



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS E FAKE NEWS – PROPOSTA DE ENSINO
INVESTIGATIVO, COM ABORDAGEM CTS**

**MATERIAL DO PROFESSOR
&
MATERIAL DO ALUNO**

Larissa de Freitas Frinhani

Deise Miranda Vianna

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Rio de Janeiro
Agosto de 2024

Sumário:

1. Introdução	3
2. Conceitos de Física Ondulatória	3
2.1. Classificação de ondas	4
2.2. Radiações Eletromagnéticas	6
3. Sequência de Ensino Investigativo	8
3.1. Atividade 1 – CAÇADORES DE FATOS	8
3.2. Atividade 2 – AQUECIMENTO GLOBAL: FATO OU FAKE?	11
3.3. Atividade 3 – INVESTIGANDO O INFRAVERMELHO	13
4. Considerações finais	14
5. Referencial bibliográfico	14

1. Introdução

Este material consiste em uma sequência didática de Ensino Investigativo, com abordagem CTS, para estudar as Radiações Eletromagnéticas, suas características, aplicações e interações com o ser humano. As investigações usarão como fomento para as discussões informações falsas de circulação em redes sociais pela internet. Um dos objetivos deste trabalho, além de estudar os conceitos físicos mencionados, é combater a disseminação de Fake News por meio do estudo e divulgação de dados científicos corretos.

Notícias falsas, ou Fake News, não são exatamente uma novidade para a nossa sociedade. Mas, quando se tratam de assuntos científicos já estudados e comprovados, as Fake News possuem o grande potencial de causar insegurança na população. Algumas pessoas, acreditando na informação recebida, ajudam a espalhar a Fake News, tornando cada vez mais difícil controlar a circulação de mensagens desse tipo.

Acreditamos que a educação é uma grande ferramenta contra a desinformação, além de possibilitar uma mudança social nos indivíduos envolvidos. Sendo assim, o método de Ensino Investigativo é capaz de nos proporcionar um maior engajamento dos alunos em sala de aula, colocando os estudantes como agentes da sua construção de conhecimento. Mesmo nesse método, o professor possui um papel muito importante nas investigações, fazendo os questionamentos necessários para que os alunos construam os conhecimentos cientificamente corretos sobre o assunto.

A abordagem CTS também possui muita importância neste trabalho, tendo em vista que tanto os alunos quanto toda a problemática das Fake News estão envolvidos nesse contexto de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Esperamos que, após todo o processo de investigação e aprendizagem das Radiações Eletromagnéticas, os estudantes participantes estejam aptos para aplicar seus conhecimentos científicos para melhorar a sociedade na qual ele se encontra.

Apresentaremos neste material, os conceitos de Física Ondulatória necessários para a compreensão das Radiações Eletromagnéticas e a Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que é dividida em 3 atividades.

2. Conceitos de Física Ondulatória

O conceito de Onda é um dos mais importantes da Física, entretanto, não é simples de defini-lo. Tomando o que foi colocado por Griffiths (2011):

“O que é uma ‘onda’? Não creio que eu possa lhe dar uma resposta totalmente satisfatória - o conceito é intrinsecamente um tanto vago - mas eis um começo: uma onda é um *distúrbio de um meio contínuo que se propaga com uma forma fixa e em velocidade constante*. Tenho imediatamente que acrescentar qualificadores: na presença de absorção, a onda diminui de tamanho à medida que se move; se o meio for dispersivo, frequências diferentes viajarão a velocidades diferentes; em duas ou três dimensões, à medida que a onda se espalha, sua amplitude diminui; e é claro que ondas *estacionárias* não se propagam de forma alguma. Mas tudo isso é um refinamento; vamos começar com um caso simples: forma fixa, velocidade constante.” (Griffiths, 2011).

É possível ainda simplificar o conceito de onda para uma perturbação periódica que se propaga sem transporte direto de matéria, mas que carrega energia entre dois pontos.

“Leonardo da Vinci mostrou que entendia de ondas quando escreveu: “é frequente que uma onda de água fuja de seu local de origem, enquanto a água não; como as ondas criadas pelo vento num campo de trigo, onde vemos as ondas correndo através do campo, enquanto os pés de trigo permanecem no mesmo lugar”.” (Halliday, 1983).

Podemos citar como exemplos de ondas: ondas sonoras, ondas do mar, ondas em uma corda, ondas de rádio, micro-ondas, luz, entre outros.

2.1 – Classificação de ondas:

Conseguimos classificar uma onda por diferentes aspectos. Pela natureza, podemos separar em ondas MECÂNICAS ou ELETROMAGNÉTICAS.

MECÂNICAS: são ondas que, além de seguirem as leis de Newton, necessitam de um meio material para se propagar, ou seja, não podem se propagar pelo vácuo (Halliday, 1983). Exemplos: som, ondas em uma corda, ondas no mar, entre outros.

ELETROMAGNÉTICAS: são ondas que não necessitam de um meio material para se propagar, podendo se propagar pelo vácuo. Essas ondas são formadas pela oscilação de campos elétrico (\vec{E}) e magnético (\vec{B}) perpendiculares entre si e a direção de propagação. Exemplos: Micro-ondas, Infravermelho, Luz Visível, Ultravioleta, Raio-X, entre outros. É possível observar as ondas eletromagnéticas organizadas por frequência no espectro eletromagnético.

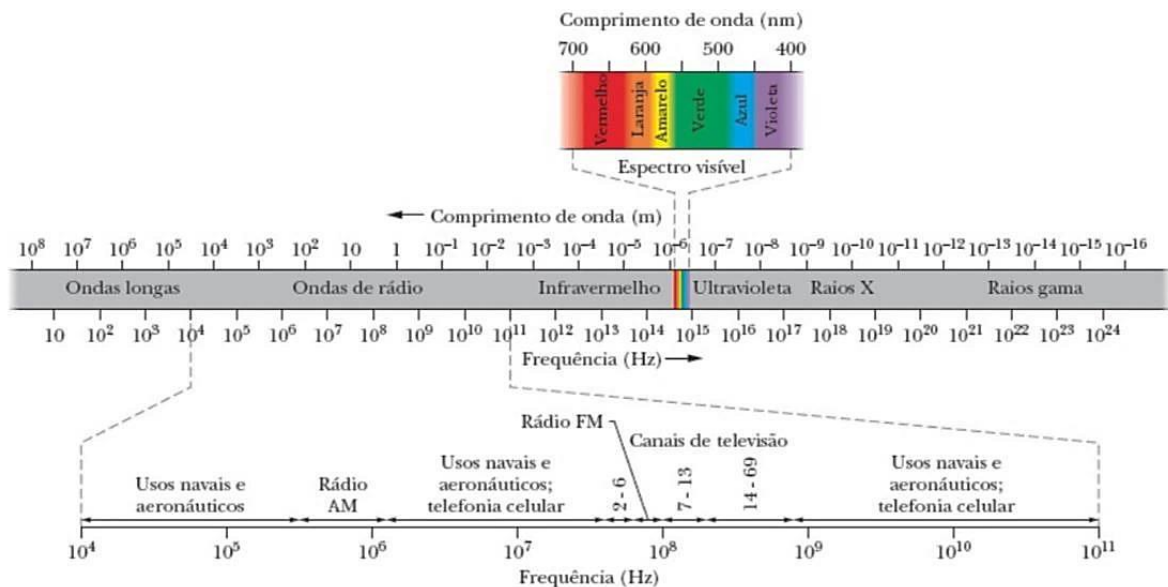
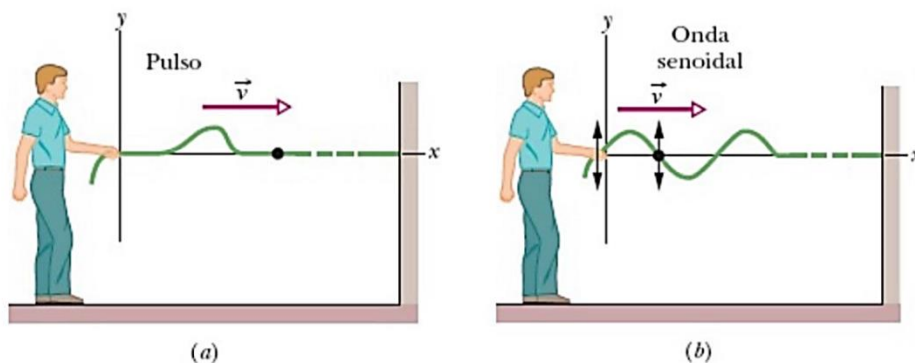


Figura 1: espectro eletromagnético organizado por ordem crescente de frequência. Fonte: Halliday, 2016.

Em relação à vibração, podemos separar em ondas TRANSVERSAIS ou LONGITUDINAIS.

TRANSVERSAIS: ocorre quando o pulso e a propagação possuem direções perpendiculares (Halliday, 1983). Por exemplo, para criar uma onda em uma corda, podemos fixar uma das pontas da corda e oscilar a outra ponta na vertical. Isso irá gerar um pulso que se propaga na horizontal.



Figuras 2.a e 2.b: pulso e onda transversais. Representação de um pulso (figura 2.a) e uma onda transversal (figura 2.b). Fonte: Halliday, 2016.

Uma observação importante, toda onda eletromagnética é transversal, pois os campos elétrico e magnético, além de perpendiculares entre si, são perpendiculares à direção de propagação da onda.

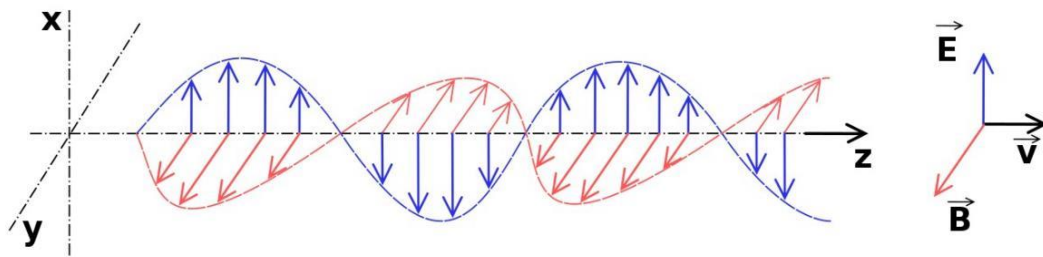


Figura 3: propagação de uma onda eletromagnética. Fonte: site Wikipédia, 2024.

LONGITUDINAL: ocorre quando pulso e propagação possuem a mesma direção (Halliday, 1983). Um exemplo seriam as ondas sonoras, que podem ser geradas por um autofalante que causa no meio uma compressão e rarefação por onde ela se propaga. O pulso causado pelo autofalante é paralelo à direção de propagação da onda.

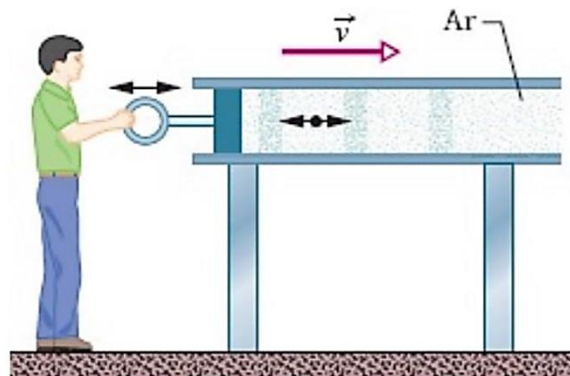


Figura 4: onda longitudinal. Fonte: Halliday, 2016.

Pela direção de propagação, separamos em UNIDIMENSIONAL, BIDIMENSIONAL e TRIDIMENSIONAL.

UNIDIMENSIONAL: são ondas que se propagam em apenas uma dimensão. Exemplo: ondas em uma corda.

BIDIMENSIONAL: são ondas que se propagam em duas dimensões. Exemplo: ondas na superfície de um lago.

TRIDIMENSIONAL: são ondas que se propagam em três dimensões. Exemplo: som.

2.2 – Radiações eletromagnéticas:

Após o conhecimento de todas essas definições, conseguimos adentrar no conceito de radiação. As Radiações Eletromagnéticas estão diretamente relacionadas com as Ondas Eletromagnéticas, como colocado por Griffiths (2011):

“Uma vez estabelecidas, as ondas eletromagnéticas no vácuo propagam-se ‘ao infinito’, transportando consigo energia; a assinatura da radiação é esse fluxo irreversível de energia que se afasta da fonte.” Griffiths (2011).

Em 1905, Einstein propôs que a Radiação Eletromagnética é quantizada, ou seja, encontrada apenas em múltiplos inteiros de uma quantidade elementar (um quantum). Neste caso, a quantidade quantizada é chamada de fóton (Halliday, 2016). Pode parecer estranho relacionar algo quantizado com as ondas eletromagnéticas, ainda mais após afirmarmos que essa onda é uma combinação de campos elétricos e magnéticos perpendiculares entre si e com frequência f . Seria possível uma onda ser analisada como uma grandeza quantizada?

Segundo Einstein, a energia de um fóton de frequência f é dada por (Halliday, 2016):

$$E = hf \quad \text{equação(1)}$$

sendo h a constante de Planck ($h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$). A menor quantidade de energia que uma onda eletromagnética de frequência f pode transportar é hf , que representa um único fóton desta onda. Caso a onda possua uma quantidade de energia maior que este mínimo, esta deve ser um múltiplo inteiro desta quantidade.

“Einstein propôs ainda que, sempre que a luz é absorvida ou emitida por um objeto, a absorção ou emissão ocorre nos átomos do objeto. Quando um fóton de frequência f é absorvido por um átomo, a energia hf do fóton é transferida da luz para o átomo, um *evento de absorção* que envolve a aniquilação de um fóton. Quando um fóton de frequência f é emitido por um átomo, uma energia hf é transferida do átomo para a luz, um *evento de emissão* que envolve a criação de um fóton. Isso significa que os átomos de um corpo têm a capacidade de emitir e absorver fótons.” (Halliday, 2016).

Desta forma, quanto maior for a frequência da onda, maior será a quantidade de energia que ela irá transportar e, ao atingir um corpo, poderá ser absorvida pelos átomos deste. Dependendo da quantidade de energia que uma radiação carrega, ela pode ser classificada como ionizante ou não ionizante.

Uma radiação é classificada como ionizante quando ela possui alta frequência, carregando energia suficiente para retirar um elétron do átomo, ionizando a matéria (INCA, 2023). São exemplos de radiações ionizantes o Raio-X e os Raios Gama. Já uma radiação não ionizante possui baixa frequência, não tendo energia suficiente para ionizar a matéria. Entretanto, a exposição prolongada a essas radiações também pode trazer prejuízos (INCA, 2023). São exemplos de radiações não ionizantes as micro-ondas, a radiação infravermelha e a luz visível. Podemos observar abaixo a organização das radiações eletromagnéticas.



Figura 5: radiações no espectro eletromagnético. Fonte: HELERBROCK, 2023.

Além de ionizante e não ionizante, também podemos classificar as radiações em visível e invisível. Apenas uma pequena parte do espectro eletromagnético é visível ao olho humano, que corresponde às frequências da ordem de 10^{14} *hz* (Griffiths, 2011).

Por meio da Sequência de Ensino Investigativo elaborada, os estudantes terão contato com estes conceitos, investigando as radiações eletromagnéticas e suas interações com a matéria.

3. Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

A SEI é composta de 3 atividades investigativas aplicadas em sequência. Serão investigadas pela SEI as seguintes Radiações: Micro-ondas, Infravermelha, Luz Visível, Ultravioleta e Raio-X. Durante as investigações das atividades propostas, os estudantes irão estudar as subdivisões das Radiações eletromagnéticas em ionizante, não ionizante, visível e invisível, bem como as suas aplicações, indo de aparelhos eletrônicos até a sua utilização em outros meios, como na medicina, por exemplo.

3.1 – Atividade 1: CAÇADORES DE FATOS

A primeira atividade da sequência se chama “CAÇADORES DE FATOS”. Nessa atividade a turma será dividida em grupos e os alunos serão apresentados a algumas notícias/informações que circulam por meios de comunicação, principalmente por redes sociais pela internet. Cada grupo ficará responsável por investigar uma das notícias e definir se as informações apresentadas são verdadeiras ou falsas.

Essa atividade tem como objetivo principal identificar, por meio da investigação, a separação de Radiações Eletromagnéticas em ionizantes e não ionizantes, além de instruir os alunos na checagem de informações recebidas.

As informações que serão apresentadas aos grupos estão em formato de texto ou de vídeo, portanto, verifique se no local de aplicação os alunos terão acesso à rede de Internet. A investigação será feita a critério dos estudantes, sob supervisão do professor. As informações investigadas serão:

I) “O COVID-19 É IMUNE A ORGANISMOS COM pH MAIOR QUE 5,5” (texto apresentado no material do aluno)

II) “TEMPERATURA MÉDIA GLOBAL TEM 50% DE CHANCE DE EXCEDER 1,5°C ATÉ 2026” (texto apresentado no material do aluno)

III) “MICRO-ONDAS DÁ CÂNCER” (texto apresentado no material do aluno)

IV) “PROTETOR SOLAR NÃO É NECESSÁRIO” (vídeo apresentado no material do aluno)

V) “EXAMES DE MAMOGRAFIA CAUSAM CÂNCER DE TIREÓIDE” (vídeo apresentado no material do aluno)

Todo o material utilizado nessa atividade foi encontrado em circulação nas redes sociais, como Facebook e YouTube. Portanto, a autora do trabalho não criou nenhuma dessas notícias, apenas fez uso desses materiais.

Professor, durante a investigação feita pelos alunos, peça para que eles respondam aos questionamentos da ficha de aplicação, para auxiliar nesse processo de investigação. Os questionamentos são:

1) “Quais as principais informações apresentadas no texto/vídeo?”

Para saber se os alunos conseguiram identificar e interpretar as informações recebidas.

2) “Algum órgão oficial confirmou essas informações?”

Para que os alunos possam identificar as informações de órgãos oficiais como fontes confiáveis.

3) “Quais foram as fontes de pesquisa utilizadas pelo grupo?”

Para analisar em quais fontes os alunos tinham confiança para buscar informações.

4) “As informações do texto são verdadeiras ou falsas?”

Finalmente, após toda a investigação do grupo, qual foi o veredito sobre a notícia recebida.

Após a investigação e os grupos responderem as perguntas acima, o grupo fará uma breve apresentação de seus resultados aos demais colegas da turma, lembrando que cada grupo investigou uma das notícias apresentadas acima.

Pela investigação, é esperado que os alunos cheguem nas seguintes conclusões:

I) “O COVID-19 É IMUNE A ORGANISMOS COM pH MAIOR QUE 5,5” **FALSA**

Pois não é possível alterar o pH sanguíneo por meio da ingestão de alimentos, além de fornecer valores de pH errados para os alimentos apresentados na notícia (Pennafort, 2020).

II) “TEMPERATURA MÉDIA GLOBAL TEM 50% DE CHANCE DE EXCEDER 1,5°C ATÉ 2026” **VERDADEIRA**

Texto publicado pela ONU, alertando sobre os riscos do aumento da temperatura global. Seguindo as estimativas de cientistas, a temperatura média global pode ultrapassar a marca de 1,5°C se políticas ambientais não forem aplicadas (ONU, 2022).

III) “MICRO-ONDAS DÁ CÂNCER” **FALSA**

Esta Radiação é não ionizante, portanto, não tem energia suficiente para interagir com a matéria e retirar elétrons, causando câncer (Colete, 2023).

IV) “PROTETOR SOLAR NÃO É NECESSÁRIO” **FALSA**

O uso de protetor solar previne a pele dos danos causados pelos Raios Ultravioleta. Mesmo sendo uma radiação não ionizante, os Raios UV carregam mais energia que a Radiação de Micro-onda, podendo causar prejuízos à pele, como o envelhecimento precoce, manchas e câncer de pele (Boas, 2023).

V) “EXAMES DE MAMOGRAFIA CAUSAM CÂNCER DE TIREÓIDE” **FALSA**

Mesmo o exame de mamografia sendo feito por Raio-X, que é uma radiação ionizante, a quantidade de radiação e a frequência de realização do exame tornam bem baixas as chances de causar câncer. O risco de ter câncer por causa de exames de Raio-X acontece apenas em casos de exposição prolongada (Domingos, 2021).

Caso algum grupo apresente conclusões fora do esperado, retome a investigação e discuta os dados científicos sobre o assunto com a turma. Nesse caso, é interessante observar quais foram as fontes de pesquisa do grupo em questão. Verifique se os alunos cumpriram com o objetivo de identificar que existe uma separação entre as Radiações Eletromagnéticas em ionizantes e não ionizantes.

3.2 – Atividade 2: AQUECIMENTO GLOBAL: FATO OU FAKE?

A segunda atividade da SEI se chama “AQUECIMENTO GLOBAL: FATO OU FAKE?”. Nesta atividade, será realizada uma investigação sobre a veracidade e os dados científicos do Aquecimento Global e sua relação com o Efeito Estufa.

Os objetivos desta investigação são a identificação e exploração das Radiações Eletromagnéticas que recebemos do Sol (Infravermelha, Luz Visível e Ultravioleta), sua relação com a temperatura terrestre e sua interação com o corpo humano, observando a sua separação em visível e invisível. Outro objetivo importante é a identificação de dados científicos, bem como a diferença entre ciência e opinião.

Para conduzir a discussão sobre o tema desta atividade, o professor deve fazer alguns questionamentos aos alunos. Os questionamentos formam:

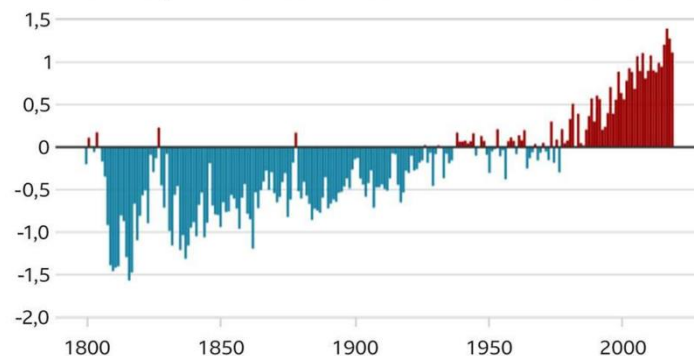
1) “Aquecimento Global: Fato ou Fake? Justifique sua resposta.”

Começamos a discussão por esse questionamento. Esta pergunta tem a função de coletar a opinião dos alunos sobre o Aquecimento Global e analisar a argumentação que eles farão para justificar sua opinião, as respostas podem ser registradas na ficha presente no material do aluno. Após a discussão sobre esse questionamento, são investigados e apresentados os dados científicos a respeito do Aquecimento Global, para que os alunos possam verificar se as justificativas dadas são comprovadas cientificamente.

Caso o aluno mude de opinião durante a discussão, ele pode escrever uma nova resposta na ficha da atividade, apresentando sua nova opinião sobre o assunto, sem precisar apagar a resposta anteriormente dada.

A Terra está ficando mais quente

Média de temperatura da terra acima e abaixo da média (°C)



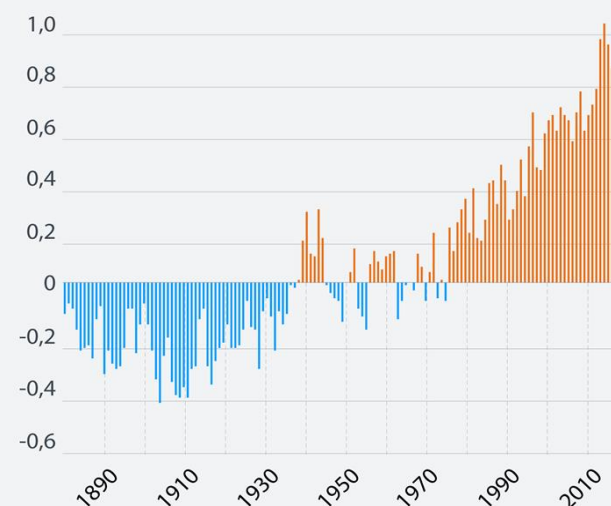
Obs: Média é calculada com base na temperatura terrestre de 1951-1980

Fonte: Universidade da Califórnia, Berkeley

BBC

Anomalias de temperatura, 1980-2019

Anomalias na temperatura dos oceanos e do solo, em graus Celsius, com base na temperatura média do século 20



DW

Fonte: NOAA

Figura 6.a e 6.b: temperatura média da Terra ao passar dos anos. Fontes: BBC Brasil, 2021 e Kondratenko, 2021.

2) “Aumento da temperatura global: o ser humano tem culpa? Justifique a sua resposta.”

O segundo questionamento desta atividade é sobre a relação do ser humano com o aumento da temperatura global. A intenção é guiar a discussão sobre os fatores que influenciam na temperatura da Terra, como o Efeito Estufa e a Radiação Infravermelha, bem como a participação do ser humano nesses fatores. Após os alunos darem suas respostas e discutirem

sobre este tópico, novamente, serão investigados e apresentados os dados científicos sobre o assunto.

Caso o aluno mude de opinião durante a discussão, ele pode escrever uma nova resposta na ficha da atividade, apresentando sua nova opinião sobre o assunto, sem precisar apagar a resposta anteriormente dada.

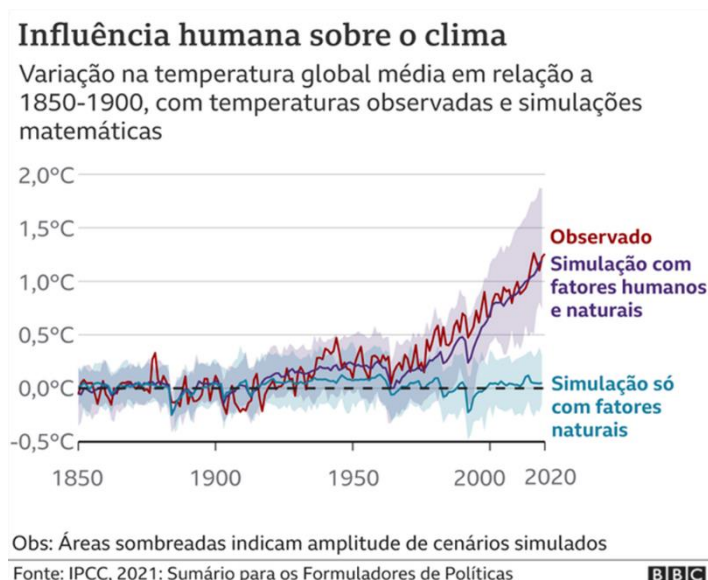


Figura 7: gráficos com simulações sobre a variação da temperatura média global com e sem efeitos antrópicos. Fonte: IPCC, 2021.

3) “Efeito Estufa: vilão ou mocinho?”

Nesse último questionamento, serão abordados os benefícios do Efeito Estufa para a vida humana na Terra. Faça uma comparação entre a temperatura média global da Terra e de alguns planetas do Sistema Solar, analisando também as radiações que recebemos do Sol.

Conclua esta atividade fazendo um estudo das radiações Infravermelha, Luz Visível e Ultravioleta, identificando a separação das radiações em visíveis e invisíveis.

3.3 – Atividade 3: INVESTIGANDO A RADIAÇÃO INFRAVERMELHA.

A última atividade da SEI se intitula “INVESTIGANDO A RADIAÇÃO INFRAVERMELHA”. Nessa atividade, os alunos foram divididos em grupos e apresentados à Fake News sobre o termômetro de Infravermelho (texto apresentado no material do aluno), tendo de investigar se essa radiação pode causar danos à saúde, como indica o texto. O objetivo dessa atividade é identificar se os estudantes conseguem aplicar os conceitos estudados anteriormente e aprofundar os estudos sobre a Radiação Infravermelha.

Os grupos serão responsáveis por responder alguns questionamentos e determinar a veracidade das informações recebidas. Os questionamentos são:

1) “Quais são as informações apresentadas no texto? Vocês já viram/ouviram essas informações em outros meios?”

Essa pergunta tem a função de saber se os alunos conseguiram interpretar o texto recebido e se eles já tiveram acesso a essas informações por outros meios.

2) “O seu grupo concorda com as informações do texto? Por quê?”

Esse questionamento tem o objetivo de saber se alunos, com toda a bagagem das atividades anteriores, conseguem identificar as informações falsas apresentadas no texto.

3) “Elabore uma forma de comprovar o ponto de vista do grupo.”

O último questionamento tem a função de colocar os alunos para pensar em formas de confrontar as informações falsas recebidas.

4. Considerações finais

Esperamos que, após a aplicação desta sequência, seus alunos tenham aprendido sobre as Radiações Eletromagnéticas e estejam preparados para receber alguma Fake News, sabendo como investigá-la e desmenti-la.

Infelizmente vivemos em uma sociedade onde notícias falsas são criadas e divulgadas com muita frequência. Portanto, se encontrar alguma outra Fake News sobre Radiações Eletromagnéticas e quiser incluir nas atividades propostas, sinta-se à vontade para fazê-lo. Isso com certeza irá enriquecer mais ainda a sequência e o aprendizado de seus alunos.

5. Referencial bibliográfico

AWADA, Hussein. Motivos para você não usar micro-ondas em sua casa! Veja o primeiro deles:. São Paulo, 5 de janeiro. 2020. @drhusseinawada. Disponível em: <https://www.facebook.com/drhusseinawada/photos/pb.100047004255827.-2207520000/2340406739542199/?type=3&locale=pt_BR>. Acesso em: agosto de 2023.

BOAS, Pedro Vilas. **Vídeo faz série de afirmações falsas sobre uso do protetor solar.** UOL, 2023. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/confere/ultimas->

noticias/2023/08/15/video-faz-serie-de-afirmacoes-falsas-sobre-uso-do-protetor-solar.htm#:~:text=%C3%89%20falso%20que%20o%20uso,internacionais%20sobre%20o%20filtro%20solar.>. Acesso em: agosto de 2023.

COLETE, Laura. **Fake News Não Pod #76: As ondas emitidas pelo micro-ondas não podem causar câncer**. Jornal da USP, 2023. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/podcast/fake-news-nao-pod-76-as-ondas-emitas-pelo-micro-ondas-nao-podem-causar-cancer/>>. Acesso em: agosto de 2023.

CORTES DO INTELIGÊNCIA. A VERDADE por trás dos PROTETORES SOLARES - DR. BACTÉRIA, SOLANGE FRAZÃO E TIAGO ROCHA. YouTube, 16 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gwqA_7Bhif4>. Acesso em: agosto de 2023.

DOMINGOS, Roney. **É #FAKE que exame de mamografia provoque câncer na tireoide**. G1, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2021/10/27/e-fake-que-exame-de-mamografia-provoque-cancer-na-tireoide.ghtml>>. Acesso em: agosto de 2023.

GRIFFITHS, D. J. Eletrodinâmica. 3ª edição. São Paulo: editora Pearson, 2011.

HALLIDAY, D. *et al.* Fundamentos de Física 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 4ª edição. São Paulo: editora LTC, 1983.

HALLIDAY, D. *et al.* Fundamentos de Física 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10ª edição. São Paulo: editora LTC, 2016.

HALLIDAY, D. *et al.* Fundamentos de Física 4: Óptica e Física Moderna. 10ª edição. São Paulo: editora LTC, 1983.

HELERBROCK, R. **Ondas eletromagnéticas**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>>. Acesso em: agosto de 2023.

IPCC. **Mudanças climáticas: as provas de que o aquecimento global é causado pelos humanos.** BBC Brasil, 2021. Disponível em:

<<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59148373>>. Acesso em: agosto de 2023.

INCA. **Radiações.** Gov.br, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/radiacoes>>. Acesso em: maio de 2024.

KONDRATENKO, Tatiana. **Entenda o inequívoco papel humano na mudança climática.** DW, 2021. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/entenda-o-inequ%C3%ADvoco-papel-humano-na-mudan%C3%A7a-clim%C3%A1tica/a-58098428>>. Acesso em: agosto de 2023.

MONTENEGRO, E. C. Ondas eletromagnéticas. 1ª edição. São Paulo: editora Blucher, 2023.

ONU. **Temperatura média global tem 50% de chance de exceder 1,5°C até 2026.** Nações Unidas Brasil, 2022. Disponível em: <[https://brasil.un.org/pt-br/181236-temperatura-m%C3%A9dia-global-tem-50-de-chance-de-exceder-15%C2%B0c-at%C3%A9-2026#:~:text=C%20at%C3%A9%202026-,Temperatura%20m%C3%A9dia%20global%20tem%2050%25%20de%20chance%20de%20exceder%201,5%C2%B0C%20at%C3%A9%202026&text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Meteorol%C3%B3gica%20Mundial%20\(OMM,5%C2%BAC%20nos%20pr%C3%B3ximos%20cinco%20anos.](https://brasil.un.org/pt-br/181236-temperatura-m%C3%A9dia-global-tem-50-de-chance-de-exceder-15%C2%B0c-at%C3%A9-2026#:~:text=C%20at%C3%A9%202026-,Temperatura%20m%C3%A9dia%20global%20tem%2050%25%20de%20chance%20de%20exceder%201,5%C2%B0C%20at%C3%A9%202026&text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Meteorol%C3%B3gica%20Mundial%20(OMM,5%C2%BAC%20nos%20pr%C3%B3ximos%20cinco%20anos.)>. Acesso em: agosto de 2023.

PENNAFORT, Roberta. **É #FAKE que a ingestão de alimentos alcalinos combate o novo coronavírus.** G1, 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/03/30/e-fake-que-a-ingestao-de-alimentos-alcalinos-combate-o-novo-coronavirus.ghtml>>. Acesso em: agosto de 2023.

SOARES, Fabio. Alerta as mulheres, radiografias e mamografias!. YouTube, 4 de outubro de 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BGsq7rGhbZE>>. Acesso em: agosto de 2023.

WIKIPEDIA. **Radiação eletromagnética**. Wikipédia, 2024. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Radia%C3%A7%C3%A3o_eletromagn%C3%A9tica>. Acesso em: maio de 2024.