

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

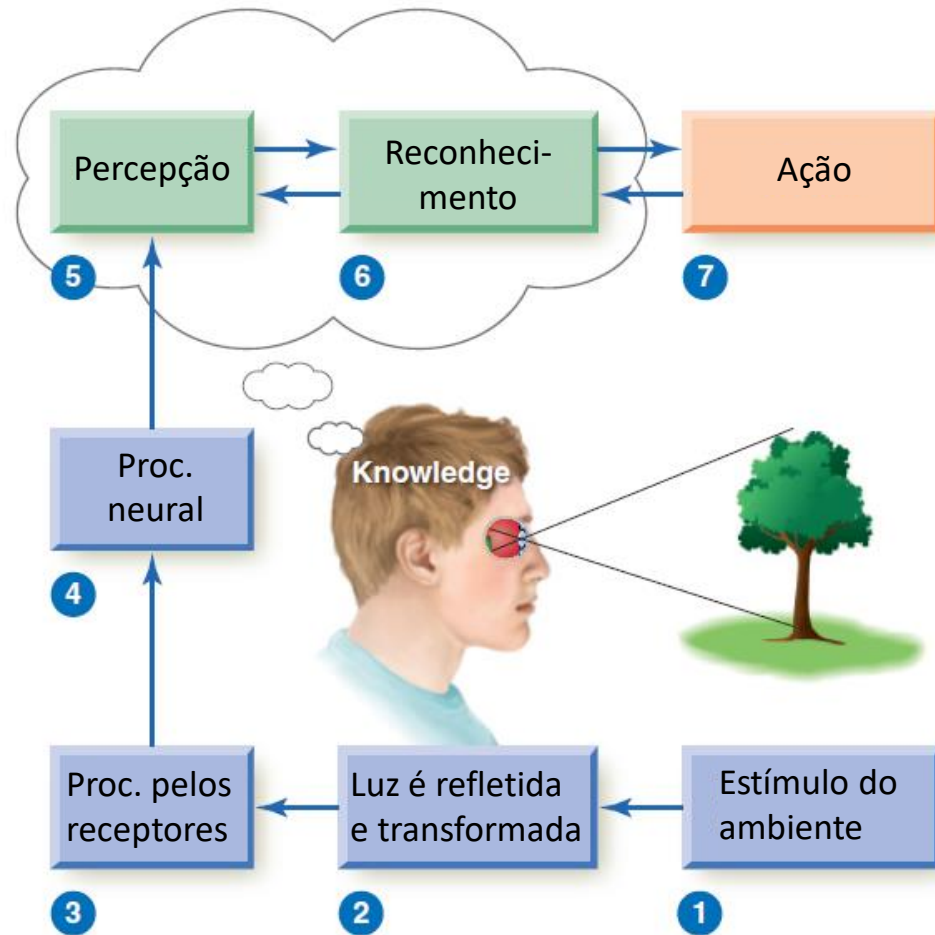
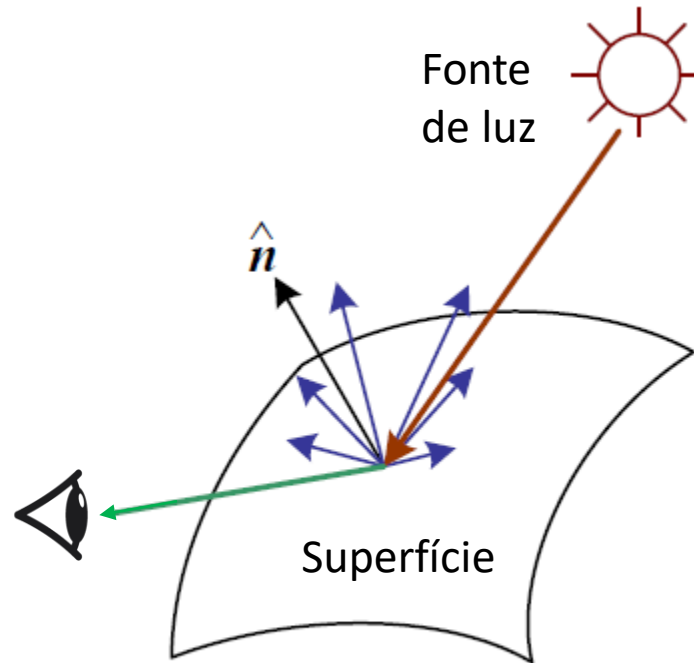
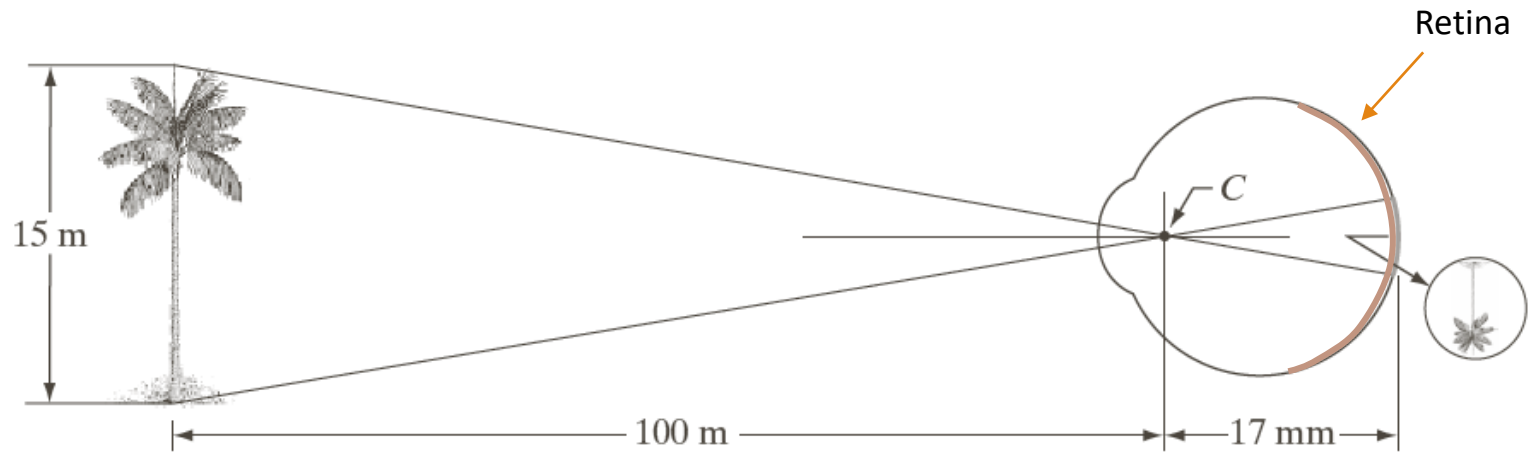


Figura adaptada de: Sensation and Perception, Goldstein e Brockmole

Caminho da luz do sol até o olho

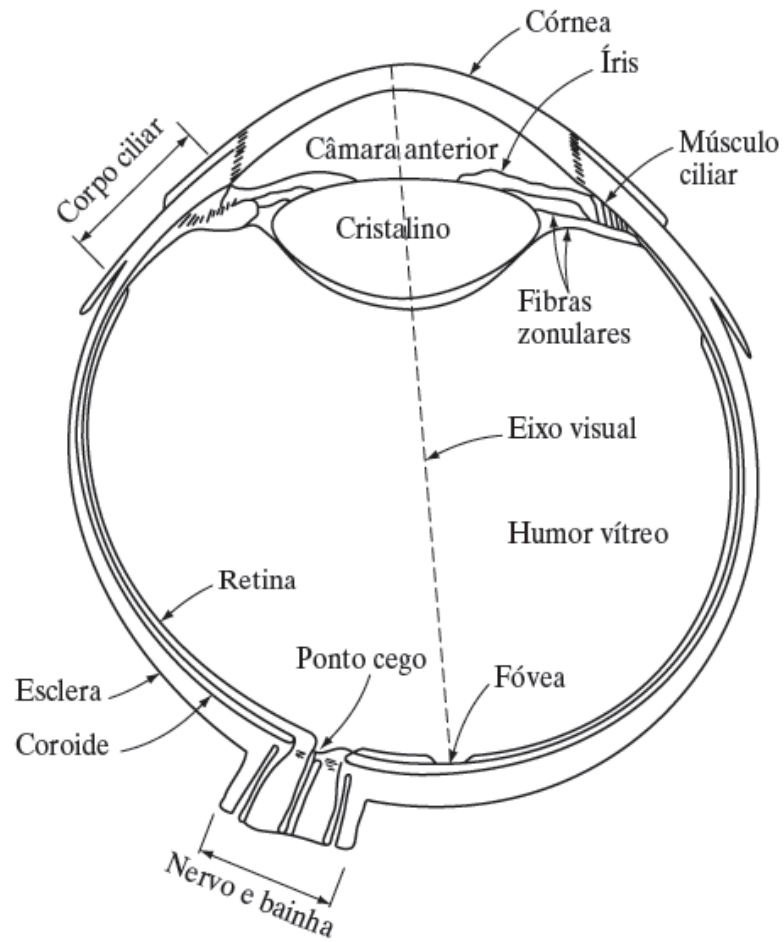


O olho humano

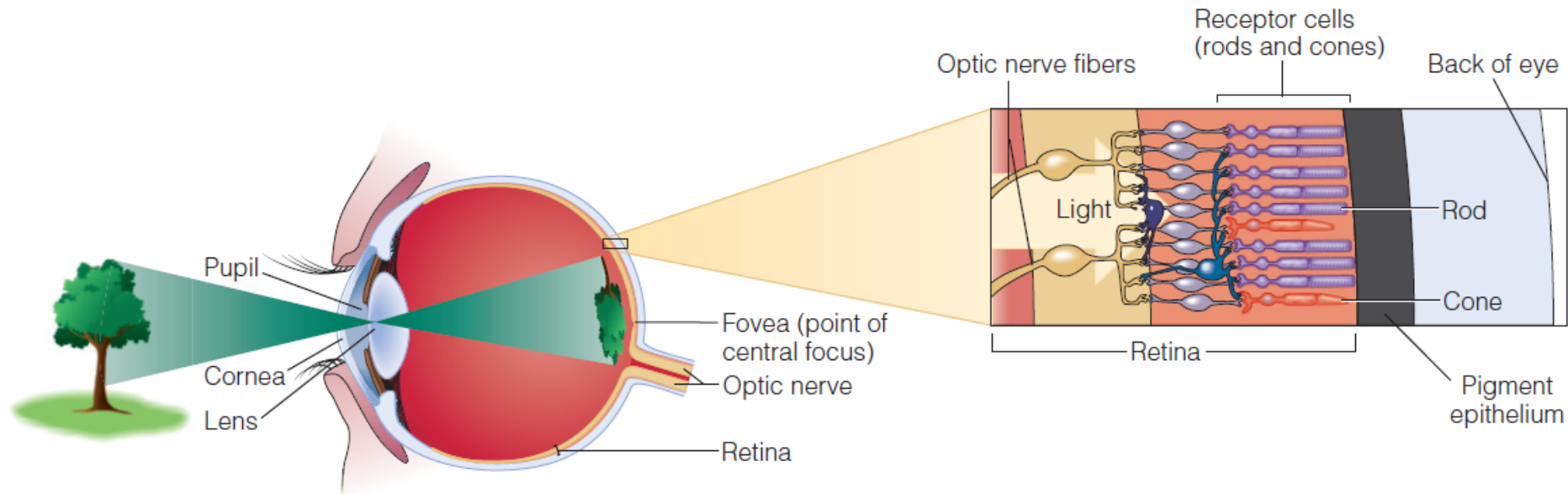


A luz é refletida e refratada pelo objeto, e absorvida pela retina.

O olho humano



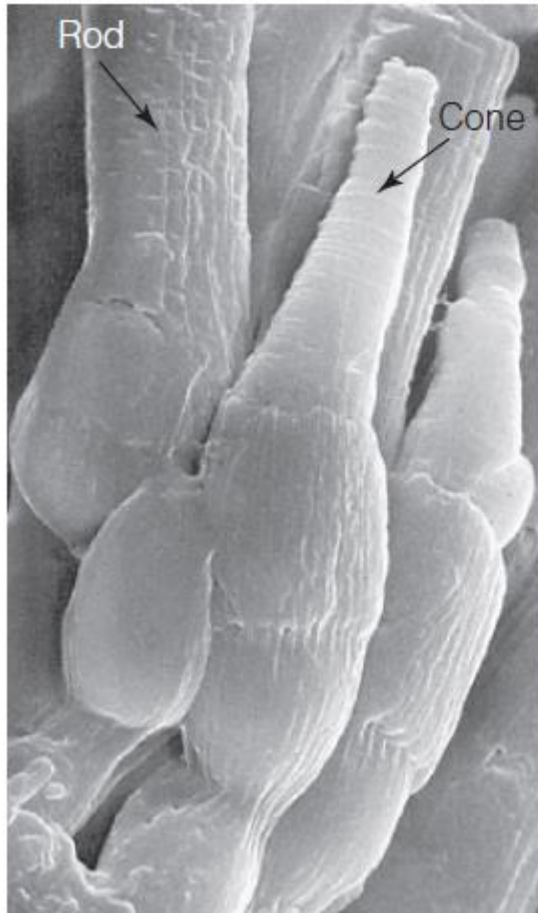
O olho humano



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

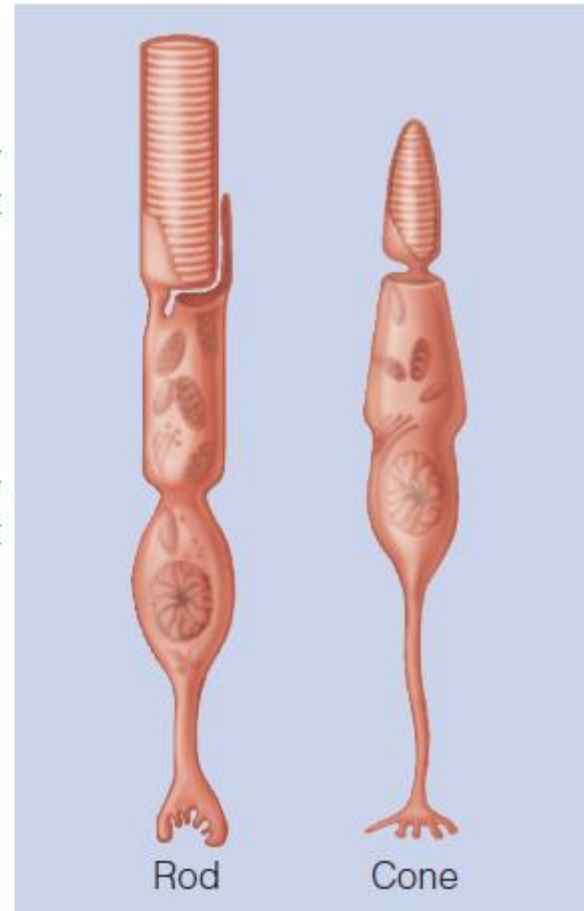
Figura obtida de: Sensation and Perception, Goldstein e Brockmole

O olho humano – Cones e Bastonetes (Rods)



Outer
segment

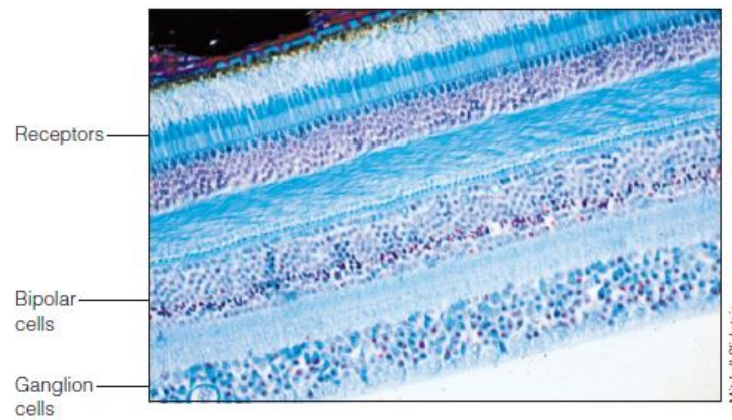
Inner
segment



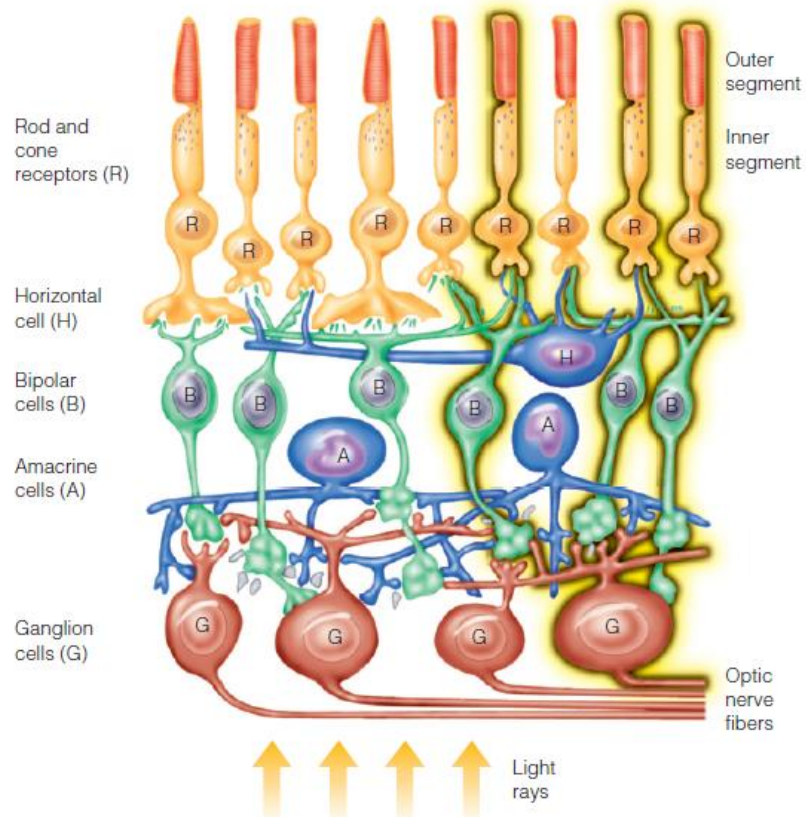
Rod

Cone

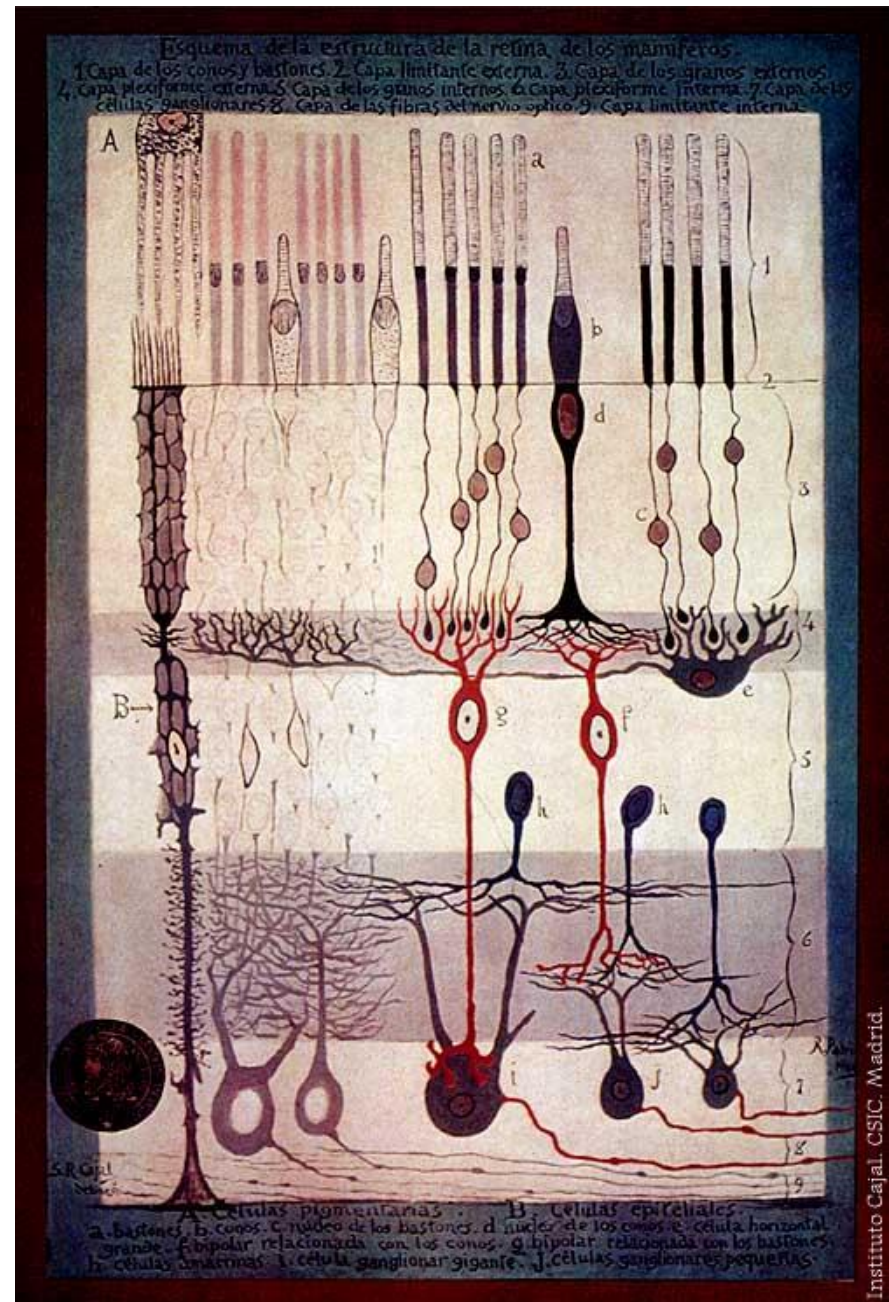
Transformação da luz em sinais elétricos



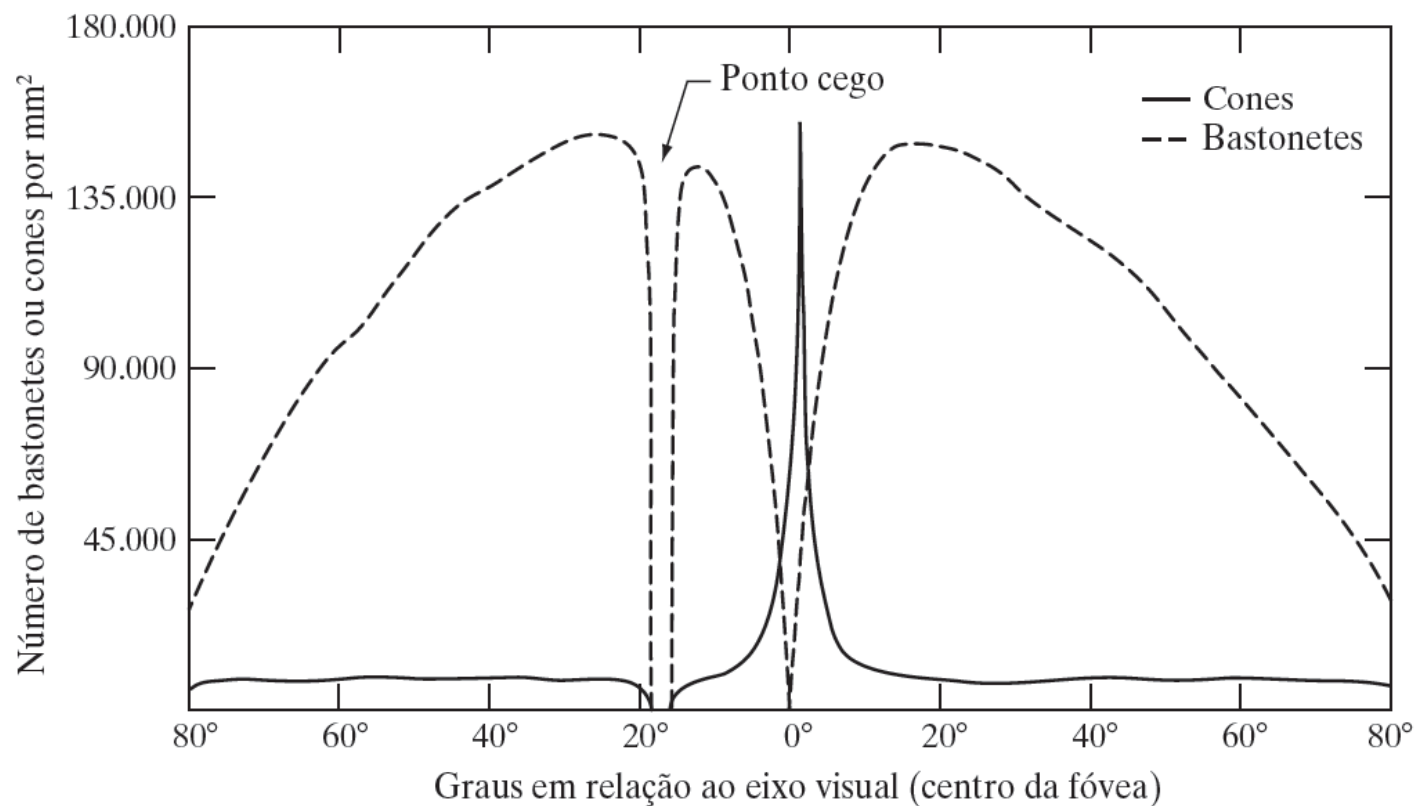
(a)



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

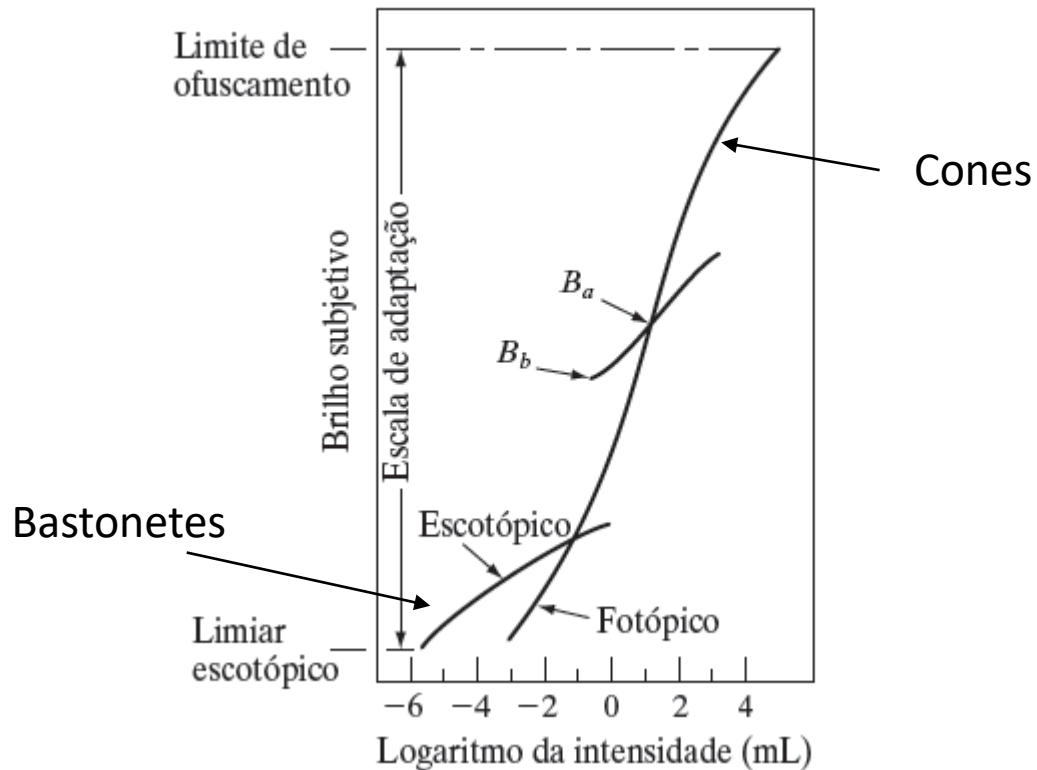


O olho humano



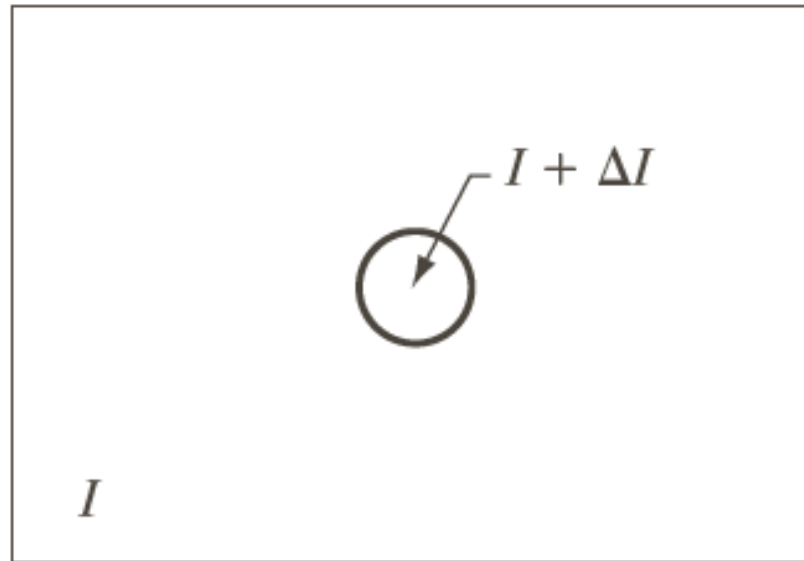
- Cones: Visão colorida;
- Bastonetes: Visão periférica e noturna.

O olho humano



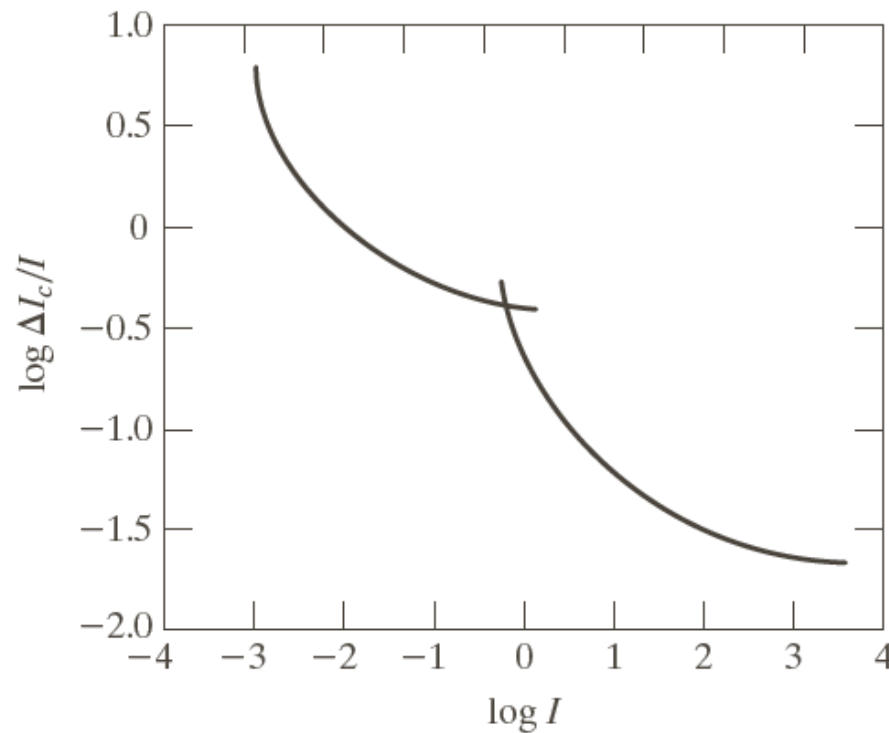
O olho humano consegue perceber um grande intervalo de valores de brilho.

O olho humano



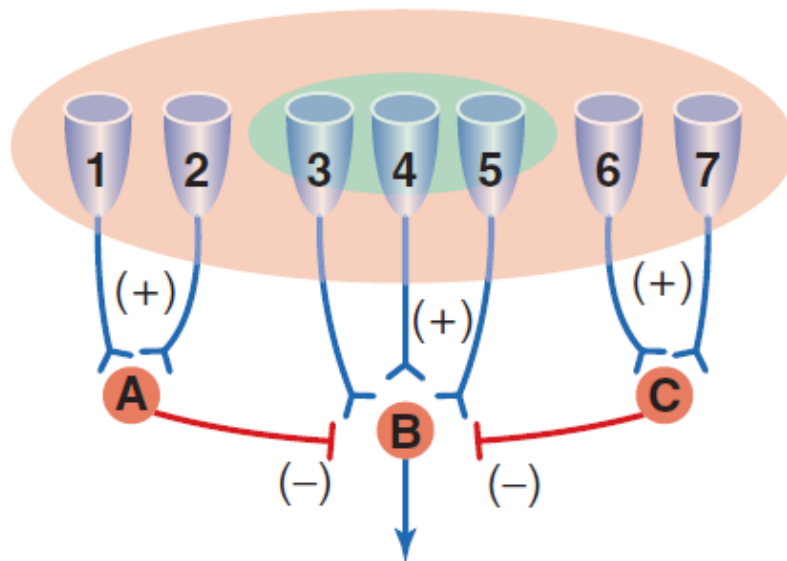
- Teste típico para identificar a percepção de diferença de brilho
- Mede-se o menor valor de ΔI no qual a pessoa consegue perceber o círculo central.

O olho humano



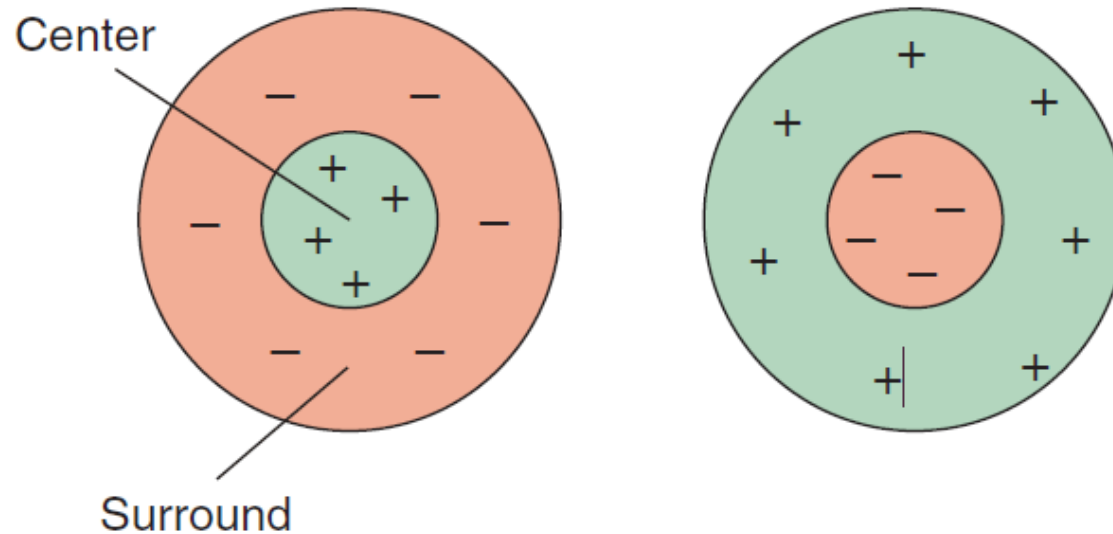
A percepção de diferenças de brilho se torna pior em condições de baixa luminosidade.

Campos receptivos da retina



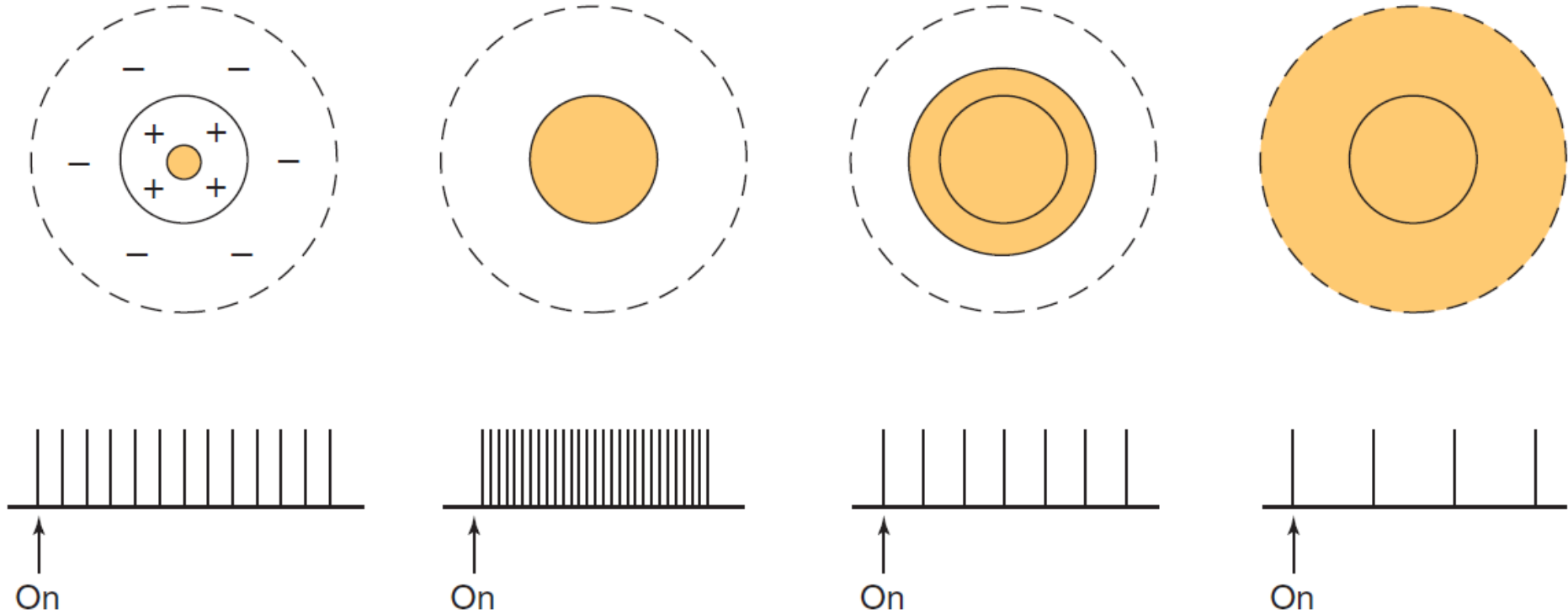
Os sinais de diversos cones e bastonetes são combinados na retina.

Campos receptivos *Center-surround*

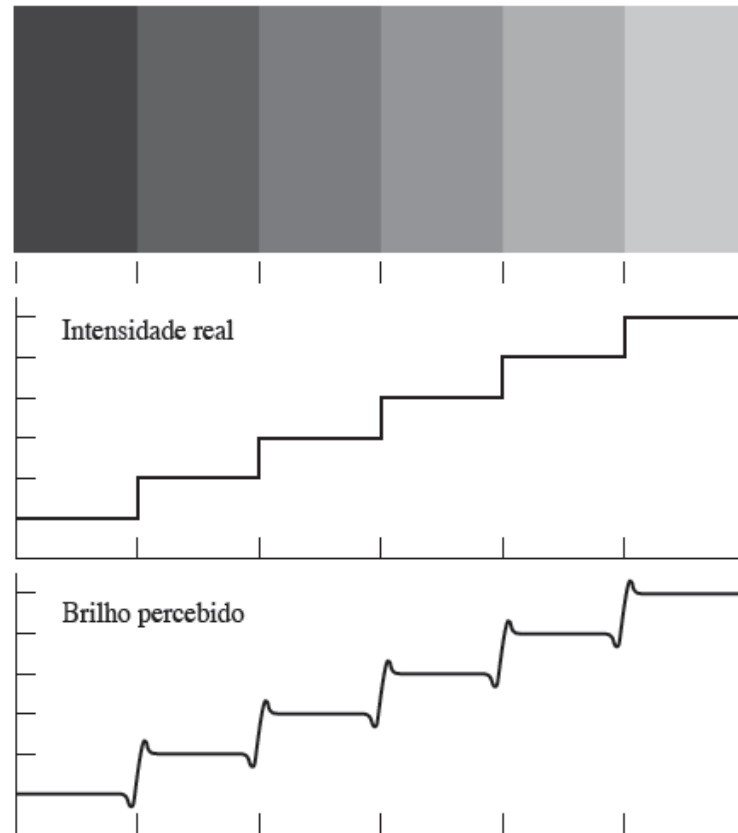


A resposta do campo receptivo é maior dependendo do local onde a luz é projetada.

Campos receptivos *Center-surround*



Bandas de Mach



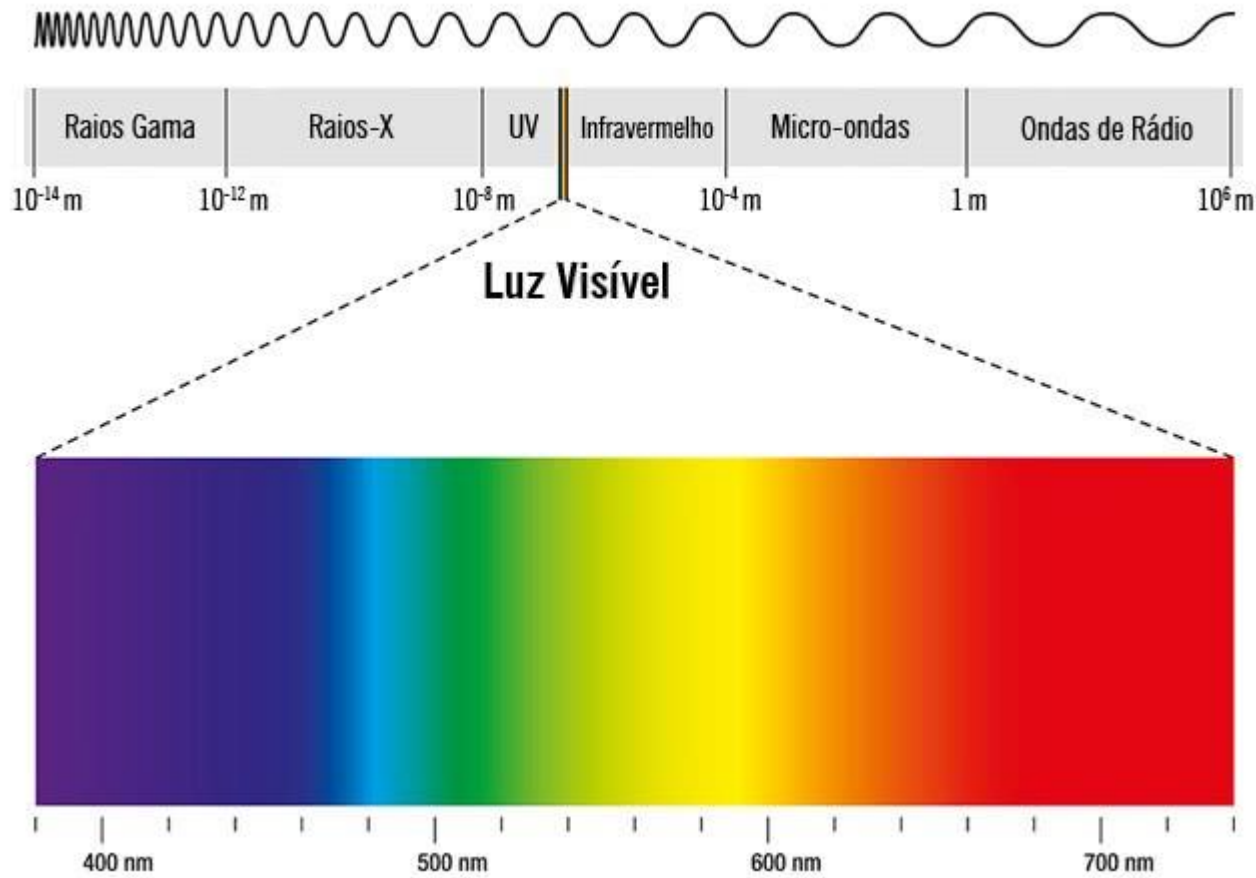
- Nós percebemos cores mais claras ou mais escuras em regiões de variação abrupta de contraste.
- Esse efeito é causado, em parte, pela inibição lateral.

Inibição lateral

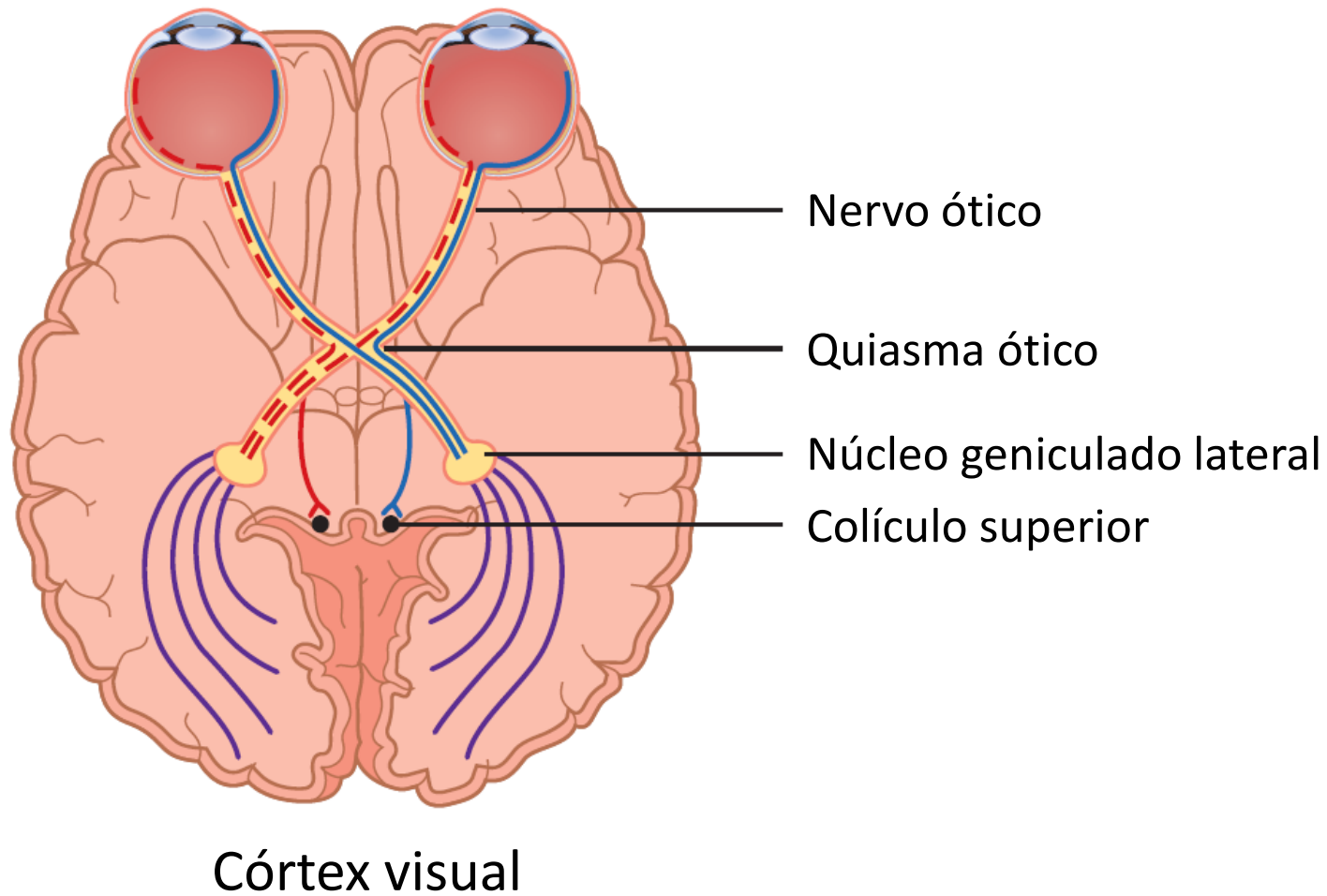


Inibição lateral faz com que a percepção do quadrado central dependa da intensidade de brilho do quadrado maior.

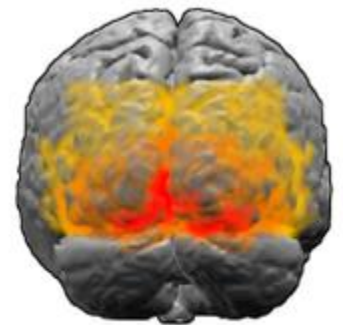
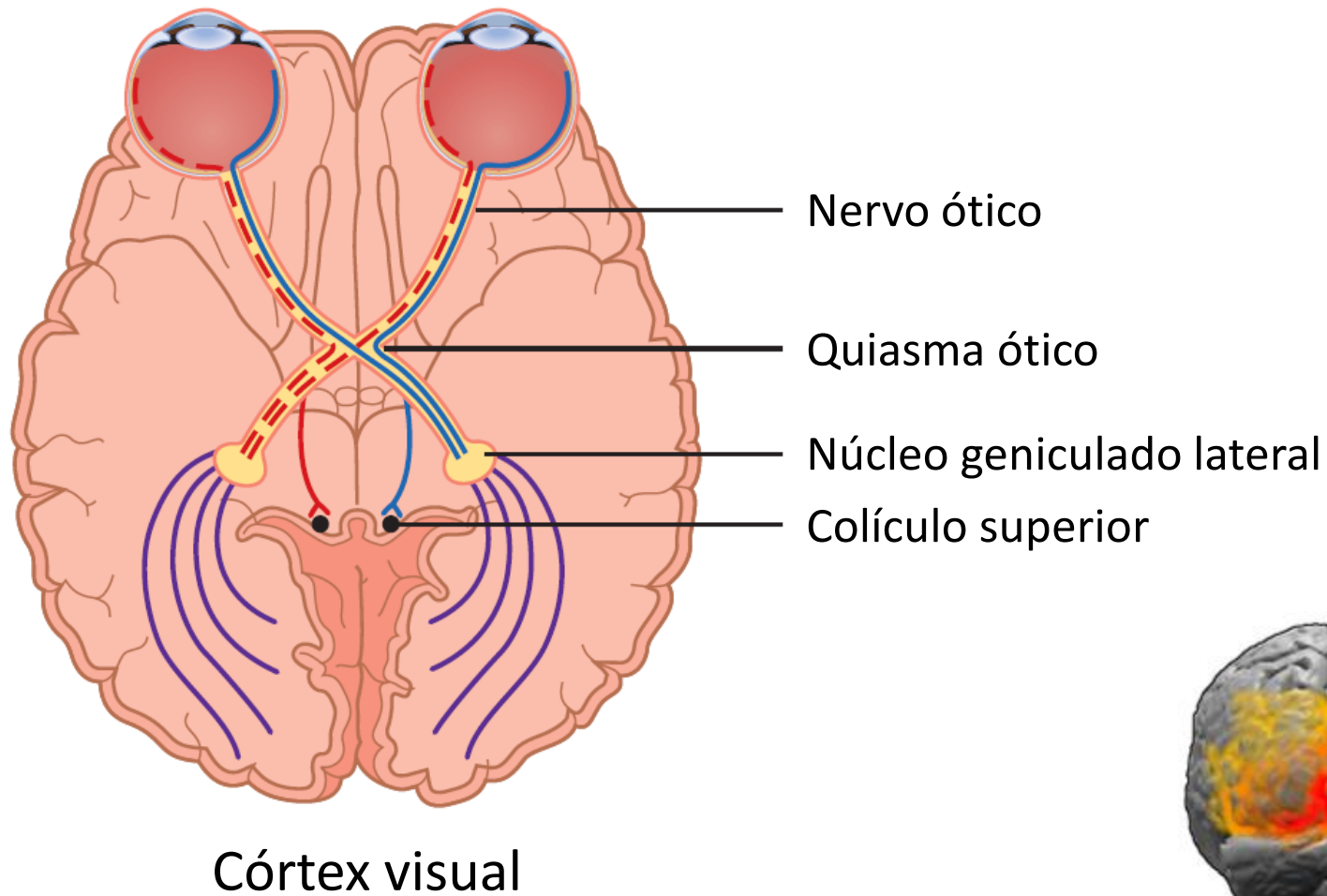
Espectro eletromagnético



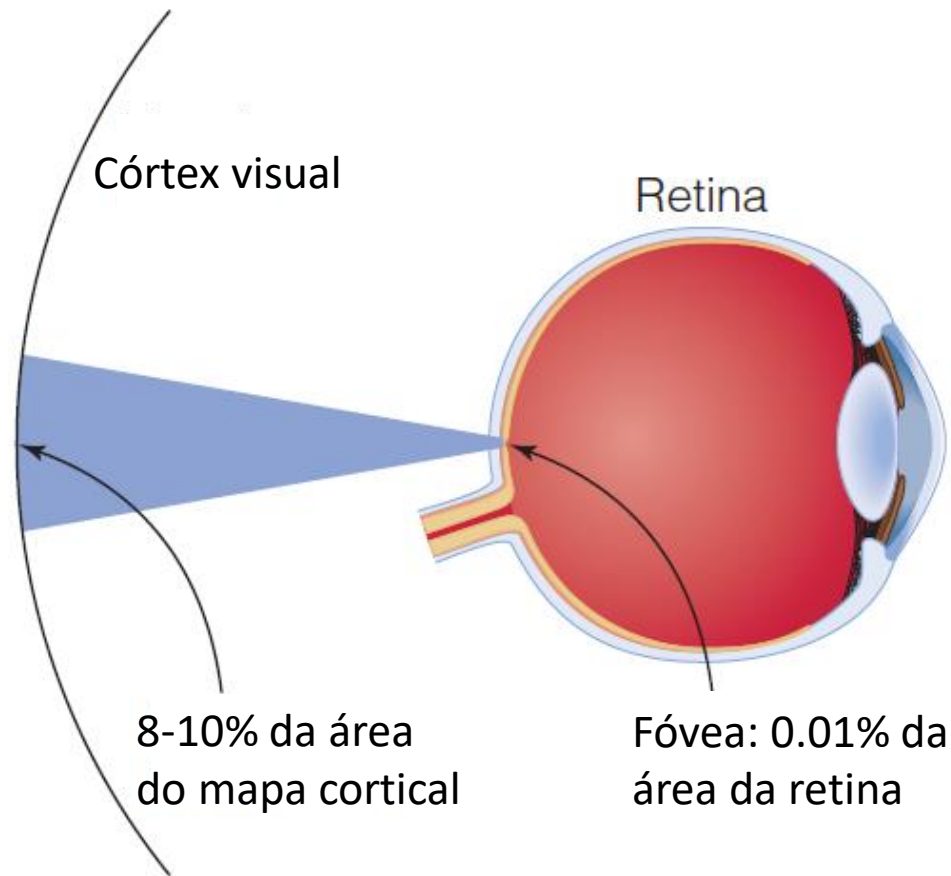
Caminho da visão



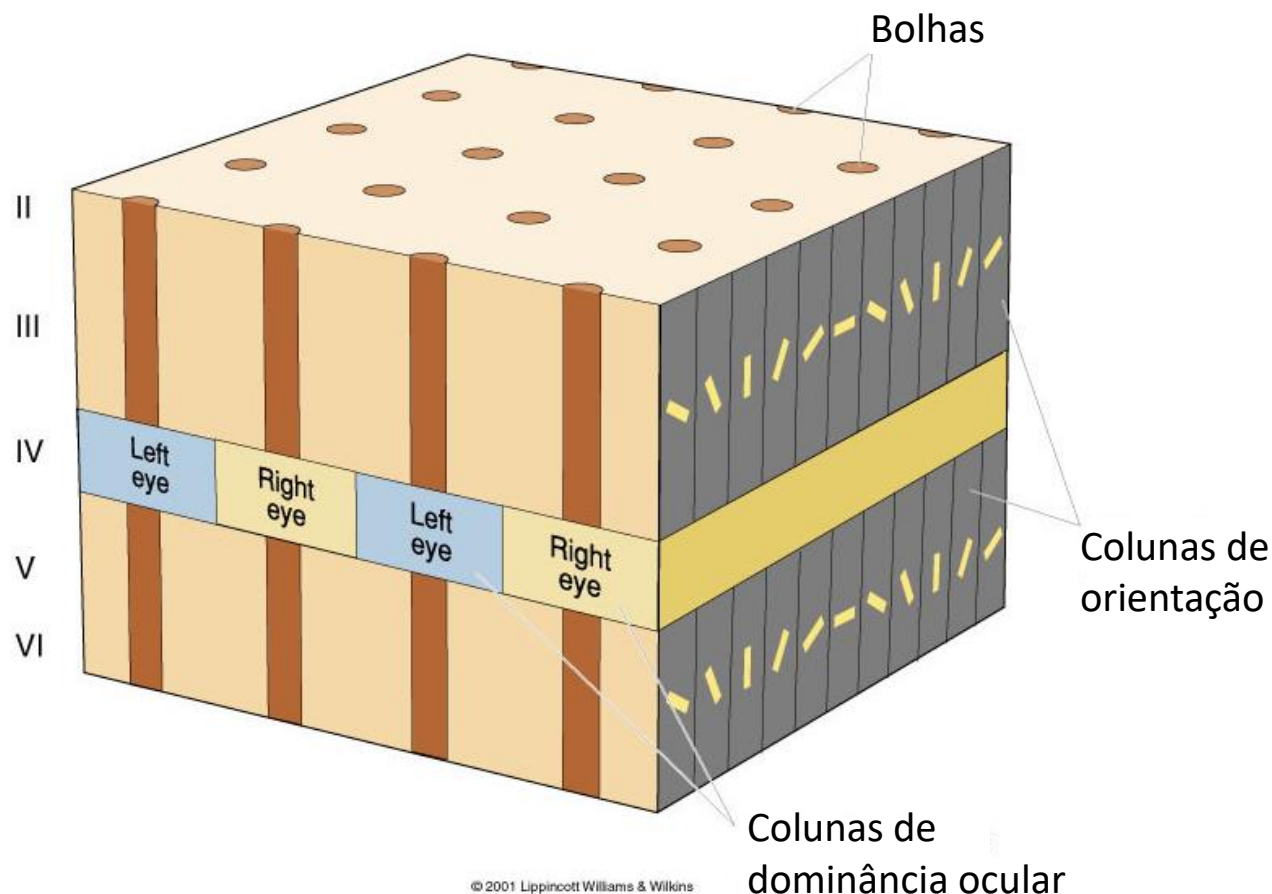
Caminho da visão



Da retina ao córtex visual

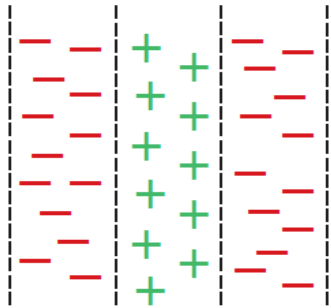


Colunas de orientação no córtex visual primário

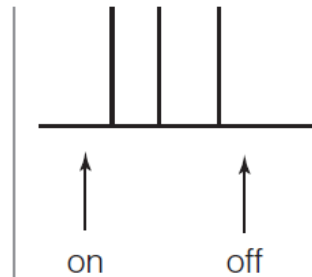
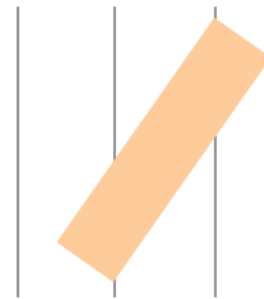
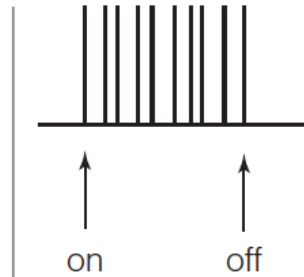
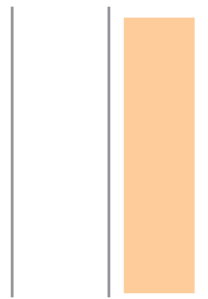


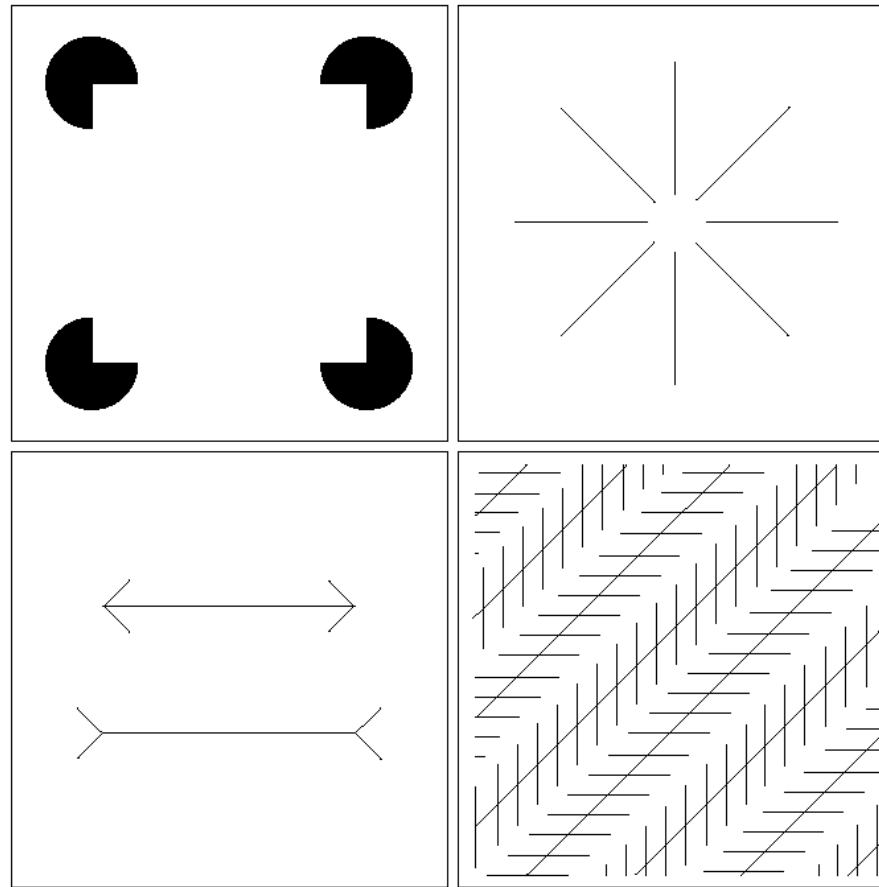
Cada região do córtex visual primário responde de forma preferencial a orientações específicas de contornos de objetos.

Campos receptivos no córtex



Campo receptivo de
uma célula cortical

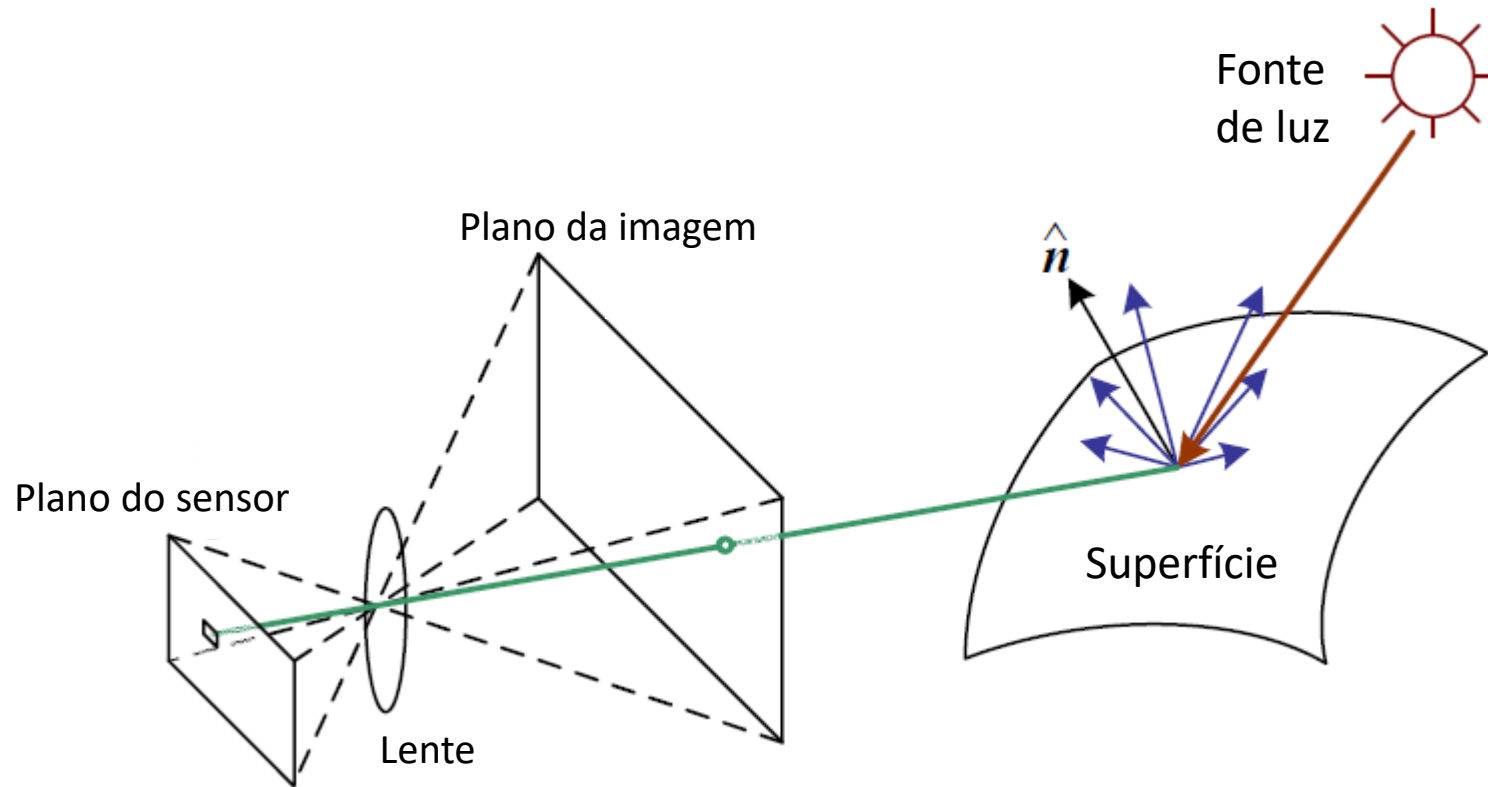




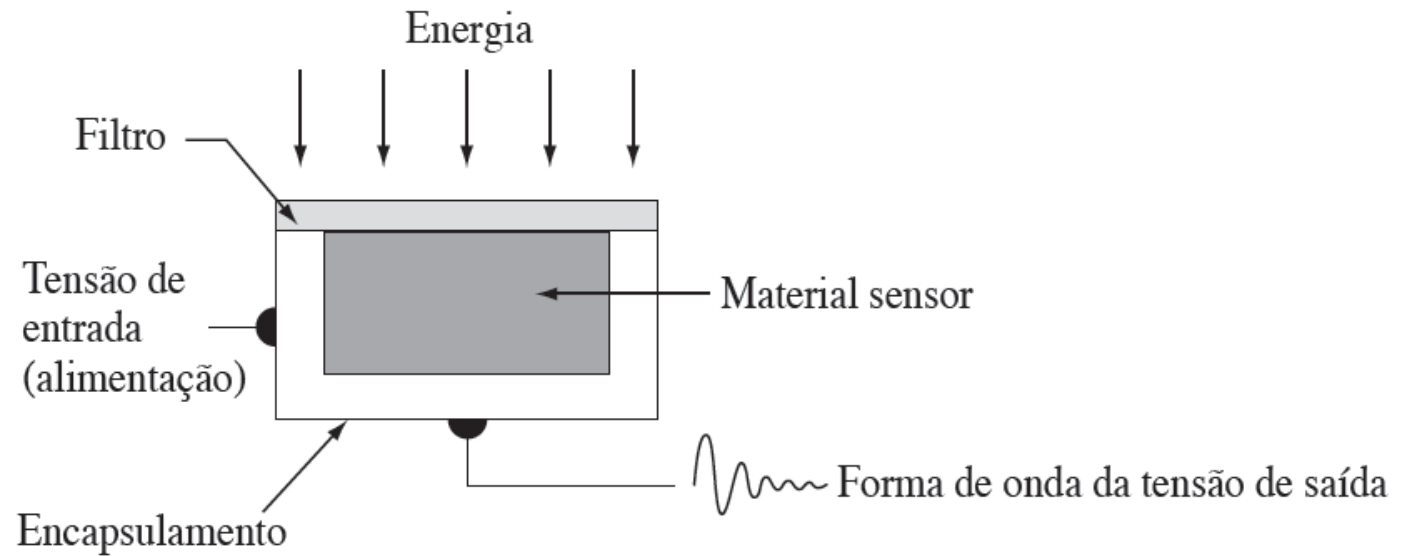
Ilusões de ótica ocorrem quando enganamos o hardware de reconhecimento de padrões do nosso cérebro.

Visão artificial

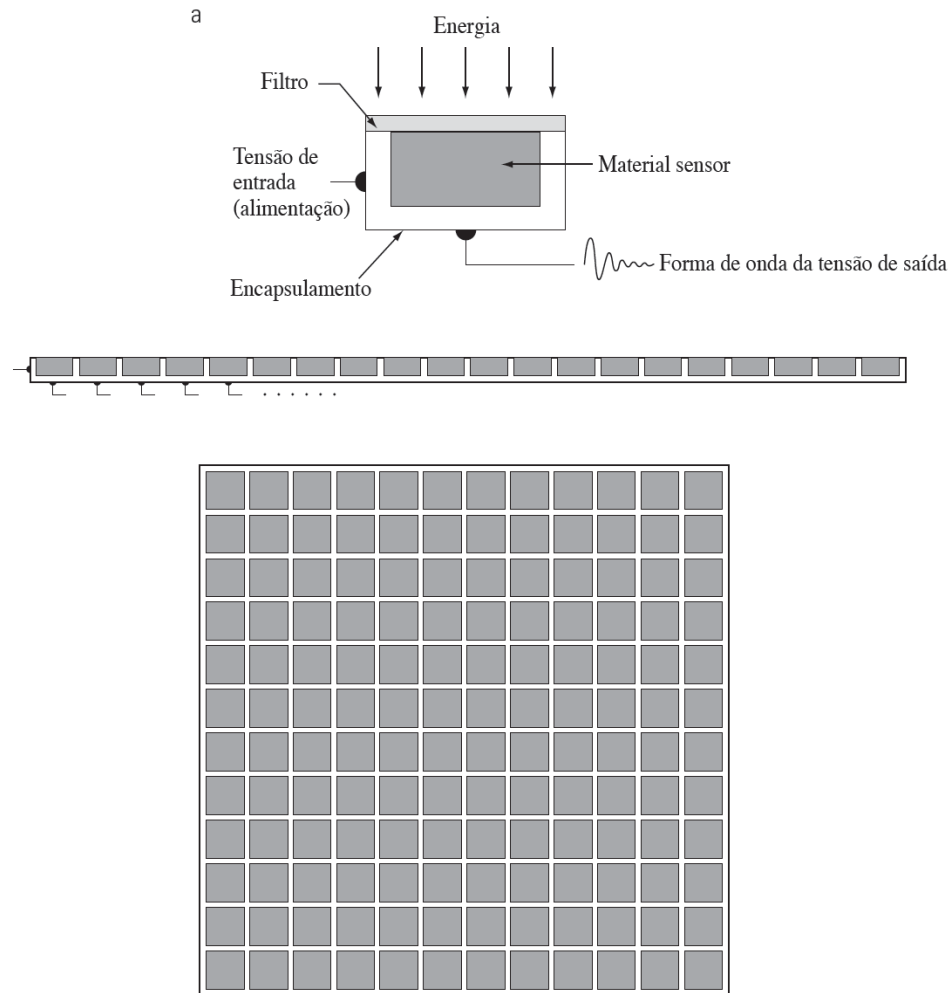
Luz, câmera



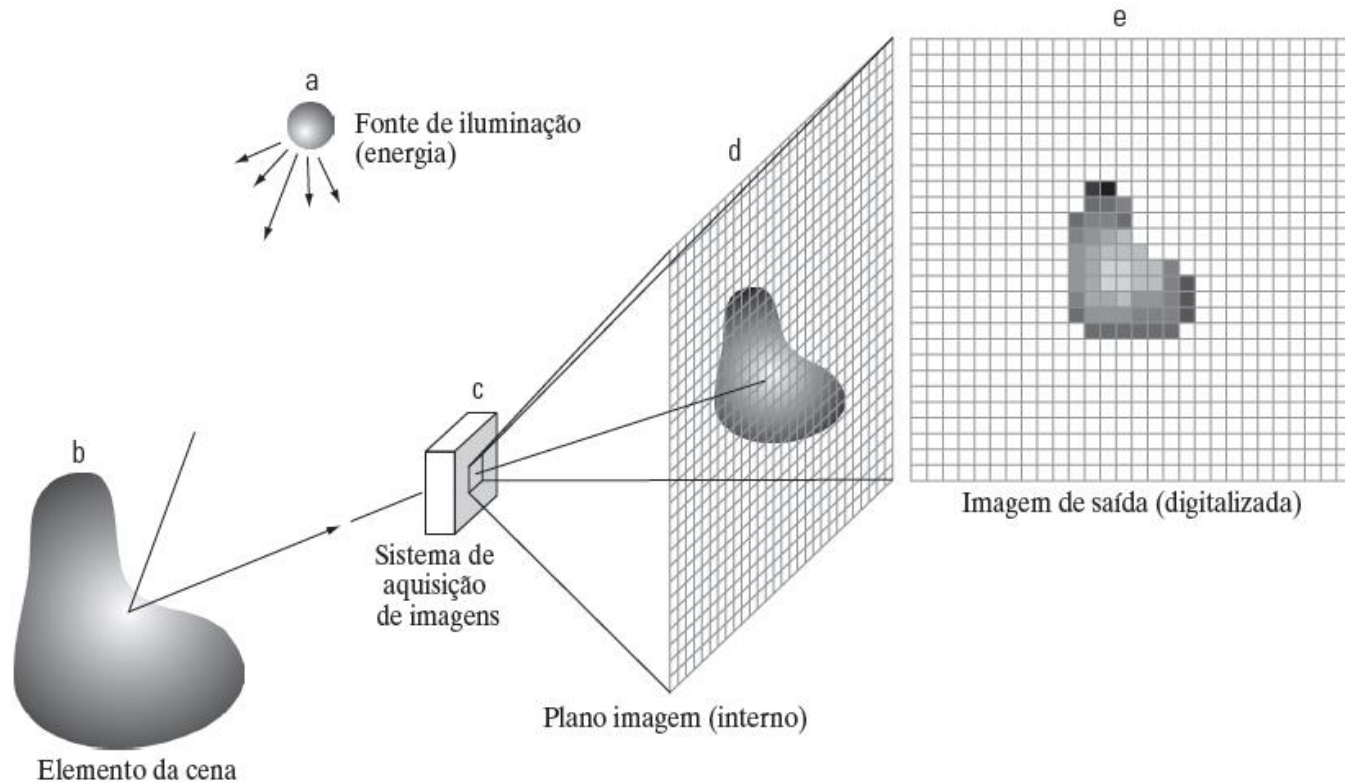
Sensor



Array de sensores

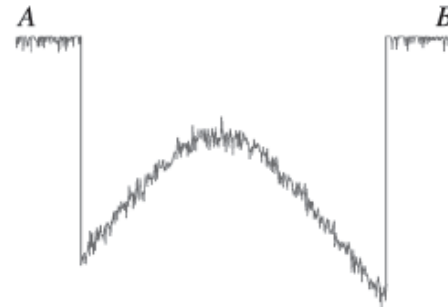
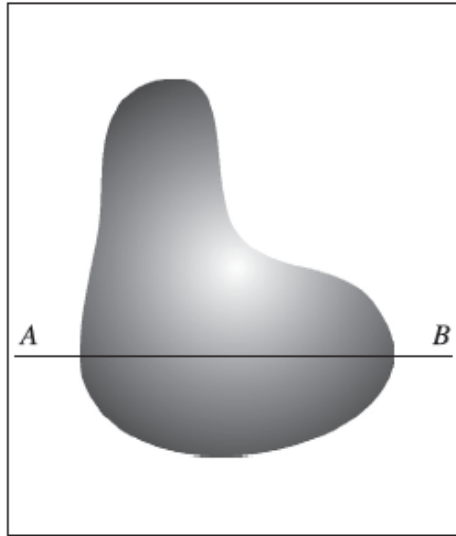


Array de sensores

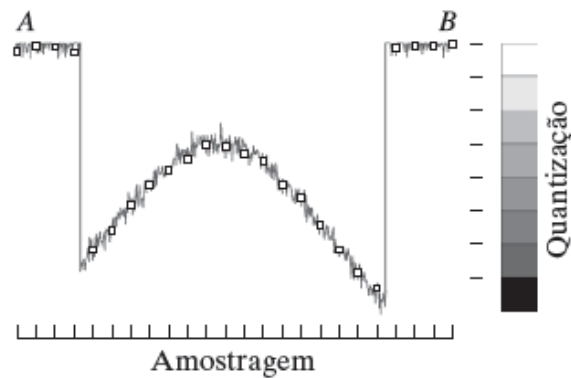
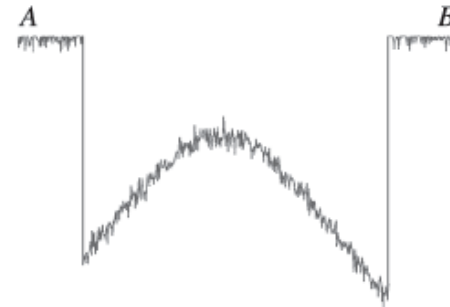
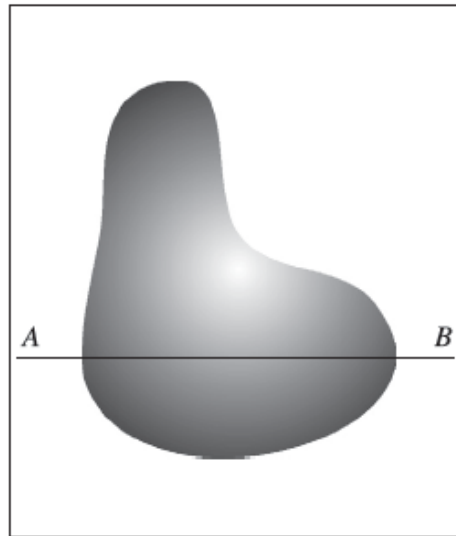


A luz recebida pelo Sistema é discretizada no espaço (amostragem espacial) e na intensidade (quantização)

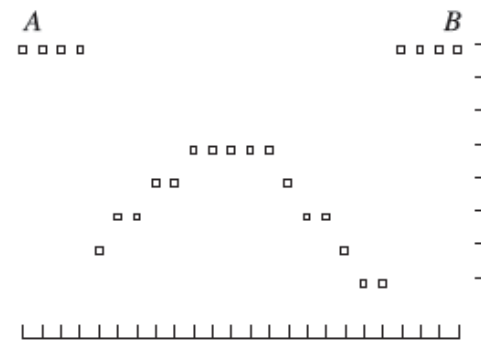
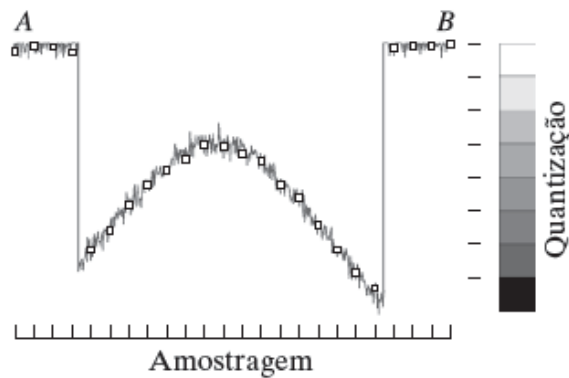
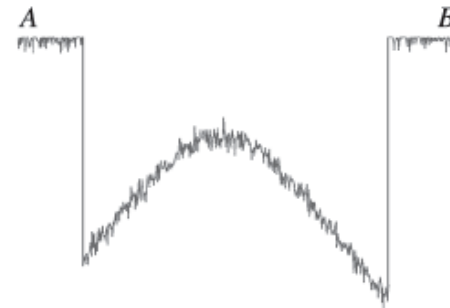
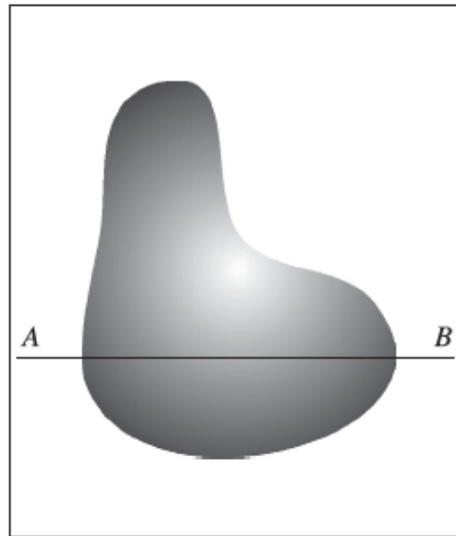
Amostragem e quantização



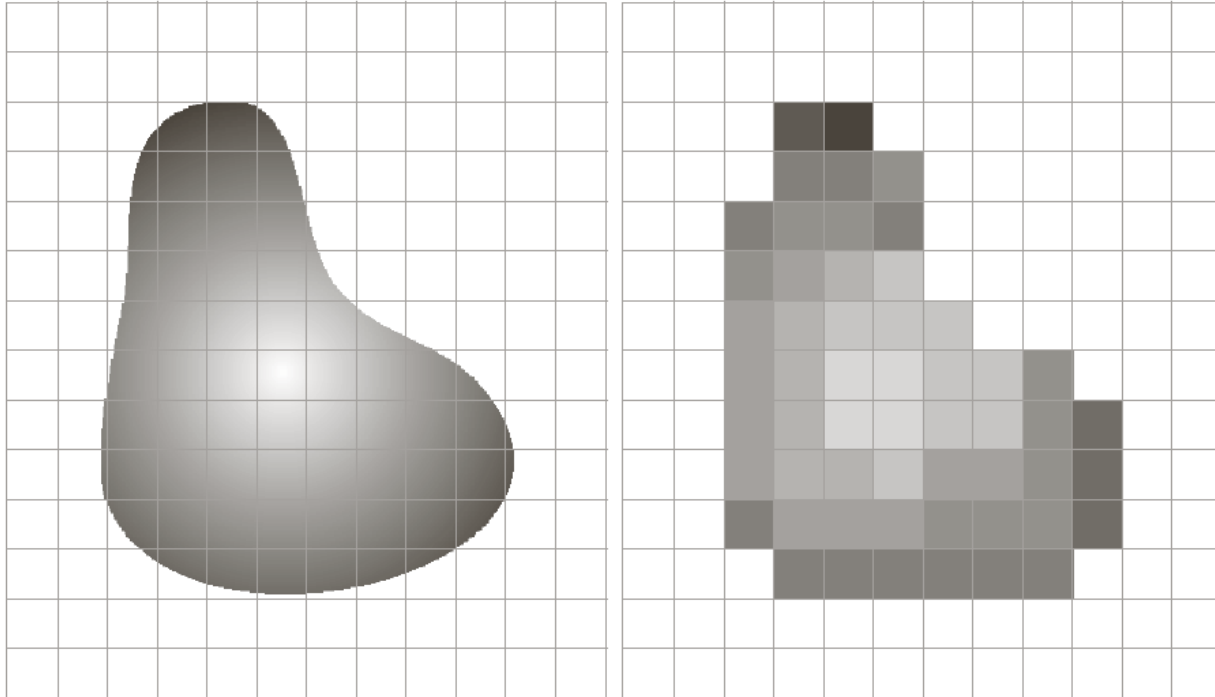
Amostragem e quantização



Amostragem e quantização



Amostragem e quantização



Representando imagens

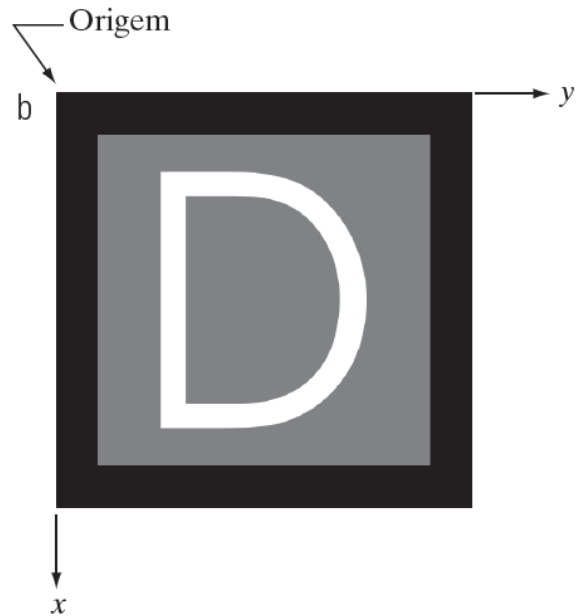


Diagram illustrating a 2D image representation using a matrix. The matrix is defined by a bounding box with origin 'c' at the top-left corner. The horizontal axis is labeled 'y' and the vertical axis is labeled 'x'.

```
0 0 0 0 0 0 0 . . . 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 : 0 0 0 0 0
0 0 0 . . . 5 . 5 . . 0 0 0
0 0 0 . 5 . 5 0 0 0
: . 5 . :
: : 1 1 1 . . :
: : 1 1
0 0 0 1 . 0 0 0
0 0 0 : 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 . . . 0 0 0 0 0 0
```

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



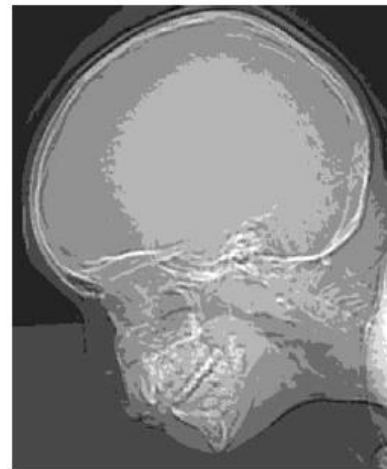
32



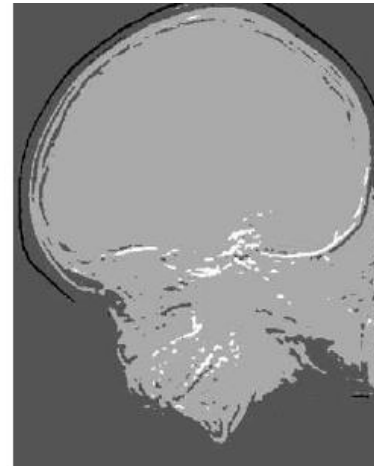
16



8



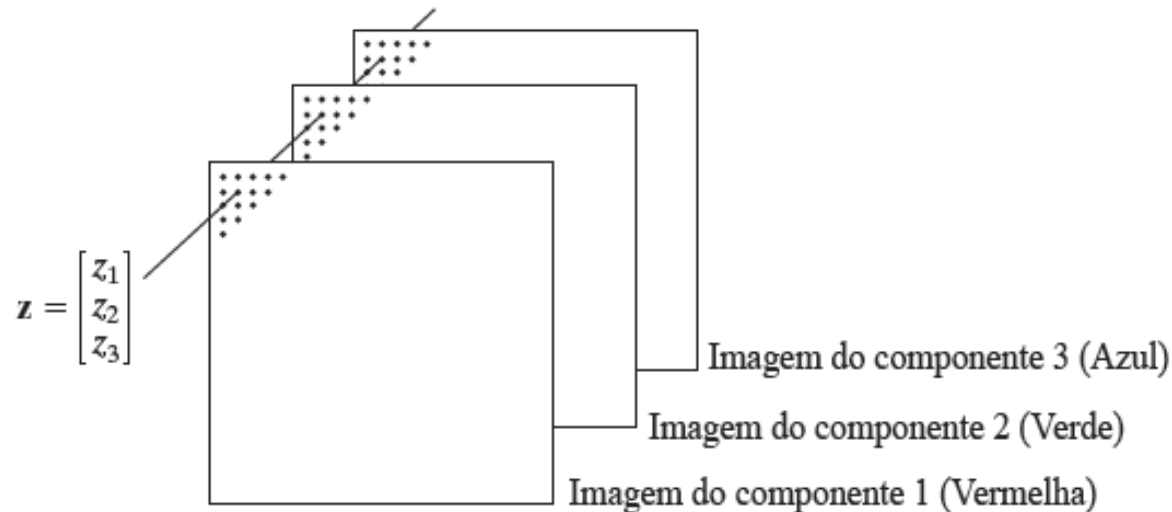
4



2



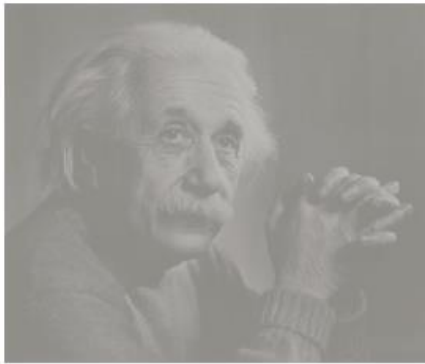
Imagem colorida



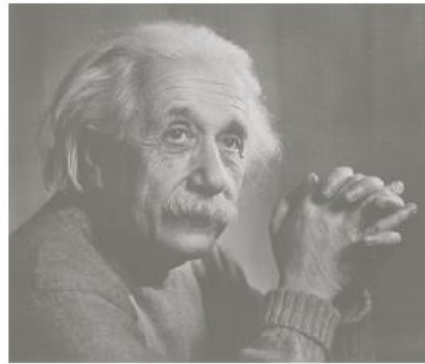
- Imagens coloridas são, em geral, compostas por três canais (três matrizes)
- Em alguns casos, temos também um canal adicional indicando transparência

Contraste em imagens

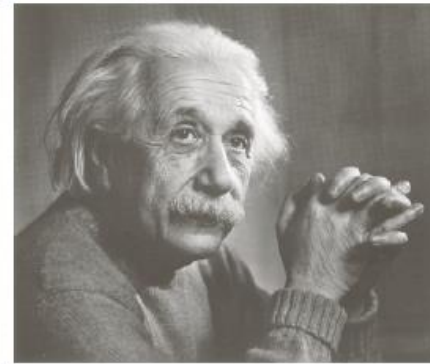
O contraste global de uma imagem está relacionado com a diferença entre a intensidade máxima e mínima presentes na imagem



Baixo contraste

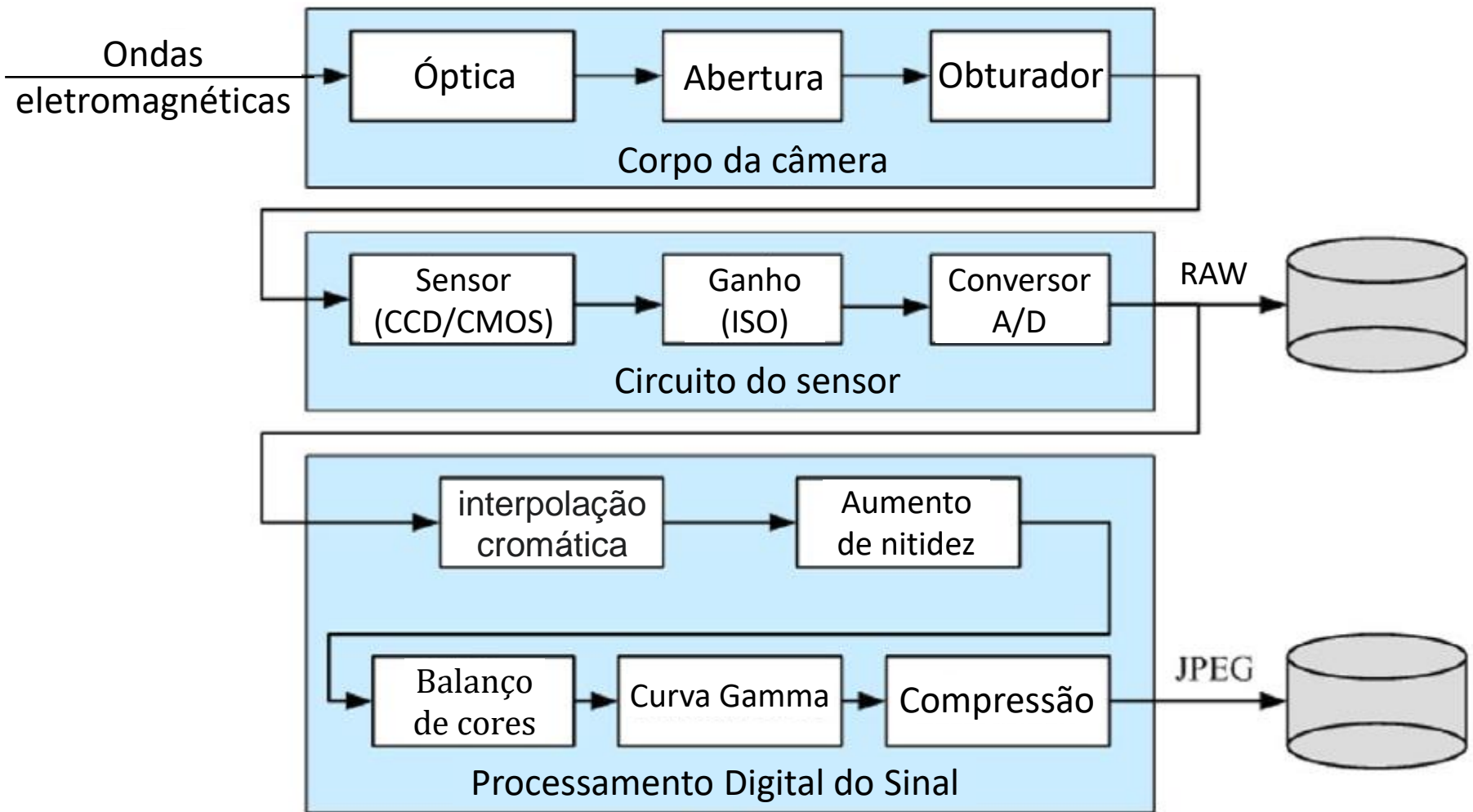


Médio contraste



Alto contraste

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 ou JupyterLab

Linguagem Python

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

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

Exemplo prático – Leitura de imagens

Notebook “**Leitura de uma imagem**”