

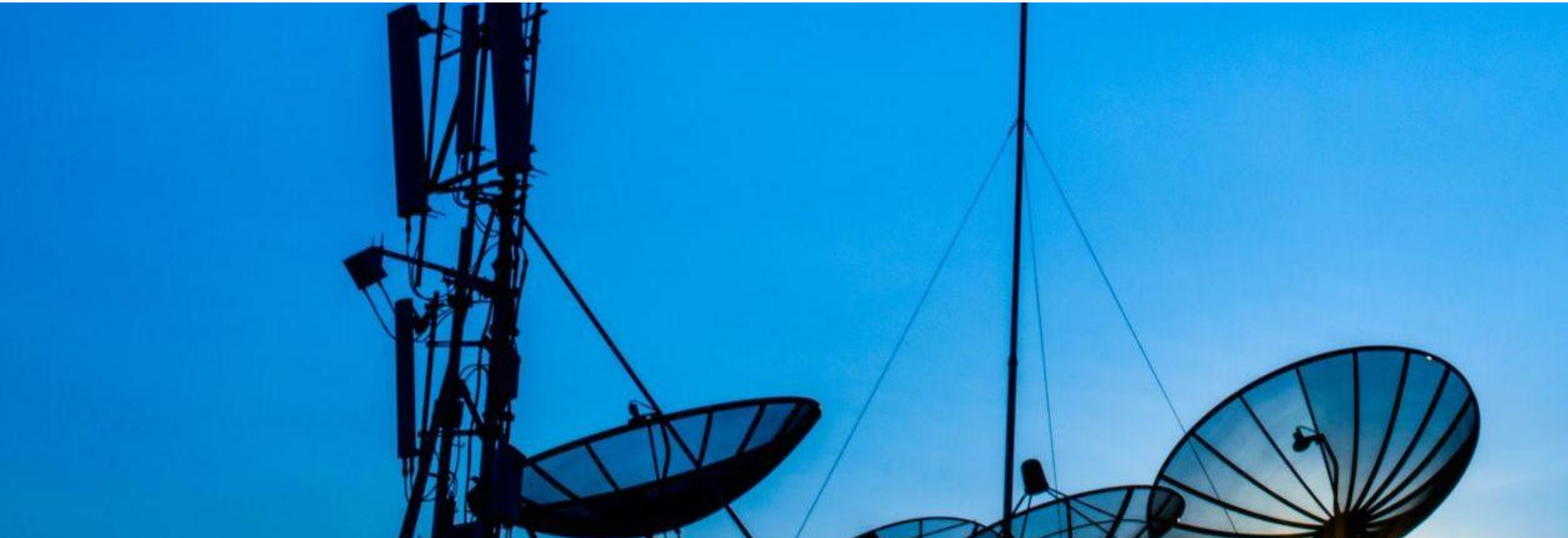
Ondas eletromagnéticas

Essencial

- Investigar os contributos dos trabalhos de Oersted, Faraday, Maxwell e Hertz para o eletromagnetismo, analisando o seu papel na construção do conhecimento científico, e comunicando as conclusões.

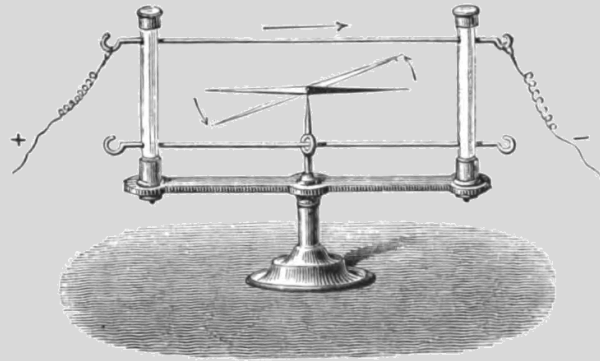
Palavras-chave

- Radiação eletromagnética.
- Espectro eletromagnético.



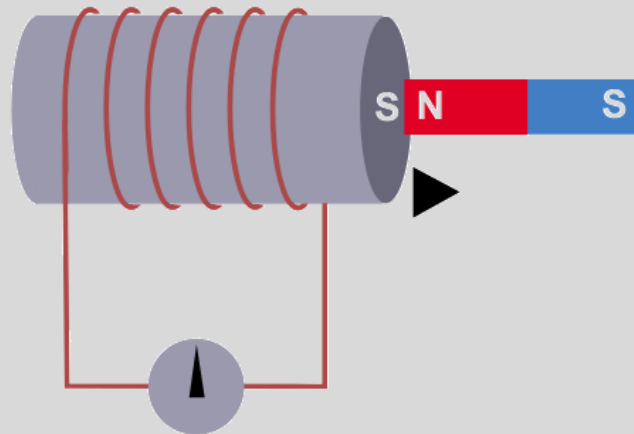
1820, Oesrted

Oesrted verificou que a corrente elétrica produzia um campo magnético.

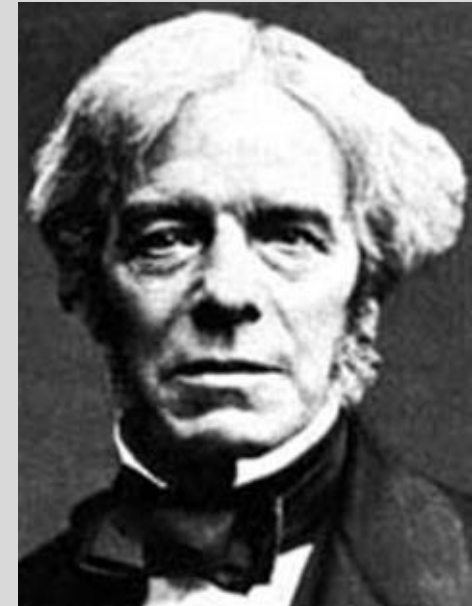


1831, Faraday

Faraday conseguiu produzir corrente elétrica através da variação do fluxo magnético.



Hans Christian Oersted
(1777-1851).



Michael Faraday (1791-1867).

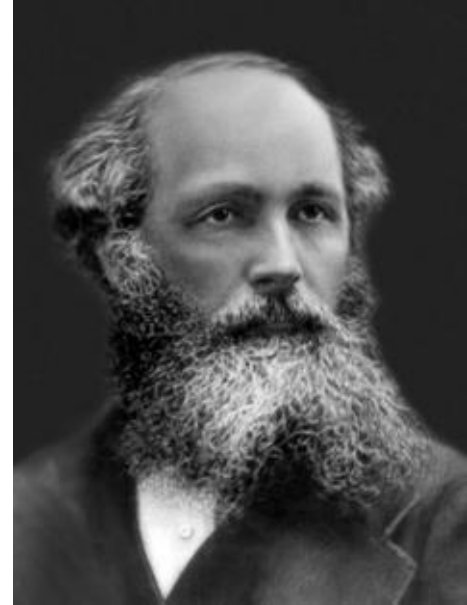
[Imagem: web.mit.edu]

[Imagem: Joana Barreira]

1861-1865, Maxwell

Maxwell compilou o conhecimento adquirido por outros cientistas, Gauss, Faraday e Ampère, e previu que...

...um campo elétrico variável produziria um campo magnético variável!



James Clerk Maxwell (1831-1879).

Equações de Maxwell

Maxwell, em 1861-1865, formulou equações que previam a **associação de um campo magnético a um campo elétrico**, sendo o **resultado um campo eletromagnético** com **velocidade de propagação igual à velocidade da luz**.

Lei de Gauss para
o campo elétrico

$$\oiint_{\partial V} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q(V)}{\varepsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

Lei de Gauss para
o magnetismo

$$\oiint_{\partial V} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

Lei de Faraday
da indução

$$\oint_{\partial S} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{\partial \Phi_{B,S}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

Lei de Ampère-Maxwell

$$\oint_{\partial S} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_S + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \Phi_{E,S}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

... o campo elétrico e o campo magnético são duas faces do mesmo fenómeno: o eletromagnetismo!

Equações de Maxwell

Definem a velocidade da luz no vácuo como constante.

Maxwell calculou a velocidade das ondas eletromagnéticas e verificou que era igual à velocidade da luz:

“Esta velocidade é tão próxima da velocidade da luz que parece que temos fortes motivos para concluir que a luz em si (incluindo calor radiante, e outras radiações do tipo) é uma perturbação eletromagnética na forma de ondas propagadas através do campo eletromagnético de acordo com as leis eletromagnéticas.”

1865

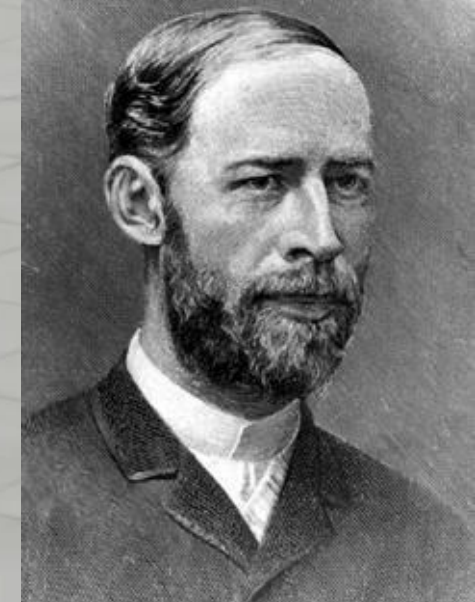
A luz seria um exemplo de uma **radiação eletromagnética**.

1887, Hertz

Antena recetora

Antena emissora

Gerador de alta tensão
e bobina



Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894).

Hertz consegue **criar e receber**
ondas de rádio (**radiação eletromagnética**).

Comprovou a teoria de Maxwell.

[Imagem: https://www.youtube.com/watch?v=FWCN_ul5yY]

Radiação eletromagnética

A **radiação eletromagnética** é gerada pela oscilação de uma carga elétrica.

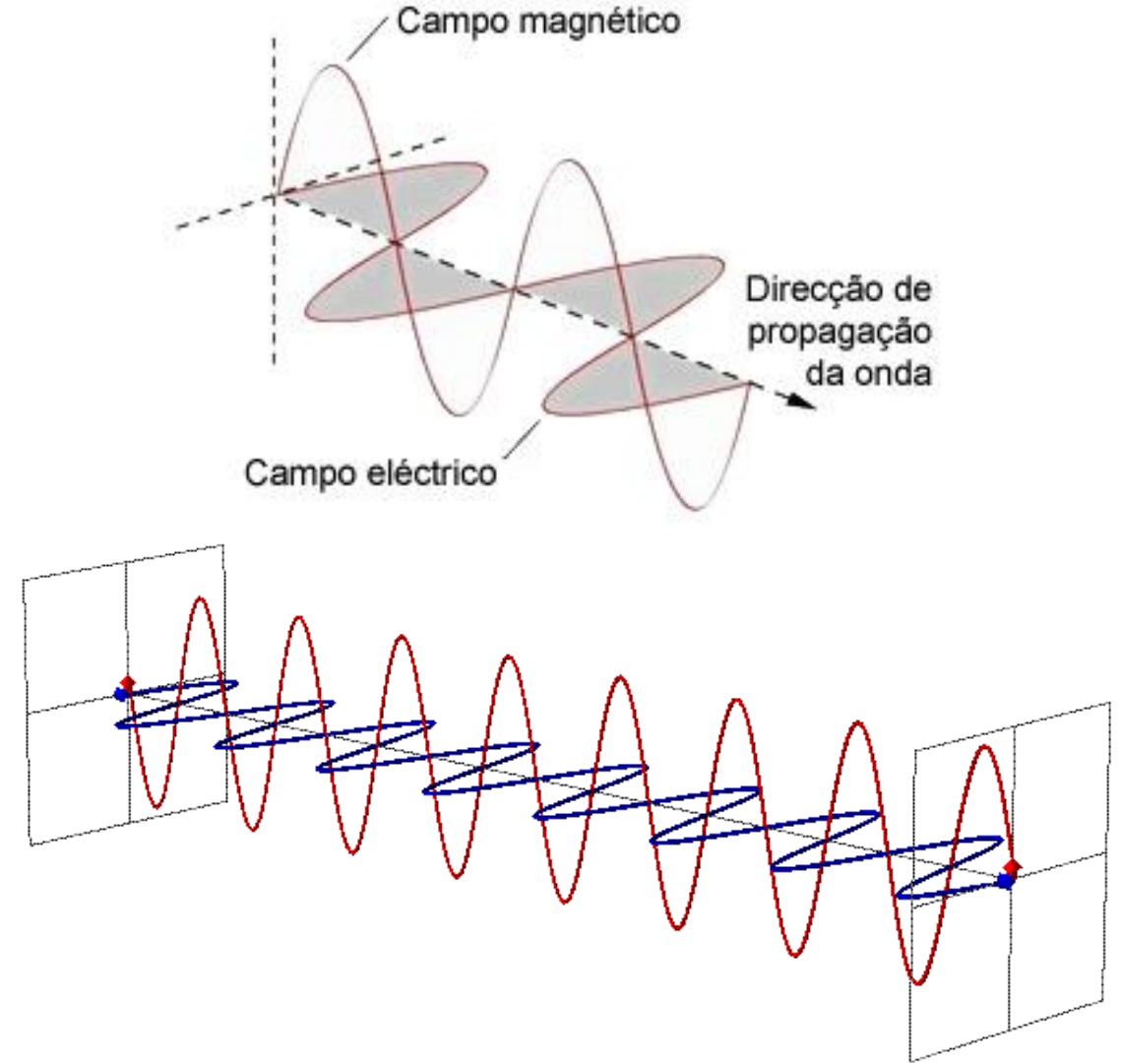
É um fenómeno gerado pela **variação, ao mesmo tempo, de um campo elétrico e um campo magnético**.

Propaga-se no espaço, transportando energia.

A **velocidade** de propagação das radiações eletromagnéticas, no **vácuo**, é:

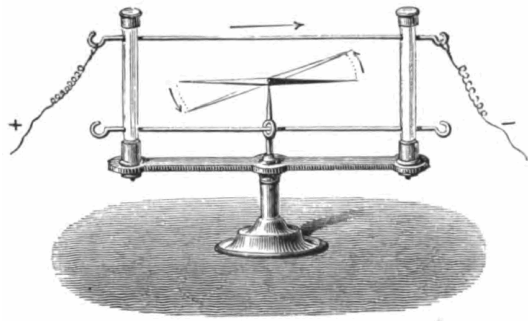
$$c = 2,99 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

As **ondas** eletromagnéticas são **transversais**.



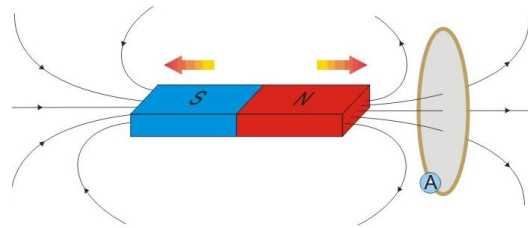
1820, Oesrted

Corrente elétrica
produz um campo
magnético.



1831, Faraday

Variação de fluxo
magnético produz
corrente elétrica.

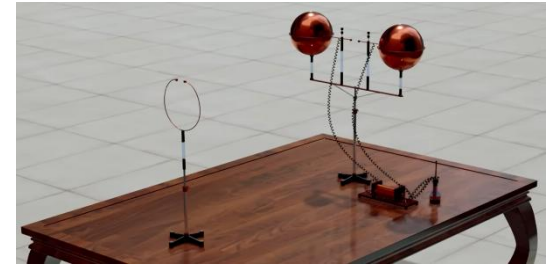


1865, Maxwell

Campo magnético
variável produz um
campo elétrico
variável?

1887, Hertz

Produção e captação
de ondas de rádio.



Espectro eletromagnético

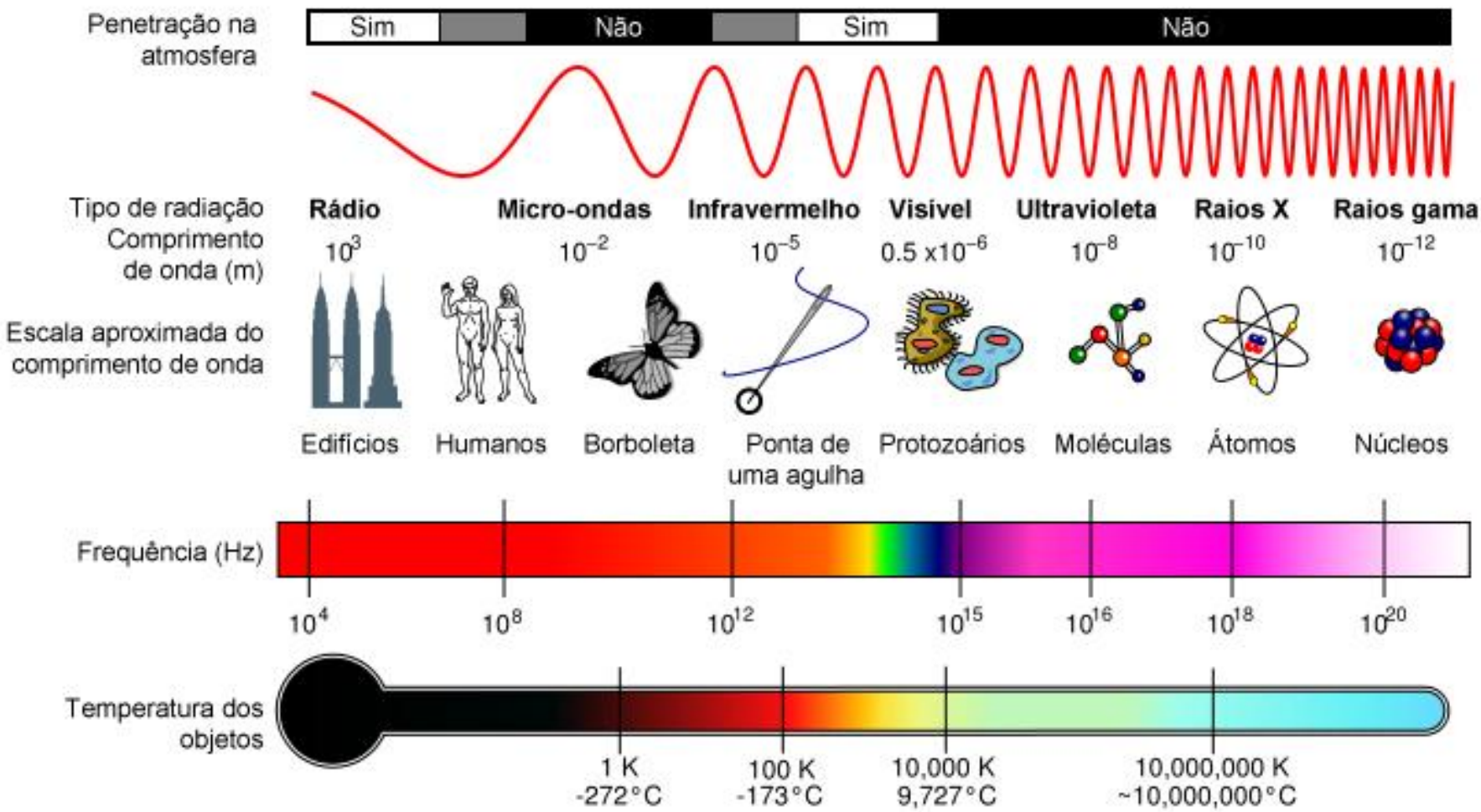
O espectro eletromagnético está dividido em 'zonas':

Maior λ

Menor λ

Menor f

Maior f



Essencial

- Investigar os contributos dos trabalhos de Oersted, Faraday, Maxwell e Hertz para o eletromagnetismo, analisando o seu papel na construção do conhecimento científico, e comunicando as conclusões.
-

Palavras-chave

- Radiação eletromagnética.
 - Espectro eletromagnético.
-

Bibliografia

- “Aprendizagens Essenciais – Física e Química A – 11º ano”, Ministério da Educação, 2018.
- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, “Física 11 A”, Areal Editores, Porto, 2016.
- M. Alonso, E. J. Finn, “Física”, Escolar Editora, 2012, Lisboa.
- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, “Rumo à Física – 11º Ano”, Areal Editores, Porto, 2022.
- G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, “11F”, Texto Editores, Lisboa, 2022.
- https://www.youtube.com/watch?v=FWCN_ul5ygY, 25/01/2026.