



SEM5951

Fatores Humanos em Aviação

Percepção Humana parte 1

Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto

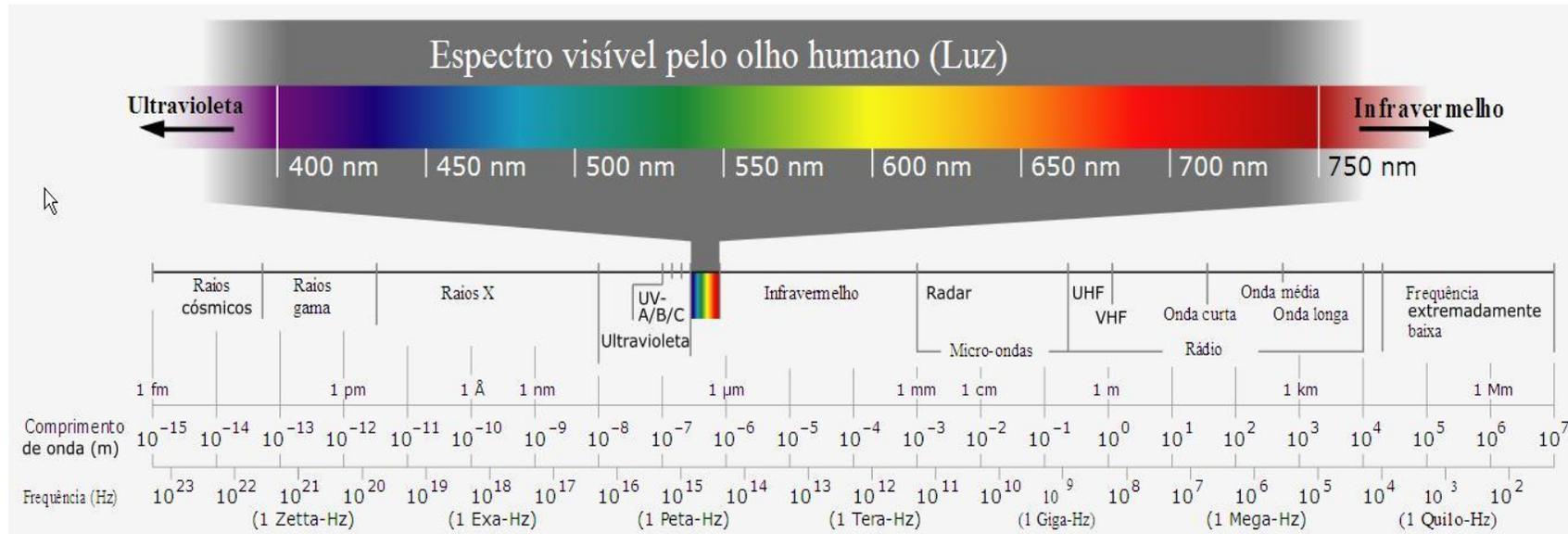
jhbidi@sc.usp.br

- A visão
- Percepção visual
- Formação de imagem
- Visão monocular
- Ilusões visuais

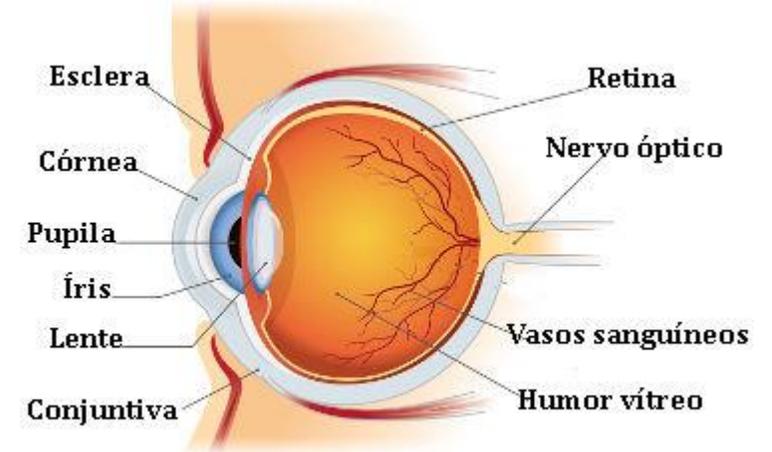
- A visão
- Percepção visual
- Formação de imagem
- Visão monocular
- Ilusões visuais

- Sentido mais importante do corpo humano
- Em muitas aplicações aeronáuticas, é o único sentido utilizado
- Órgão sensorial: os olhos
- A função dos olhos é basicamente reconhecer padrões luminosos e converter em sinais elétricos enviados ao nervo ótico
- O nervo ótico conduz esses sinais até o cérebro, onde serão processados

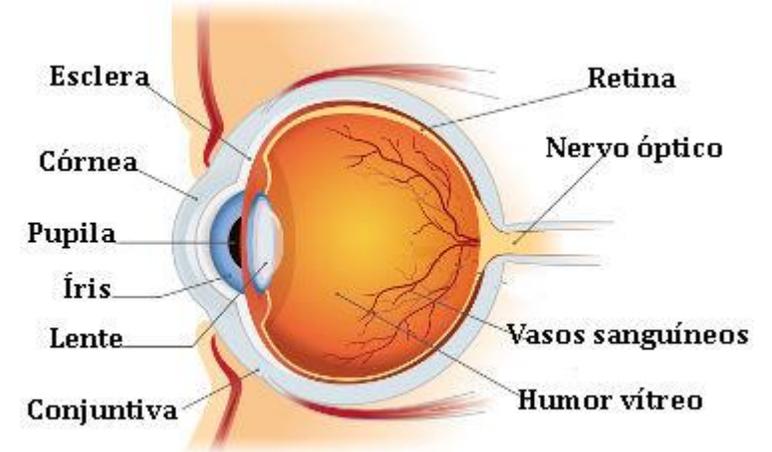
- O espectro eletromagnético e a luz visível



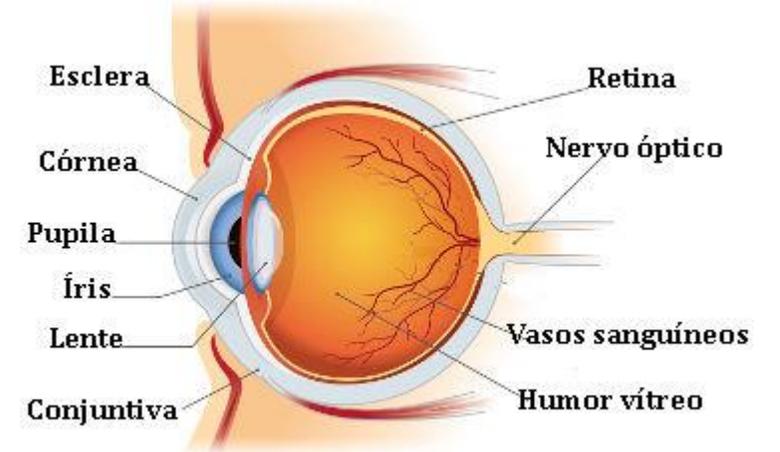
- **O olho humano**
- **Conjuntiva** – A conjuntiva é uma membrada mucosa que reveste posteriormente as pálpebras e recobre a superfície anterior do olho até a córnea;
- **Esclera** – Essa porção do olho corresponde ao chamado “branco do olho” e constitui um suporte externo fibroso para a inserção de músculos extra-oculares;
- **Córnea** – A córnea é a parte transparente do olho, está localizada anteriormente e possui de 10 mm a 11 mm de diâmetro. Ela atua como meio refrator por possuir índice refracional maior que o do ar, além de garantir proteção contra micro-organismos.
- **Íris** – A íris é a porção que dá cor aos olhos e está localizada na parte anterior do cristalino e posterior da córnea. Essa região possui importantes músculos que possibilitam o aumento ou a diminuição do tamanho da pupila de acordo com a quantidade de luz no ambiente.



- **O olho humano**
- **Pupila** – A pupila é uma região localizada no centro da íris e apresenta-se como um pequeno círculo escuro que muda de tamanho. Ela é uma abertura por onde a luz entra a fim de encontrar o cristalino.
- **Nervo óptico** – Esse nervo é responsável por garantir que impulsos elétricos do olho sejam levados para a área específica do cérebro que efetua a sua interpretação.
- **Cristalino** – O cristalino, também chamado de lente, é um disco transparente rico em proteína que divide o olho em duas partes: a anterior e a posterior. A porção anterior apresenta o humor aquoso, que se destaca por ser uma substância aquosa de cor clara. Já na porção posterior está o humor vítreo, que é um material gelatinoso formado por água, fibras de colágeno e ácido hialurônico. O cristalino promove a acomodação visual, pois modifica sua forma para garantir maior nitidez na visão.

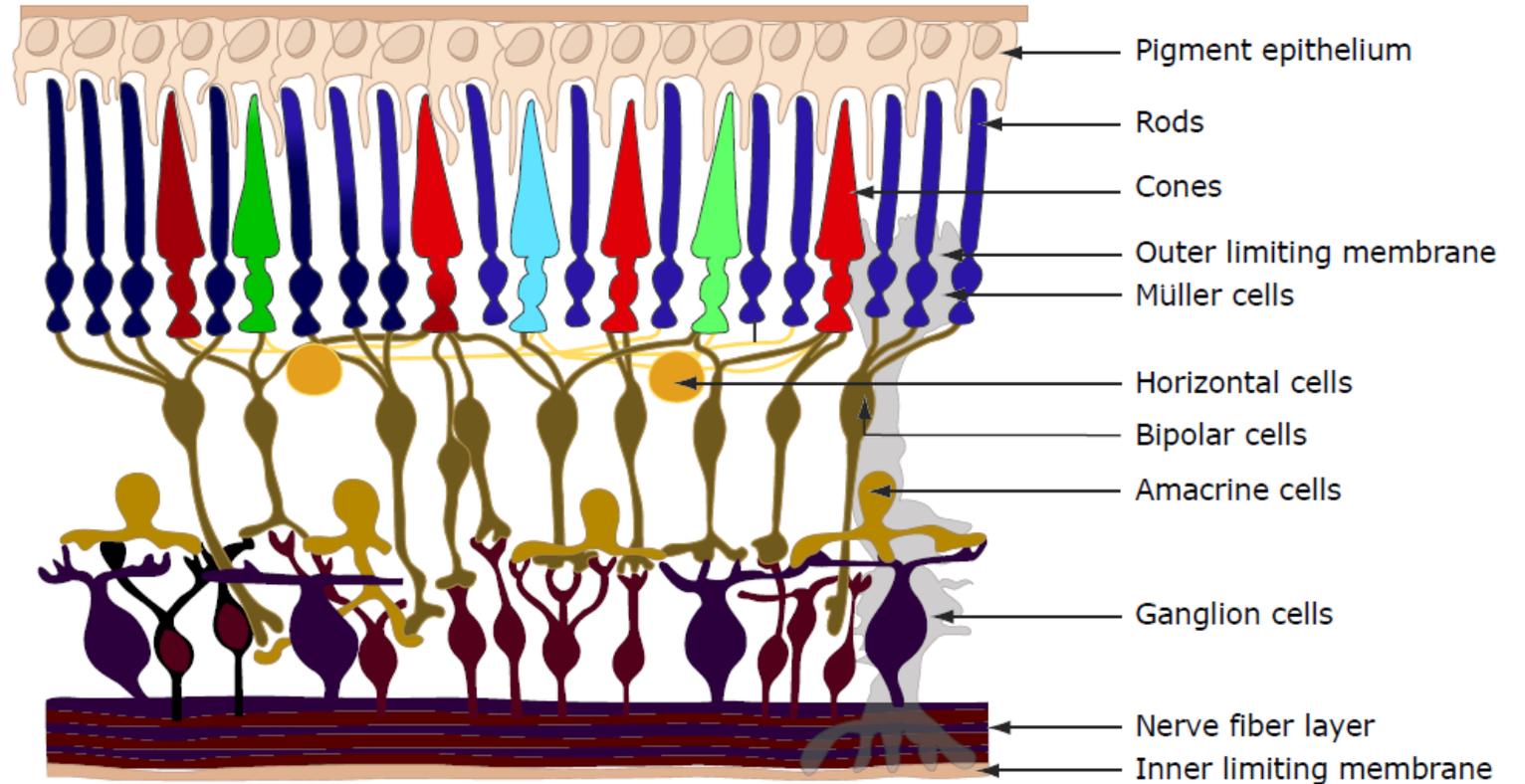


- O olho humano
- Retina – A retina é a camada encontrada internamente no olho e destaca-se por possuir fotorreceptores que são capazes de captar a informação visual e enviar essa mensagem ao nervo óptico. Isso significa que é na retina que as ondas luminosas transformam-se em impulsos nervosos.

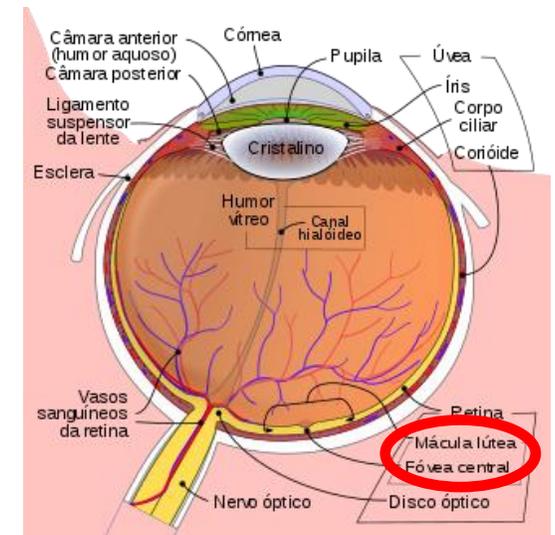
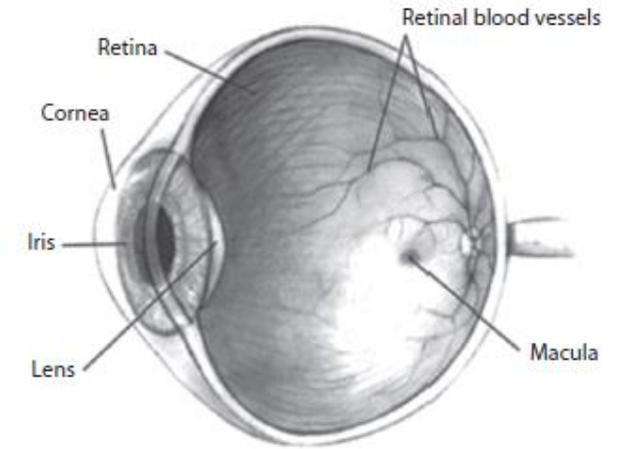


- Nos seres humanos, existem dois tipos de células fotorreceptoras: os cones e os bastonetes. Os cones são pouco sensíveis à luz, mas garantem a visão em cores. Os bastonetes, por sua vez, não são capazes de distinguir cores, entretanto, são mais sensíveis à luz, o que nos permite ter uma visão noturna em preto e branco.

- A retina
- Cada olho possui aproximadamente 90 milhões de bastonetes e 4-5 milhões de cones
- Existem diferentes tipos de cones, “especializados” em detectar cada uma das três cores básicas, de acordo com a teoria tricromática das cores: azul, verde e vermelho
- Todas as outras cores são combinações destas, criadas pelo nosso cérebro



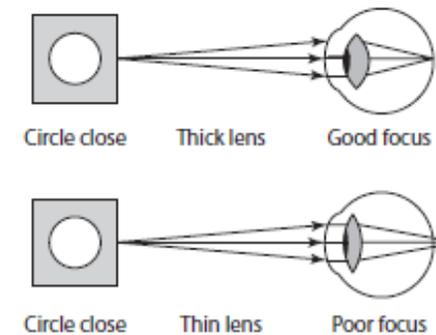
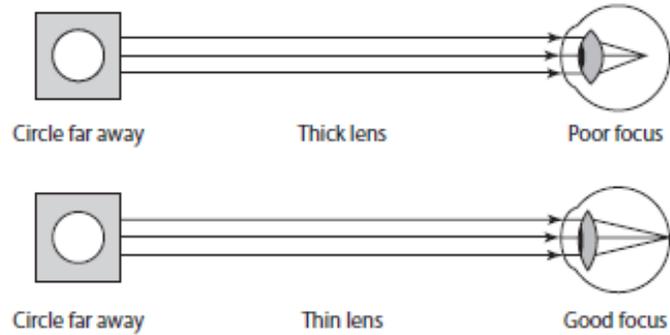
- **A retina**
- A mácula é uma mancha amarelada localizada na área branca dos olhos. Essa região possui uma quantidade maior de fotorreceptores
- Dentro da mácula existe a fóvea, que é uma pequena região (aproximadamente 1,25° de diâmetro) com uma grande densidade de cones. Na fóvea não há bastonetes. Ela se localiza na parte central da retina
- Por esse motivo, a parte central dos olhos é pouco sensível a luz, e as laterais são pouco sensíveis a cor



- A retina
- Por esse motivo, as imagens são chegam ao nosso cérebro dessa forma:



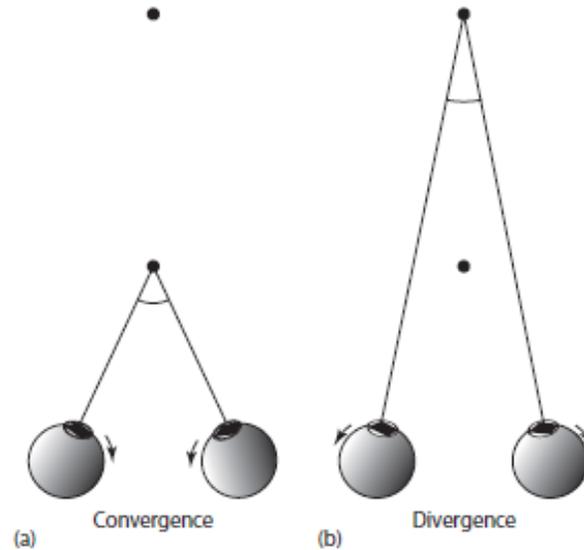
- A córnea e a lente
- A córnea e a lente têm a função de acomodar os olhos para obter o melhor foco



- A pupila
- É um músculo no meio da íris, que controla a quantidade de luz que entra em seu olho
- Também responde a outros tipos de estímulos (stress, por exemplo)



- Vergência
- Os músculos óticos controlam a posição dos olhos. Esta posição é um bom indicativo para a distância do objeto que está sendo focado



- A visão
- Percepção visual
- Formação de imagem
- Visão monocular
- Ilusões visuais

- **Brilho**
- É um conceito diferente de claridade. Tem relação com a intensidade luminosa. É relacionado com a percepção de algo luminoso. A percepção do brilho pode ser descrita matematicamente como:

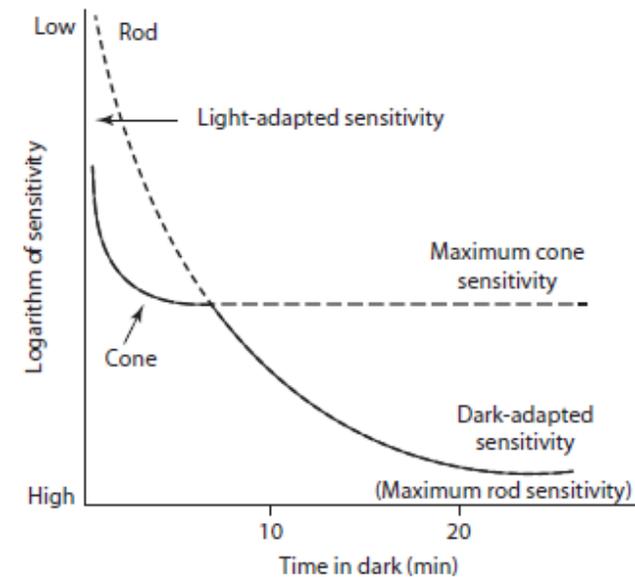
$$B = aI^{0,33}$$

B é a percepção do brilho

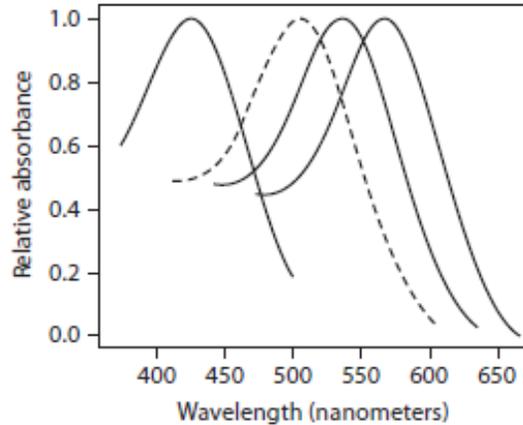
a é uma constante que varia de pessoa a pessoa

I é a intensidade física da luz

- A adaptação dos cones e dos bastonetes à luz seguem períodos diferentes. Após um tempo em ambiente claro e ser colocado no escuro, a adaptação vai seguir o gráfico ao lado



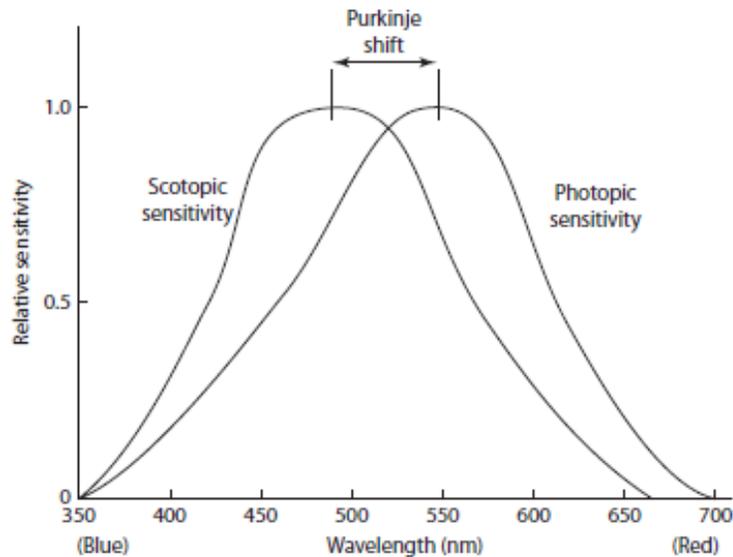
- **Sensibilidade espectral**
- O olho humano tem diferentes sensibilidades para diferentes comprimentos de onda da luz (portanto diferentes cores)



Absorção de diferentes comprimentos de onda dos cones (linhas sólidas) e dos bastonetes (linha tracejada)

- Por isso a visão se adapta melhor numa transição entre escuro e comprimento de ondas mais longos (vermelho), que são “invisíveis” aos bastonetes

- Sensibilidade espectral
- Este fenômeno causa o chamado Purkinje Shift, que diferentes comprimentos de onda provocam reações diferentes nos olhos (devido a ações diferentes entre cones e bastonetes)



- Por este motivo cores de comprimento de onda longo parecem mais “brilhantes” com boa luminosidade, e comprimentos de onda curto parecem mais “brilhantes” com baixa luminosidade

- Soma espacial e temporal
- A sensibilidade a um estímulo luminoso também depende da área iluminada e do tempo de estimulação. Dessa forma, a Lei de Bloch diz que:

$$T \times I = C$$

T é o tempo de exposição
 I é a intensidade luminosa
 C é uma constante

- Relacionado à Área, a Lei de Ricco fornece a equação, válida para pequenos estímulos:

$$A \times I = C$$

A é a área do estímulo luminoso

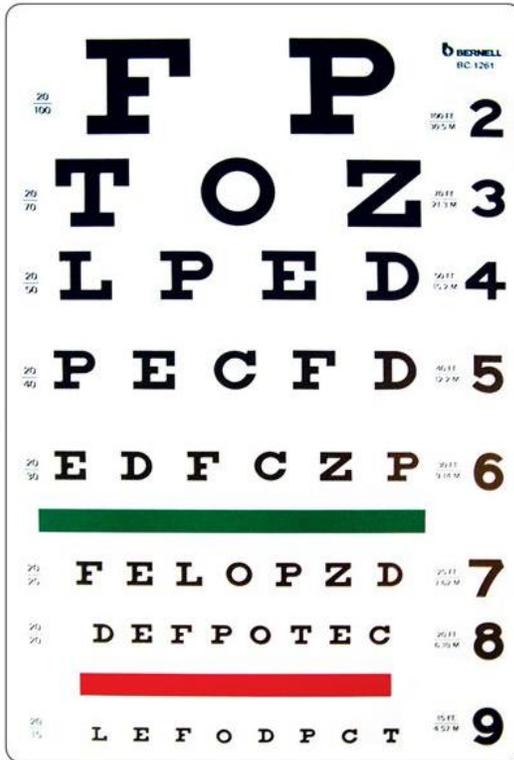
- Para grandes estímulos, vale a Lei de Piper:

$$\sqrt{A \times I} = C$$

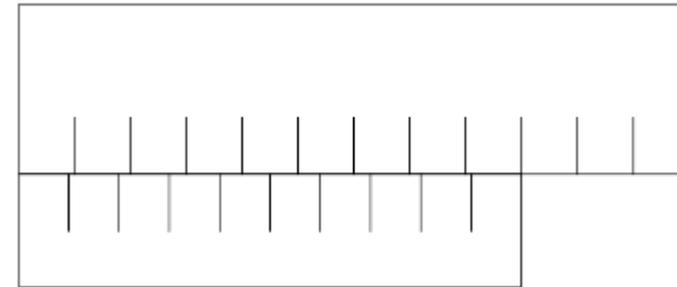
- Luminosidade
- Se relaciona com o contraste entre diferentes tons de cores



- Distinção Espacial e Temporal
- Acuidade
- Acuidade de identificação



Acuidade de Vernier

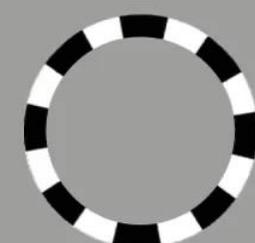


Acuidade dinâmica

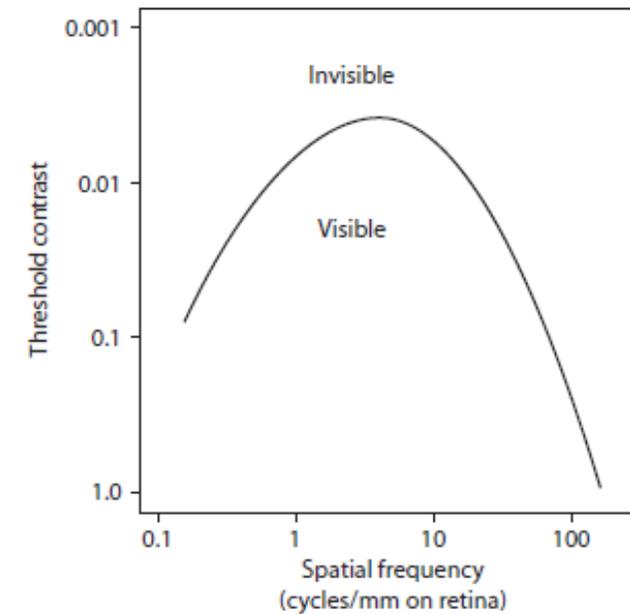
THE WRITING IS ~~ON~~ OFF THE WALL

H D K Z R
C S R H V
O V Z D K
N C V R Z
R H S D V

logMAR EXPIRING ? DYOP THE FUTURE ?

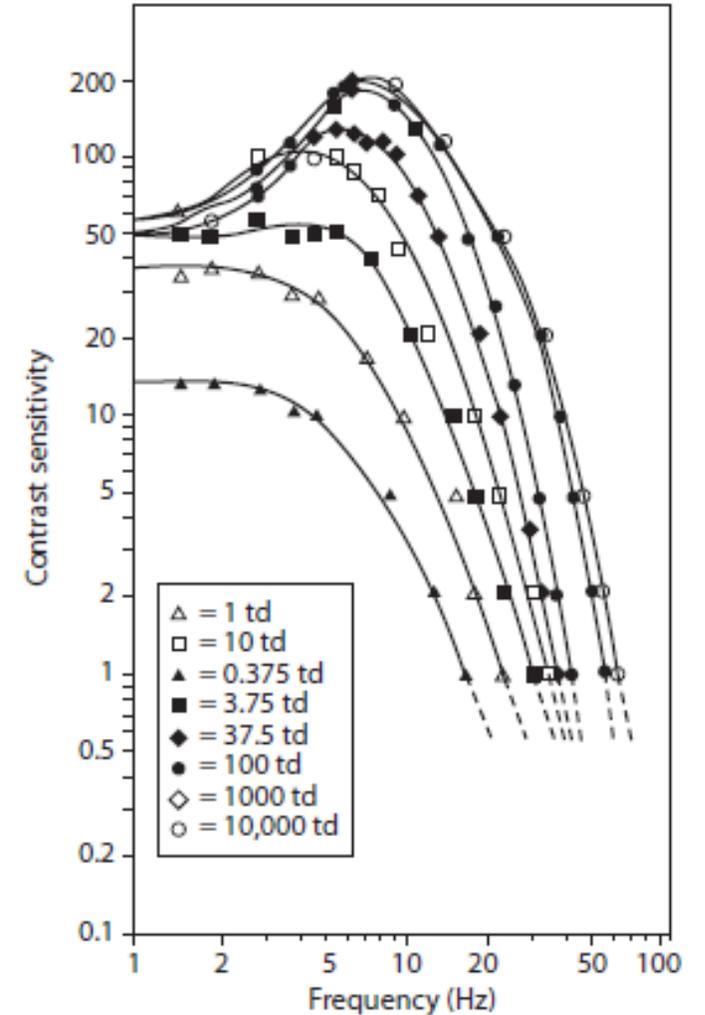


- **Distinção Espacial e Temporal**
- Sensitividade espacial
- A capacidade de contar o número de ciclos depende do número do ciclos por intervalo de espaço e do contraste entre as cores

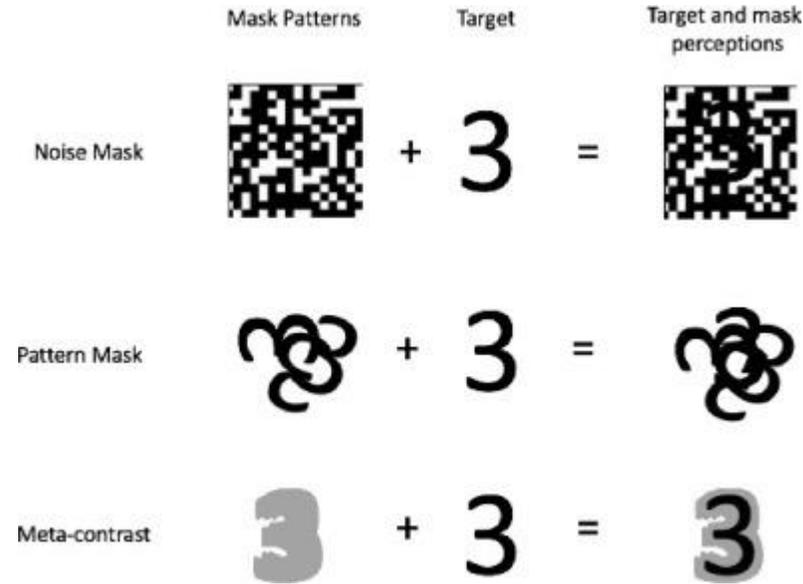


- Distinção Espacial e Temporal
- Sensitividade temporal
- É a capacidade de perceber algo piscando. Depende da luminosidade, da frequência e do contraste do estímulo visual

$$1 \text{ td} = 1 \text{ candela/m}^2$$

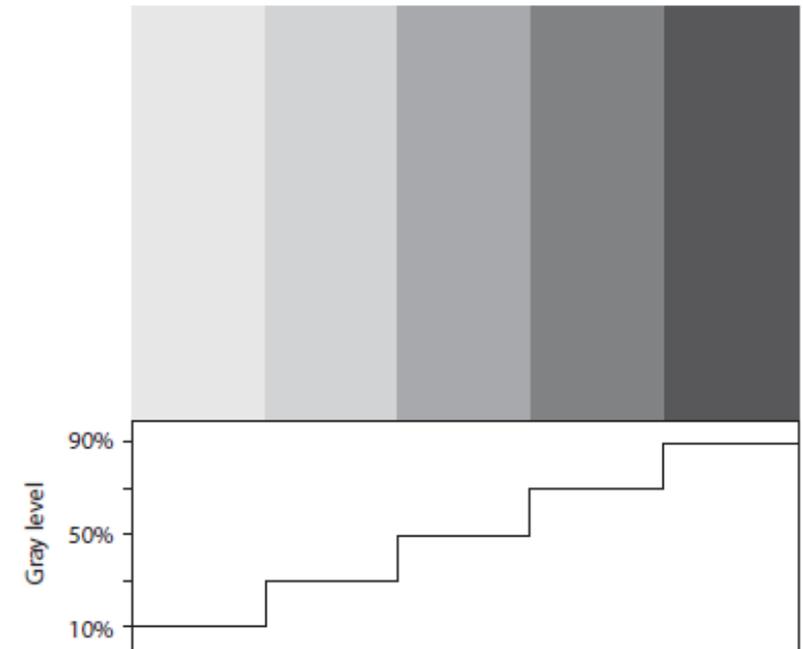
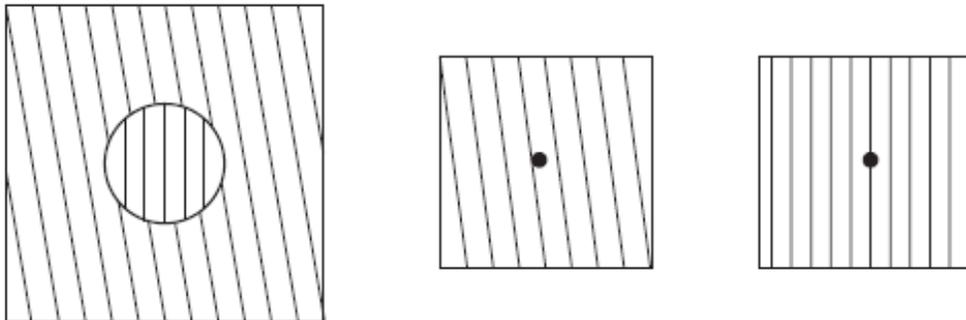


- Distinção Espacial e Temporal
- Mascaramento (masking)
- Ocorre quando a percepção de um objeto é prejudicada pela presença de outro objeto

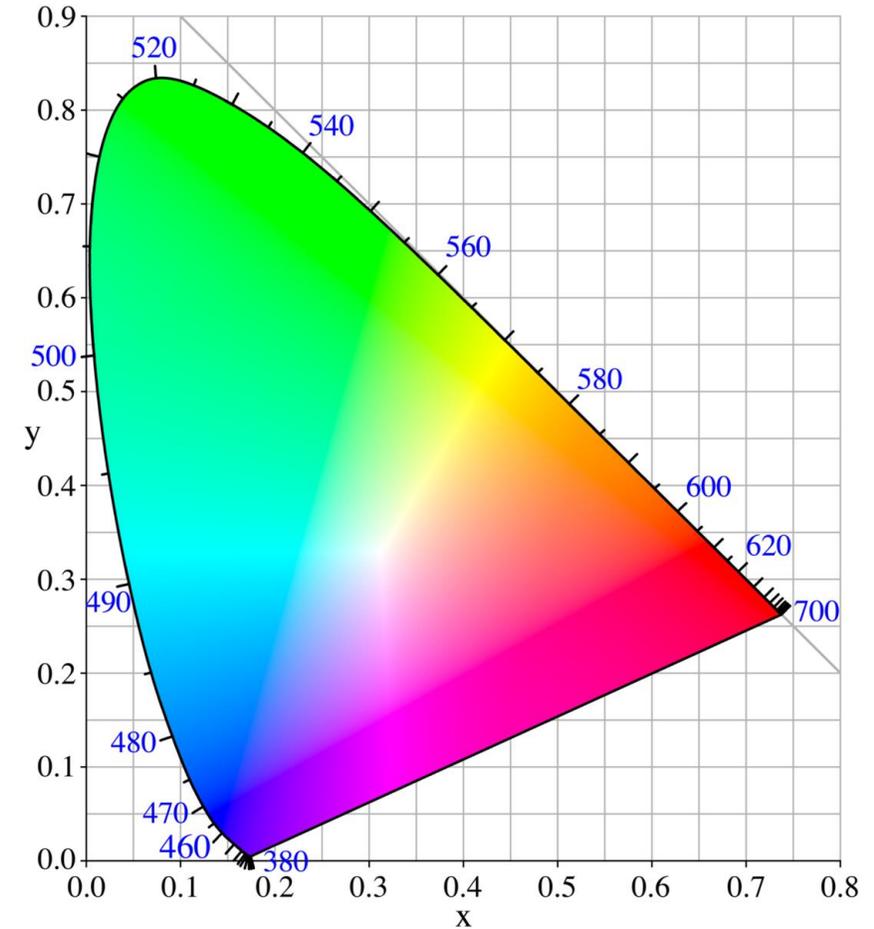


- A visão
- Percepção visual
- Formação de imagem
- Visão monocular
- Ilusões visuais

- Baseado nos conceitos passados, é possível comentar sobre a formação de imagens, e o quanto o cérebro influencia, “mudando” as imagens para melhorar nossa percepção
- Em alguns casos, essa ação do cérebro pode causar ilusões ou formas e cores enganosas

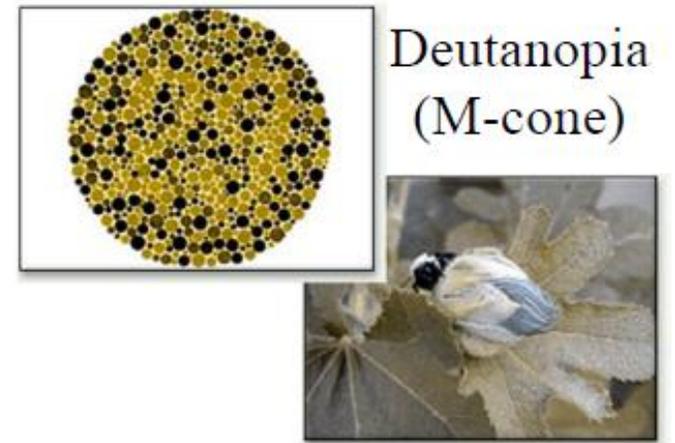
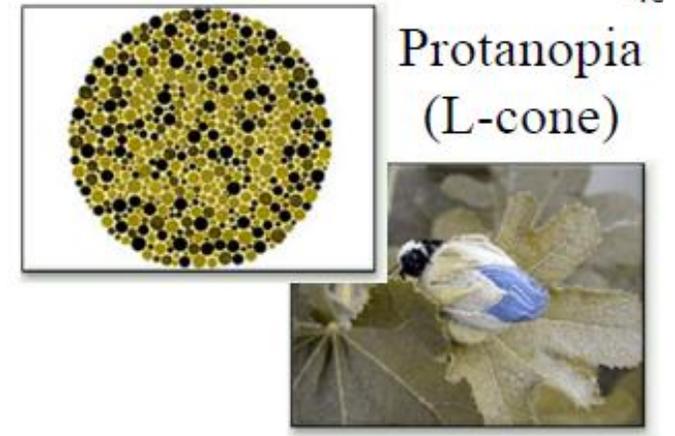
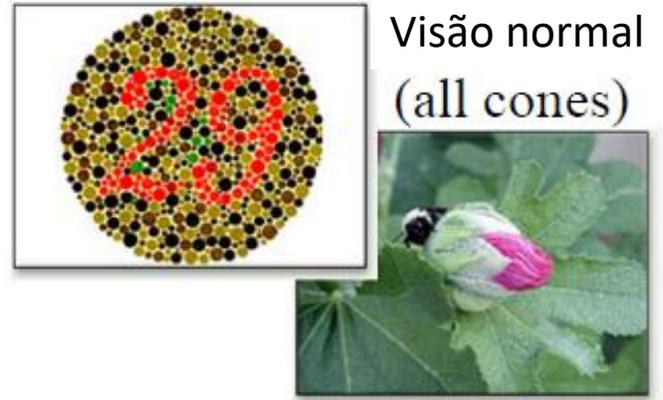
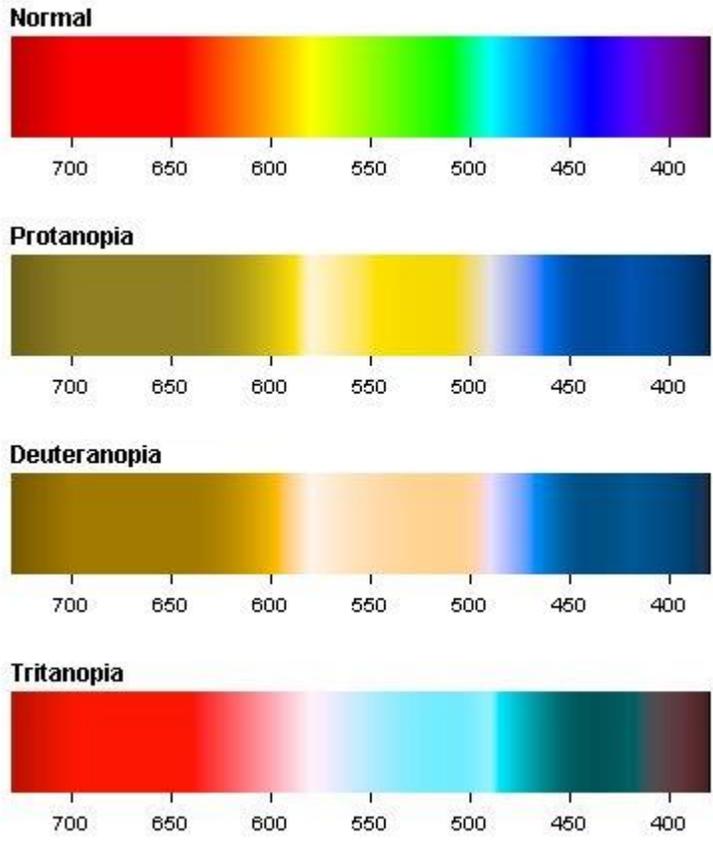


- Existe uma diferença entre a formação física de cores, baseado em comprimentos de onda, e a percepção das cores pelo cérebro humano



- Cegueira de cores (daltonismo)
- A visão normal é tricromática (com bastonetes e três tipos diferentes de cones). Devido a problemas em um ou mais tipos de células fotorreceptoras, a percepção de cores pode ser afetada
- De 4% a 8% da população masculina sofrem com esse problema
 - Monocromacia – apenas um tipo de cone e os bastonetes funcionam corretamente (raro), leva à completa incapacidade de enxergar cores
 - Dicromacia – Afeta a capacidade de distinção de cores de comprimento de onda médio a longo. Podem ser de três tipos principais
 - Tricromacia – Todos os fotorreceptores funcionam, mas algum pode ter a sensibilidade diminuída

- Cegueira de cores (daltonismo)
- Tipos de Dicromacia



- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Exemplo: quarto de Ames



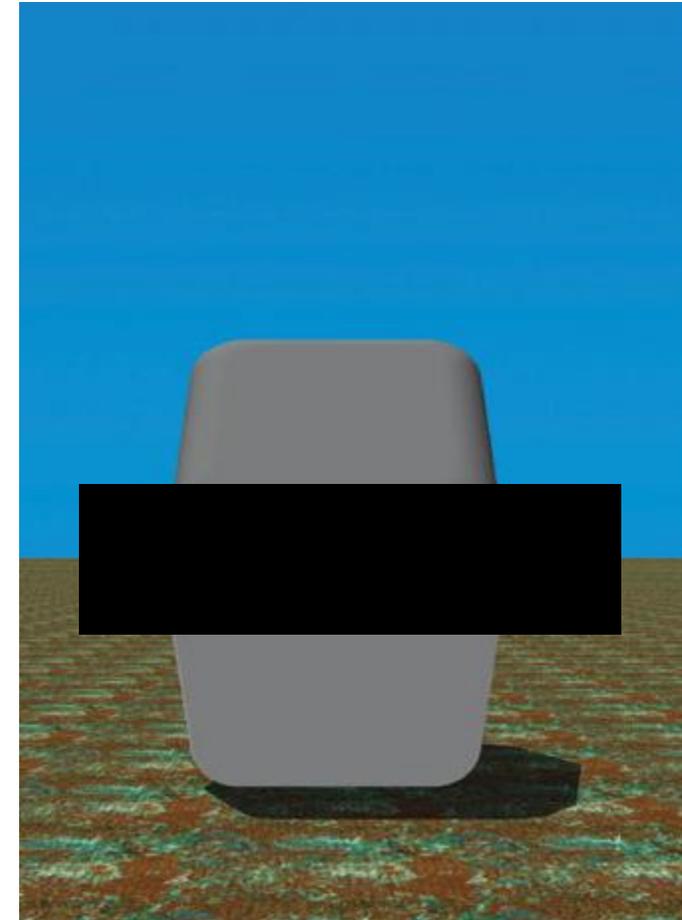
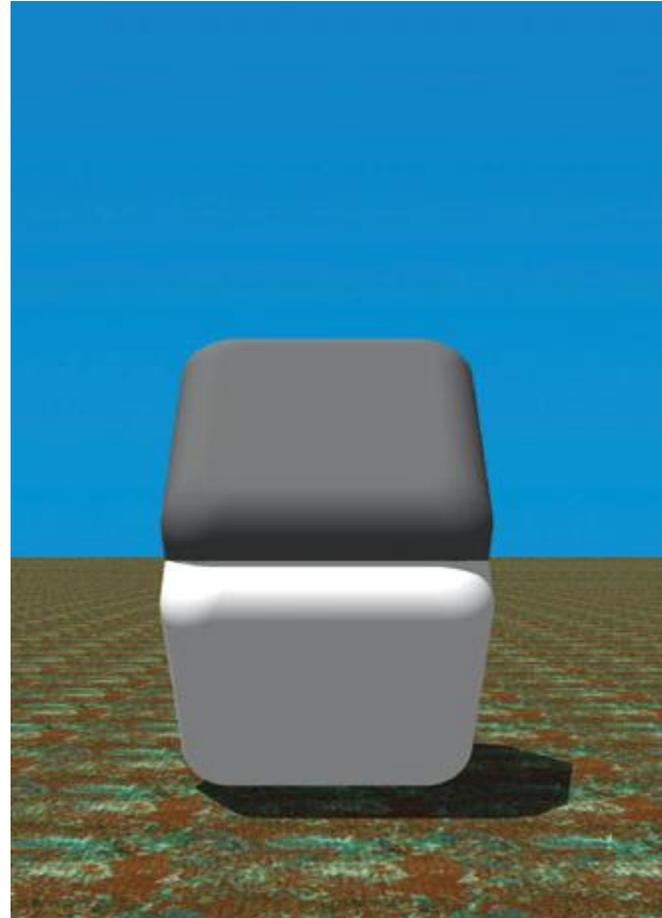
- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Padrão de cores



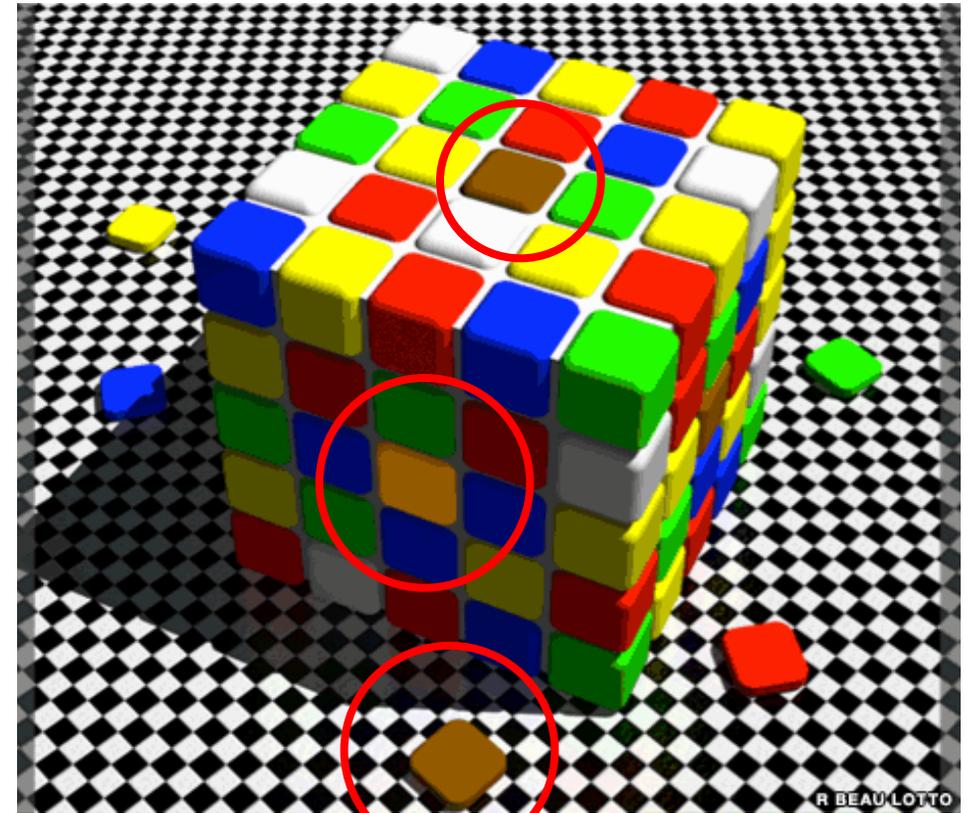
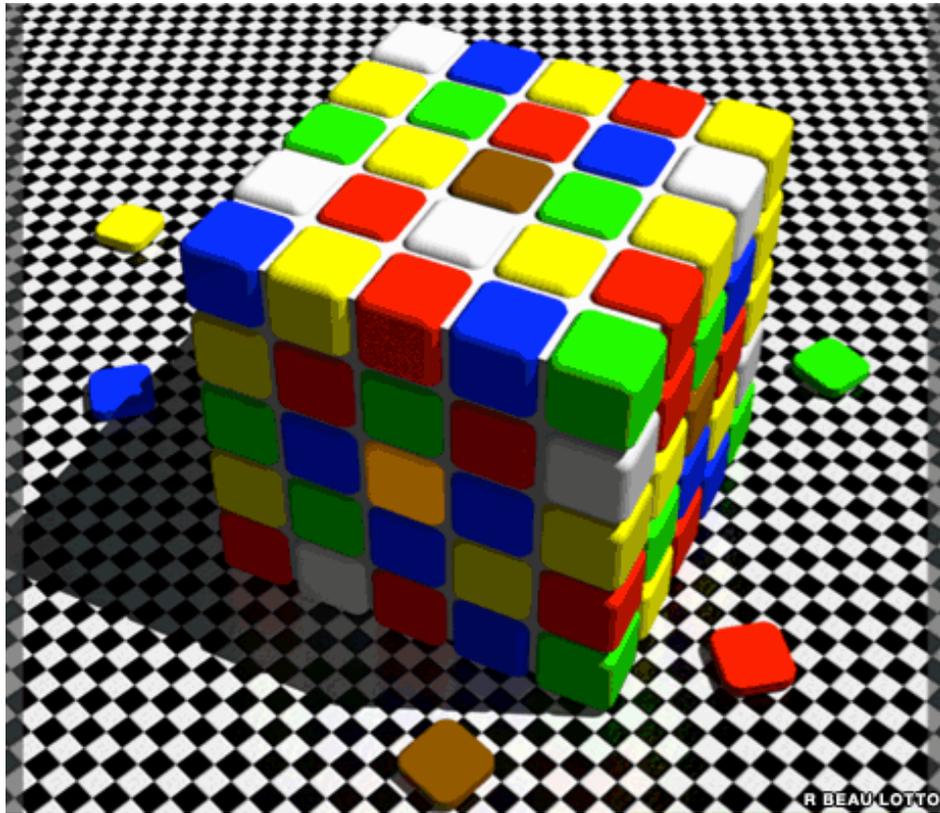
- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Padrão de cores



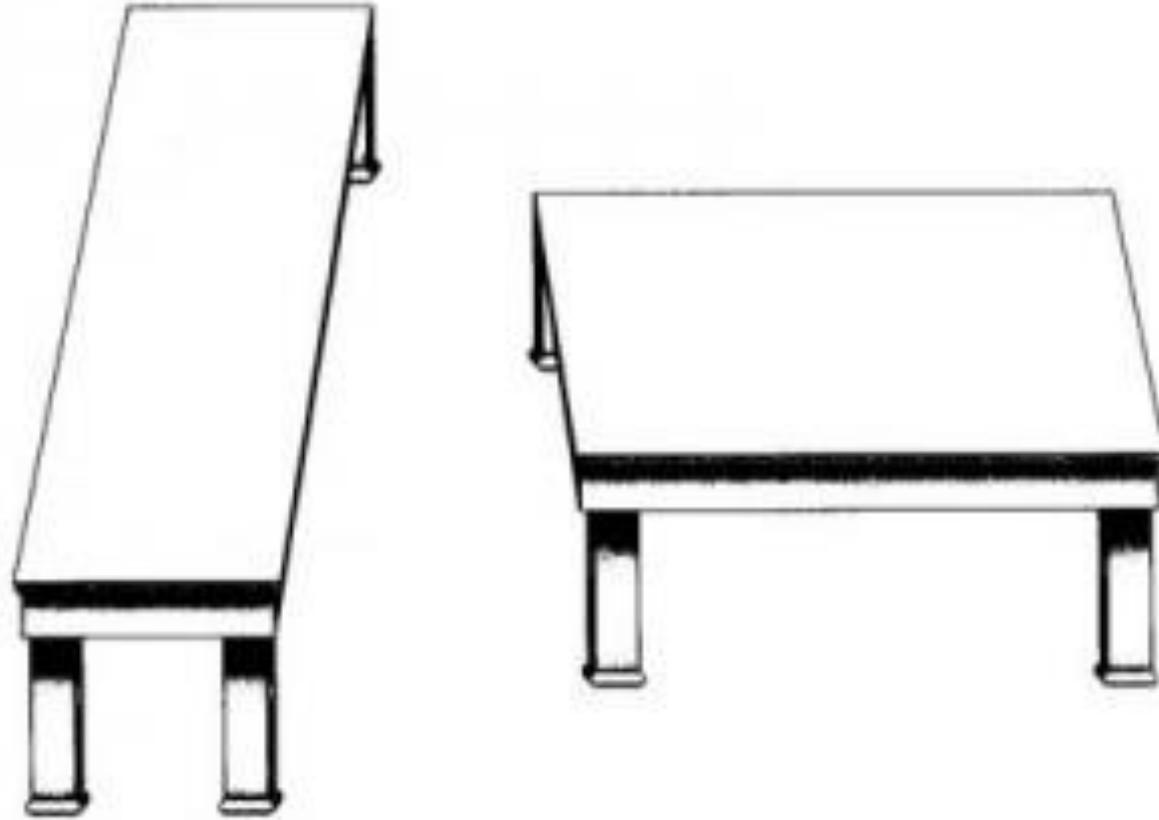
- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Padrão de cores



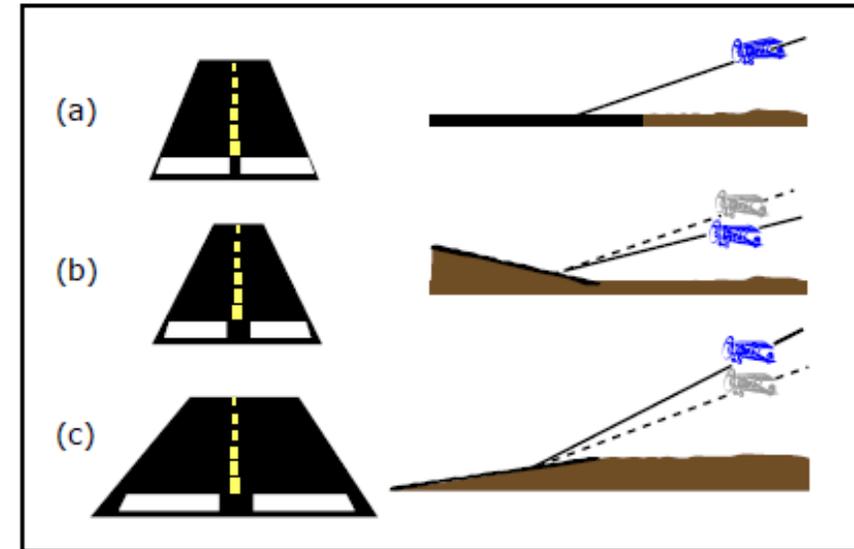
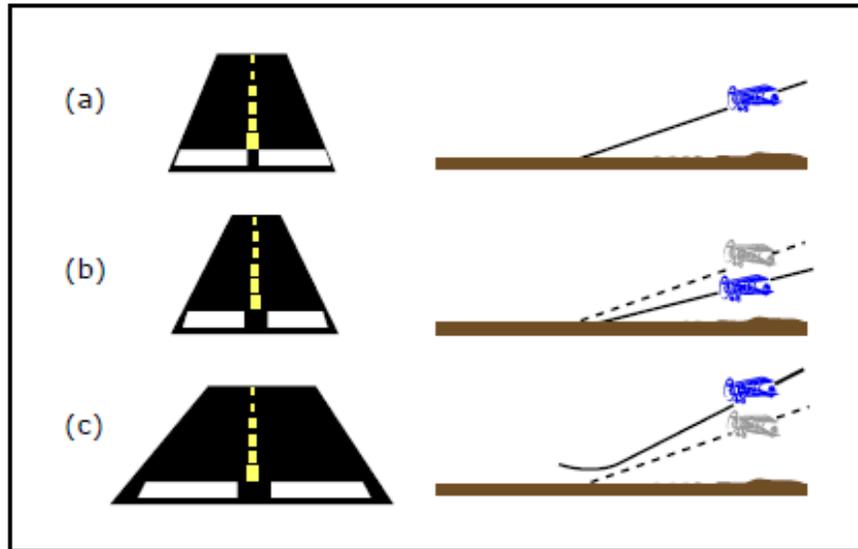
- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Padrão de cores



- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Padrão geométrico



- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Padrão geométrico



- A interpretação de imagens pelo nosso cérebro possui uma forte dependência do ambiente no entorno da imagem
- Campos receptivos

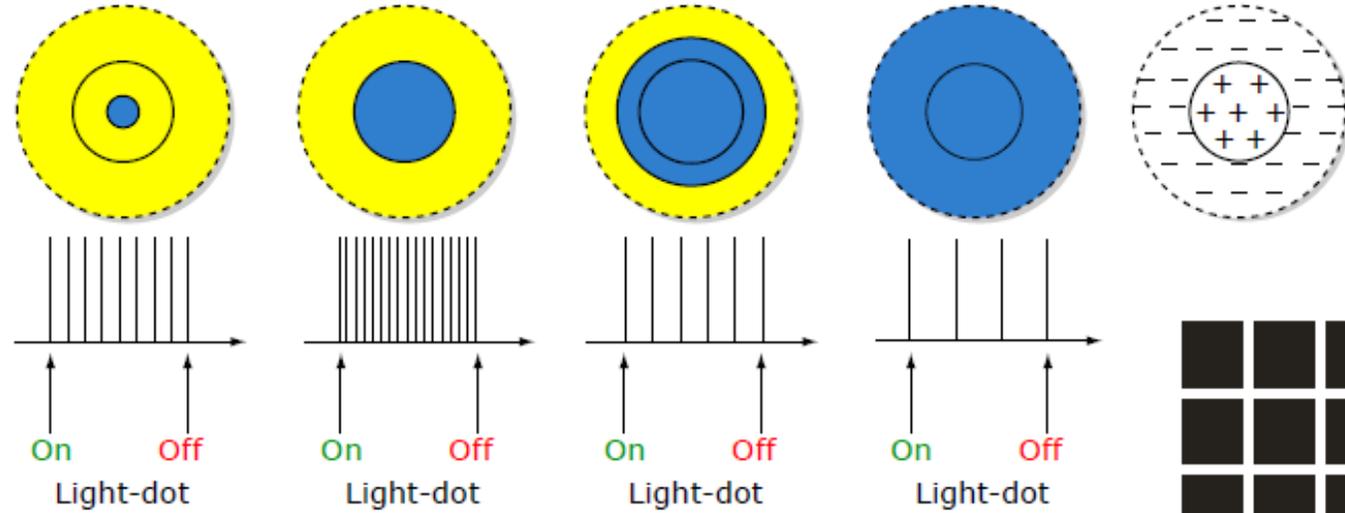
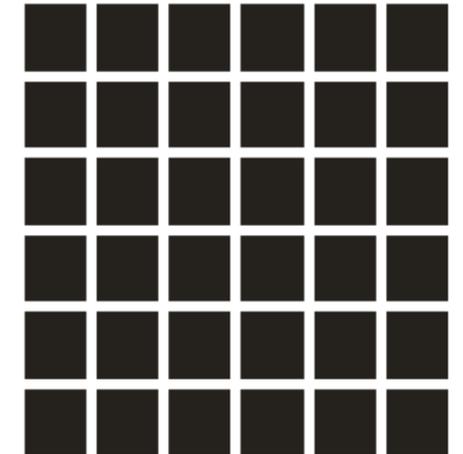
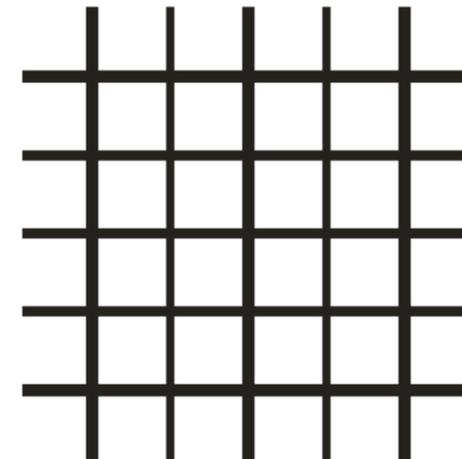
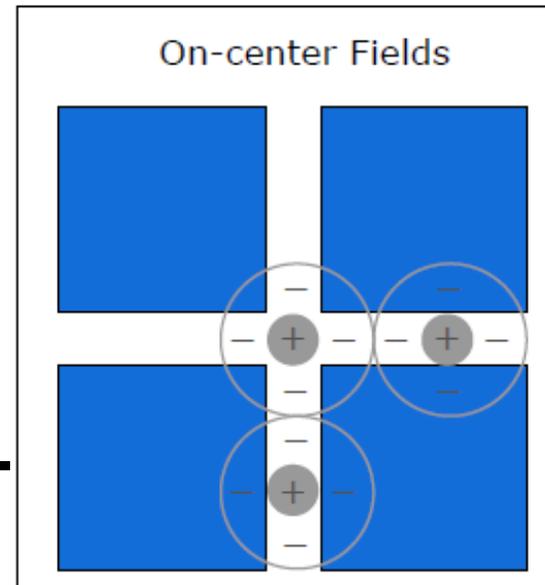


Image by MIT OpenCourseWare.



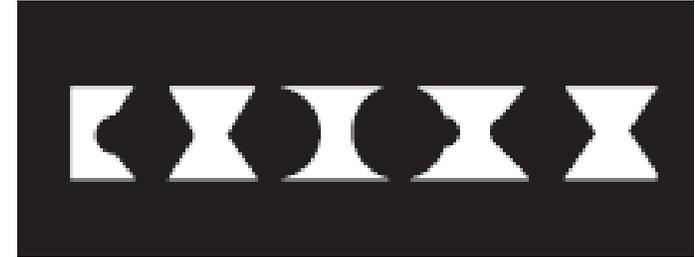
- O ponto cego
- É uma limitação da retina humana. Trata-se de um ponto sem fotorreceptores. Faça o teste:

Demonstração do ponto cego				
A	O		X	
<p><i>Instruções:</i> com a sua face bem próxima à tela, cubra o olho direito e focalize o olho esquerdo, mediante linha de visada frontal, no X. Agora, lenta e gradualmente, afaste a cabeça da tela, visando sempre o X mas percebendo em visão periférica, sempre de forma consciente, o "O" e o "A". Haverá uma posição em que o O vai desaparecer enquanto o A, que está mais afastado à esquerda, continuará visível. Caso você continue a se afastar ou volte a se aproximar, o "O" vai reaparecer. ^[2]</p> <p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você pode precisar ajustar a janela do seu navegador a um tamanho adequado se a sua tela for grande ou de alta resolução. • Perceba que você não vê o "O" mas também não vê um "buraco" no lugar do O quando a imagem desse forma-se sobre o ponto cego. Você vê no lugar um fundo cinza uniforme. O "buraco" é literalmente <i>preenchido</i> pelo seu cérebro. • Tenha certeza de que não há brilho excessivo na sua tela, uma vez que isso pode obscurecer a sua visão, ou mesmo prejudicar o olho.) 				

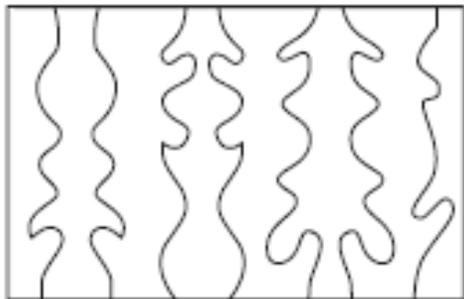
- Organização perceptiva
- Padrões de figura-fundo: Nosso cérebro utiliza alguns padrões para definir o que é o plano principal de uma imagem e o que é secundário



Entorno: Uma região cercada tende a ser vista como uma figura, e o entorno como fundo

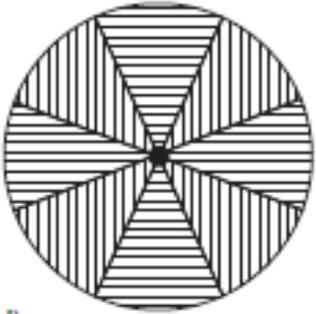


Convexidade: Contornos convexos são normalmente vistos como figuras, em detrimento de contornos côncavos



Simetria: Regiões simétricas acabam tendo preferência a serem tratadas como uma figura, em relação a regiões não-simétricas

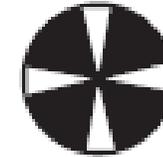
- Organização perceptiva
- Padrões de figura-fundo: Nosso cérebro utiliza alguns padrões para definir o que é o plano principal de uma imagem e o que é secundário



Orientação: Regiões horizontais ou verticais normalmente são vistas como figuras em preferência às que não são

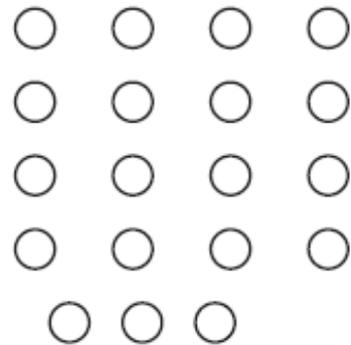


Luz e contraste: Regiões com mais contraste em relação ao contorno normalmente são vistas como figuras, em detrimento das outras

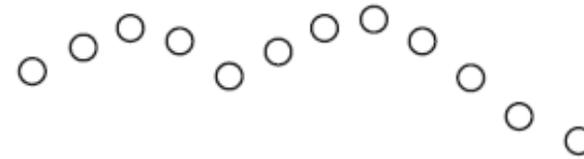


Área: A região que ocupa menos área normalmente é vista como figura

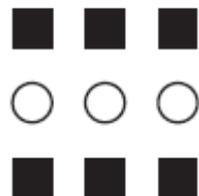
- Princípios de agrupamento
- Os Princípios de Gestalt definiram as formas principais que nosso cérebro identifica como padrões de agrupamento



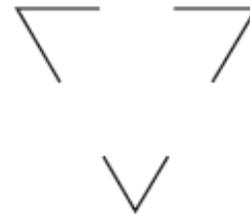
Proximidade



Continuidade

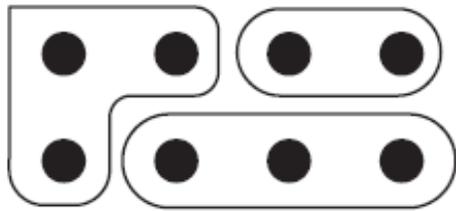


Similaridade

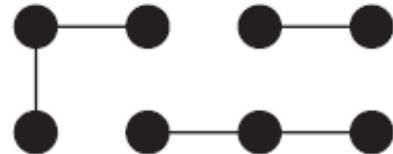


“Closure”
(possibilidade de formar
uma figura fechada)

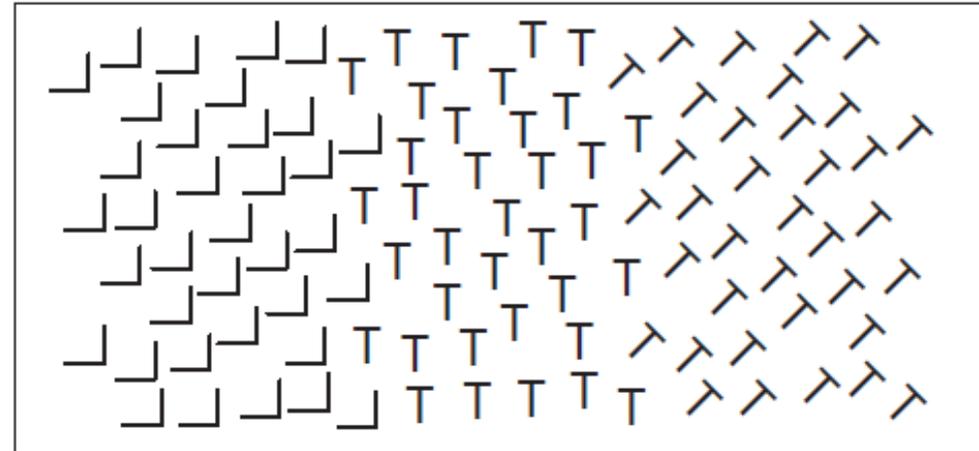
- Princípios de agrupamento
- Utilizando esses princípios, são utilizadas formas de juntar funções semelhantes em painéis de comando (como um cockpit)



Região comum

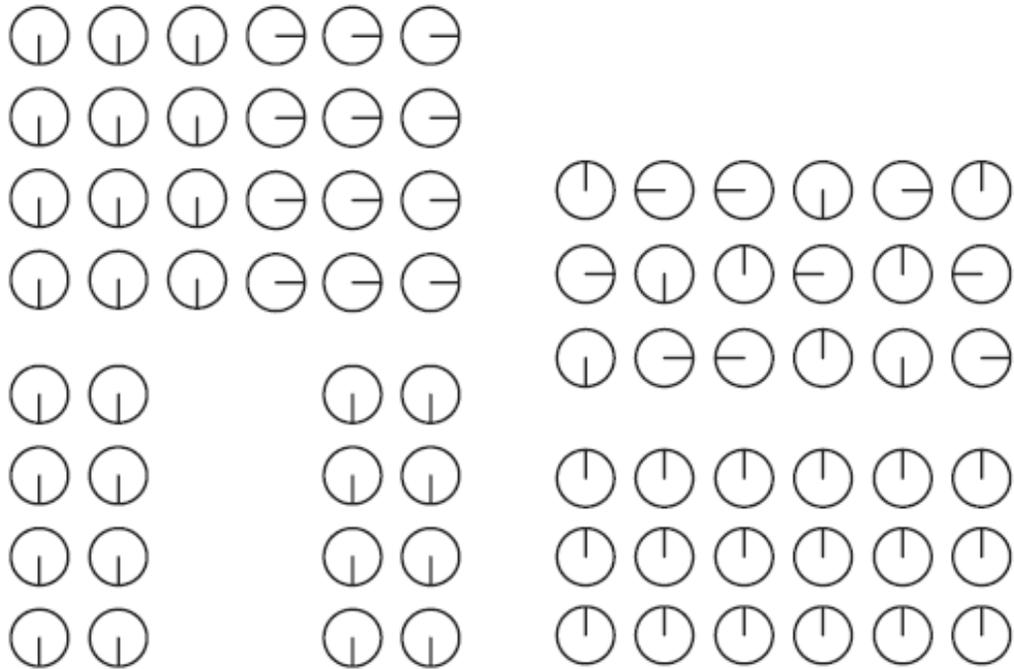


Conexão

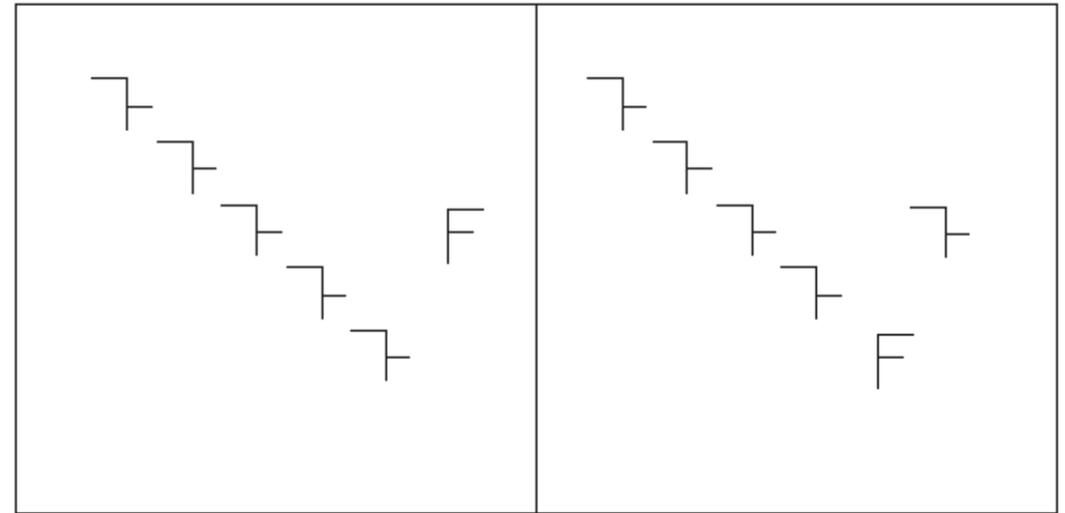


Orientação

- Princípios de agrupamento
- Exemplos

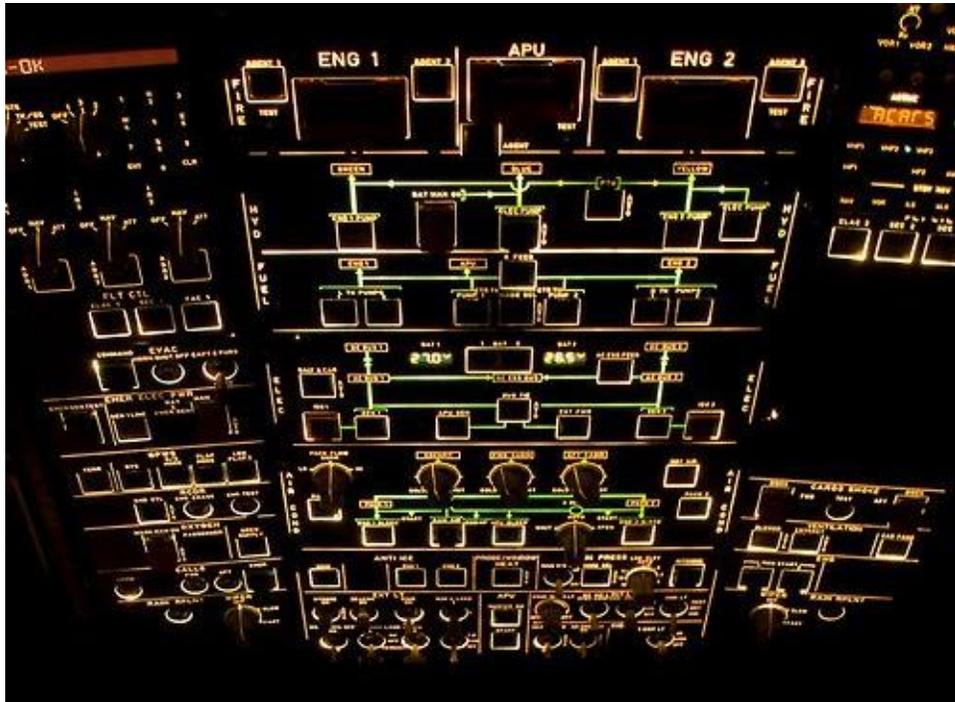


Proximidade e similaridade



Influência da continuidade
(onde é mais difícil de se identificar o F?)

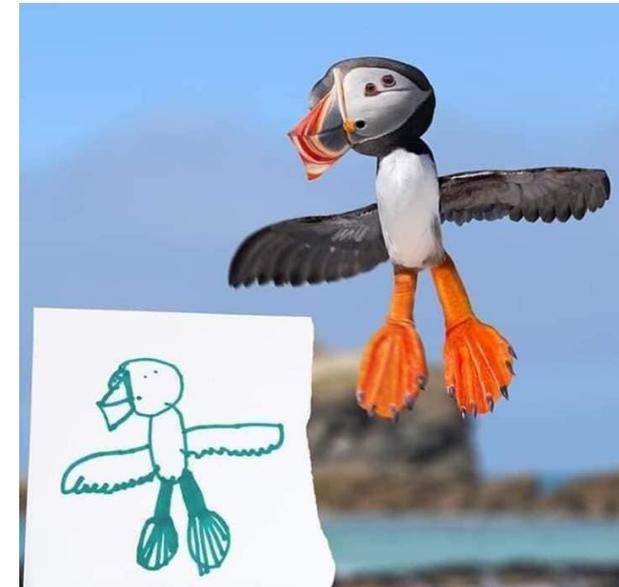
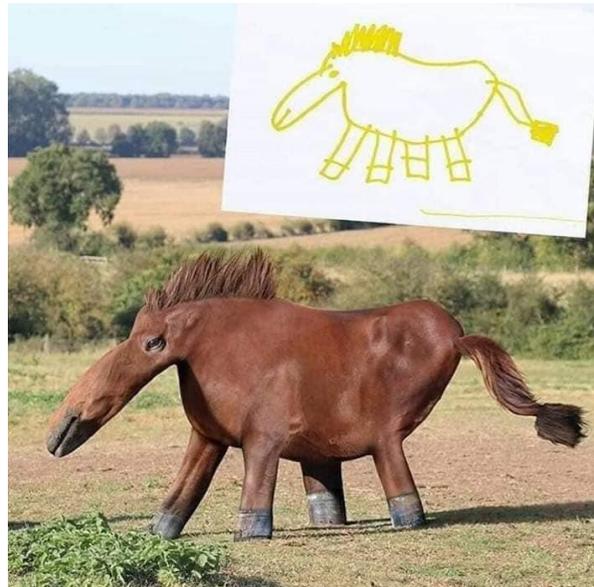
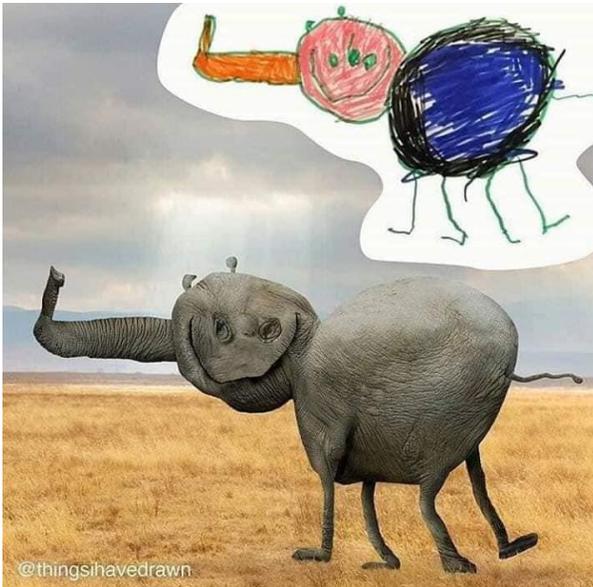
- Princípios de agrupamento
- Baseado nesse princípio, existe o conceito de “dark cockpit”



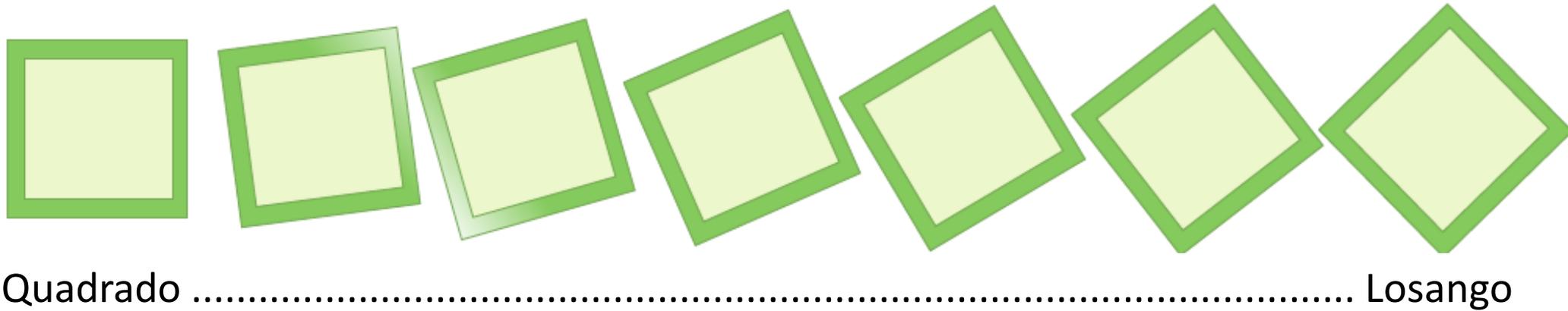
- Percepção por categorias
- Nosso cérebro classifica imagens baseado em padrões já existentes na nossa memória



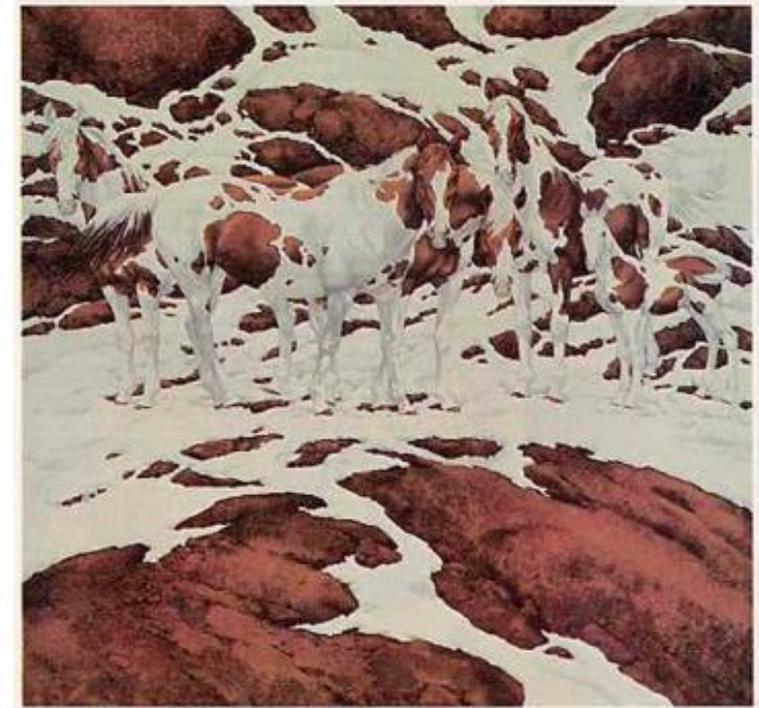
- Percepção por categorias
- Nosso cérebro classifica imagens baseado em padrões já existentes na nossa memória



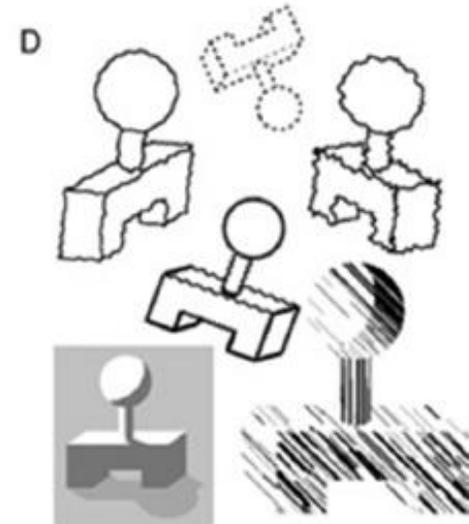
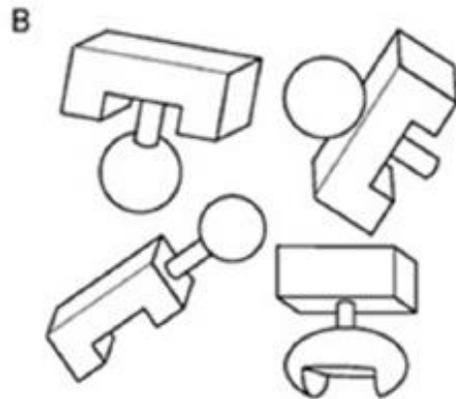
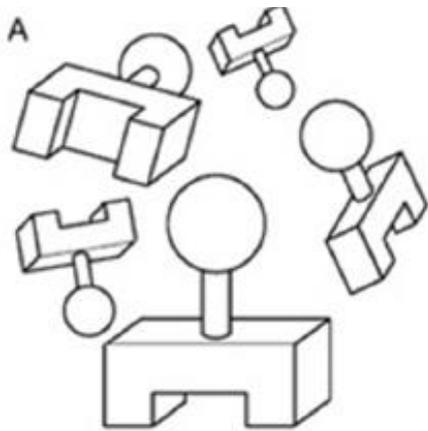
- Percepção por categorias
- Nosso cérebro classifica imagens baseado em padrões já existentes na nossa memória



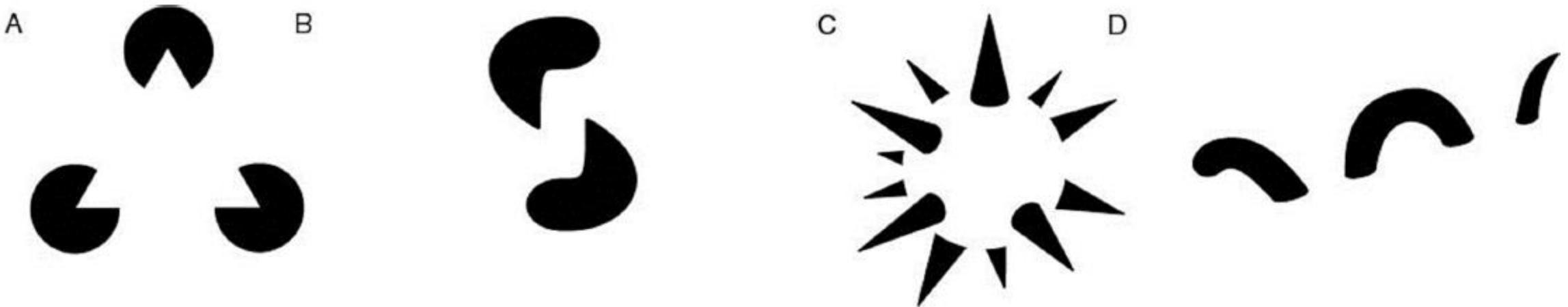
- Percepção por categorias
- Baseado nessas categorias, o cérebro identifica padrões baseado em alguns tipos diferentes de percepção
- Emergência



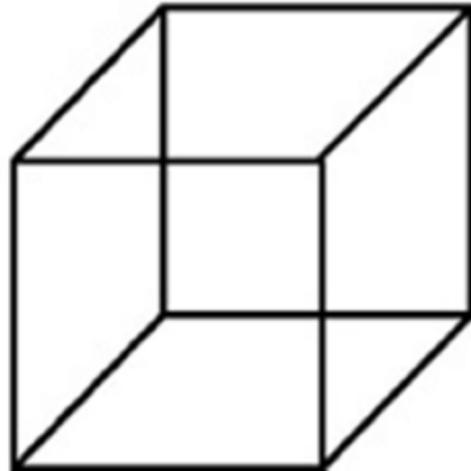
- Percepção por categorias
- Baseado nessas categorias, o cérebro identifica padrões baseado em alguns tipos diferentes de percepção
- Invariância



- Percepção por categorias
- Baseado nessas categorias, o cérebro identifica padrões baseado em alguns tipos diferentes de percepção
- Reificação



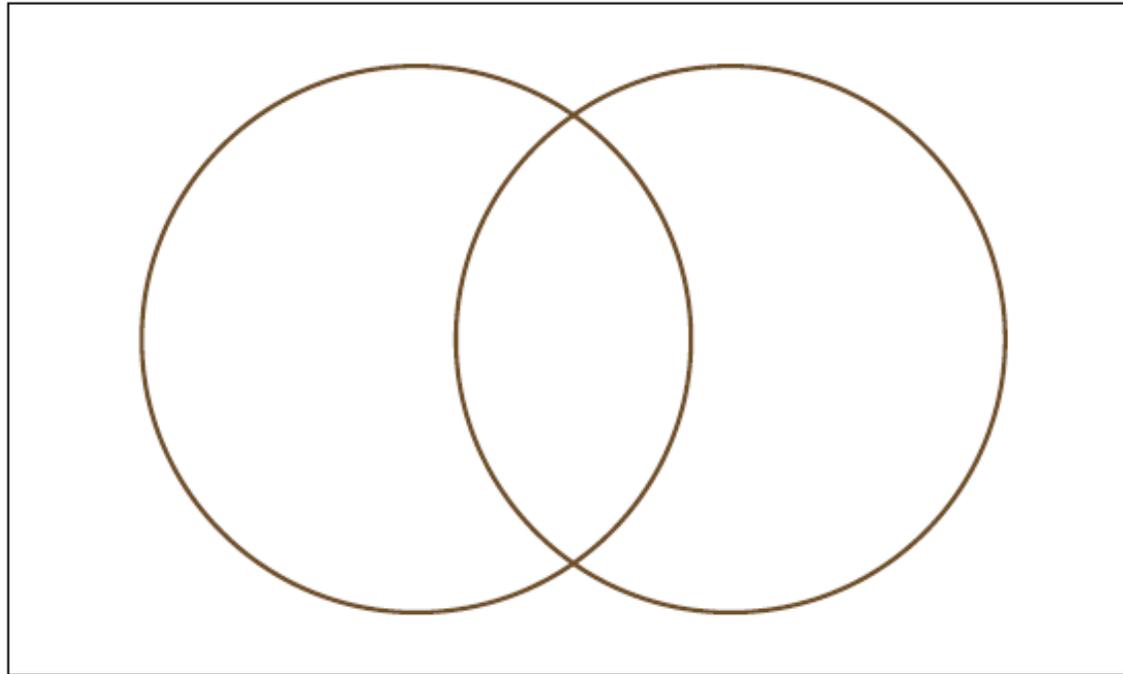
- Percepção por categorias
- Baseado nessas categorias, o cérebro identifica padrões baseado em alguns tipos diferentes de percepção
- Percepção multiestável



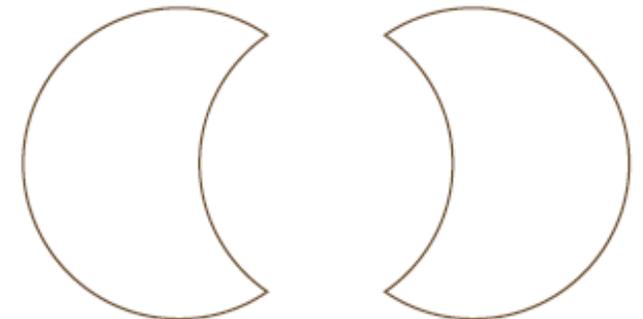
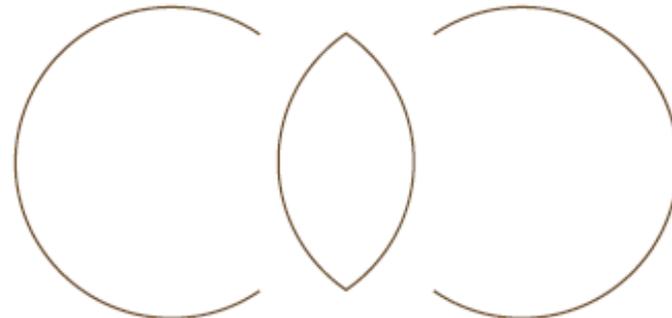
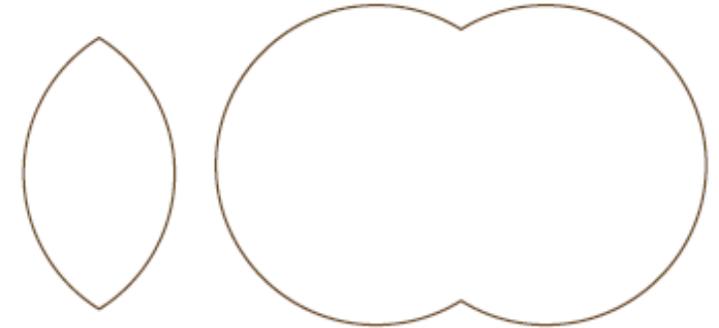
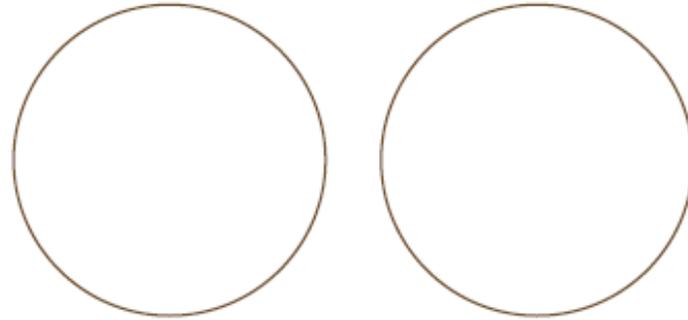
- Percepção por categorias
- Baseado nessas categorias, o cérebro identifica padrões baseado em alguns tipos diferentes de percepção
- Reconhecimento de padrões

TAE CAT

- Percepção por categorias
- Baseado nisso: quais são os componentes da figura abaixo?

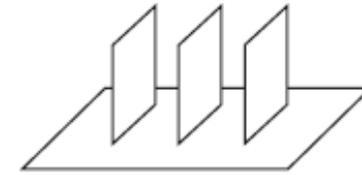
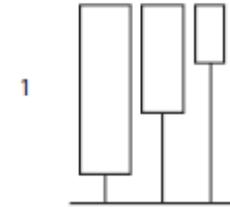
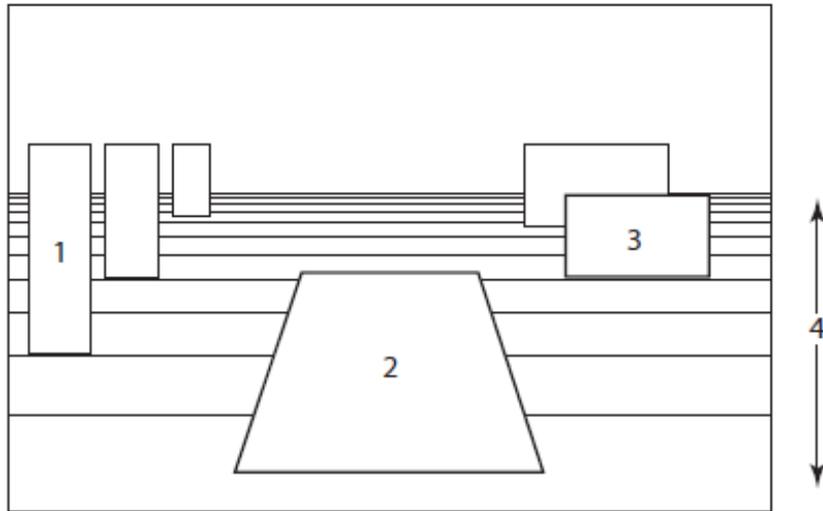


- Percepção por categorias
- Baseado nisso: quais são os componentes da figura abaixo?
- Possíveis respostas:



- A visão
- Percepção visual
- Formação de imagem
- **Visão monocular**
- Ilusões visuais

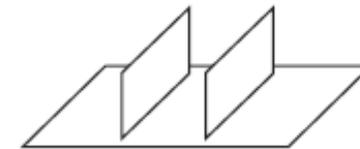
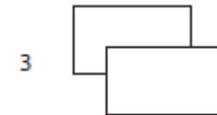
- A visão binocular auxilia na percepção de distância entre diferentes objetos. Mas não é a única forma de se criar essa percepção
- A implementação segundo a visão monocular é importante para algumas aplicações, como a imagem gerada em Simuladores de Voo
- Algumas formas de gerar a impressão de distância são apresentadas a seguir



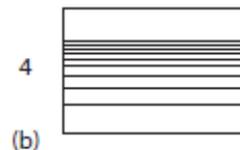
○ Posição relativa



○ Perspectiva linear



○ Interposição



○ Textura e gradiente

- Em imagens artificiais, podem ser usados efeitos de diferentes renderizações ou neblina

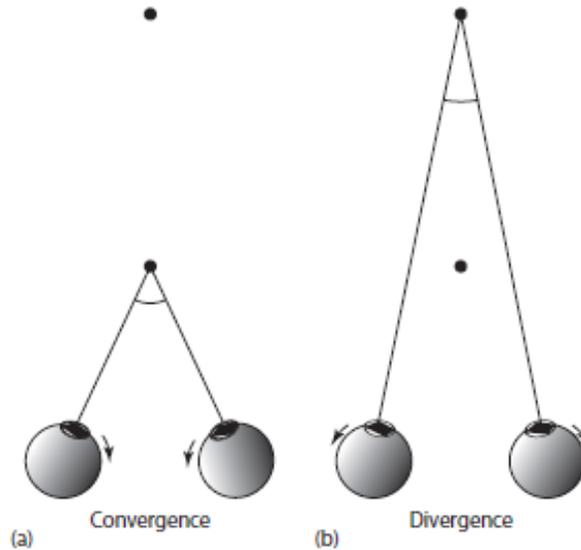


Visão monocular

- Em imagens naturais, objetos mais distantes adquirem tom azulado, por ser um comprimento de onda mais curto

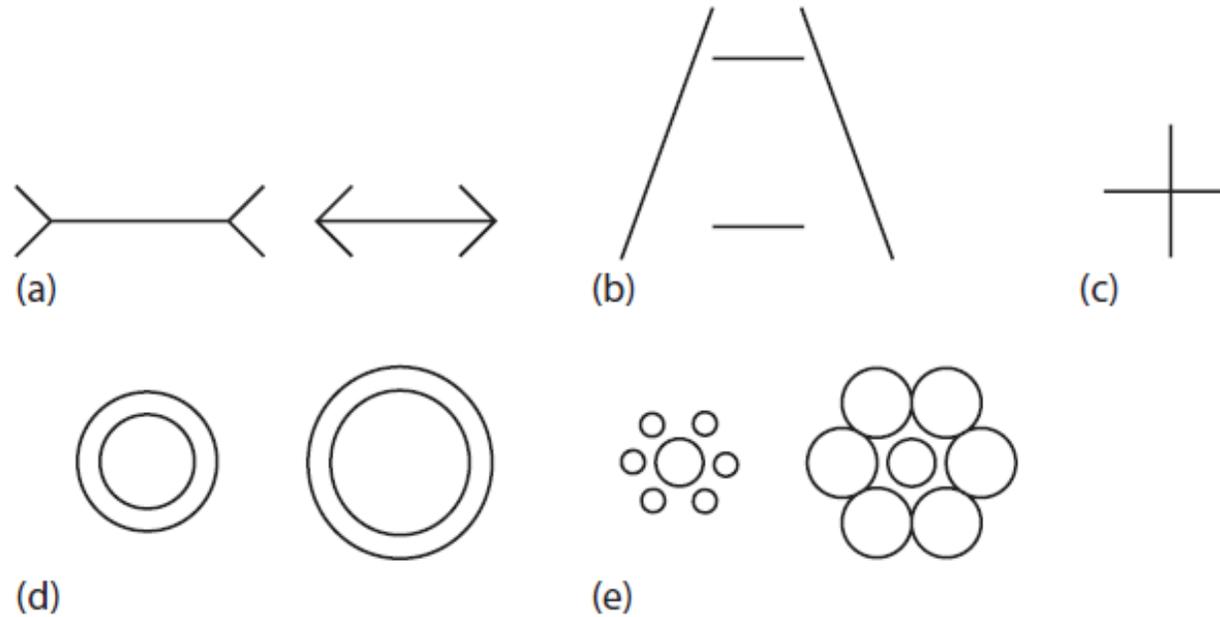


- A vergência monocular também é um importante indicador de distância de objetos em visão monocular

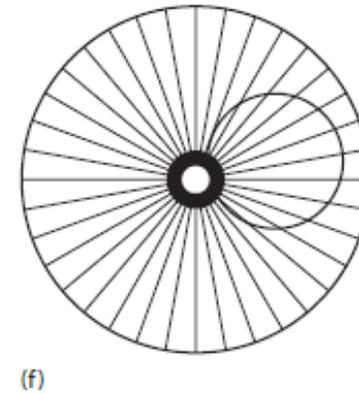
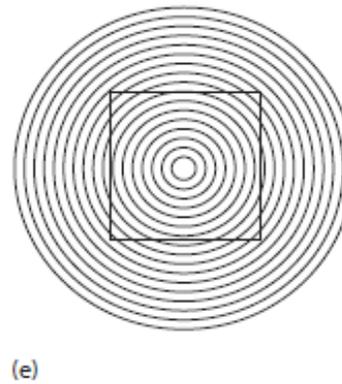
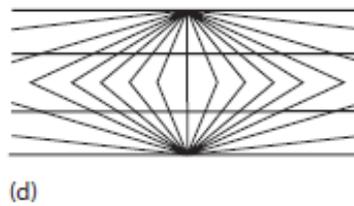
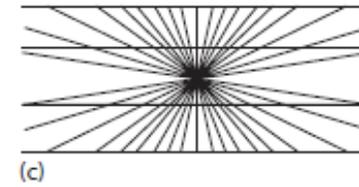
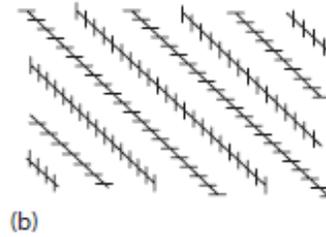
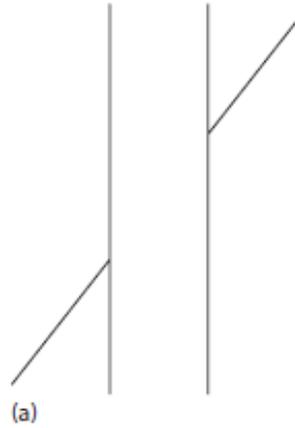


- A visão
- Percepção visual
- Formação de imagem
- Visão monocular
- Ilusões visuais

- Ilusões de forma



- Ilusões de direção



- Ilusões dinâmicas, aplicadas à aviação
- Horizonte Falso – formações de nuvens, escuridão, luzes no solo ou em antenas, entre outras causas, pode dar uma impressão falsa de horizonte, levando o piloto a colocar a aeronave em atitudes perigosas
- “Autokinesis” – Em voo noturno, quando fixar sua vista em uma luz parada, pode ter a impressão de ela estar se movendo