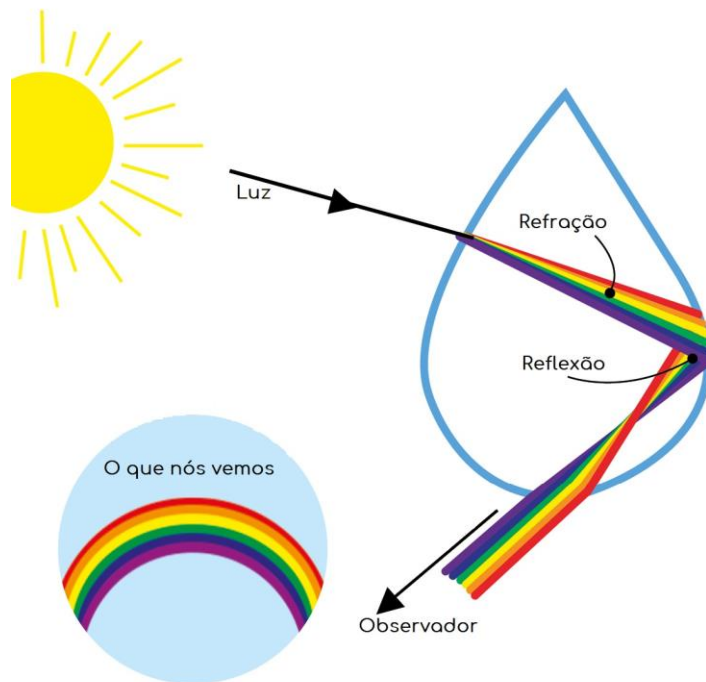


Figura 8: Formação do arco-íris Fonte: <https://www.iguiecologia.com/como-os-arco-iris-sao-formados/>. Acesso: 19/10/2020

Cronograma		Tempo (min)
Introdução		5
Atividade experimental		15
Discussão		5

Espectro Eletromagnético e Espectro Solar	15
Dispersão	5

4.1 Atividade experimental 1: Como fazer um “arco-íris” com DVD?

Materiais

- DVD ou CD (podem ser usados).
- Sol, Vela ou luz branca do projetor multimídia.

Procedimento

1. Separar o DVD ou CD ao meio com a ajuda de uma tesoura, cortando uma parte da borda.
2. Usar a parte que inferior, onde não tem nada de escrita. Se ficar um pouco de tinta refletiva, pode ser retirado com fita adesiva.
3. Tampar o buraco central do DVD com algo opaco, como uma fita adesiva preta.
4. Colocar o DVD na frente da fonte de luz (sol ou vela).
5. Observar as cores que formam a luz emitida pela vela.
6. Questionar: Quantas cores vocês conseguem observar? Quais?

Qual é a ordem delas?

7. Colocar o DVD na frente do feixe de luz de um projetor multimídia, que estava reproduzindo uma imagem toda branca. Questionar: Como você explica o fenômeno observado?

5. Plano de aula 4 - Descobrimdo o passado para entender o presente e o futuro

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

Compreender como ocorre a interação das moléculas dos gases com a luz.

Observar a relação entre o CO_2 e a temperatura.

Entender como se verifica a temperatura do passado.

Identificar atitudes que minimizem o aquecimento global.

Conteúdos prévios:

1- Composição atmosférica.

2- Efeito estufa.

3- Temperatura.

4- Espectro Eletromagnético

Metodologia

Os conteúdos serão desenvolvidos com o auxílio de simulações; de maneira expositiva; e com discussões em grupos.

Recursos

Apresentação em projetor multimídia:

<https://prezi.com/p/huyqsgzgxcav/gases-do-efeito-estufa-e-o-aumento-da-temperatura-mnpef-ufsc/>

Simulação “Moléculas e Luz”:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecules-and-light

Simulação “O Efeito Estufa”:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse

Sistema de avaliação

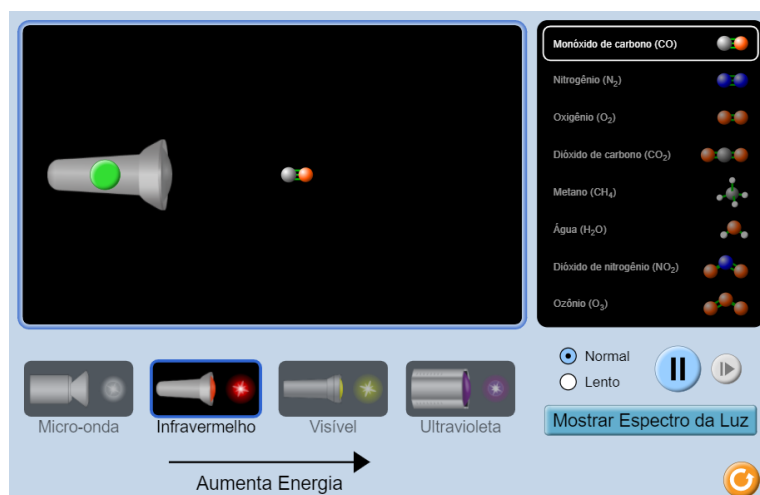
O aluno será avaliado através:

- 1- Participação na aula.

Sequência

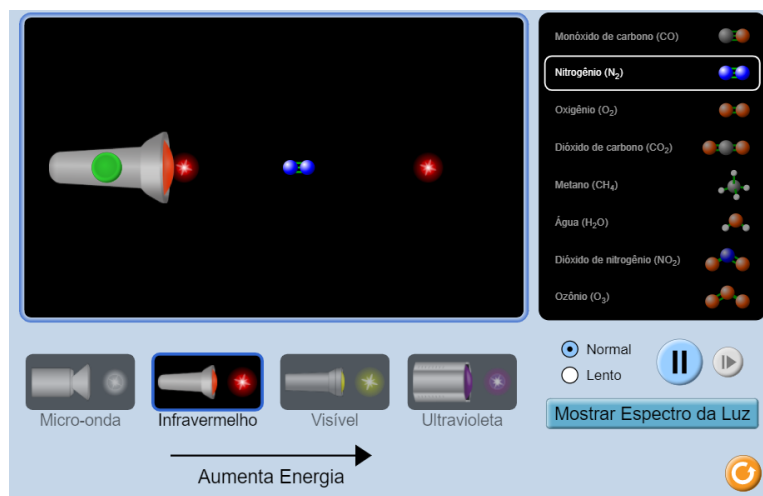
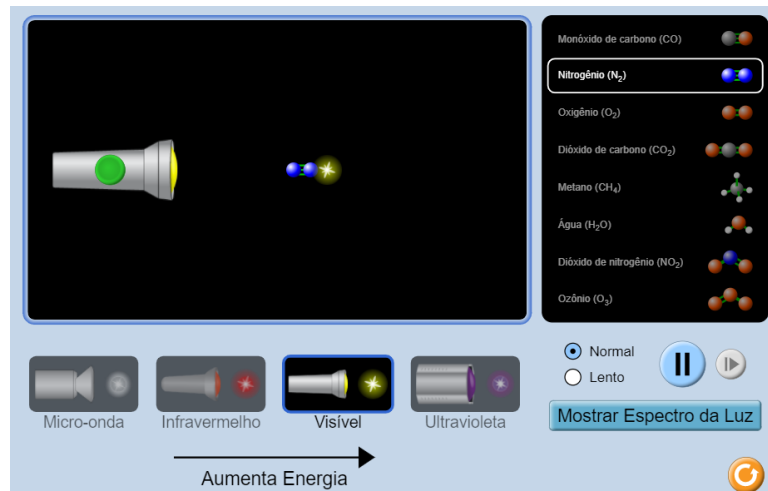
1. Utilizando a simulação “Moléculas e Luz”: explicar como ocorre a interação das moléculas dos gases com a luz: visível, infravermelho e ultravioleta.

Nessa simulação é possível alterar o tipo de molécula e de radiação. Mostrando qual interage e qual não com as diferentes faixas de energia.



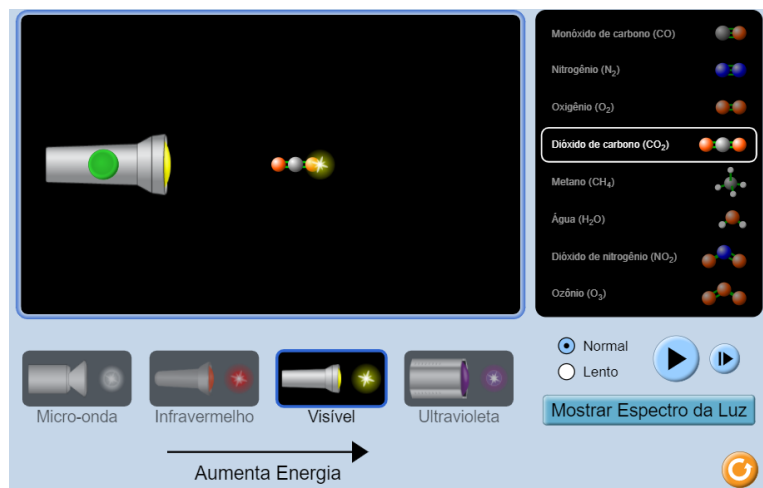
Exemplo1: Nitrogênio

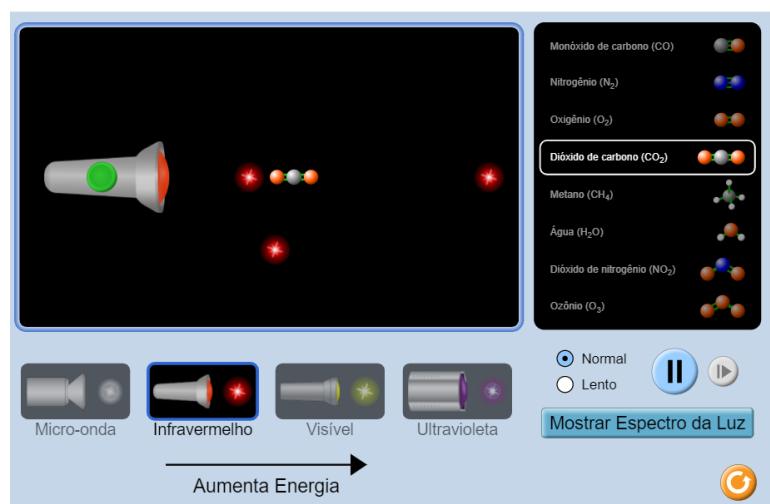
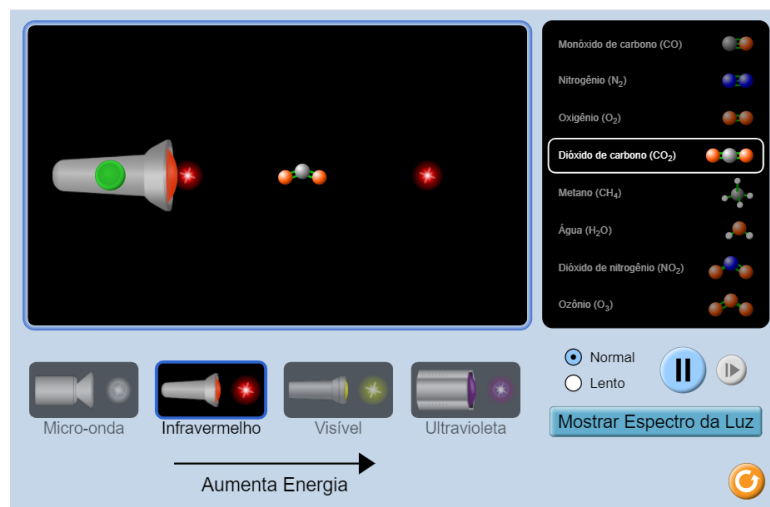
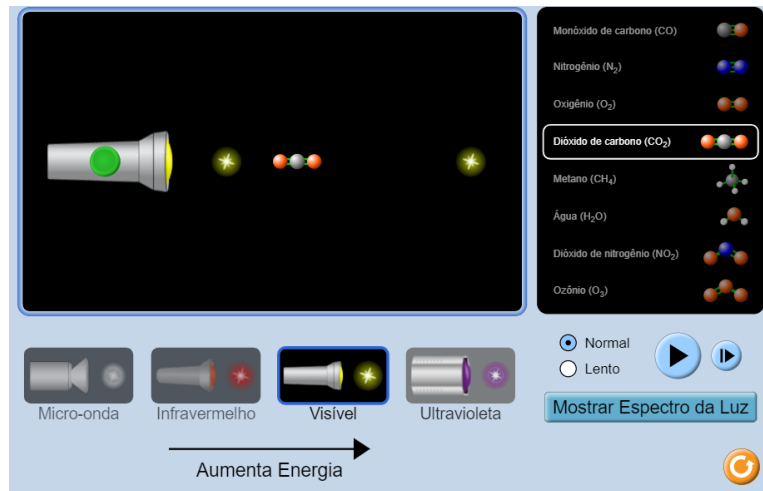
Não sofre nenhuma alteração com a passagem da luz visível e do infravermelho.



Exemplo 2: Dióxido de carbono

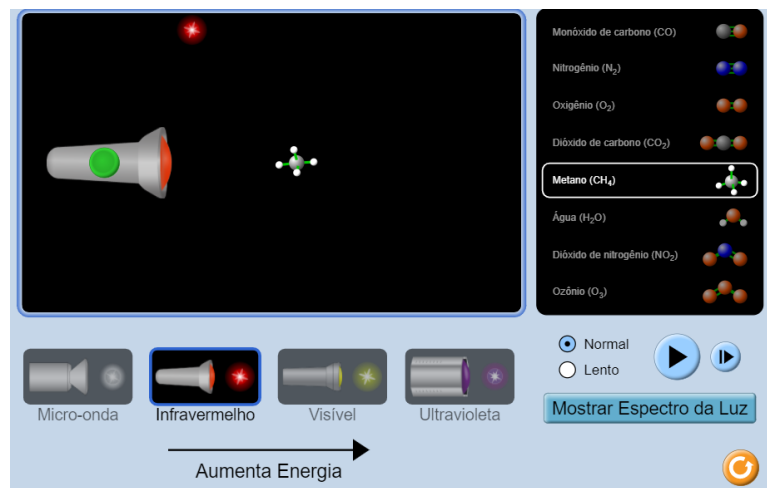
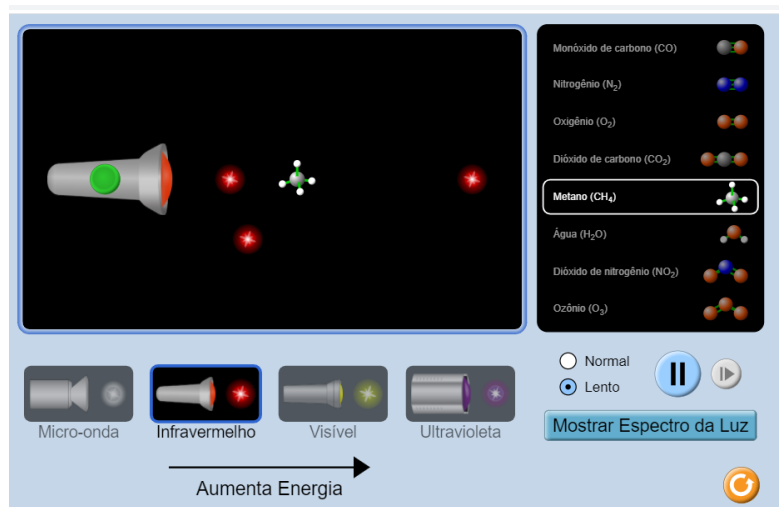
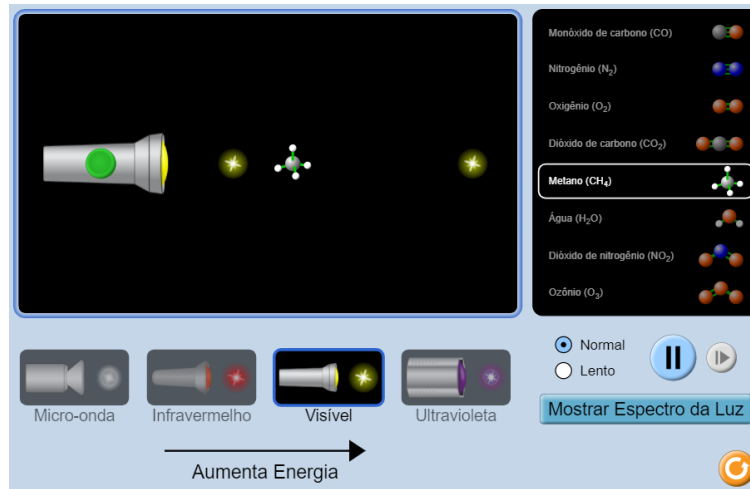
Não sofre nenhuma alteração com a passagem da luz visível. Mas, interage com o infravermelho.





Exemplo 2: Metano

Não sofre nenhuma alteração com a passagem da luz visível. Mas, interage com o infravermelho.



2. Utilizando a simulação “O Efeito Estufa”: mostrar a relação entre o CO_2 e a temperatura na Era Glacial, em 1750 e atualmente.

Efeito Estufa Camadas de Vidro Absorção de Fóton

Legenda

- Fóton solar
- Fóton Infravermelho

Concentração de Gás do Efeito Estufa

Nenhum || Muitos

Atmosfera...

- Hoje
- 1750
- Era do gelo
- Concentração ajustável

Composição de Gás do Efeito Est...

H₂O 70% umidade rel.
 CO₂ 388 ppm
 CH₄ 1.843 ppm
 N₂O 0.317 ppm

Opções

Número de Nuvens

Termômetro

Fahrenheit Celsius

Ver todos os fótons

Reiniciar tudo?

lento rápido

Efeito Estufa Camadas de Vidro Absorção de Fóton

Legenda

- Fóton solar
- Fóton Infravermelho

Concentração de Gás do Efeito Estufa

Nenhum || Muitos

Atmosfera...

- Hoje
- 1750
- Era do gelo
- Concentração ajustável

Composição de Gás do Efeito Est...

H₂O 70% umidade rel.
 CO₂ 280 ppm
 CH₄ 0.730 ppm
 N₂O 0.270 ppm

Opções

Número de Nuvens

Termômetro

Fahrenheit Celsius

Ver todos os fótons

Reiniciar tudo?

lento rápido

Efeito Estufa Camadas de Vidro Absorção de Fóton

Legenda

- Fóton solar
- Fóton Infravermelho

Concentração de Gás do Efeito Estufa

Nenhum || Muitos

Atmosfera...

- Hoje
- 1750
- Era do gelo
- Concentração ajustável

Composição de Gás do Efeito Est...

H₂O 70% umidade rel.
 CO₂ 388 ppm
 CH₄ 1.843 ppm
 N₂O 0.317 ppm

Opções

Número de Nuvens

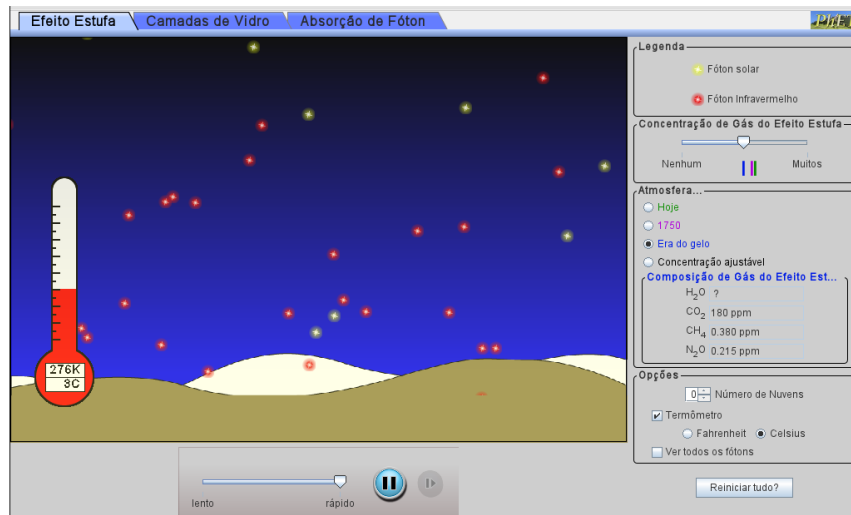
Termômetro

Fahrenheit Celsius

Ver todos os fótons

Reiniciar tudo?

lento rápido



3. Explicar como se determina a temperatura de milhares de anos atrás:

- ❖ **Anéis das árvores:** Estruturas da madeira armazenam informações sobre temperatura, precipitações, erupções de vulcões e incêndios florestais (FIORAVANTI, 2013). A partir dos anéis das árvores, cientistas reconstruíram o clima da era romana até 1900. Todo ano, da primavera ao outono, as células sob a casca de uma árvore se dividem, formando um novo anel de crescimento. Se faz calor, a árvore cresce mais forte do que no frio; se estiver seco, cresce menos do que quando chove muito. Os anos frios são indicados por anéis estreitos.

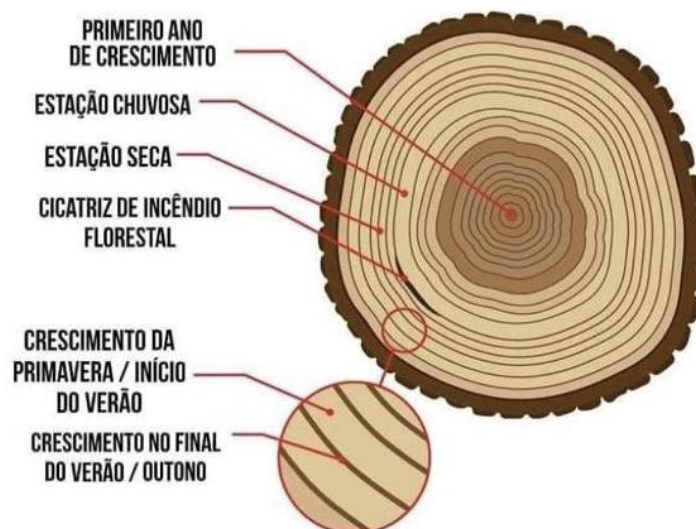


Figura 9 : Anéis de crescimento de arvores. Fonte: <https://www.iguiecologia.com/idade-das-arvores-e-possivel-saber/aneis-dar-arvores-fonte-ecycle-e-uct/>. Acesso: 10/12/2020.



Figura 10: Anéis de crescimento de árvores. Fonte: <https://www.jornalciencia.com/aneis-de-crescimento-de-arvores-podem-prever-o-futuro-sobre-as-proximas-mudancas-climaticas/>.

Acesso: 10/12/2020.

- ❖ **Testemunhos de gelo:** São amostras da acumulação de neve e gelo durante milhares de anos, têm sido utilizadas como registros históricos do clima, pois a composição do gelo e das bolhas de ar nele aprisionadas fornecem um testemunho praticamente intocado de condições climáticas passadas (NASA, 2020b). Pode-se analisar: variação da temperatura média superficial do planeta; variabilidade e origem da precipitação;



Figura 11: Testemunho de gelo. Fonte: <https://icecores.org/about-ice-cores>. Acesso: 10/12/2020.

atividade biológica terrestre e marinha; vulcanismo; variabilidade do nível dos mares; entre outros. Em 1999, cientistas da estação Vostok na Antártica analisaram cilindros de gelo que revelaram a relação entre o CO₂ e a temperatura de 400 mil anos, cobrindo quatro eras glaciais, verificando que quando o nível de CO₂ estava alto a temperatura também estava alta.

4. Mostrar dados da relação do aumento do CO_2 e a temperatura no passado. Na Figura 11 a curva em azul indica a concentração de CO_2 e a em vermelho a variação da temperatura. É marcante o aumento de temperatura nos períodos em que as concentrações de CO_2 estiveram mais altas no planeta.

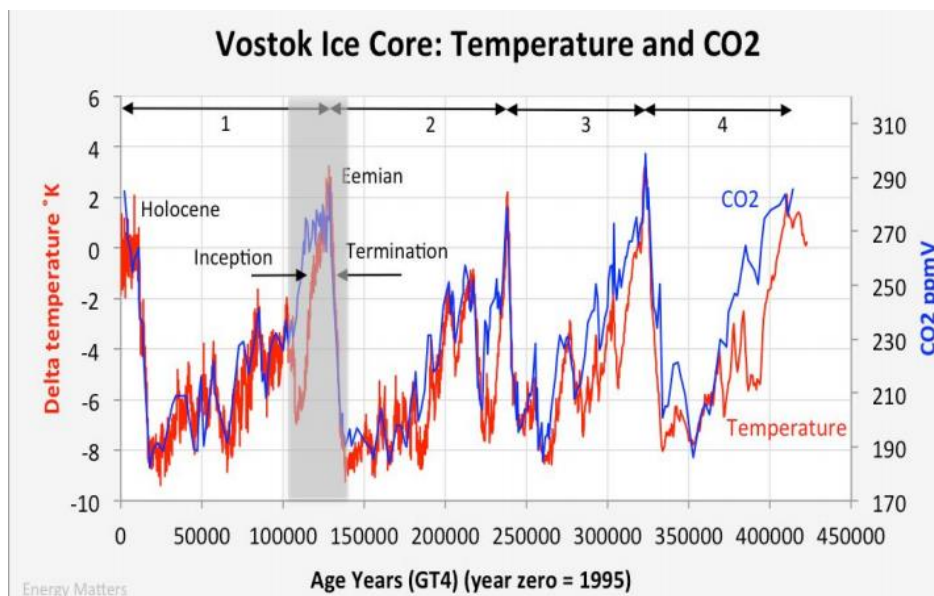


Figura 11: Relação do aumento do dióxido de carbono e a temperatura. Fonte: <https://www.ncdc.noaa.gov>. Acesso: 10/12/2020.

Questionar: “Se a Terra já passou por outros períodos de aquecimento, por que esse período atual que estamos vivendo é diferente?”.

5. Questionar: “O que podemos fazer para que a temperatura média fique estável?”
6. Propor que os alunos pesquisem e busquem colocar em prática atitudes que ajudem o planeta, anotando durante a semana.

Cronograma	Tempo (min)
Simulação “Moléculas e Luz”	10
Simulação “O Efeito Estufa”	10
Explicação	15

Discussão	10
-----------	----

6. Plano de aula 5 - Consequências do aquecimento global e atividade experimental

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

- Conscientizar sobre como nossas ações impactam no meio ambiente;
- Explicar as consequências do aquecimento global em cada região da Terra;
- Realizar a atividade experimental e relacionar com o aumento do nível dos mares e oceanos.

Conteúdos prévios:

1- Efeito estufa e aquecimento global.

Metodologia

O conteúdo será desenvolvido de maneira expositiva, com o auxílio de slides e de uma atividade experimental demonstrativa.

Recursos

- Materiais para a atividade experimental.
- Apresentação em projetor multimídia:
<https://prezi.com/p/hrndjnhwxg0s/consequencias-do-aquecimento-global-no-brasil-e-no-mundo-mnpef/>

Sequência

1. Montar a atividade experimental demonstrativa “Aumento do nível do mar” (pág. 38) e deixar a lâmpada acesa.
2. Em seguida, explicar as principais consequências do aquecimento global no mundo, segundo o IPCC, de cada região:

África	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento das secas, agravando as tensões pelo suprimento de água; • Redução da produtividade e aumento de doenças em plantações, afetando a segurança alimentar; • Mudanças na incidência de doenças, por causa do aumento das temperaturas e variabilidade das chuvas.
América do Sul e América Central	<ul style="list-style-type: none"> • Má distribuição de água, afetando a água disponível no semiárido e regiões dependentes do degelo; e aumentando o risco de cheias e deslizamentos por causa de precipitações extremas. • Redução da produtividade das plantações e da qualidade de alimentos; • Propagação de doenças.
América do Norte	<ul style="list-style-type: none"> • Maior risco de incêndios e de mortalidade, por causa do aumento de temperatura e da intensidade de secas; • Enchentes em áreas urbanas e de costa, devido ao aumento do nível do mar e precipitação extrema; • Danos a propriedades e infraestrutura devido a ciclones e outros fenômenos extremos.
Ásia	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da frequência e intensidade das cheias, ocasionando danos na infraestrutura e modos de vida. • Maior risco de mortalidade provocada por altas temperaturas; • Seca e escassez de água e comida.
Australásia	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na composição e estrutura de recifes de coral na Austrália; • Aumento da frequência e intensidade de danos causados pelas cheias; • Aumento do nível do mar, afetando a infraestrutura costeira e ecossistemas.

<p>Europa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas econômicas e população afetadas por cheias de rio e aumento do nível do mar; • Redução de água disponível em rios e do subterrâneo; porém com um aumento da demanda para irrigação, indústrias e uso doméstico. • Eventos de calor extremo, impactando na saúde, plantações, qualidade do ar e aumento de incêndios.
<p>Oceano</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na distribuição de peixes e outras espécies marinhas; e redução do potencial de pesca; • Risco para a biodiversidade e proteção costeira devido ao branqueamento de corais e aumento de mortalidades, agravando a acidificação oceânica. • Aumento do nível do mar, fenômenos extremos e alterações nas chuvas, causando inundações da costa e perda de habitat para muitas espécies.
<p>Pequenas ilhas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Insegurança alimentar e econômica; • Aumento do nível do mar irá comprometer áreas de baixas altitudes, da costa.
<p>Regiões Polares</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças no gelo, afetando os sistemas terrestres e de água doce, e ecossistemas marinhos; • Risco para a saúde da população do Ártico, devido a doenças causadas pelas mudanças do ambiente em que vivem e pela escassez de água e comida. • Desafios para os residentes do norte causados por desastres climáticos e fatores sociais, principalmente onde a taxa de mudança é maior que a adaptativa do sistema.

3. Discutir sobre o derretimento das geleiras e o porquê desse processo aumentar ainda mais a temperatura do planeta.

Derretimento das geleiras

Uma das consequências mais notáveis é o degelo. As regiões mais afetadas são o Ártico, a Antártida, a Groelândia e várias cordilheiras (ANGELO, 2016).

Pesquisas apontam que a camada de gelo do Ártico tornou-se 40% mais fina e sua área sofreu redução de cerca de 15%. A Antártida perdeu mais de 3 mil quilômetros quadrados de extensão.

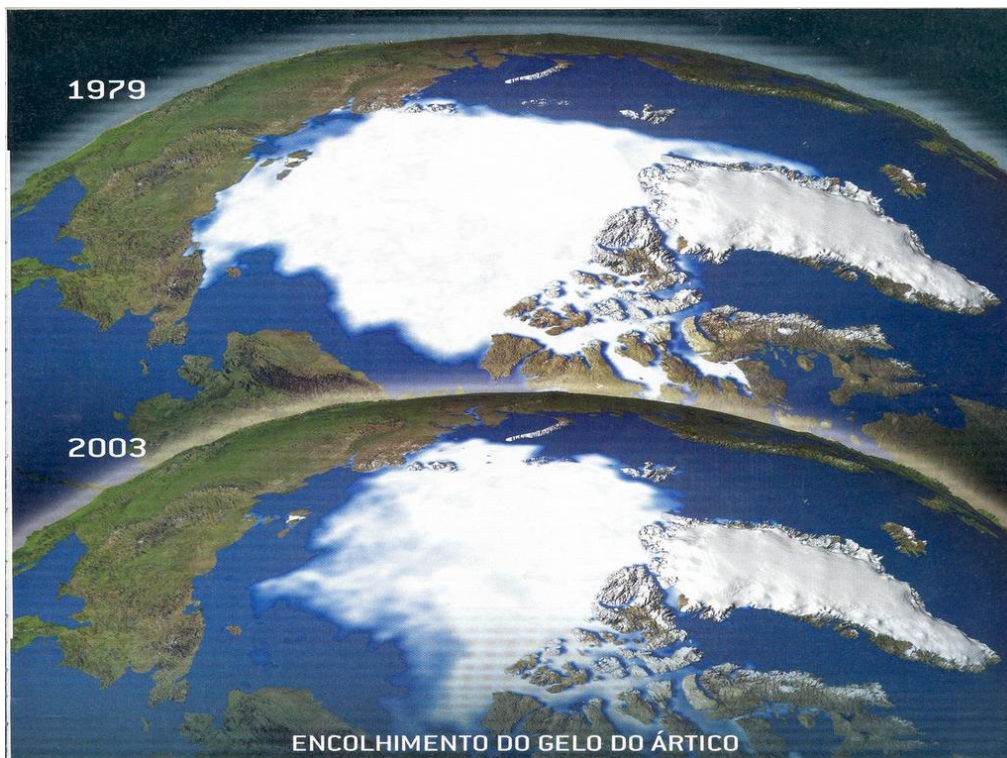


Figura 12 : Encolhimento do gelo Ártico. Fonte:

<https://suprimatec.wordpress.com/2016/03/29/niveis-de-gelo-no-oceano-artico-atingem-um-novo-marco-alarmante/>. Acesso: 10/12/2020.

A Groelândia também tem sofrido com o aquecimento global, fato preocupante, visto que seu derretimento pode provocar um aumento no nível dos oceanos de até 7 metros.

“O degelo Austral: Ao longo dos tempos, a queda de neve na Antártida resultou em domos de gelo com mais de 3 mil metros de espessura. Quase todo esse gelo deve se manter preservado por muitos séculos. Mas, com o aquecimento climático, as bordas do continente estão desmoronando. Até 2100,

a perda de gelo talvez contribua para o aumento de mais de 1 metro no nível do mar.” (DOUGLAS, 2017)

“Se tudo derreter: os mares subiriam 57,6 metros. Mas isso levaria milênios. Pelo atual cenário, a Antártica pode fazer com que os oceanos subam mais de 1 metro no século 21. O ocaso das geleiras em outras partes elevaria isso para 2 metros, o bastante para inundar muitas cidades litorâneas.” (DOUGLAS, 2017)

Um grupo de quatro geleiras em uma área da Antártica Oriental chamada Baía de Vincennes, a oeste da enorme Geleira Totten, diminuiu sua altura de superfície em cerca de 2,7 metros desde 2008, sugerindo mudanças generalizadas no oceano.

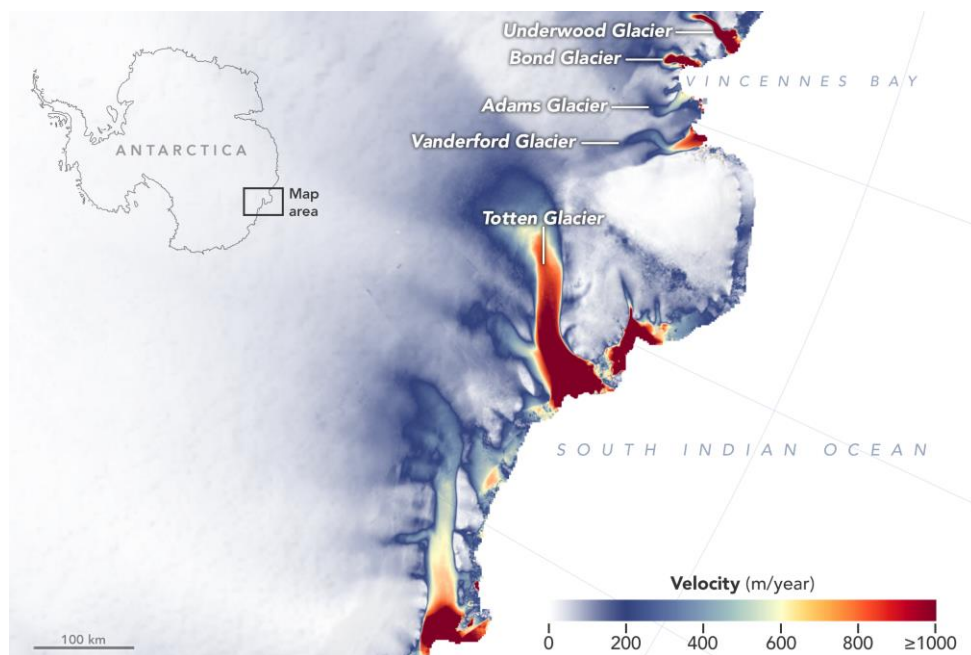


Figura 13: Encolhimento da Geleira Totten. Fonte: <https://climate.nasa.gov/news/2832/more-glaciers-in-east-antarctica-are-waking-up/>. Acesso: 10/12/2020.

O aumento do nível do mar é resultado do aquecimento global através de dois processos principais:

- **Derretimento de massas de gelo:** com o aumento da temperatura, o gelo derrete. O que está nos mares vai permanecer ali, só que em estado líquido. Porém, as massas de gelo que estão sobre Terra firme irão escoar em direção aos mares e oceanos. Aquecimento e degelo reforçam-se mutuamente através de mecanismos de retroalimentação. Uma vez que o gelo derreteu, a superfície absorverá mais energia, pois o branco do gelo reflete a radiação solar.

O Albedo é o efeito de reflexão da luz solar. Com o derretimento do gelo e da neve, diminui o efeito de Albedo e a quantidade de superfície escura e absorvente de calor é maior. 90% da radiação solar é refletida pela superfície da água quando coberta de gelo e neve, mas apenas 6% é refletido após o gelo derreter e a água encontrar-se a descoberto.

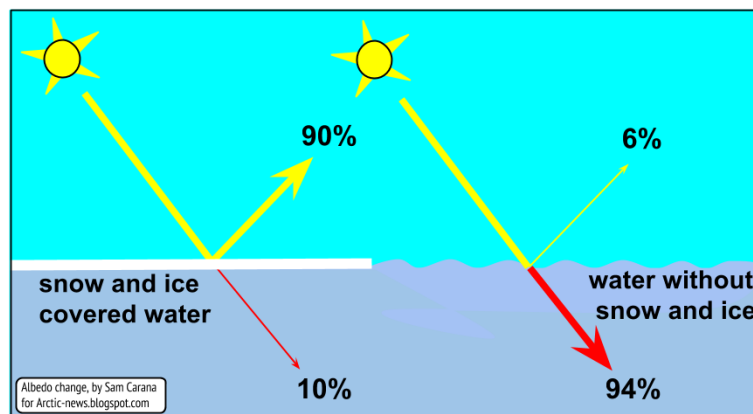


Figura 14: Efeito do Albedo. Fonte:

<https://alteracoesclimaticas.wordpress.com/2014/10/10/onde-estamos-um-resumo-do-sistema-climatico-por-paul-beckwith/>. Acesso: 10/12/2020.

- **Expansão térmica:** quando aquecida, a agitação das moléculas da água torna-se mais intensa e a distância entre elas aumenta, consequentemente aumenta o seu volume.

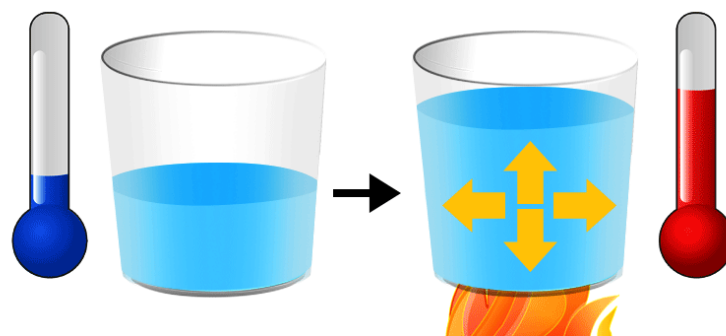


Figura 15: Expansão volumétrica. Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/584623595364513193/>.

Acesso: 10/12/2020.

4. Observar o aumento do nível da água do experimento e associar com o aumento do nível do oceano.

Cronograma	Tempo (min)
Montar a atividade experimental	5
Explicar as consequências	30
Relacionar o experimento com o aumento do nível do mar.	10

6.2 Atividade experimental 2: Aumento do nível do mar

Experiência semelhante disponível em:

<https://www.jpl.nasa.gov/edu/learn/project/how-warming-water-causes-sea-level-rise/>

Materiais

- 1 garrafa de água transparente
- 1 canudo transparente
- Caneta
- Cola selante
- Fonte de calor (lâmpada ou sol)
- Régua

Montagem

- Coloque o canudo dentro da garrafa, deixando entre 5 e 8cm para fora. Passe cola em volta do canudo para unir e vedar.



Figura 18: Montagem da atividade experimental “Aumento do nível do mar”. Fonte: autora (2019)

Procedimento

- Coloque água na garrafa, até subir no canudo e passar a borda da garrafa, deixando um espaço vazio na superfície.
- Coloque a garrafa de água no local em que planeja aplicar o calor de uma lâmpada, do sol ou de outra fonte de calor.
- Use a caneta de marcação para marcar uma linha no canudo para indicar a base ou o nível zero da água.



Figura 17: Atividade experimental “Aumento do nível do mar”. Fonte: autora (2019)

- Como mover e apertar a garrafa pode alterar suas medidas, evite mover ou manusear a garrafa quando a linha estiver marcada.

- Aqueça: direcione uma fonte de calor para a garrafa ou coloque-a sob luz solar direta.



Figura 18: Atividade experimental “Aumento do nível do mar”. Fonte: autora (2019)

- Depois de alguns minutos, observe o aumento do nível da água (o tempo vai depender da fonte de calor que for usada).
- Perguntar: O que aconteceu com o nível da água quando a energia térmica foi adicionada? Como isso se relaciona ao aumento da temperatura global e ao aumento do nível do mar?

7. Plano de aula 6 - Atividade final

3º ano do ensino médio

2º semestre de 2019

Objetivos:

Verificar se os alunos tiveram um aprendizado significativo e/ou se mudaram algumas de suas concepções relacionadas com o tema.

Conteúdos prévios:

- 1- Composição atmosférica.
- 2- Efeito estufa e aquecimento global.
- 3- Calor e temperatura.
- 4- Espectro Eletromagnético.

Metodologia

Aplicação de questionário.

Recursos

Quadro-branco.

Sistema de avaliação

O aluno será avaliado através:

1. Participação e dedicação nas respostas do questionário. Terá peso 5 na nota do trabalho 1.

Sequência

- 1- Explicar: Na aula de hoje será aplicado um questionário, que os alunos devem responder de forma individual, sem nenhum tipo de consulta. Esse questionário irá compor os outros 50% restantes da nota do trabalho 1, será avaliado a participação e dedicação nas respostas e deseja-se que eles sejam os mais sinceros possíveis em suas respostas.

2- Aplicar o questionário, que deve ser entregue ao final da aula.

Cronograma	Tempo (min)
Explicação	5
Aplicação do questionário	40

Questionário final

1. O efeito estufa é algo bom ou ruim? E o aquecimento global?
2. Quais as causas e consequências do aquecimento global?
3. Qual a Física envolvida nesses fenômenos?
4. Qual a principal fonte de energia da Terra? Fale o que você aprendeu sobre ela.
5. Qual é o tipo de radiação é responsável pelo aquecimento?
6. Fale sobre as simulações e experimentos vistos em sala de aula.
7. Como o CO_2 e outros gases estufa se relacionam com o aquecimento global?
8. Como se descobre a temperatura de milhares de anos atrás?
9. O que tem de diferente na Terra hoje em relação ao seu passado?
10. O que você fez essa semana para ajudar o planeta?

8 - Considerações Finais

O produto educacional tem como objetivo a reflexão sobre alguns fenômenos atuais e relevantes, que fazem parte do cotidiano dos alunos. Logo, a sequência didática trata do aquecimento global buscando a construção de alguns conceitos físicos e científicos relacionados com o tema. Buscou-se também a distinção dos fenômenos naturais dos antropogênicos, além de como isso tem influência no clima.

Deseja-se que este material se torne uma ferramenta e inspiração para os colegas professores. Facilitando as práticas educacionais no ensino de Física, especialmente do espectro eletromagnético, com apresentações e simulações disponíveis na internet. Além de se tratar de um material didático de baixo custo e de fácil execução, com a proposta de experimentos que podem ser usados materiais reciclados e/ou acessíveis.

O conhecimento físico é aplicado na realidade do aluno de modo diferenciado e interativo, apresentando os conteúdos com recursos diferentes do que se tem normalmente nas aulas de Física. Com a interpretação dos resultados, verificou-se que o uso de diversificadas estratégias de ensino associadas com um tema contextualizado contribuiu para o aprendizado e motivação dos alunos.

9 - Referências

ANGELO, CLAUDIO. A Espiral da Morte: Como a humanidade alterou a máquina do clima. São Paulo, Companhia das Letras, 2016.

DOUGLAS, FOX. Antártida sem gelo. Revista National Geographic Brasil, São Paulo, nº 208, pg. 22-39, 2017.

FIORAVANTI, CARLOS. Os círculos do tempo. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, ed. 213, pg. 41-45, 2013.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC. Vol. 3, 2009.

HEWITT, PAUL G. Física Conceitual. 12ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2015.

IPCC. Synthesis Report. Disponível em: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf. 2014. Acessado em 20/01/2021.

IPCC. Allen, M. R. *et al.* Global Warming of 1,5 °C. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/>. 2018. Acessado em 20/01/2021.

JUNGES, A. L.; SANTOS, V. Y.; MASSONI, N. T. Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.5, 2018.

NASA. The Causes of Climate Change. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/causes/>. Acesso em: 20/01/2020a.

NASA. Core questions: An introduction to ice cores. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/news/2616/core-questions-an-introduction-to-ice-cores/>. Acesso em: 20/01/2020b.