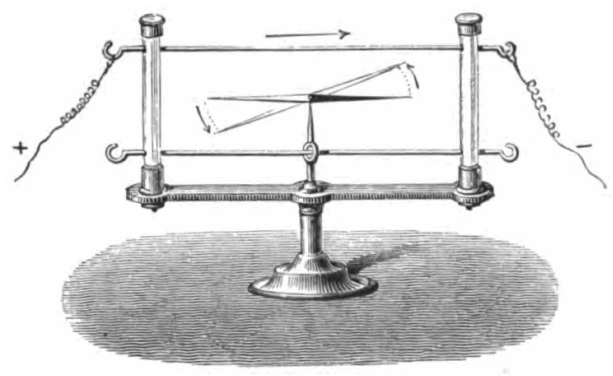
Ondas eletromagnéticas

Miguel Neta, janeiro de 2024

[Imagem:globema.com]

1820, Oesrted

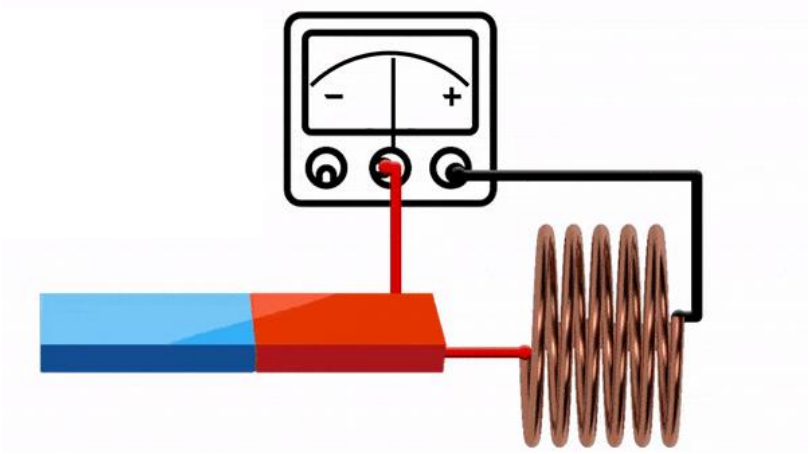
Oesrted verificou que a corrente elétrica produzia um campo magnético.



Hans Christian Oersted (1777-1851).

1831, Faraday

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



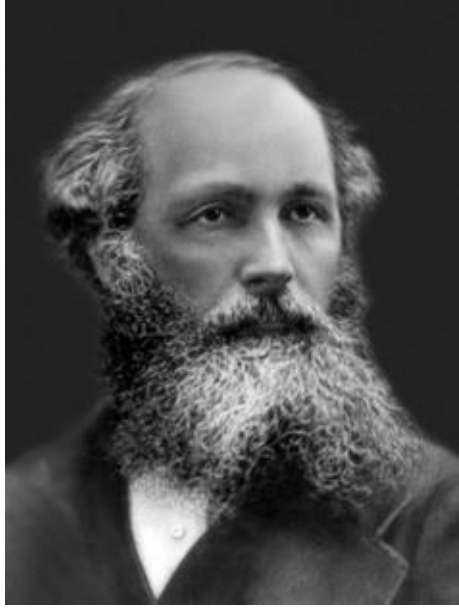
Michael Faraday (1791-1867).

[Imagem: web.mit.edu] [Imagem: www.electricalclassroom.com]

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

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

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

Lei de Gauss para o magnetismo

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

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

Lei de Faraday da indução

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

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

Lei de Ampère-Maxwell

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

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

… 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

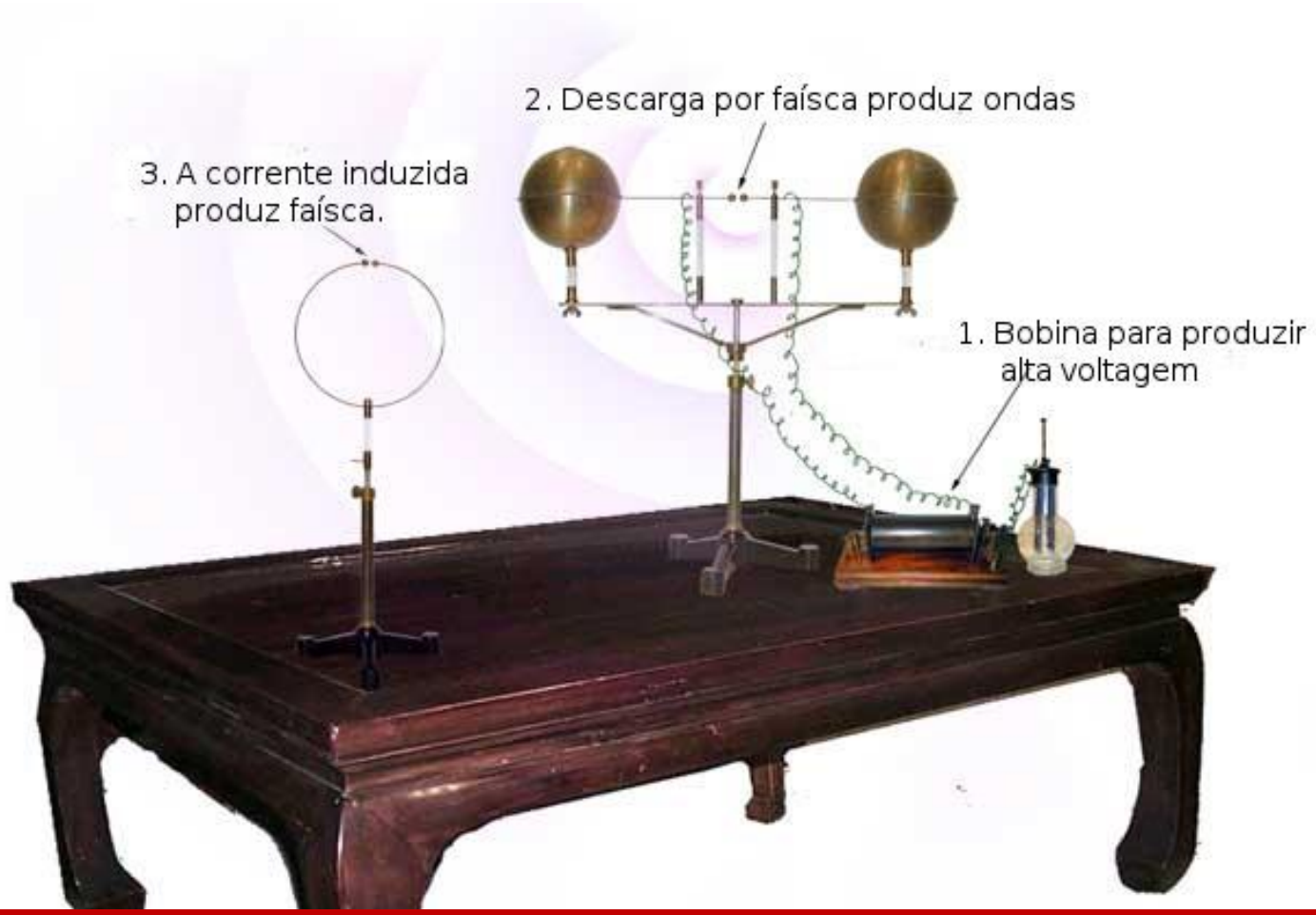
A **luz** seria um exemplo de uma **radiação eletromagnética**.

1887, Hertz

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

Comprovou a teoria de Maxwell.

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894).



[Imagem: def.fe.up.pt]

Radiação eletromagnética

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

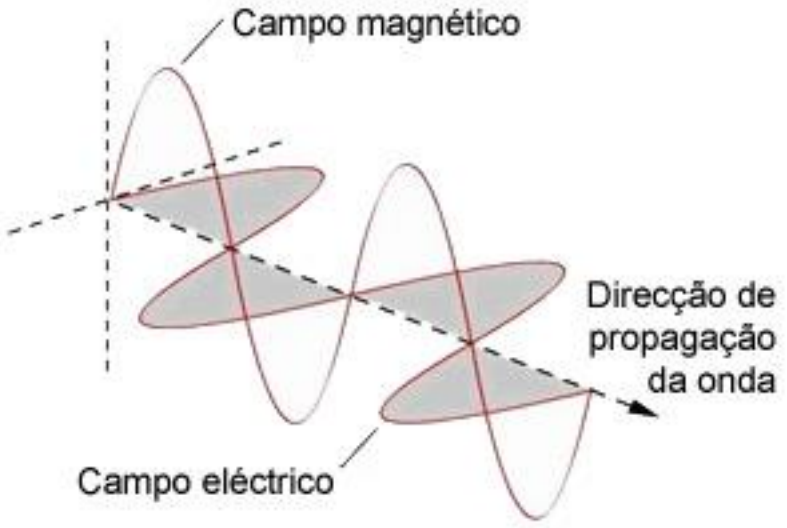
É um fenómeno gerado pela **variação, ao mesmo tempo, de um campo elétrico e um campo magnético**.

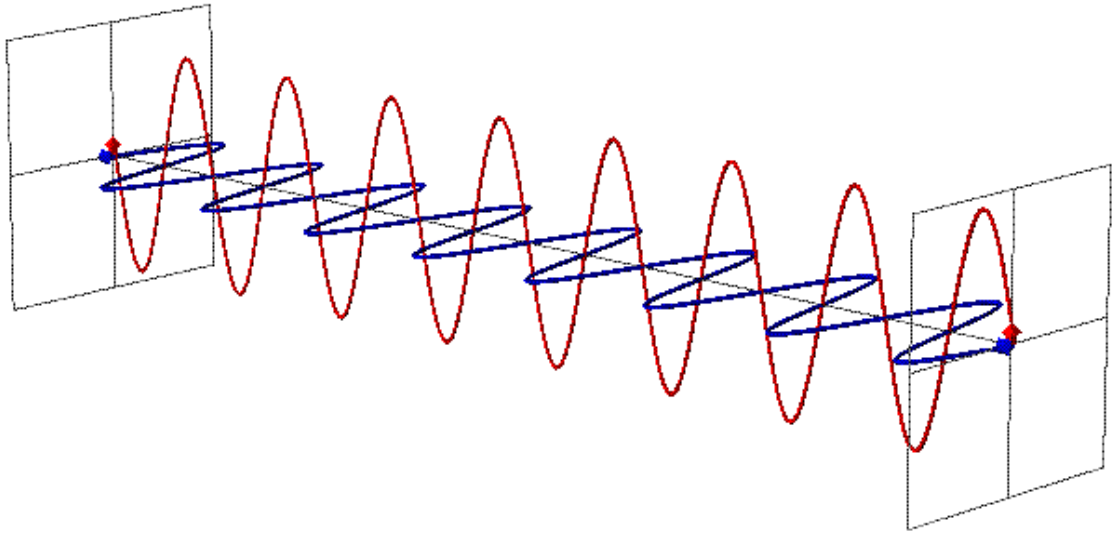
Propaga-se no espaço, **transportando energia**.

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

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

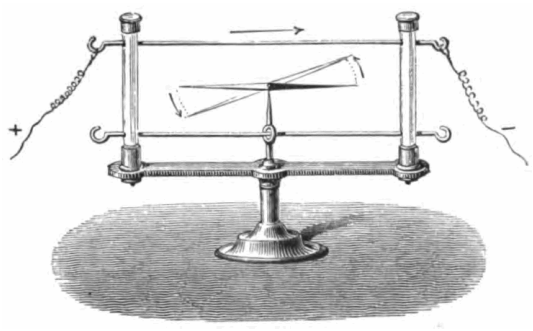
As **ondas** eletromagnéticas são **transversais**.





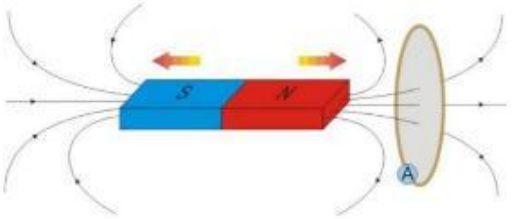
1820, Oesrted

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

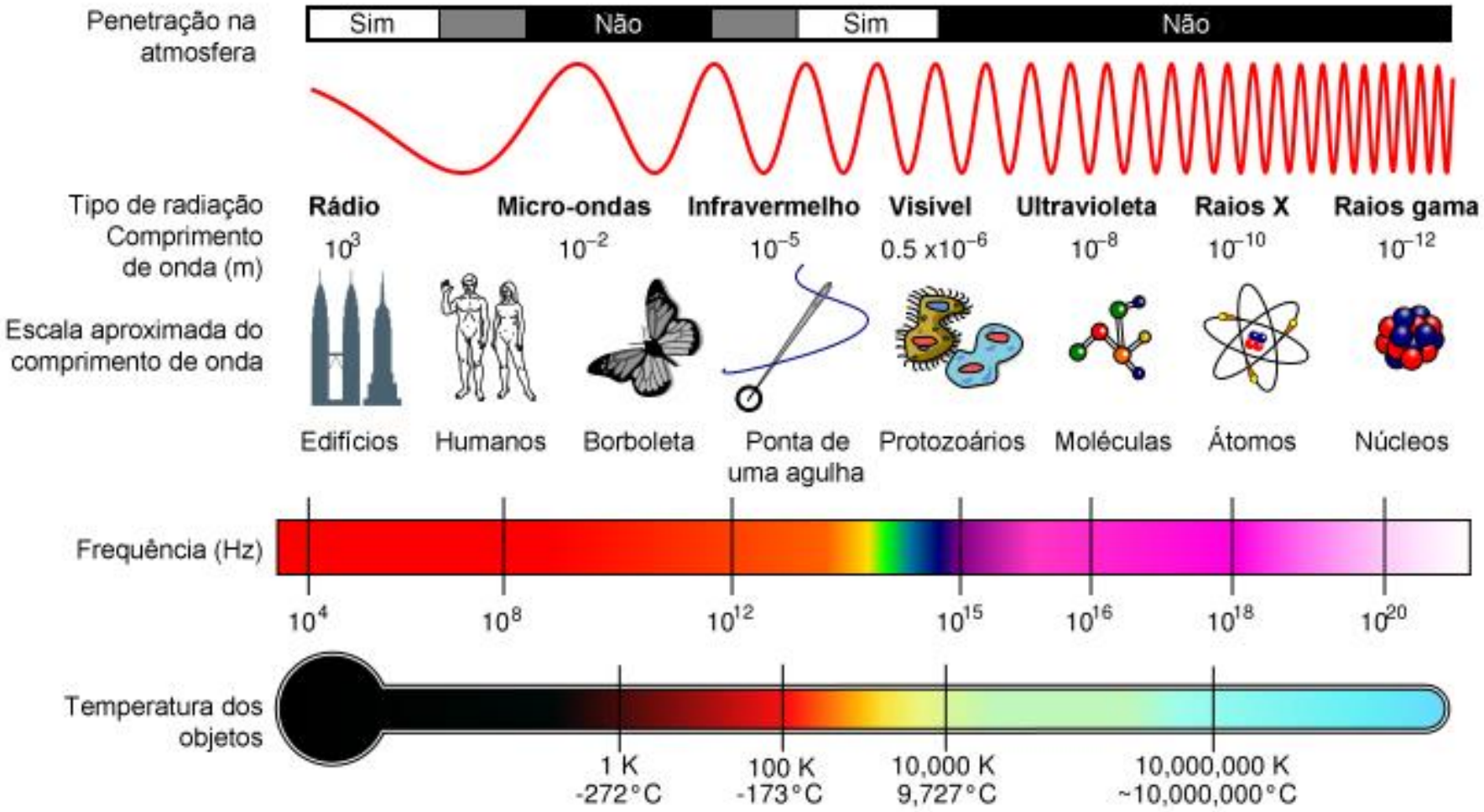
Produção e captação de ondas de rádio.

Espetro eletromagnético

O espetro eletromagnético está dividido em '**zonas**':

Maior λ

Menor f



Menor λ

Maior f

Bibliografia

- 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.