

# Visão Biológica e Artificial

---

PROF. CESAR HENRIQUE COMIN

# Visão biológica

- Como nós *percebemos* o mundo?
- Uma árvore nada mais é do que um aglomerado de átomos. Como nós identificamos esse arranjo particular de átomos como sendo uma “árvore”?
- A árvore percebida por uma pessoa é a “mesma” que a percebida por outra pessoa?



# Visão biológica

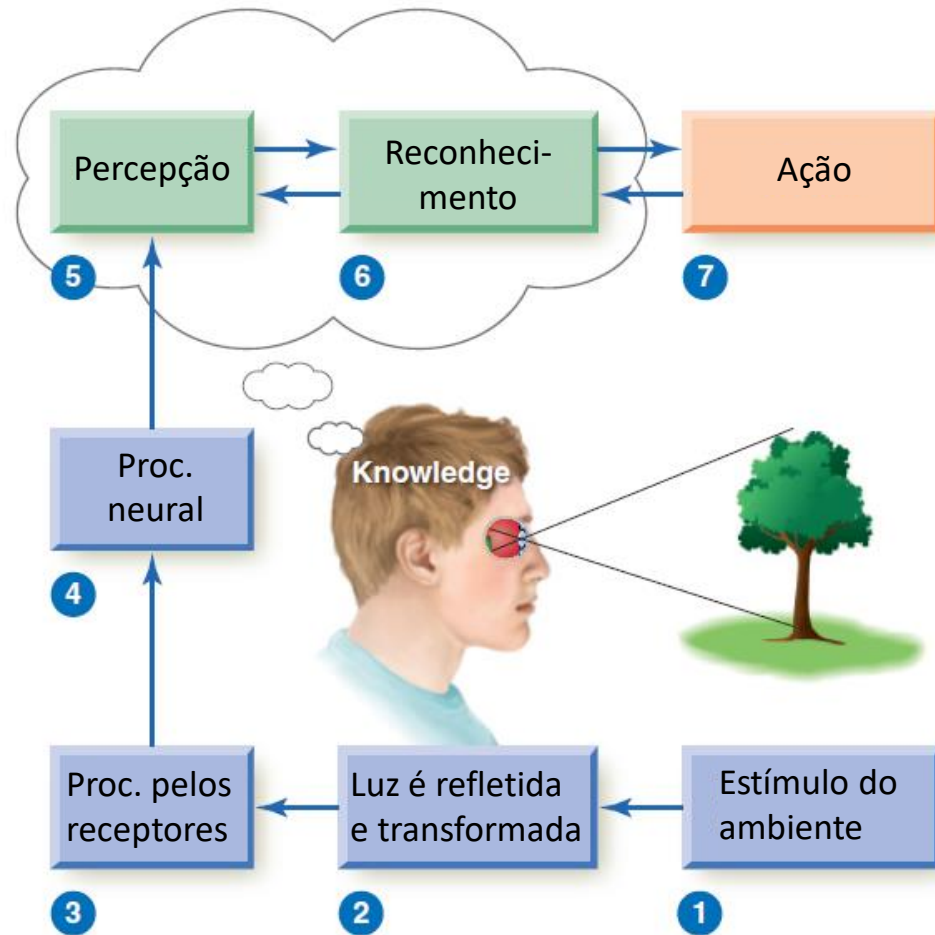
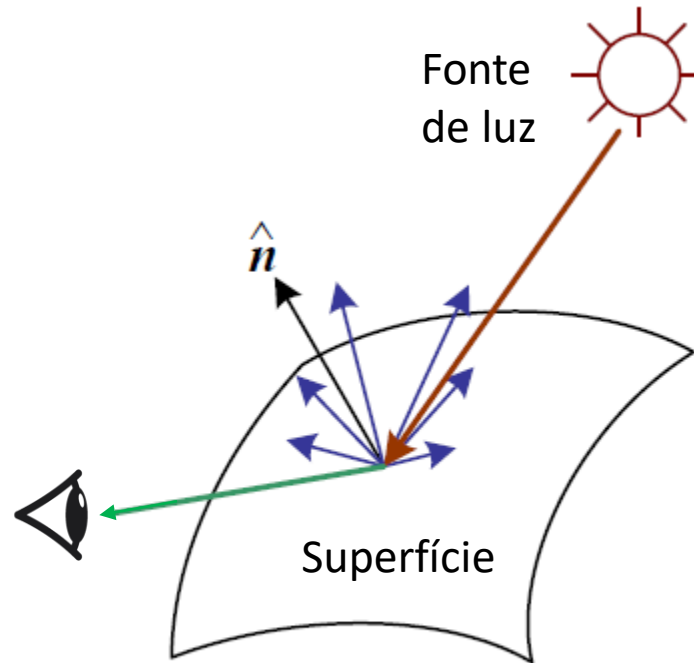
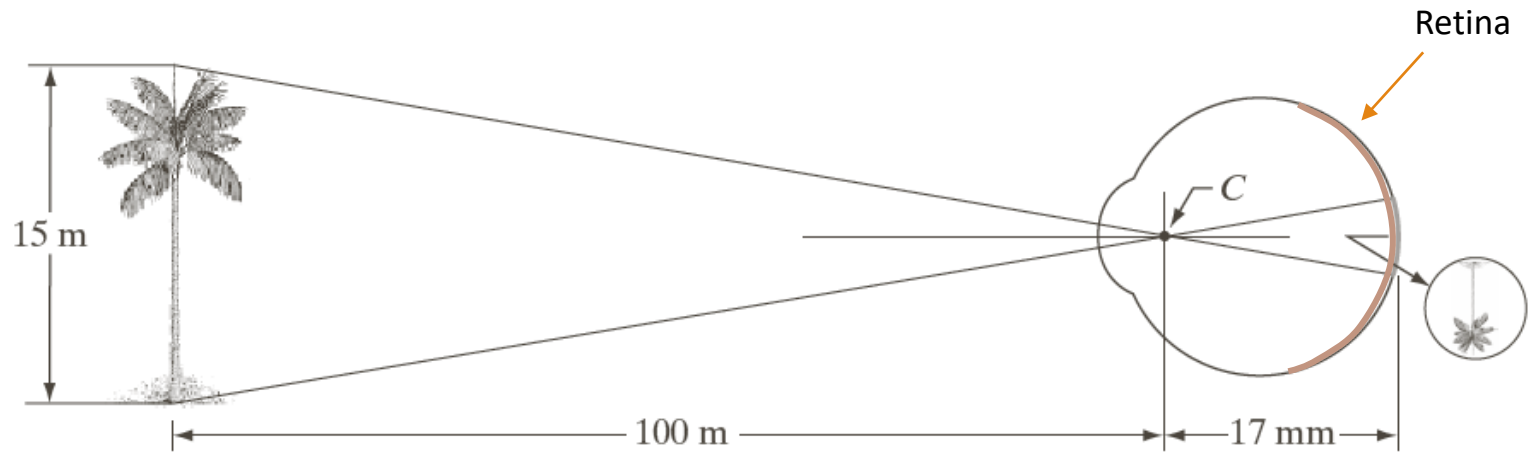


Figura adaptada de: Sensation and Perception, Goldstein e Brockmole

# Caminho da luz do sol até o olho

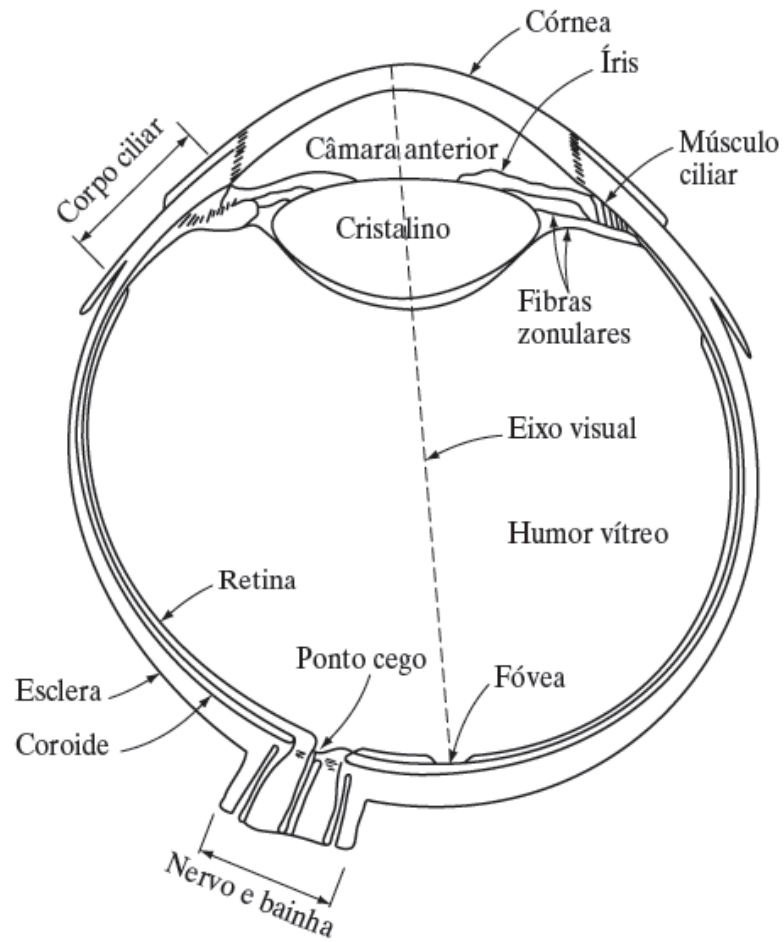


# O olho humano

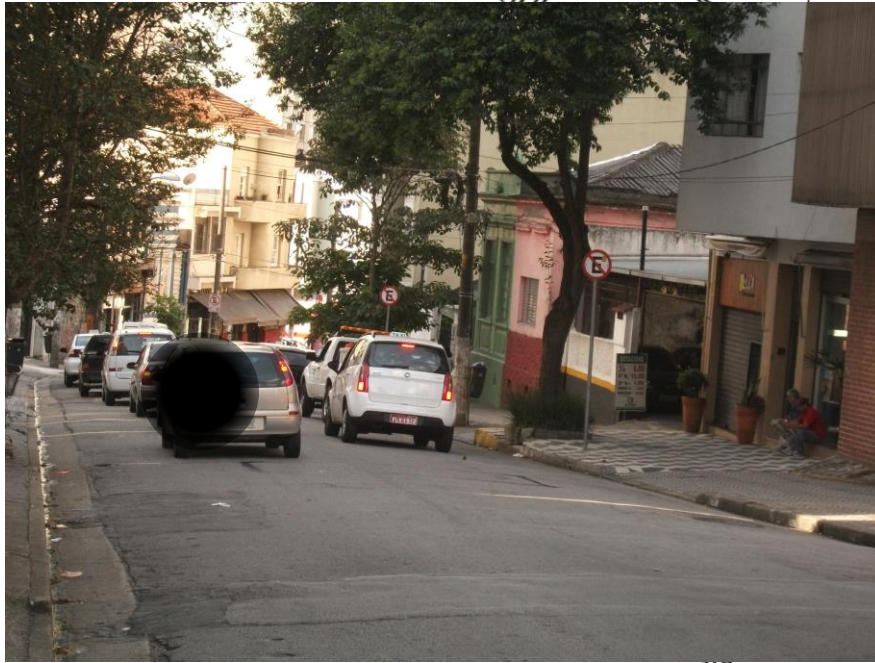
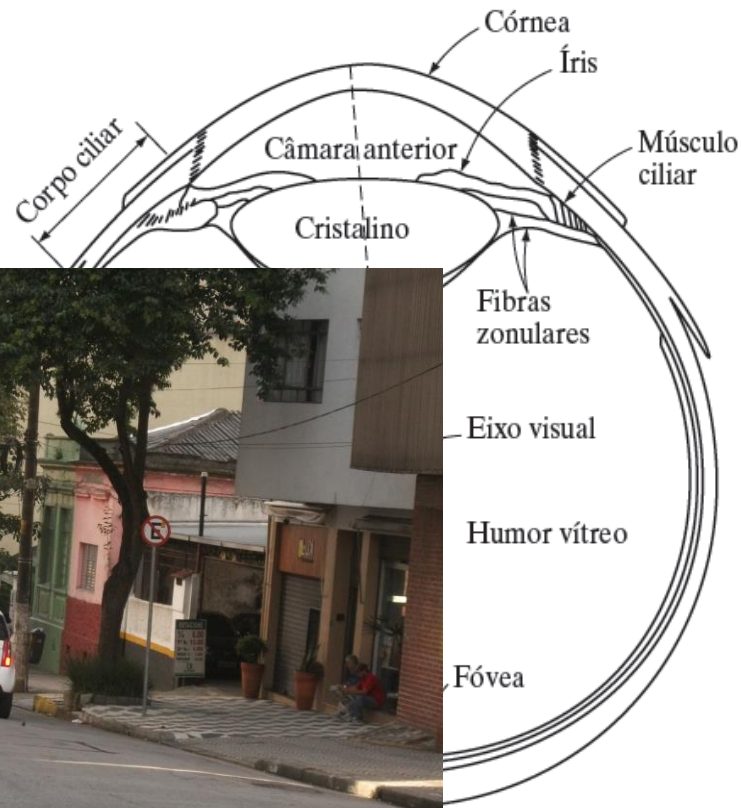


A luz é refletida e refratada pelo objeto, e absorvida pela retina.

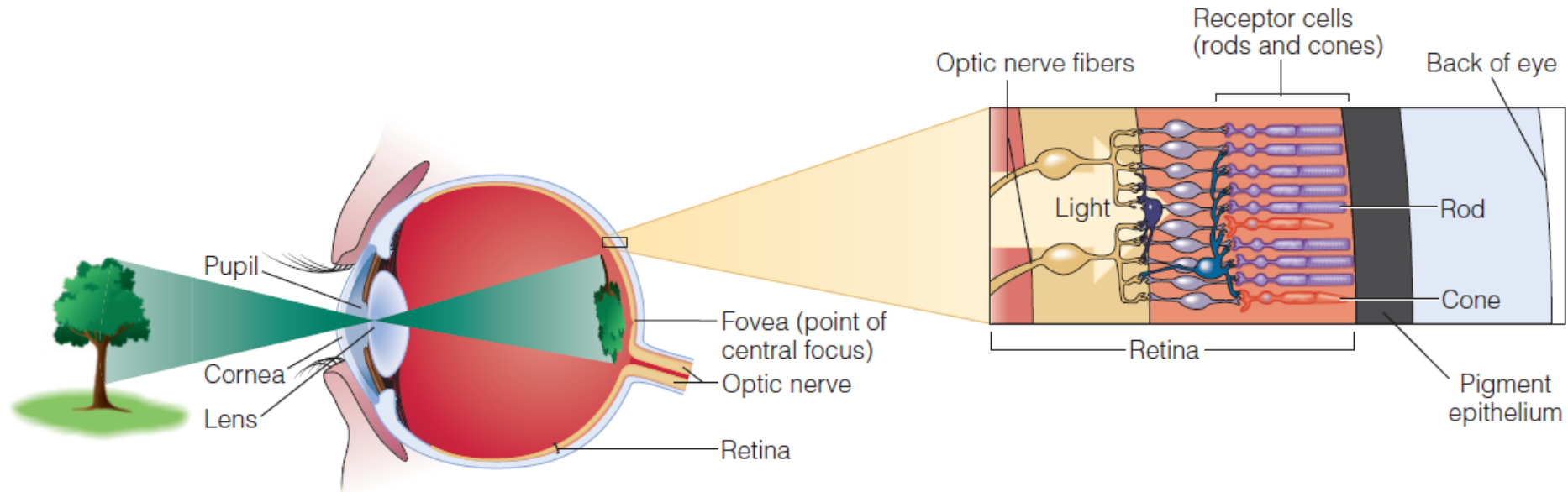
# O olho humano



# O olho humano



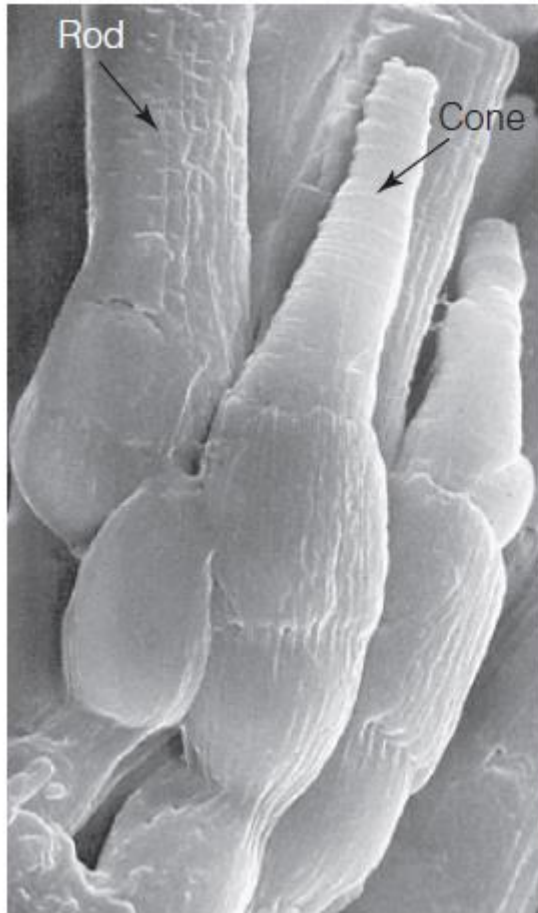
# O olho humano



Cones e bastonetes transformam fótons (luz) em sinais elétricos.

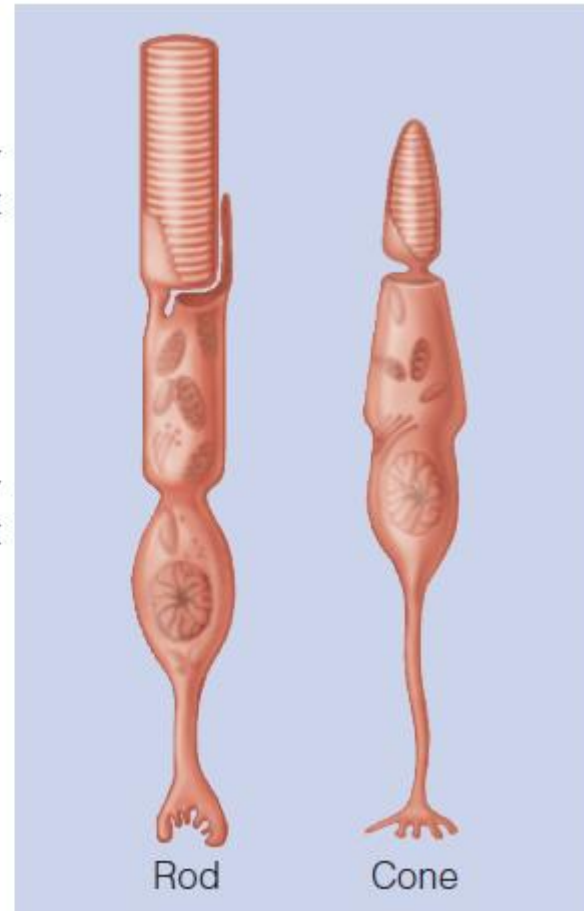


# O olho humano – Cones e Bastonetes (Rods)

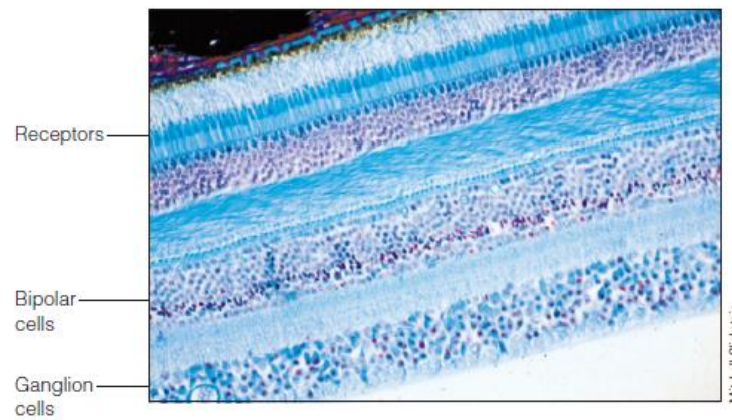


Outer  
segment

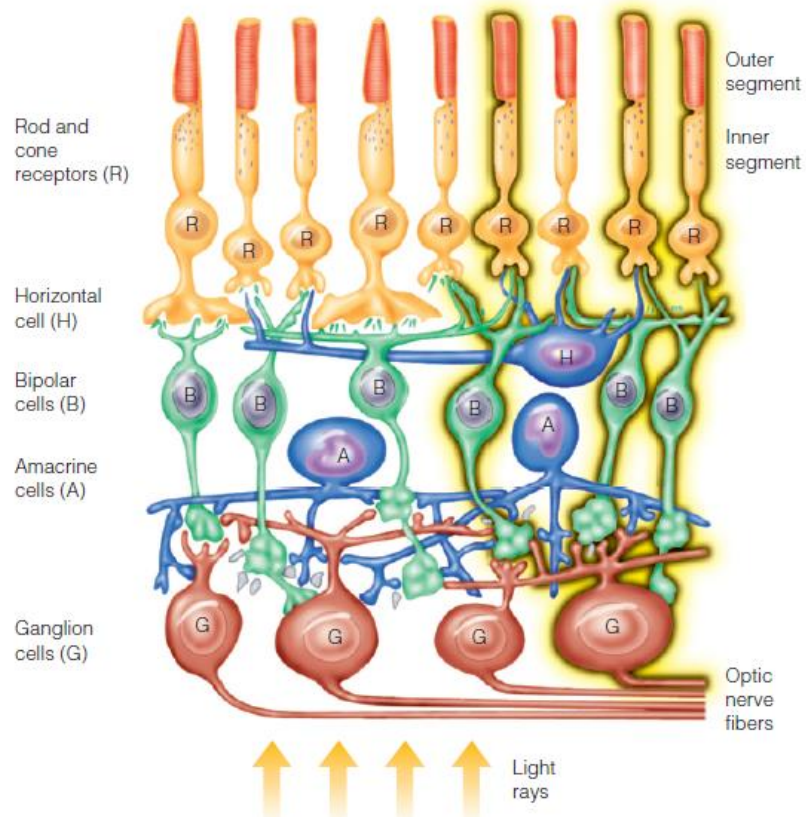
Inner  
segment



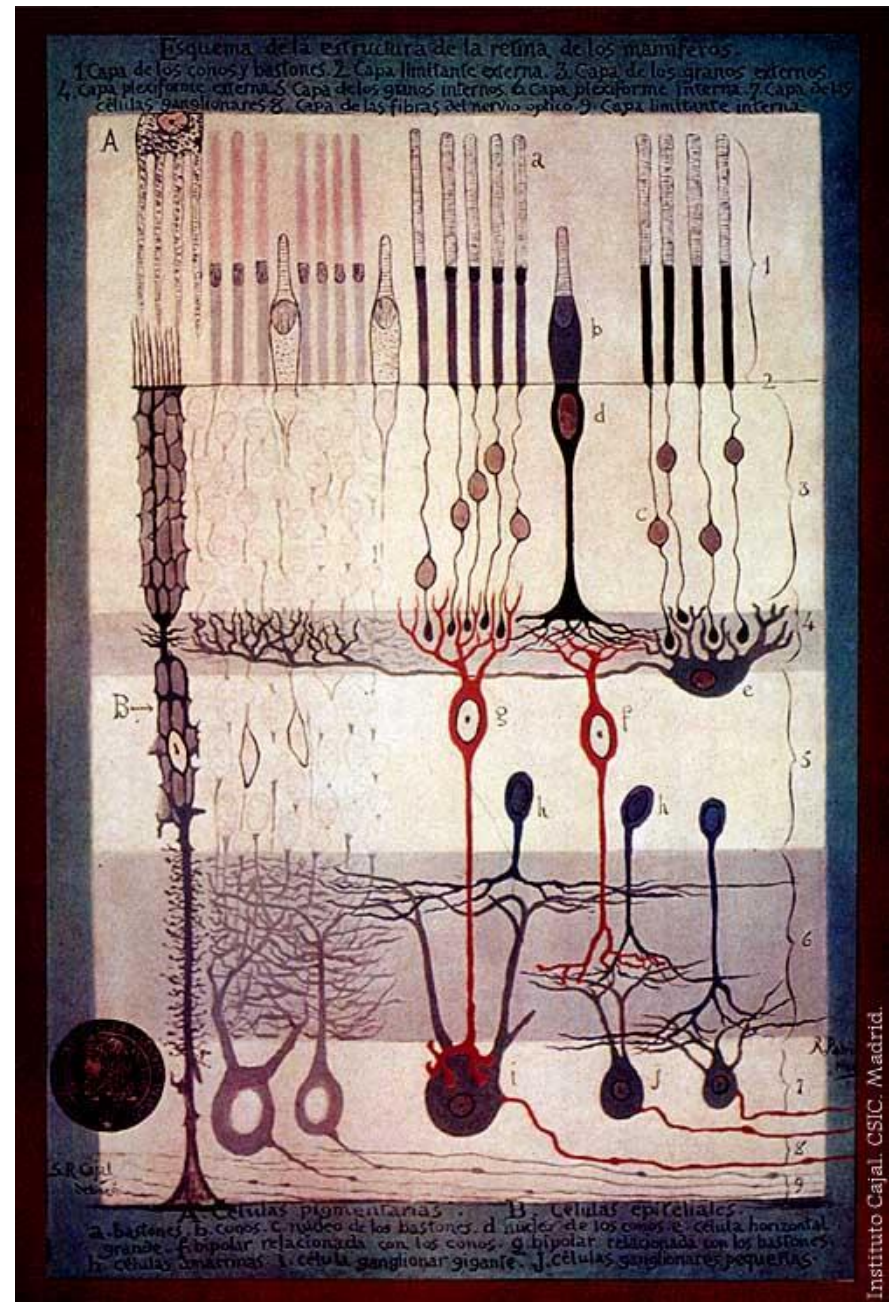
# Transformação da luz em sinais elétricos



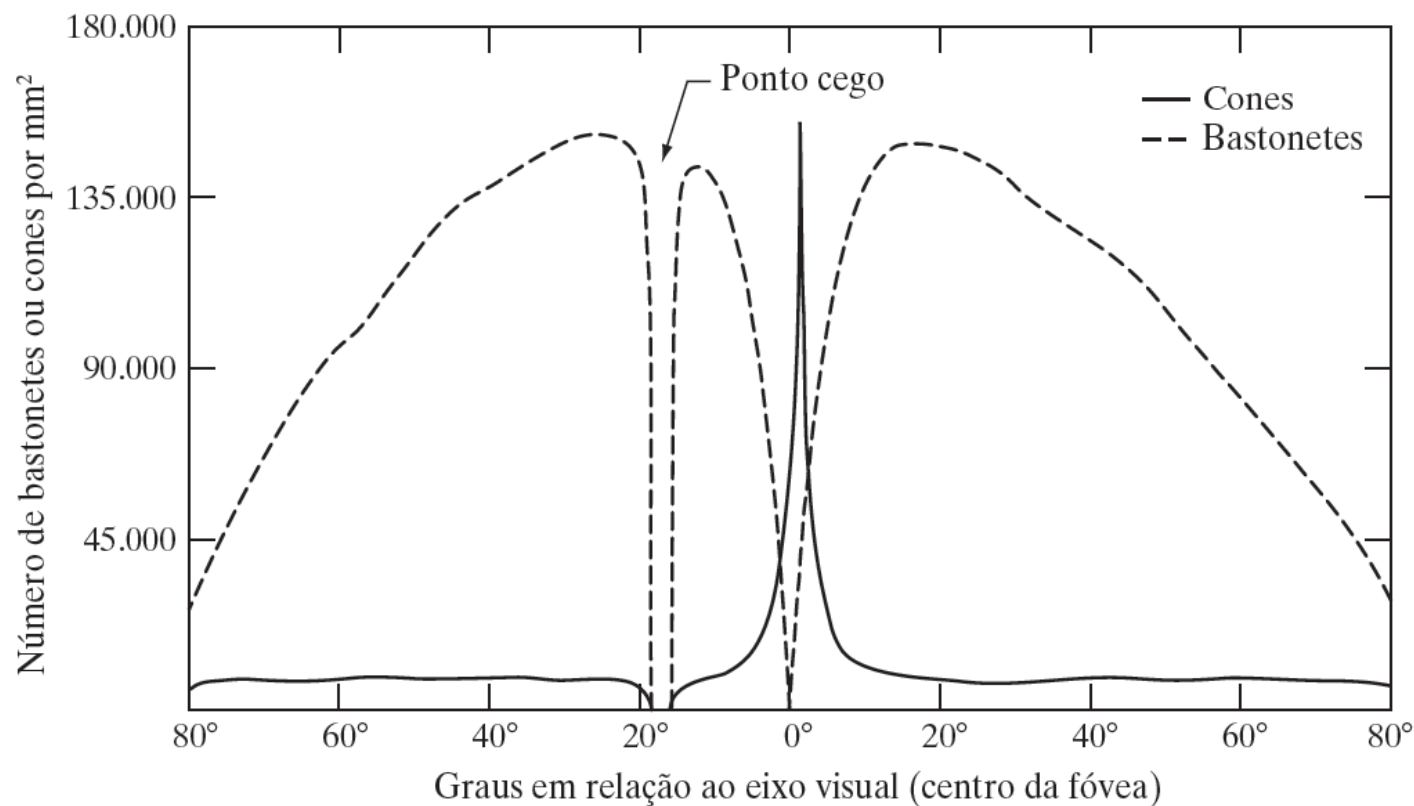
(a)



# Desenhos de células na retina de Santiago Ramón y Cajal, 1900

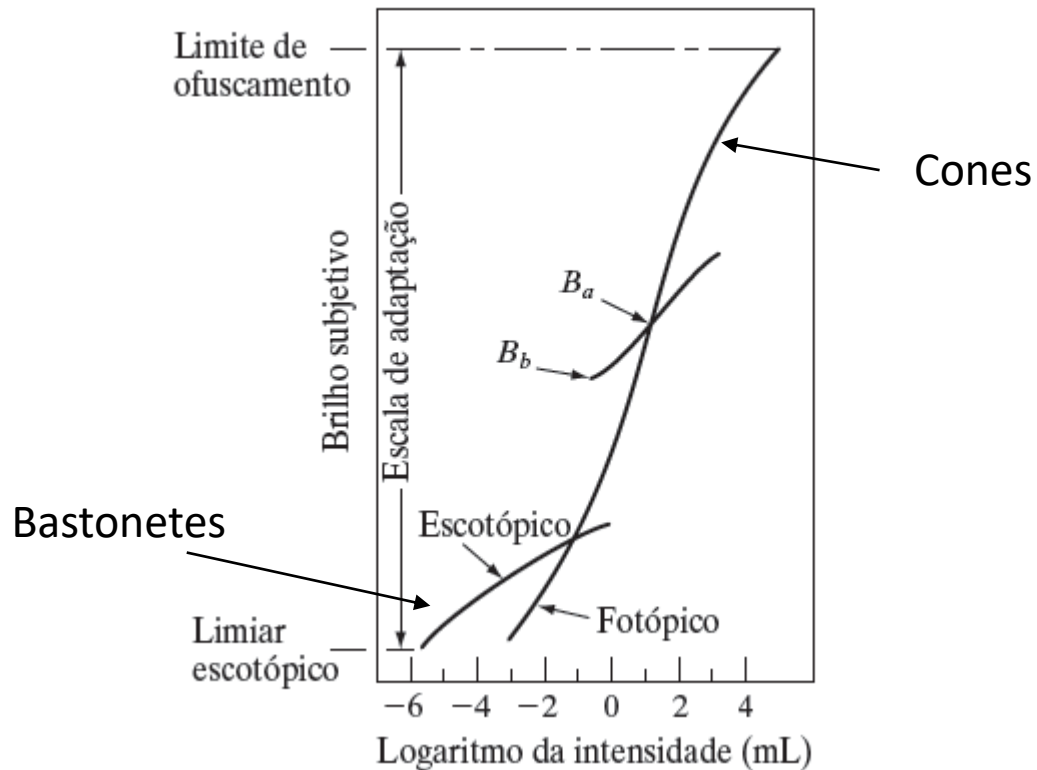


# O olho humano



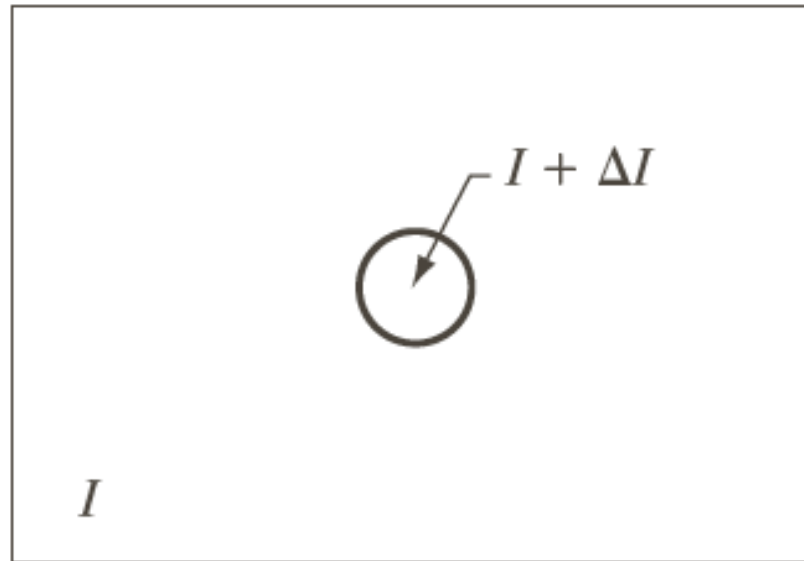
- Cones: Visão colorida;
- Bastonetes: Visão periférica e noturna.

# O olho humano



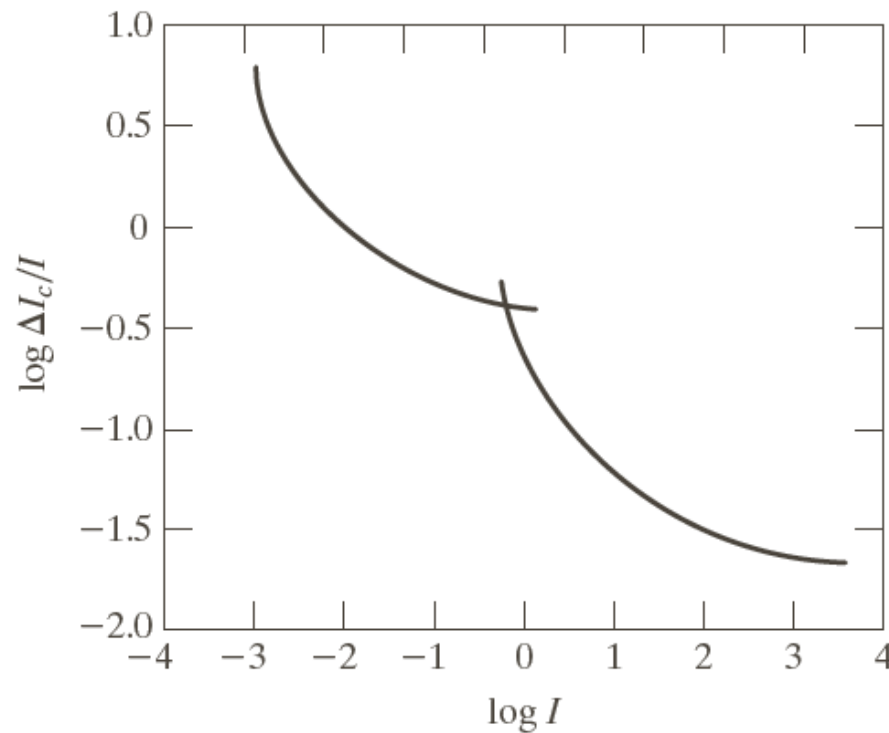
O olho humano consegue perceber um grande intervalo de valores de brilho.

# O olho humano



- Teste típico para identificar a percepção de diferença de brilho
- Mede-se o menor valor de  $\Delta I$  no qual a pessoa consegue perceber o círculo central.

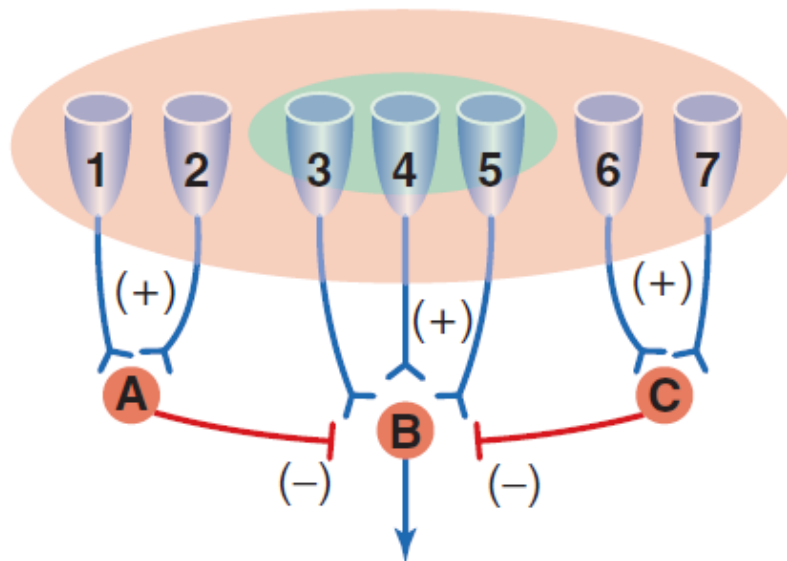
# O olho humano



A percepção de diferenças de brilho se torna pior em condições de baixa luminosidade.



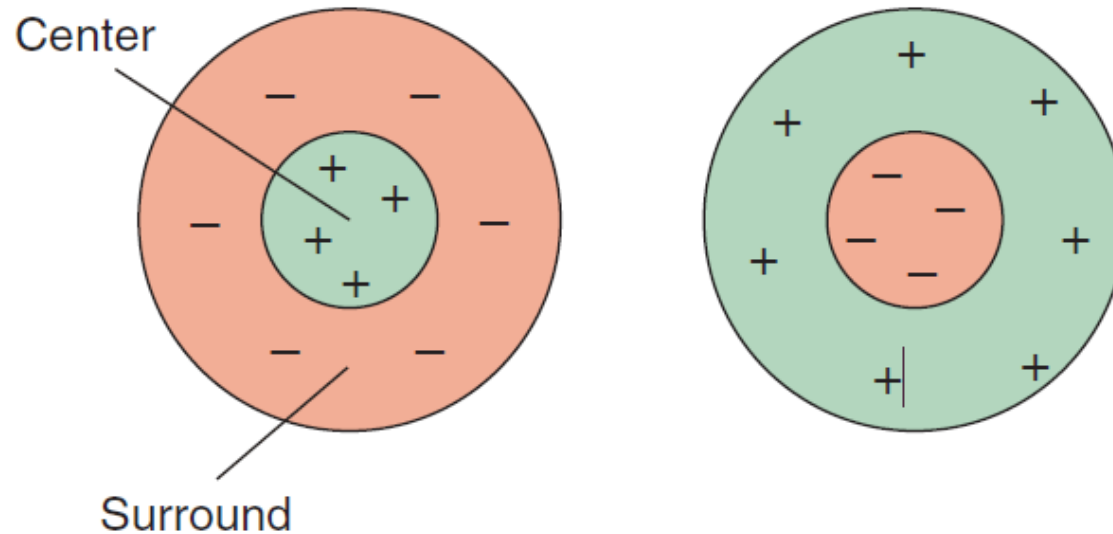
# Campos receptivos da retina



Os sinais de diversos cones e bastonetes são combinados na retina.

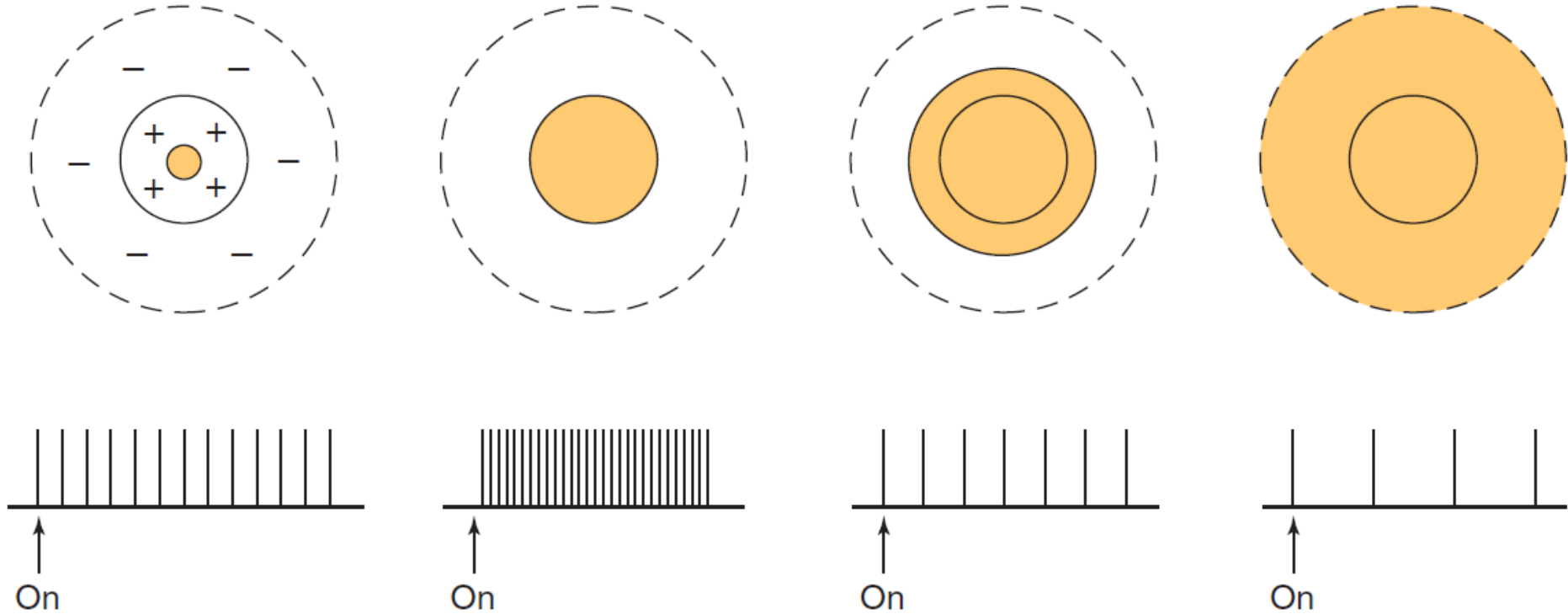


# Campos receptivos *Center-surround*

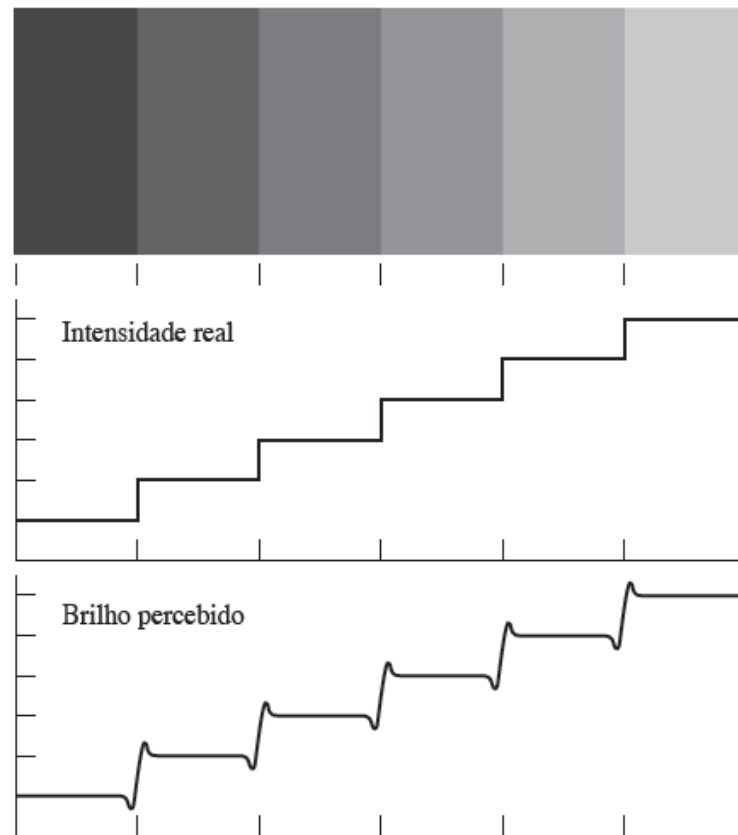


A resposta do campo receptivo é maior dependendo do local onde a luz é projetada.

# Campos receptivos *Center-surround*



# Bandas de Mach



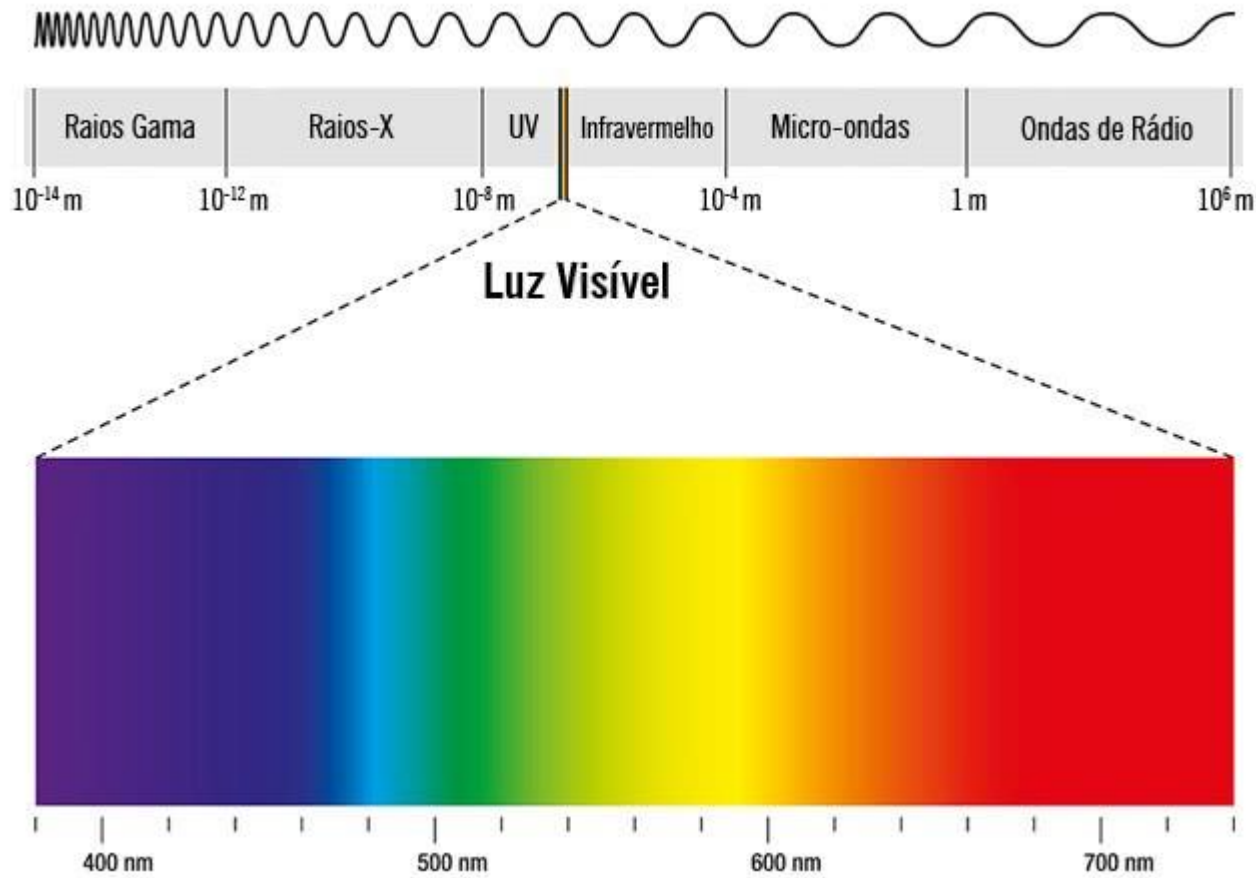
- Nós percebemos cores mais claras ou mais escuras em regiões de variação abrupta de contraste.
- Esse efeito é causado, em parte, pela inibição lateral.

# Inibição lateral

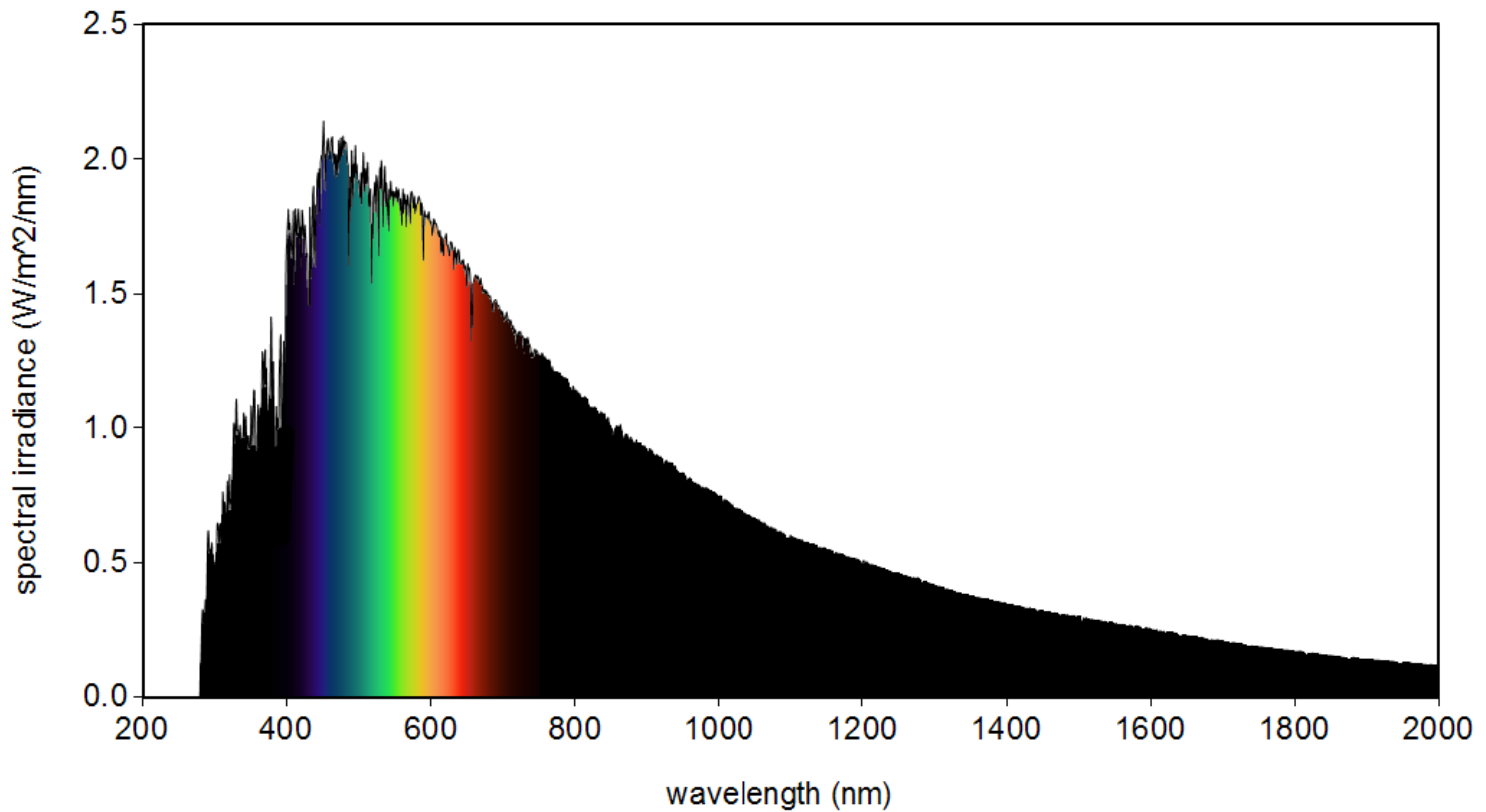


Inibição lateral faz com que a percepção do quadrado central dependa da intensidade de brilho do quadrado maior.

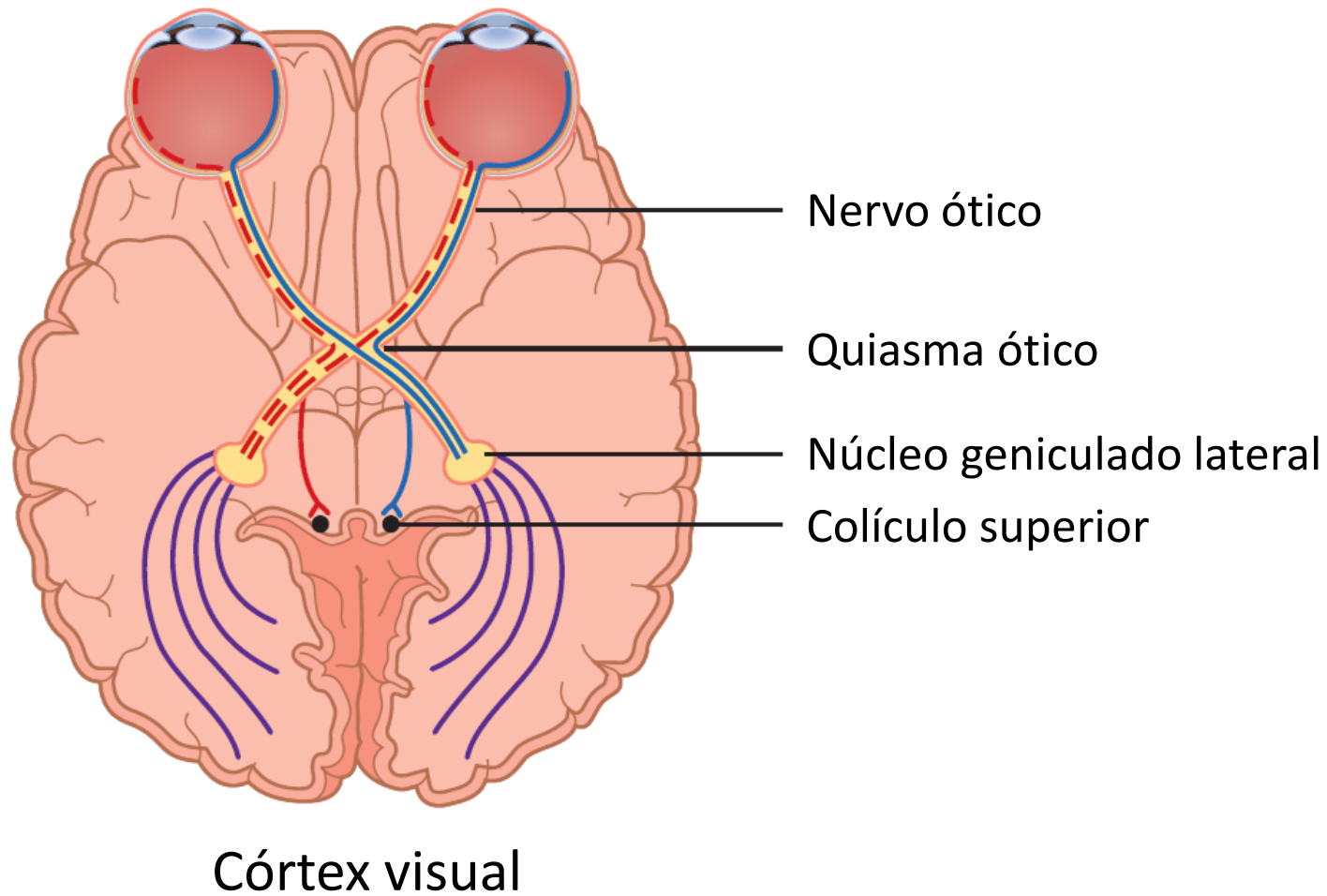
# Espectro eletromagnético



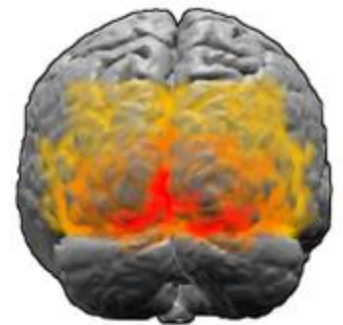
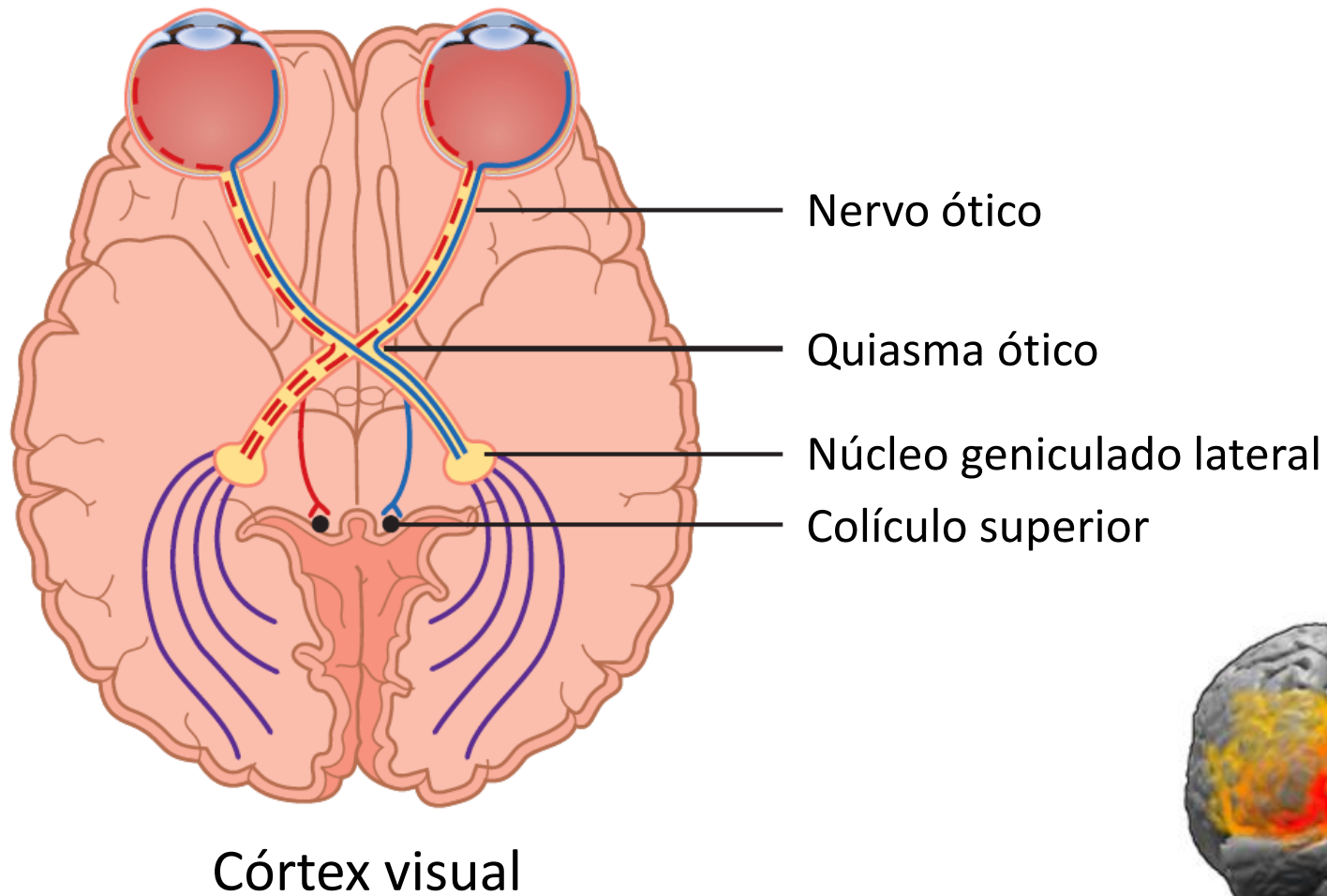
# Espectro eletromagnético



# Caminho da visão

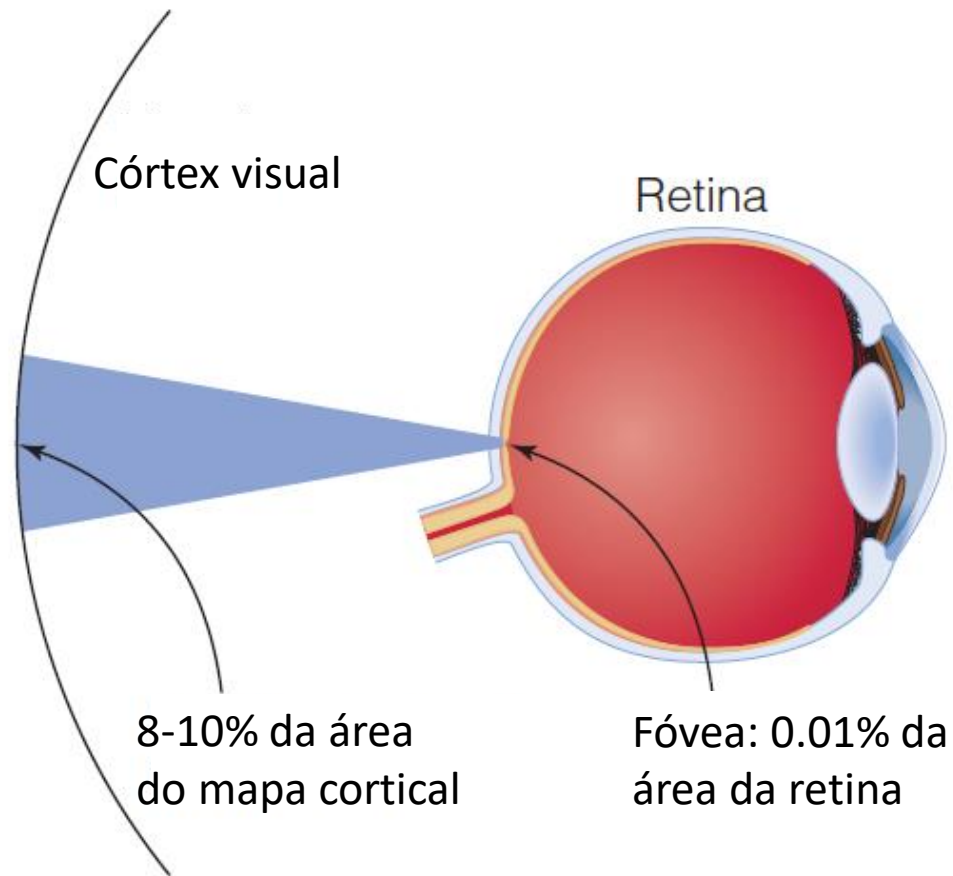


# Caminho da visão

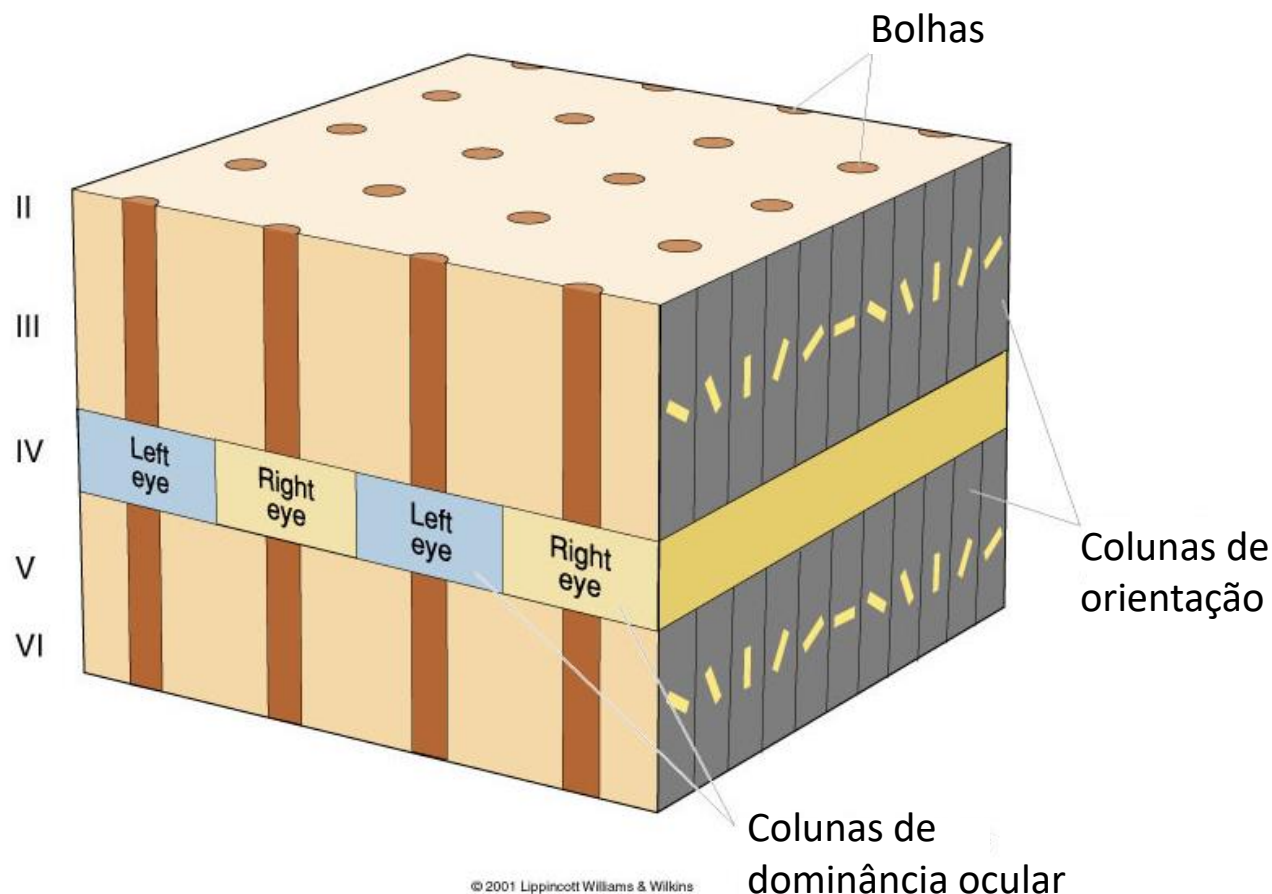




# Da retina ao córtex visual

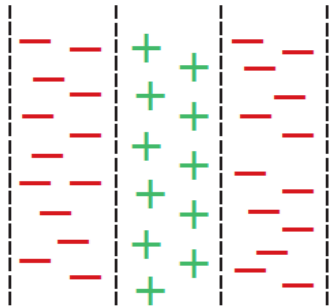


# Colunas de orientação no córtex visual primário

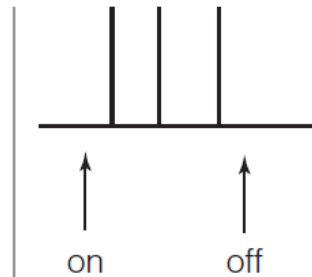
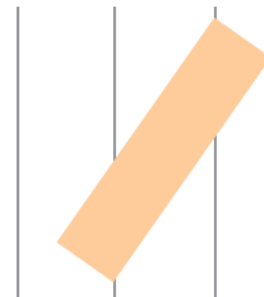
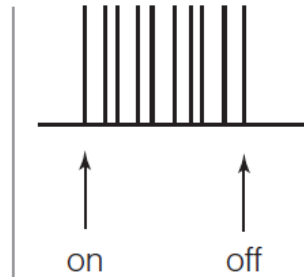


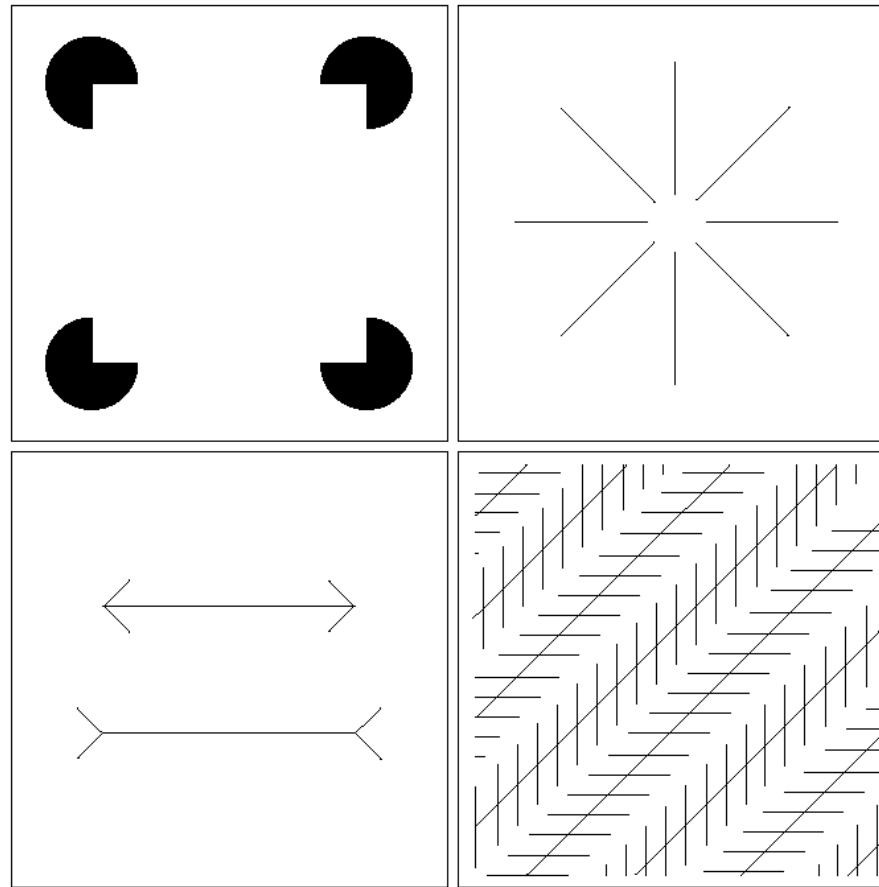
Cada região do córtex visual primário responde de forma preferencial a orientações específicas de contornos de objetos.

# Campos receptivos no córtex



Campo receptivo de  
uma célula cortical

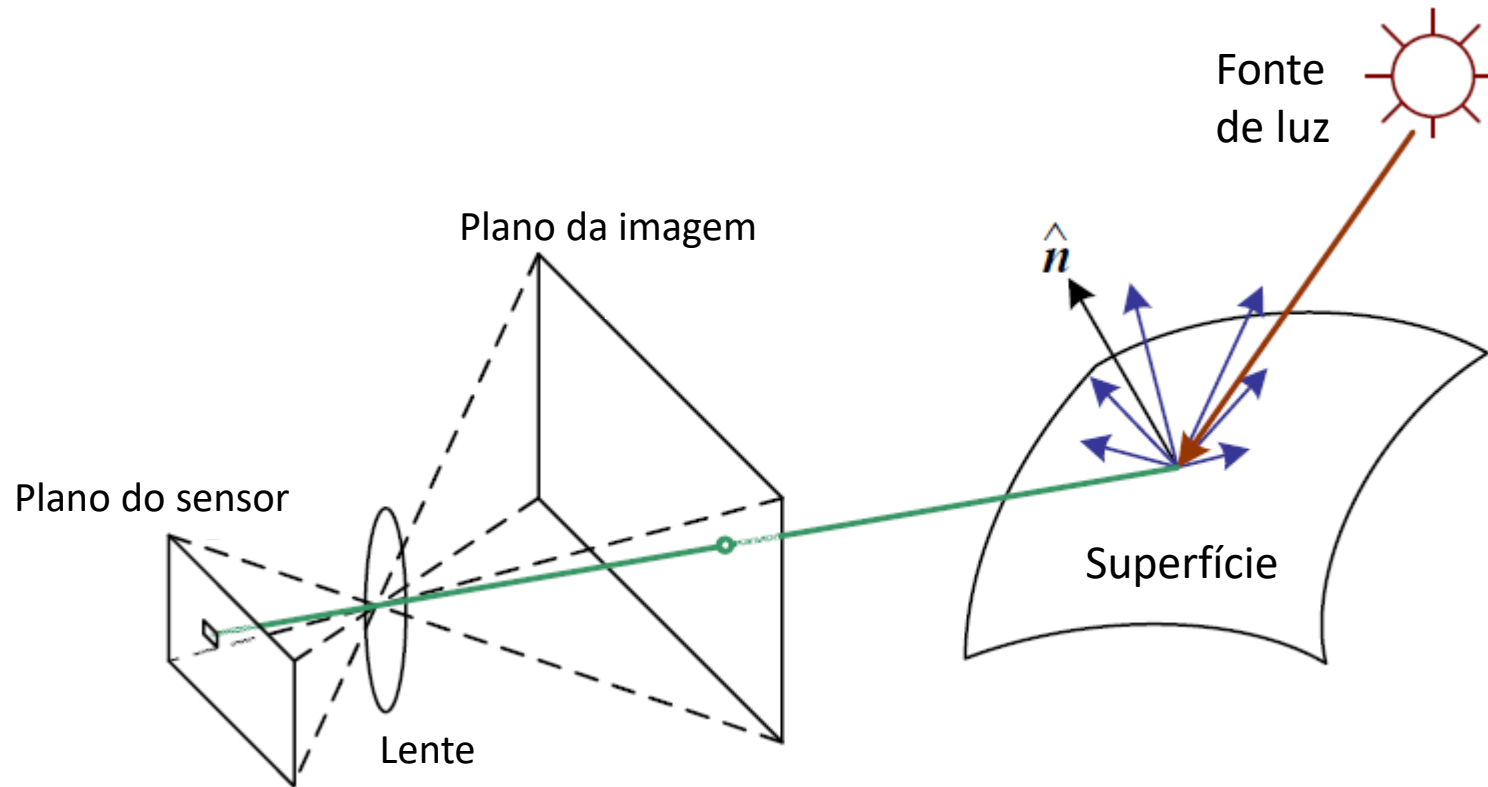




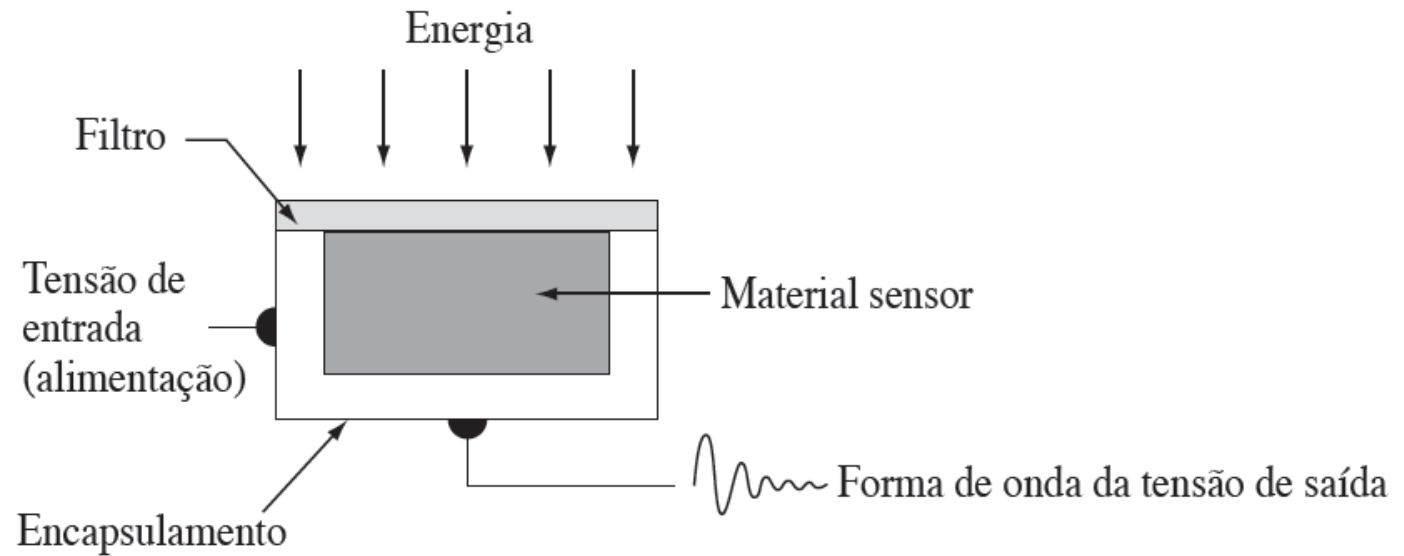
Ilusões de ótica ocorrem quando enganamos o hardware de reconhecimento de padrões do nosso cérebro.

Visão artificial

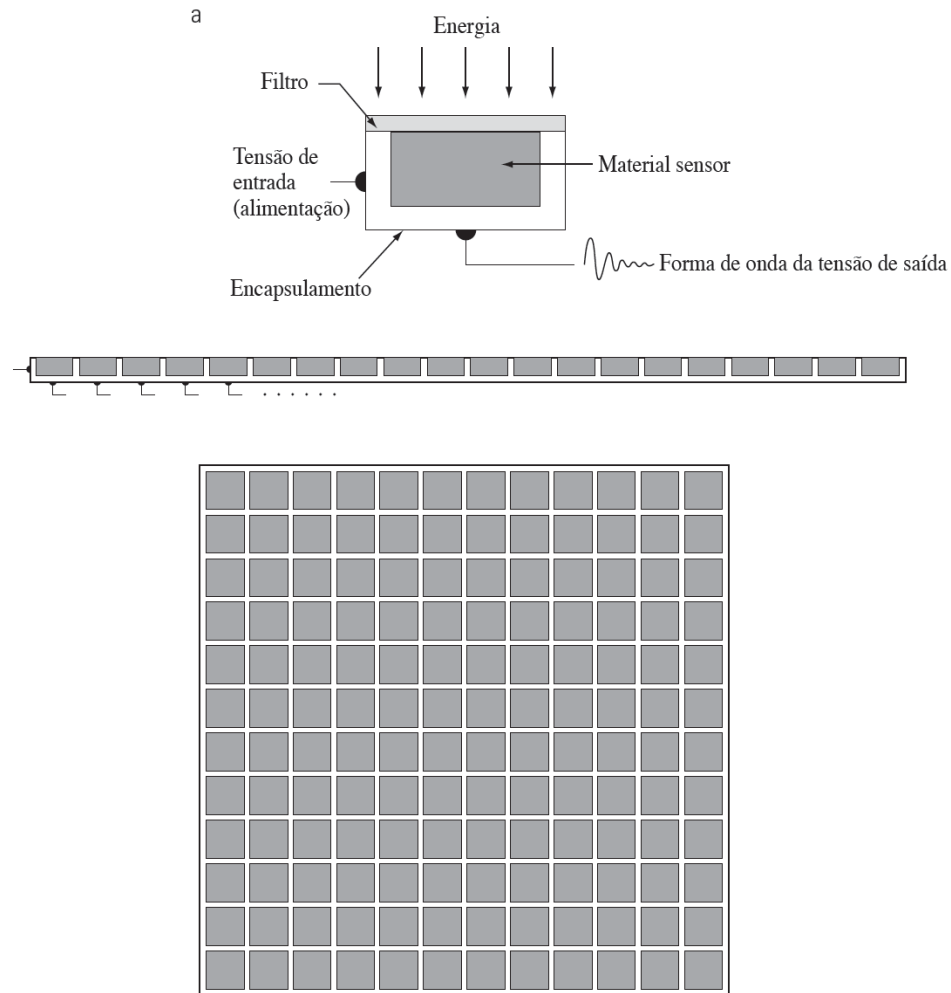
# Luz, câmera



# Sensor

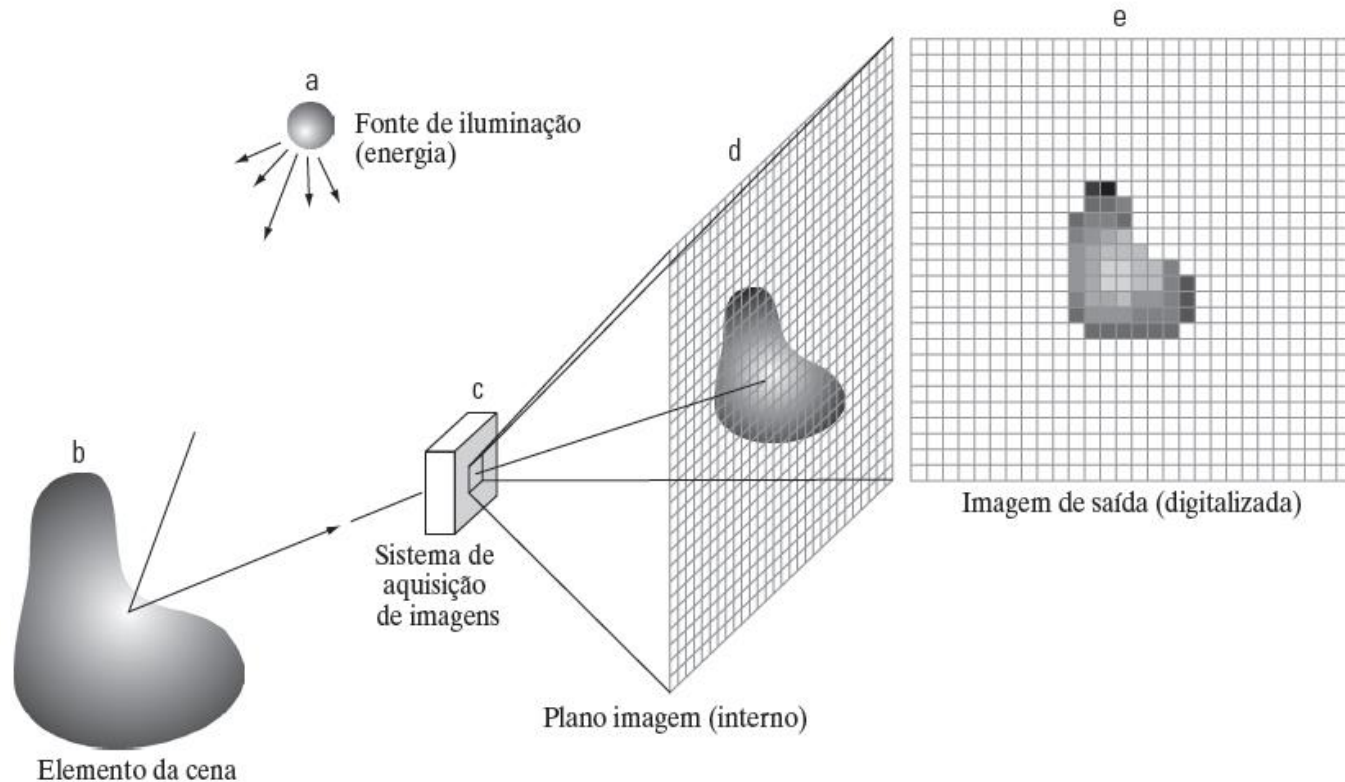


# Array de sensores



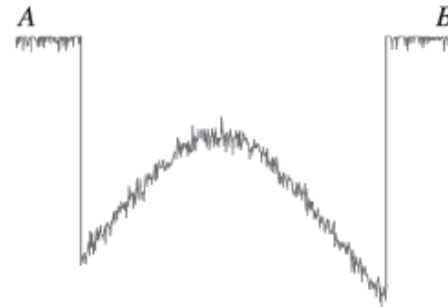
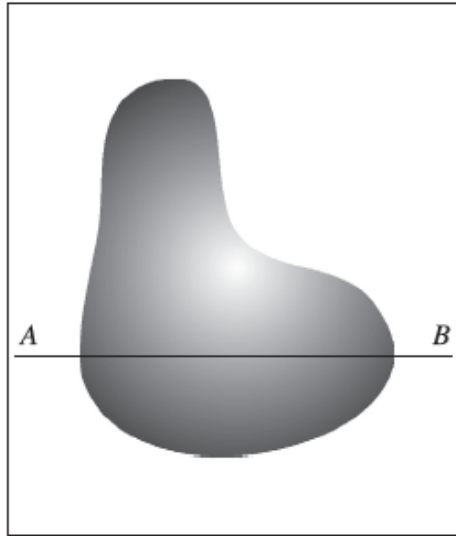


# Array de sensores

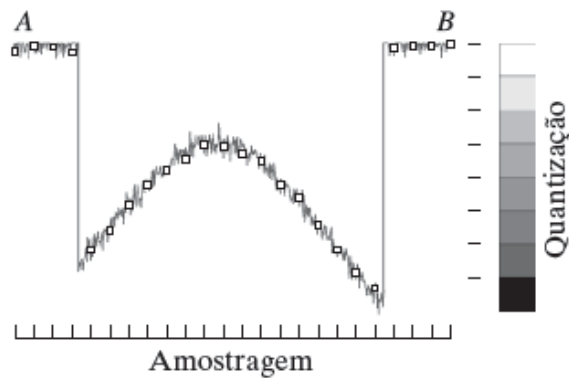
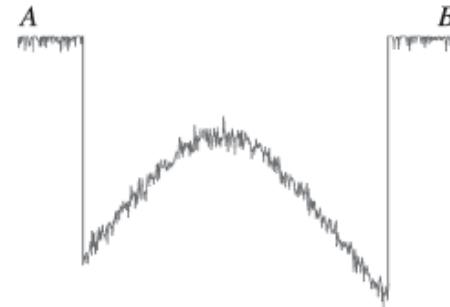
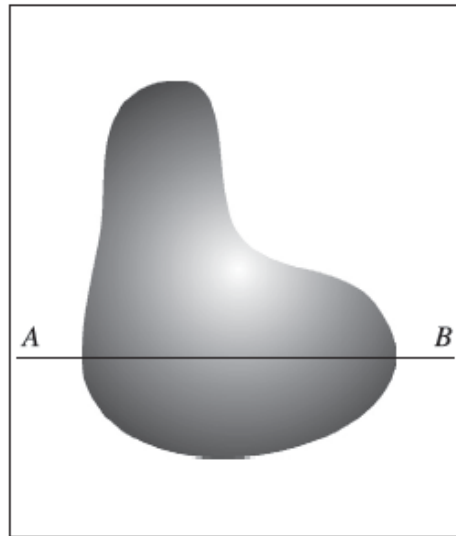


A luz recebida pelo Sistema é discretizada no espaço (amostragem espacial) e na intensidade (quantização)

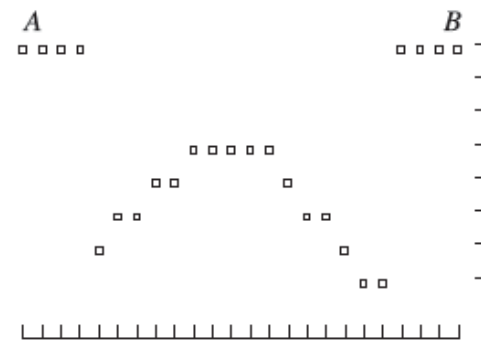
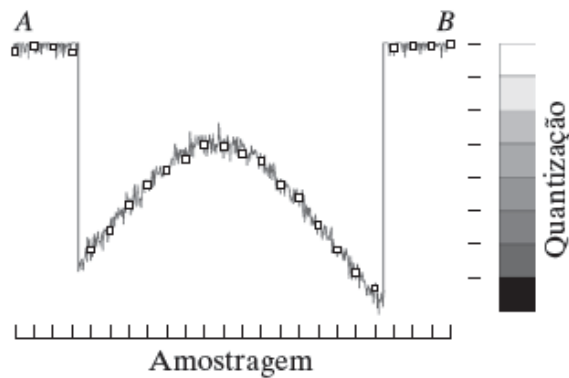
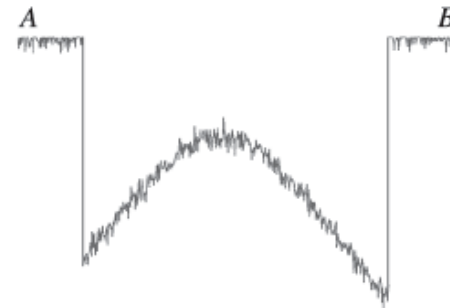
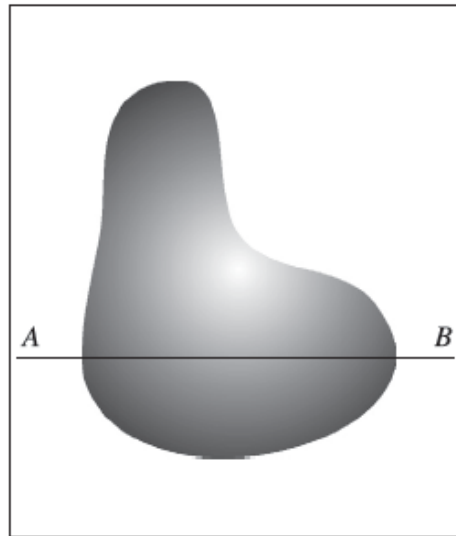
# Amostragem e quantização



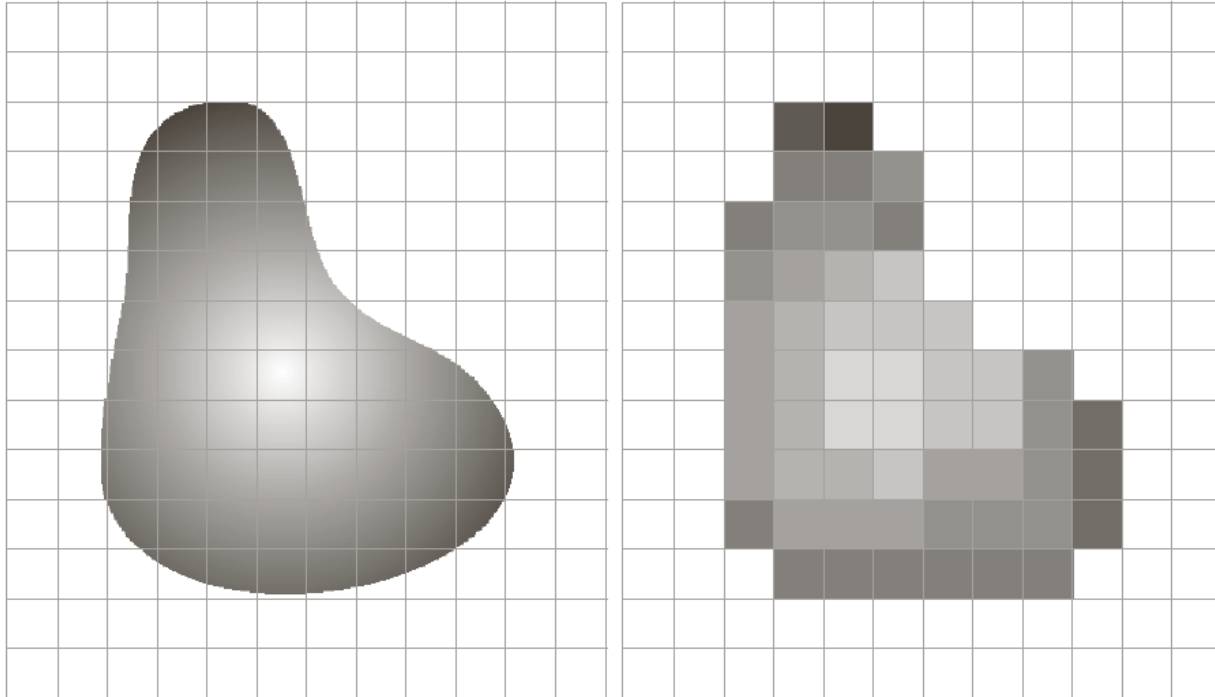
# Amostragem e quantização



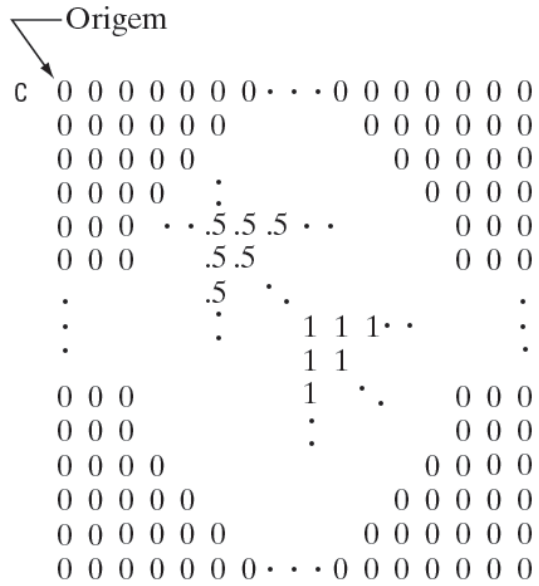
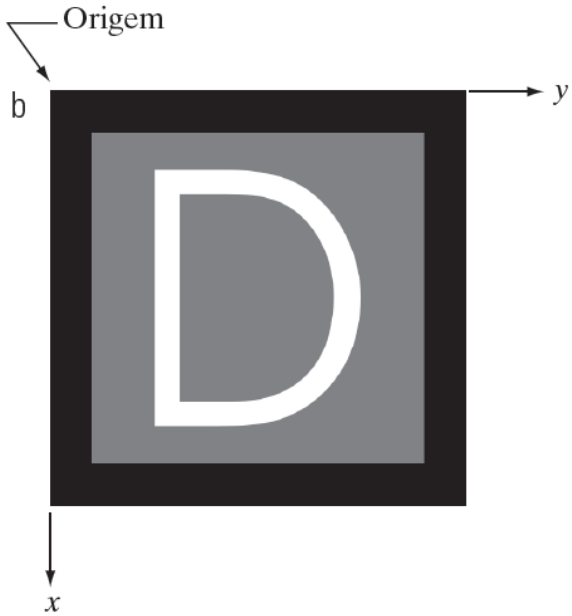
# Amostragem e quantização



# Amostragem e quantização



# Representando imagens



# Representando imagens

- O número de bits utilizado para representar cada valor de pixel é chamado de *profundidade de imagem*.
- A profundidade define o número de valores possíveis para os píxeis

| Número de bits | Intervalo de intensidade |
|----------------|--------------------------|
| 1              | [0,1]                    |
| 2              | [0,3]                    |
| 5              | [0,31]                   |
| 8              | [0,255]                  |
| 16             | [0,65535]                |

# Exemplos de imagens com diferentes profundidades

256



128



64



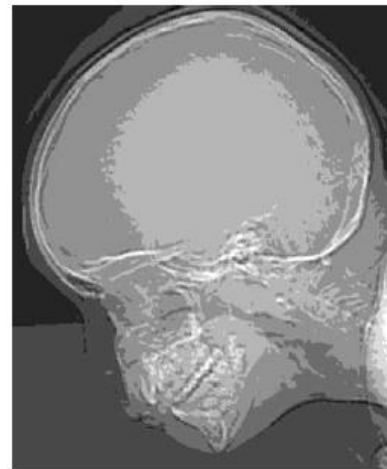
32



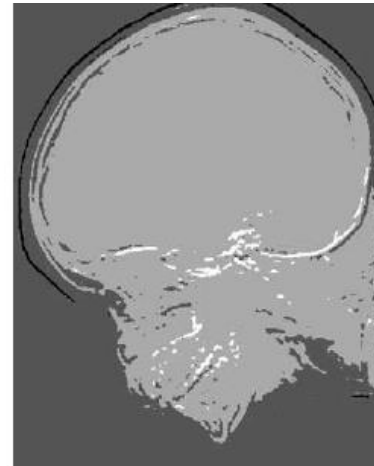
16



8



4

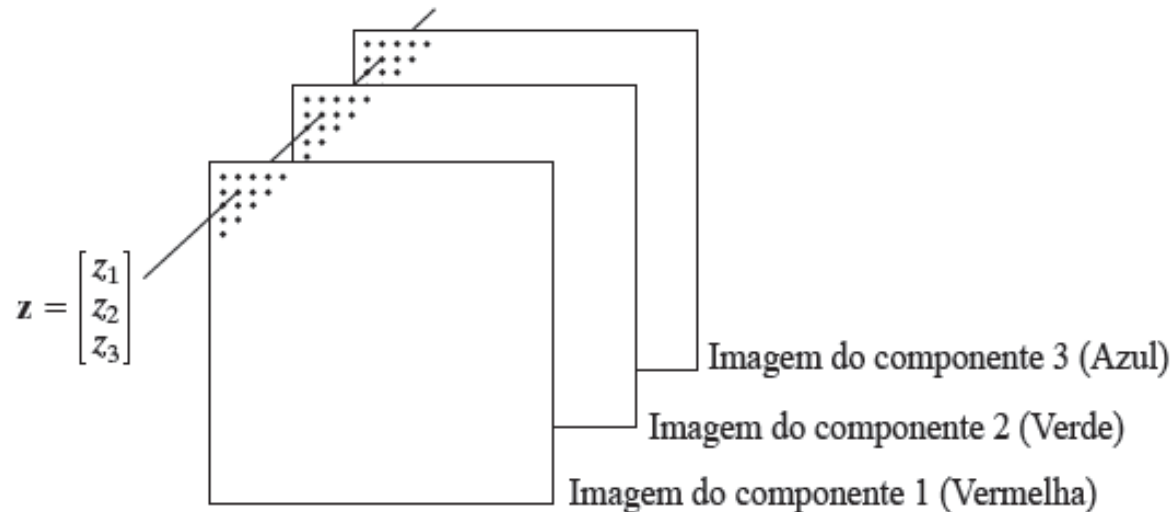


2



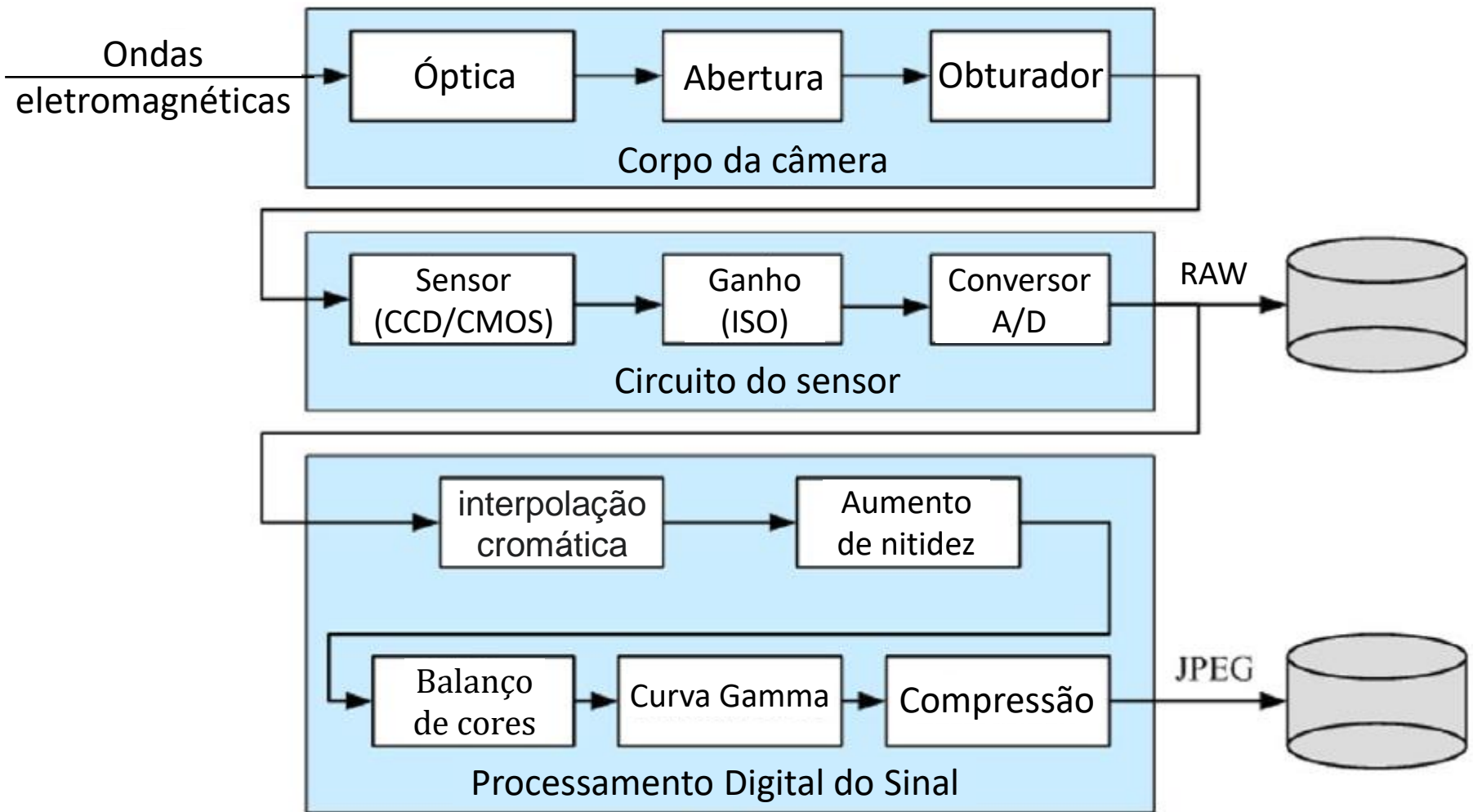


# Imagem colorida



- Imagens coloridas são, em geral, compostas por três canais (três matrizes)
- Em alguns casos, temos também um canal adicional indicando transparência

# Da luz ao JPEG



# Linguagem Python

# Linguagem Python - Instalação

Obtida em

<https://www.python.org/downloads/>

A grande vantagem de utilizar Python para processamento de imagens está na enorme variedade de bibliotecas desenvolvidas na área.

A forma padrão de instalar pacotes em Python é digitar no terminal:

```
pip install <nome do pacote>
```

Entretanto, a instalação de pacotes (bibliotecas) em Python pode apresentar problemas em algumas situações, especialmente se o pacote possuir funções compiladas em C.

# Linguagem Python - Instalação

Uma forma mais simples de instalar Python já com diversas bibliotecas (além de outras vantagens) é utilizar a distribuição Anaconda:

<https://www.anaconda.com/download/>

Contudo, minha forma preferida de instalar o Python é utilizando o Miniconda:

<https://conda.io/miniconda.html>

O Miniconda instala o gerenciador de pacotes *conda*, que possui algumas vantagens em relação ao pip.

Após instalar o conda, as diversas bibliotecas utilizadas na disciplina podem ser instaladas pelo comando

```
conda install numpy scipy matplotlib ipython jupyter scikit-image
```

# Linguagem Python

Algumas IDEs conhecidas de Python:

- Ipython + Editor de texto (Notepad++, Vim, Sublime, etc)
- VSCode
- PyCharm
- Jupyter notebook ou JupyterLab

# Linguagem Python

Um bom “crash course” contendo diversos comandos Python, Numpy e Matplotlib:

<http://cs231n.github.io/python-numpy-tutorial/>