

Utilização das ondas eletromagnéticas

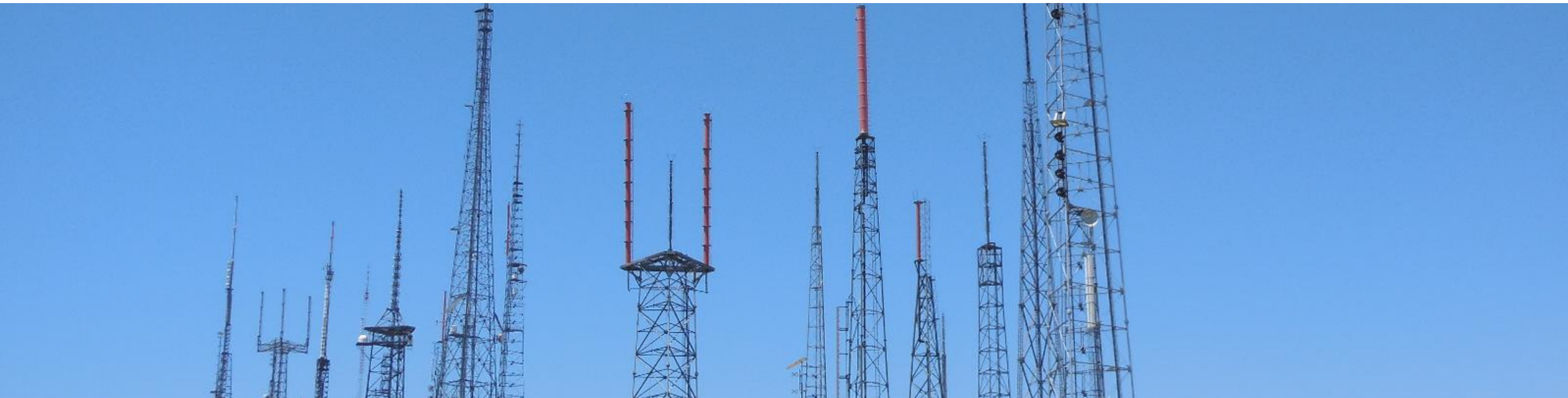


Essencial

- Interpretar o papel do conhecimento sobre fenómenos ondulatórios no desenvolvimento de produtos tecnológicos.
- Fundamentar a utilização das ondas eletromagnéticas nas comunicações e no conhecimento do Universo, integrando aspetos que evidenciem o carácter provisório do conhecimento científico e reconhecendo problemas em aberto.

Palavras-chave

- Espectro eletromagnético.
- Transparência da atmosfera.
- Efeito Doppler.



Espetro eletromagnético

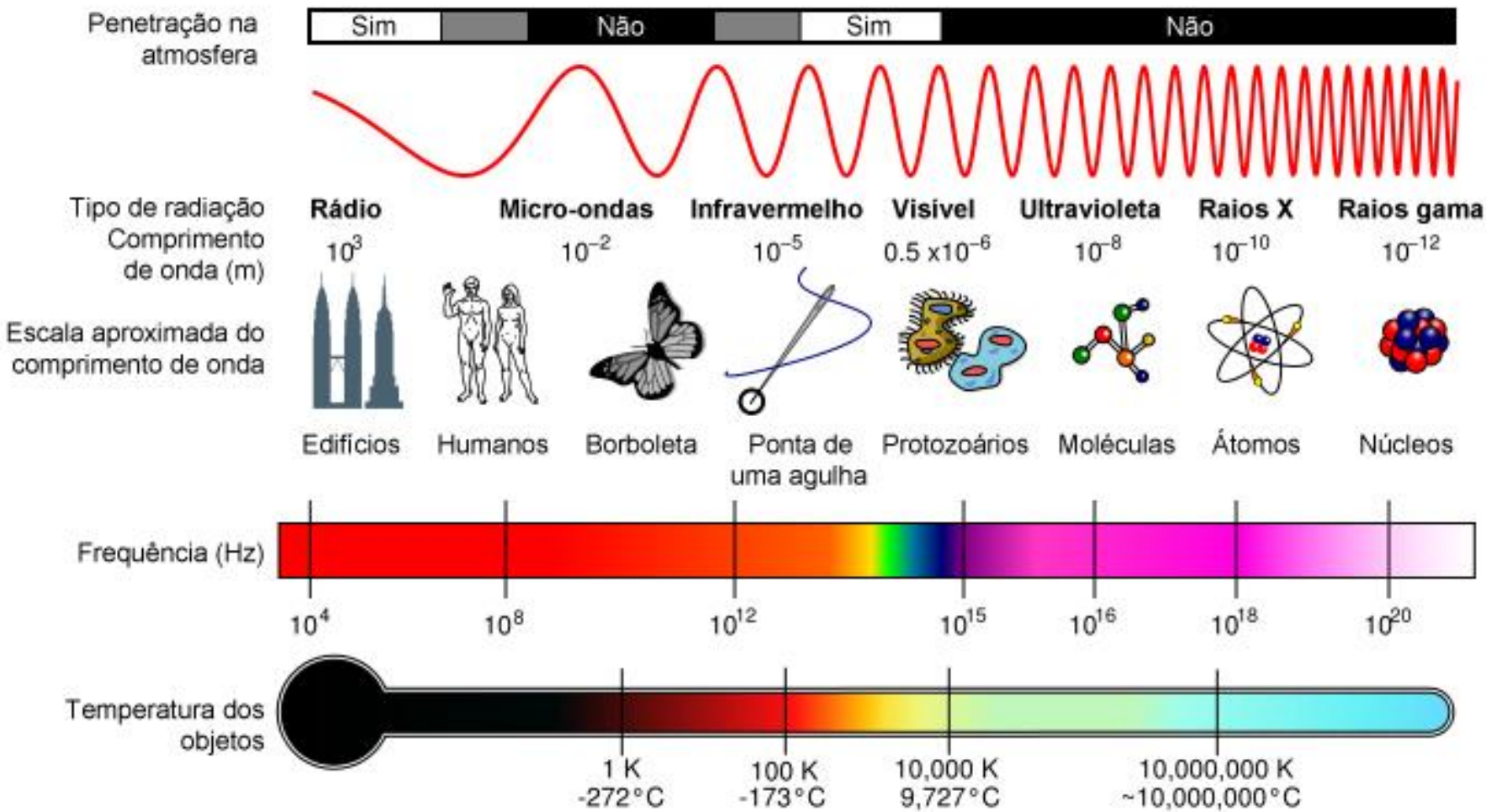
O espectro eletromagnético está dividido em 'zonas':

Maior λ

Menor λ

Menor f

Maior f



Ondas eletromagnéticas e a matéria

Quando uma onda interage com matéria podem acontecer os fenômenos:

Reflexão

A onda permanece no mesmo meio. Aplicam-se as Leis da Reflexão.

Transmissão (a onda encontra uma superfície que separa dois meios de propagação diferentes e passa a propagar-se no segundo meio). Aplicam-se as Leis da Refração.

Absorção

A onda interage com a matéria, perdendo energia para esta, que aumenta a sua energia interna. A **intensidade da onda** transmitida **vai diminuindo ao longo do percurso**.

Este fenômenos podem acontecer isolados, ou combinados.



[Imagem: Marcelo @ Flickr]

Ondas eletromagnéticas e a matéria

A intensidade de cada um destes fenômenos depende de um conjunto de fatores:

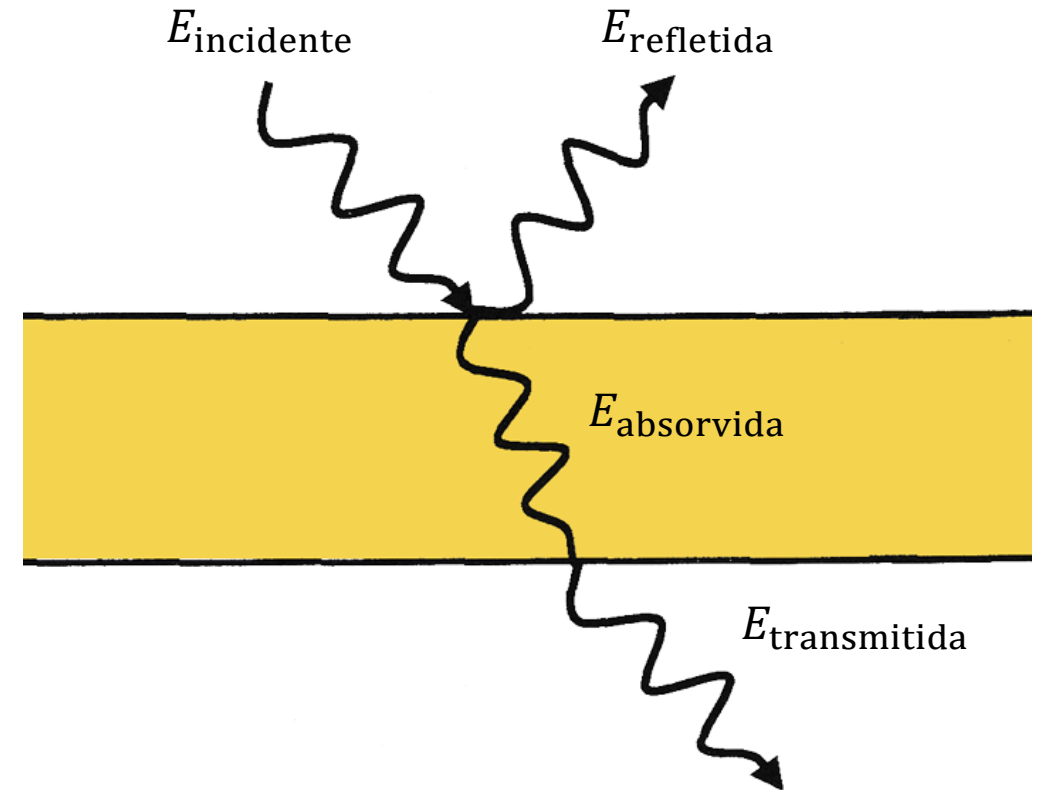
Propriedades da **onda (frequência)**;

Propriedades dos **meios de propagação envolvidos**;

Inclinação da onda relativamente à superfície.

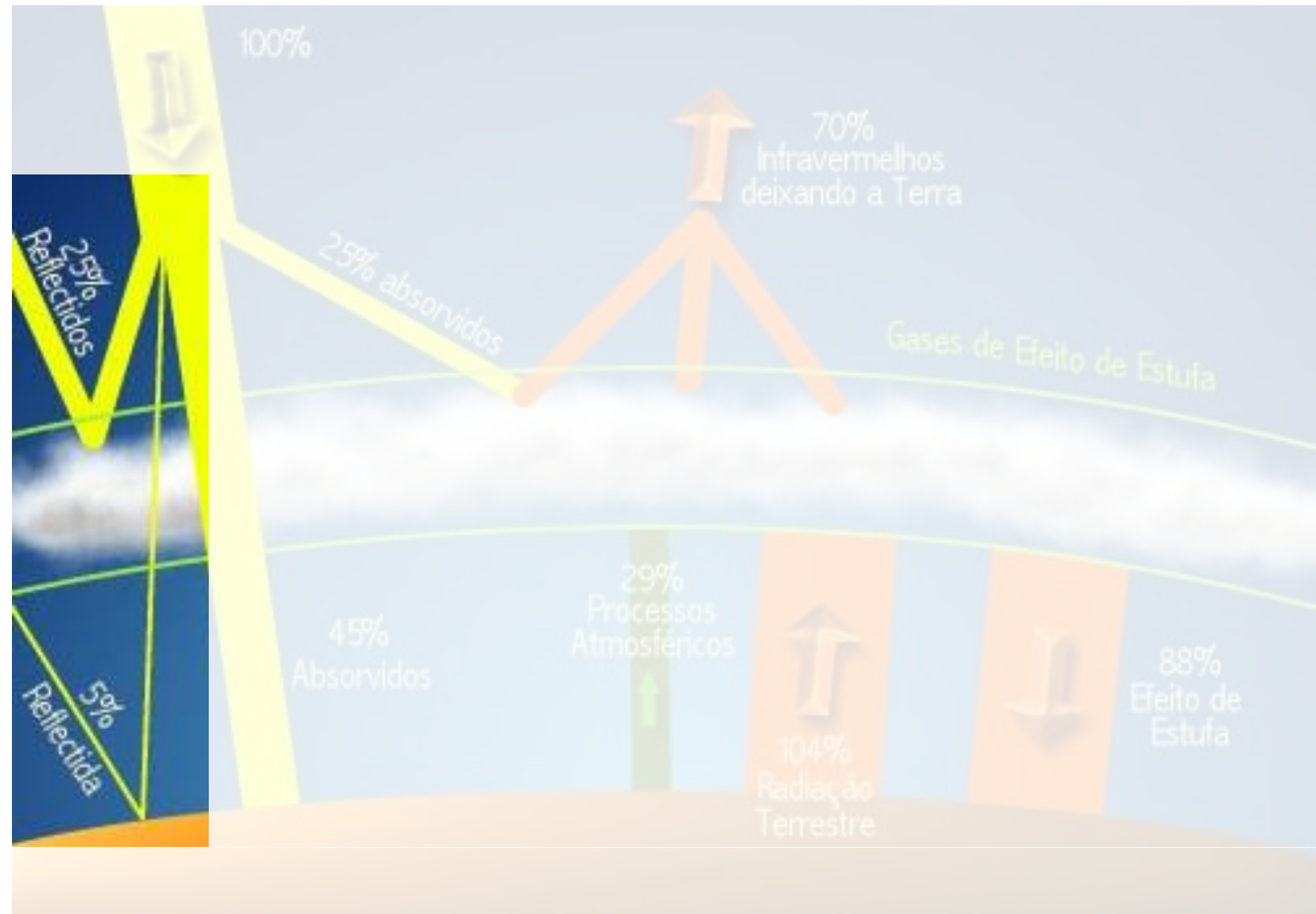
Há conservação de energia:

$$E_{\text{incidente}} = E_{\text{refletida}} + E_{\text{absorvida}} + E_{\text{transmitida}}$$



Radiação eletromagnética e atmosfera

O **albedo** é a fração da radiação que é refletida pela atmosfera de um planeta, que no caso da Terra é 0,3 (ou 30%).



Comunicação SEM ondas de rádio

Henry, 1831 – Telégrafo – Envio de mensagens (1 milha).

Morse, 1838 – Telégrafo codificado (16 km).

A radiação eletromagnética na comunicação

Com a radiação eletromagnética é possível realizar comunicações a:

Distâncias bastante longas;

Pode ocorrer uma diminuição de intensidade do sinal transmitido se houver interação com matéria no meio de propagação – **atenuação**.

Grande velocidade (velocidade da luz).

Hertz, 1887 – Produção de ondas de rádio.

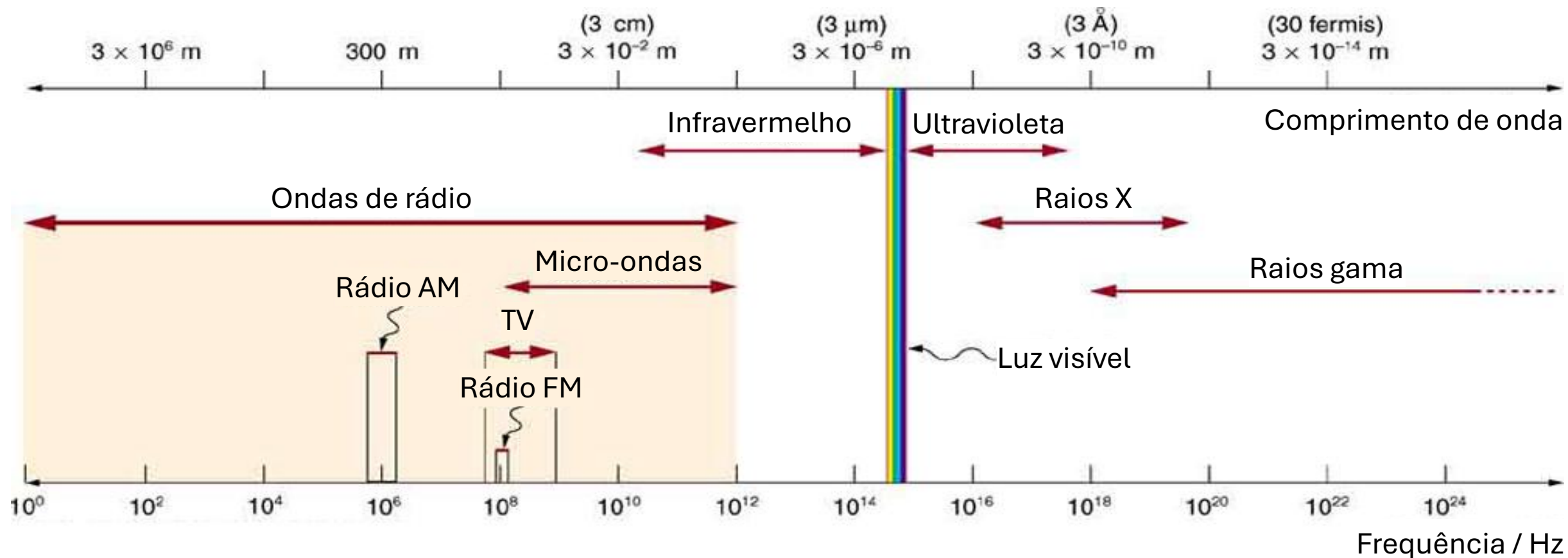
Marconi, 1895 – Telégrafo sem fios (100 m).

...

1901 (12 de dezembro) – Envio do primeiro sinal (“S”) transatlântico.



Espectro de utilização de ondas rádio



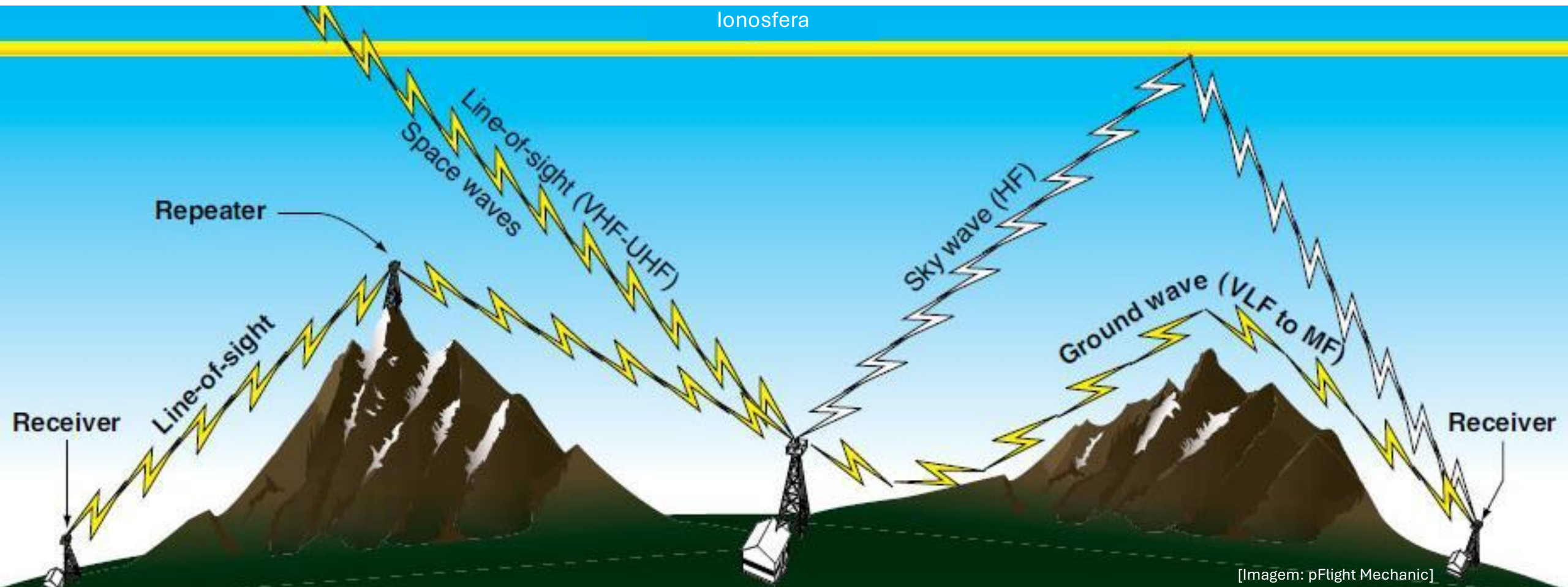
Espetro de utilização de ondas rádio

Tipo de onda	Utilização
ELF (frequência extremamente baixa)	Submarinos
VLF (frequência muito baixa)	Comunicações longas / Navegação / Militares
LF (frequência baixa)	Comunicações longas / Navegação / Militares
MF (frequência média)	Rádios nacionais
HF (frequência alta)	Rádios nacionais / Rádios locais
VHF (frequência muito alta)	Rádios internacionais / Rádios amadores
UHF (frequência ultra alta)	Televisão / Tráfego aéreo / Telemóveis
Micro-ondas	Radar / Comunicação por satélite / Telemóveis

As diferentes características da onda têm diferentes consequências na forma como esta interage com o meio de propagação: difrata, refrata, reflete e atenua de diferentes formas...

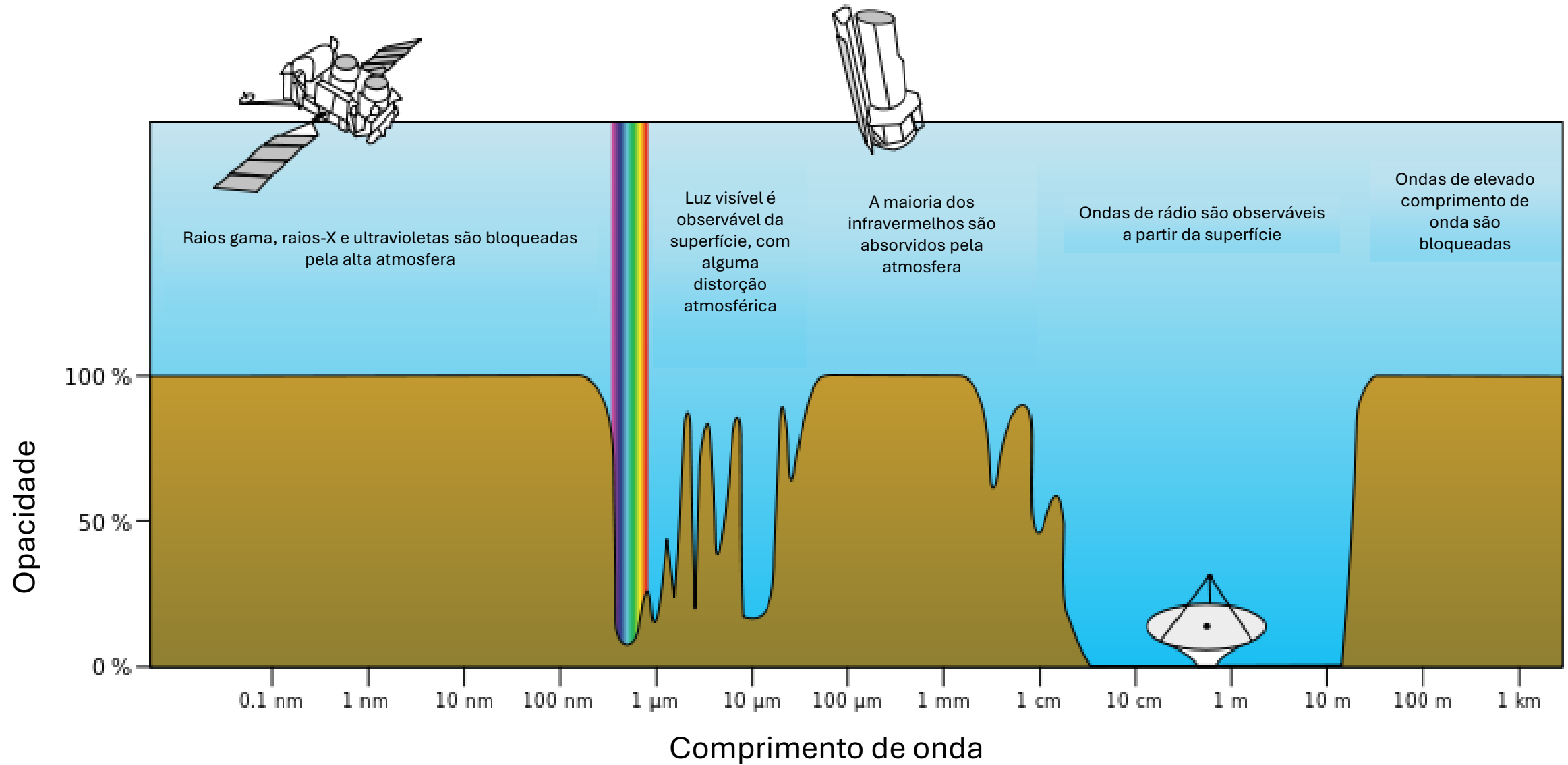
Transmissão de informação através de ondas eletromagnéticas

Só as radiações eletromagnéticas de maior comprimento de onda é que são capazes de contornar obstáculos macroscópicos.



[Imagem: pFlight Mechanic]

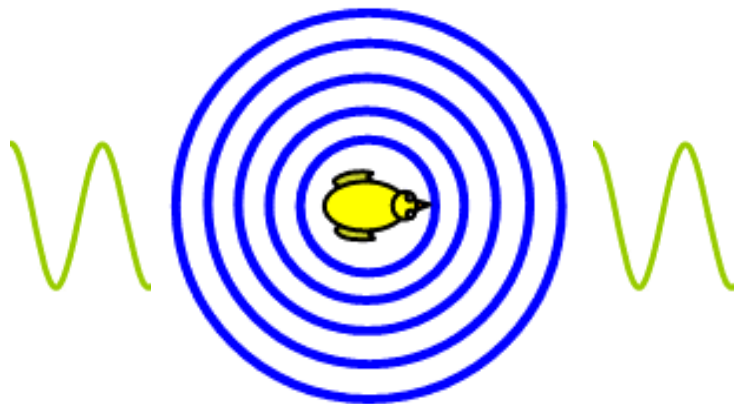
Transparência da atmosfera



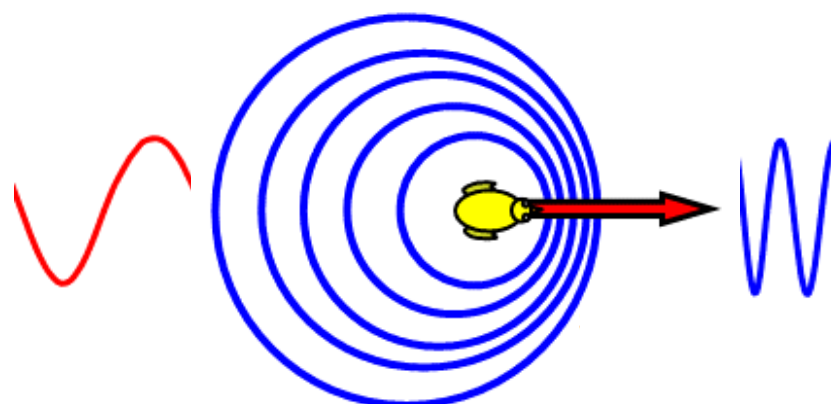
Efeito Doppler

O efeito Doppler é a **variação da frequência de uma fonte** (sonora ou eletromagnética) **quando há velocidade relativa fonte-recetor!**

Fonte estacionária



Fonte em movimento



[Christian Johann Doppler](#)
(1803-1853).

[[Example of the Doppler Effect](#)]

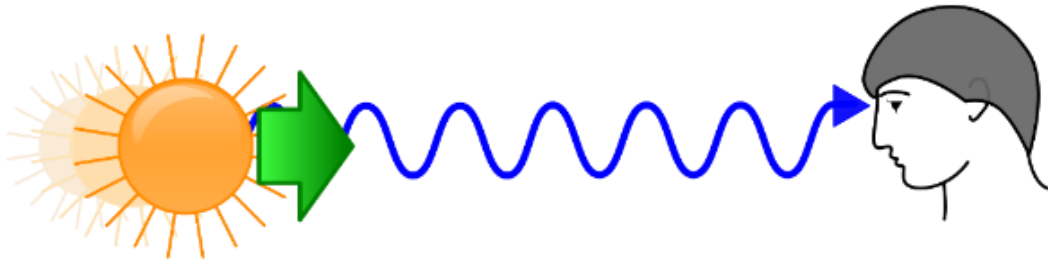
Efeito Doppler

Se:

Fonte e recetor se estão a **aproximar...**

a frequência da fonte irá ser maior.
(comprimento de onda menor)

[Na luz] **Desvio para o azul**
(*blue shift*)!



Fonte e recetor se estão a **afastar...**

a frequência da fonte irá ser menor.
(comprimento de onda maior)

[Na luz] **Desvio para o vermelho**
(*red shift*)!



Efeito Doppler

Luz

Em 1912 (Vesto Slipher) e em 1918 (Carl Wirtz) foram observados desvios para o vermelho das riscas dos espectros de galáxias (que na altura se pensavam ser nebulosas!).



Edwin Hubble (1889-1953).

Hubble relacionou as velocidades das galáxias com as distâncias às galáxias, demonstrando, em 1929, que o Universo está em expansão, ao estabelecer a **Lei de Hubble**:

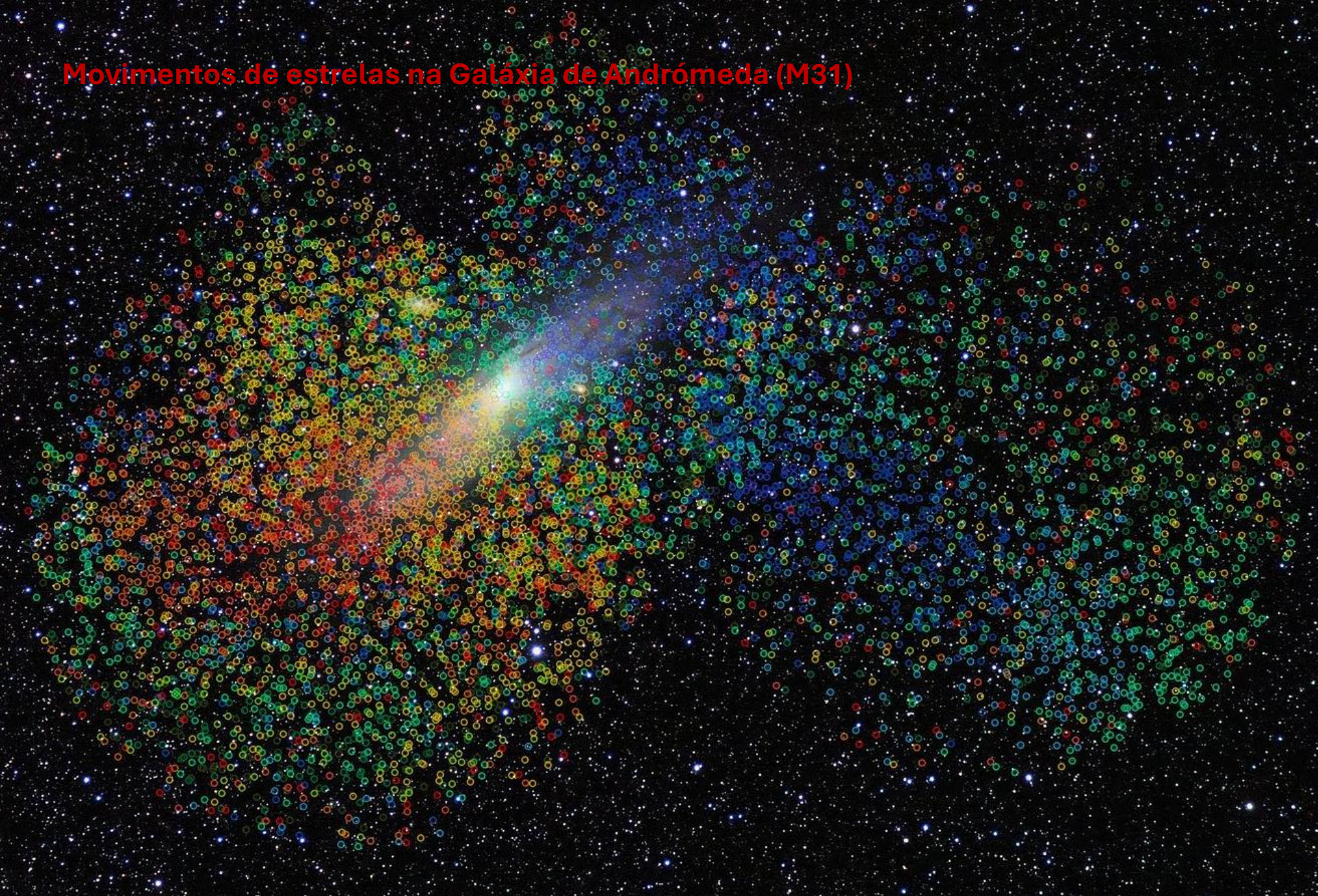
...quando mais afastadas de nós estão as galáxias, maior é a velocidade com que estas se afastam...

$$v = H_0 d$$

[Imagem: Australia Telescope National Facility]

Movimentos de estrelas na Galáxia de Andrômeda (M31)

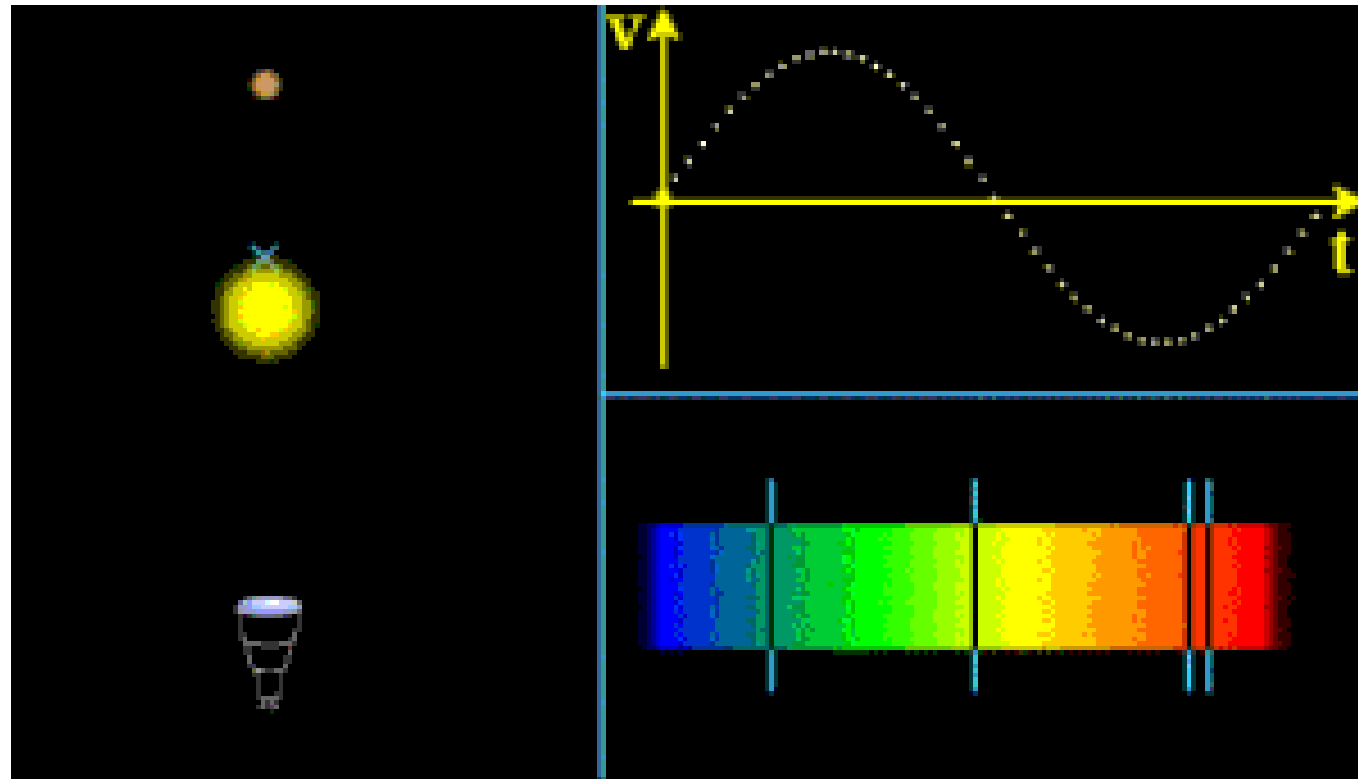
Aproximar Afastar



[Imagem: KPNO / NOIRLab / AURA / NSF /
E. Slawik / D. de Martin / M. Zamani]

Efeito Doppler

Deteção de exoplanetas



[Imagem: www.cida.gob.ve]

Essencial

- Interpretar o papel do conhecimento sobre fenómenos ondulatórios no desenvolvimento de produtos tecnológicos.
- Fundamentar a utilização das ondas eletromagnéticas nas comunicações e no conhecimento do Universo, integrando aspetos que evidenciem o carácter provisório do conhecimento científico e reconhecendo problemas em aberto.

Palavras-chave

- Espectro eletromagnético.
- Transparência da atmosfera.
- Efeito Doppler.

Formulário

$$E_{\text{incidente}} = E_{\text{refletida}} + E_{\text{absorvida}} + E_{\text{transmitida}}$$

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.

Simulações

- [Example of the Doppler Effect](#), 22/01/2018.