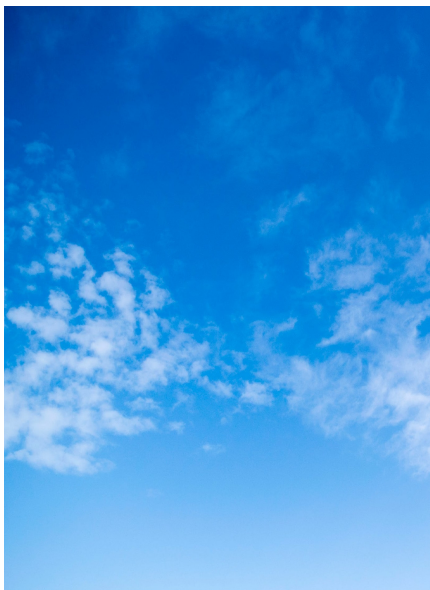


Por que o céu é azul?

18 DE NOVEMBRO DE 2019



VOCE SABIA QUE...

o céu não é azul por que o mar é azul, e nem o mar é azul por que o céu é azul? A cor de ambos possui explicações diferentes, mas que envolvem o eletromagnetismo, que é o estudo de fenômenos elétricos e magnéticos e de partículas carregadas, como o elétron. Esse ramo da física criou uma revolução em aplicações domésticas, industriais e médicas. Alguns exemplos dessas aplicações: fornos de microondas, televisores, motores elétricos e fibras óticas. Para entendermos como o céu é azul, precisamos entender alguns conceitos de eletromagnetismo como a luz visível e alguns fenômenos como o espalhamento de Rayleigh. A partir deles, também conseguiremos explicar o tom alaranjado do nascer e pôr do Sol.

Luz visível

A luz visível é uma onda eletromagnética que é visível aos nossos olhos. Em particular, a luz do Sol que chega à Terra é uma luz branca e portanto, ela é uma mistura de todas as cores. Para estudar os fenômenos físicos decorrentes dessa luz, precisamos saber algumas de suas características, como frequência e intensidade. Começaremos falando sobre a primeira dessas.

Assim como cada estação de rádio possui uma frequência específica, cada cor também tem sua própria frequência. O vermelho tem a menor frequência de todas as cores, seguido do laranja, amarelo, verde e por fim, o azul, com a maior frequência.

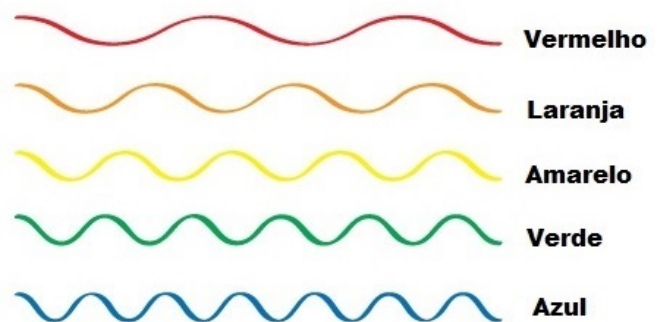


Figura 1: Representação dos comprimentos de onda das cores.

Podemos falar também do comprimento de onda da luz de cada cor. Esse comprimento está relacionada com a frequência de uma forma bem simples: quando maior a frequência, menor será o comprimento de onda. Desse modo, o azul terá o menor comprimento entre as cores, já que ele possui a maior frequência, e o vermelho terá o maior comprimento de onda, pois tem a menor frequência.

A intensidade da luz nos diz o quão intenso ela é: quanto mais forte ela for, mais intensidade ela terá. enxergamos uma determinada cor pois chega aos nossos olhos ondas correspondentes àquela cor com muito mais intensidade do que ondas de outras cores.

Com o conhecimento dessas características, podemos estudar vários fenômenos eletromagnéticos, já que elas não são específicas à luz visível e podem ser aplicadas a todos os tipos de ondas eletromagnéticas, como as ondas de rádio e ondas de infravermelho. Essas duas últimas têm múltiplas aplicações no nosso cotidiano, sendo alguns exemplos: meios de comunicação via rádio, controle remoto de equipamentos eletrônicos e meteorologia. Consequentemente, saber o porquê do céu ser azul envolve conceitos que são particularmente importantes em fenômenos que têm aplicações importantes em nossas vidas.

A cor do céu

A atmosfera é formada principalmente por moléculas de nitrogênio e oxigênio. Elas interagem com a luz do sol, podendo absorver e espalhar essa luz em todas as direções.

Como o tamanho dessas moléculas é muito menor que os comprimentos de onda da luz visível, temos predominantemente o fenômeno de espalhamento de Rayleigh, que explica que a luz com frequências maiores são espalhadas mais fortemente, onde a intensidade da luz espalhada é proporcional à quarta potência da frequência:

$$I \propto f^4$$

Basicamente, temos que a aceleração de partículas carregadas é proporcional com o quadrado da frequência, e a intensidade da luz espalhada vai com o quadrado da aceleração, e por isso temos uma proporção com a quarta potência da frequência.

O resultado disso é que a luz azul é a mais espalhada para outras direções, já que ela possui a maior

frequência entre todas as cores, e sua intensidade é quase dez vezes maior que a do vermelho.

Quando olhamos em alguma direção no céu, sem ser na direção do Sol, vemos a luz que nos foi redirecionada pela atmosfera. Ou seja, naquela linha de visão, chega aos nossos olhos a luz que foi espalhada pela grande quantidade de moléculas que está naquela direção. Como isso ocorre mais com o azul do que com outras cores, o céu que vemos quase todos os dias é azul.

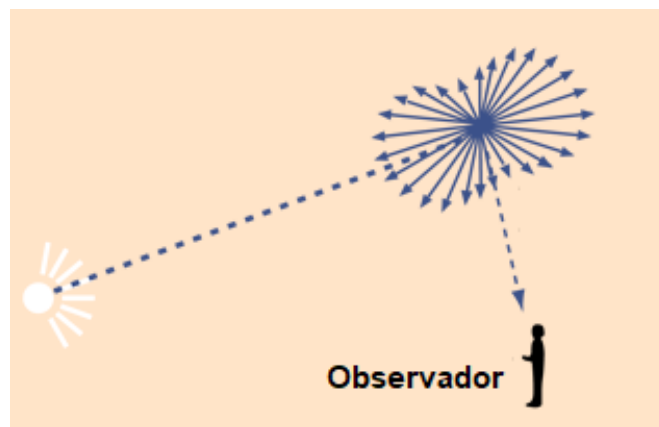


Figura 2: Representação do espalhamento Rayleigh e como observamos a luz espalhada.

O espalhamento de Rayleigh também ajuda a explicar o porquê do nascer e pôr do sol ser alaranjado. Quando o Sol está perto do horizonte, a luz precisa percorrer um caminho mais longo pela atmosfera, assim, a maior parte da luz azul já foi espalhada ao longo deste caminho, chegando então apenas a luz de frequências menores de amarelo, laranja e vermelho.

Porém, essa não é a explicação por completa. A luz violeta possui uma frequência maior que a luz azul, algo que pode ser visto diretamente de um arco-íris, já que a faixa de cor violeta fica abaixo da faixa azul. Portanto, usando os mesmo argumentos, deveríamos ter um céu com uma coloração violeta, porém não é isso que acontece. Para explicar essa aparente discrepância, devemos entender como processamos a luz com os nossos olhos.

Por que o céu não é violeta?

Os cones são as células presentes em nossos olhos responsáveis pela percepção de cor. Elas são categorizadas em três tipos: S (azul), M (verde) e L (vermelho), respectivamente em ordem de resposta de menor ao maior comprimento de onda.

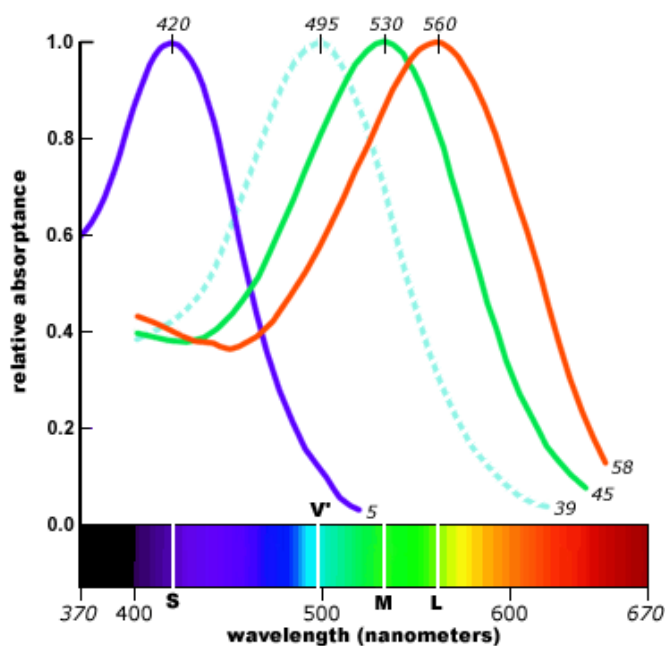


Figura 3: Curvas normalizadas de absorção dos fotopigmentos do olho. Fonte: <https://www.handprint.com/HP/WCL/color1.html>

A luz violeta que é fortemente espalhada no céu

estimula um pouco os cones vermelhos e fortemente os cones azuis. A luz azul estimula mais os cones azuis. O resto da luz espalhada, menos intensa que essas duas mencionadas, estimulam um pouco os cones verdes e vermelhos. Portanto, a luz que vemos é uma mistura de muito azul, seguido de um pouco de vermelho e menos ainda de verde. O resultado final disso é um azul claro, que é exatamente a cor que enxergamos quando olhamos para o céu.

BIBLIOGRAFIA

- GIBBS, Philip. . In: **Why is the sky Blue?**. [S. l.], 1997. Acesso em: 18 nov. 2019.
- DEL GENIO, Anthony D. In: **Why is the sky blue?**. [S. l.], 2003. Acesso em: 18 nov. 2019.
- HyperPhysics. In: **Blue Sky and Rayleigh Scattering**. [S. l.], 2019. Acesso em: 18 nov. 2019.
- NASA. . In: **Why Is the Sky Blue?**. [S. l.], 2019. Acesso em: 18 nov. 2019.

APOIO

Instituto de Física, Coordenação de Graduação.