

Realidade Virtual e Interfaces Modernas

Prof. Carlos Henrique Q. Forster

IEC-ITA

Julho/2005

Percepção Visual

Tópicos

- Introdução
- Fisiologia do olho
- Índices de profundidade
- Visão binocular
- Movimento
- Percepção Cromática
- Ilusões

Introdução

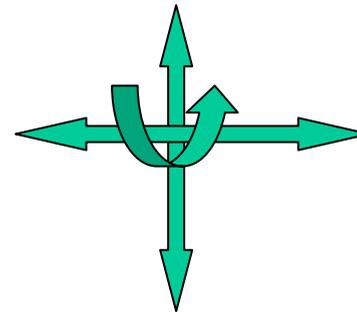
- Por que estudar a percepção visual?
 - A compatibilidade com o ser humano é o requisito mais fundamental nos sistemas de Realidade Virtual e não pode ser separada dos requisitos de Engenharia.
 - Canal visual é o mais importante com faixa-de-passagem de ordens de magnitude maior que os demais canais.
 - O olho humano é muito sensível a qualquer erro nas imagens apresentadas ao usuário, mas possui grande capacidade de adaptar-se.

Introdução

- O entendimento do funcionamento da percepção visual ainda é muito limitado.

Fisiologia do olho

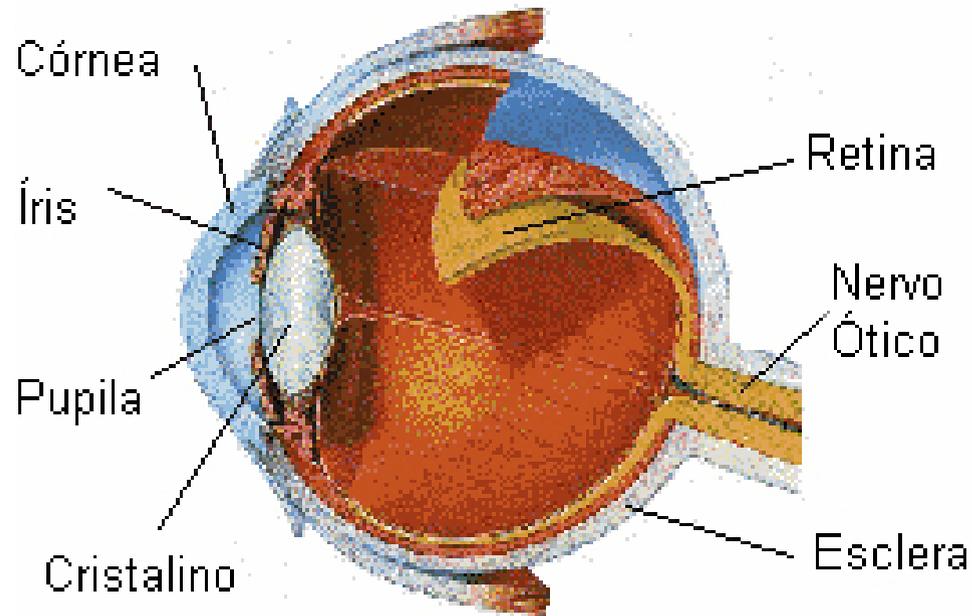
- Suporte
 - Par de cavidades ósseas chamadas órbitas
 - Forradas com tecido adiposo
 - 6 músculos extra-oculares dão suporte e movimento
 - Movimentos 50 graus esquerda-direita
 - 40 graus acima e 60 abaixo
 - Torção (menos de 6 graus)



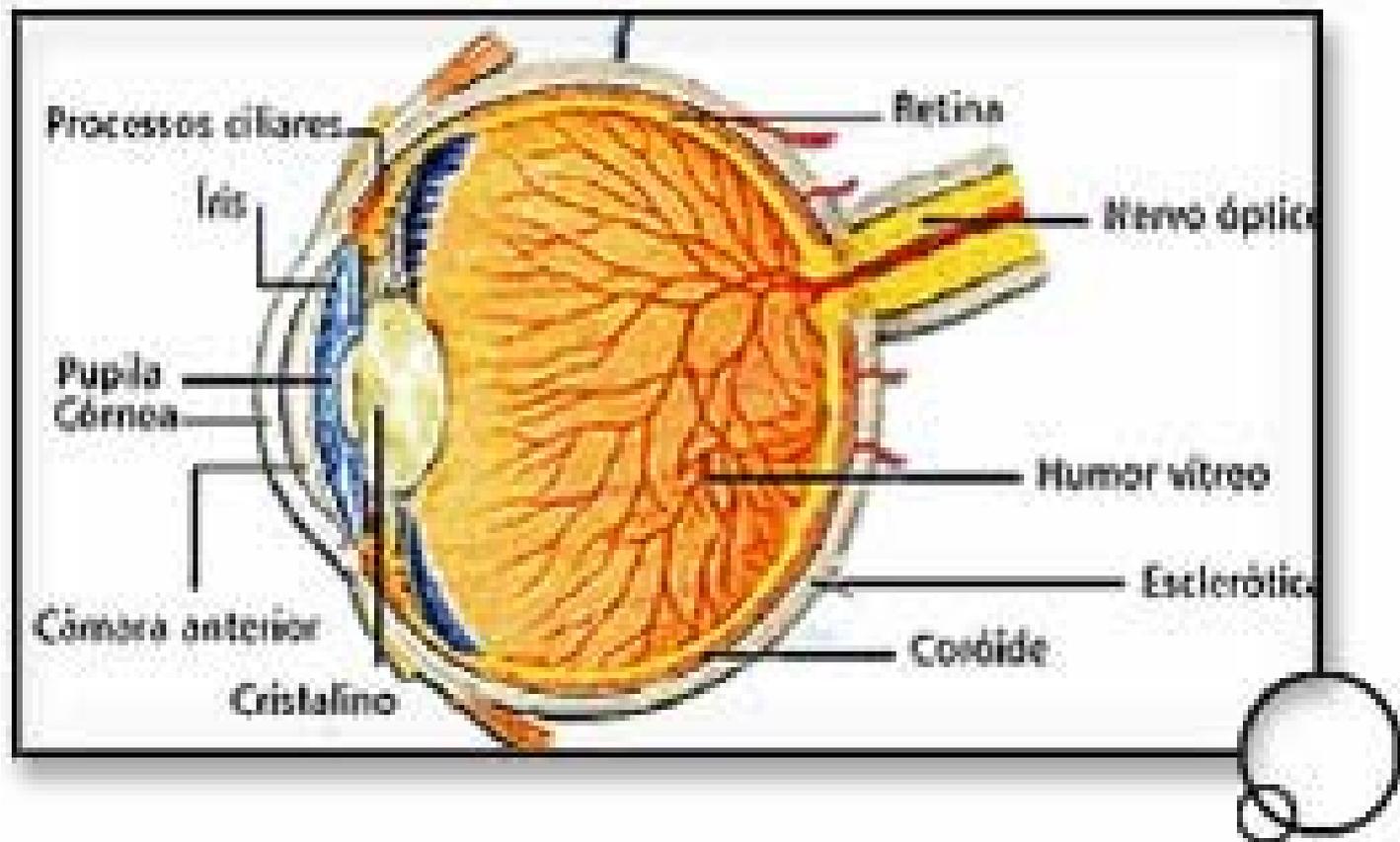
Fisiologia do olho

- Proteção
 - Pálpebra limpa e umedece. Protege contra luz forte e objetos.
 - Lubrificação por óleos produzidos por glândulas sob a pálpebra reduz atrito e permite remoção de partículas estranhas.

Fisiologia do olho



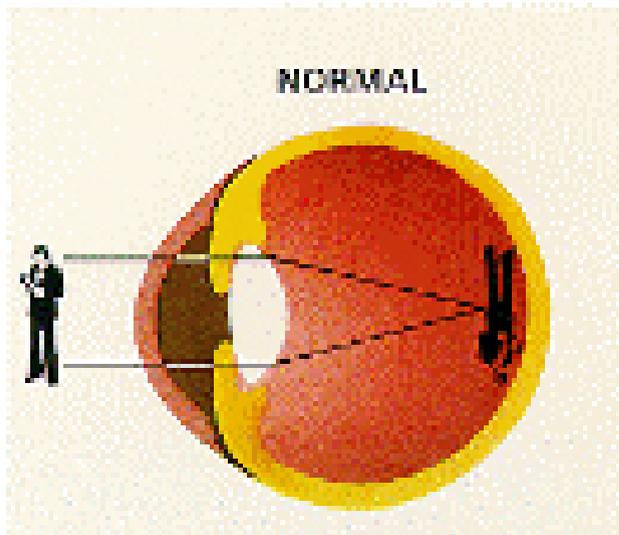
Fisiologia do olho



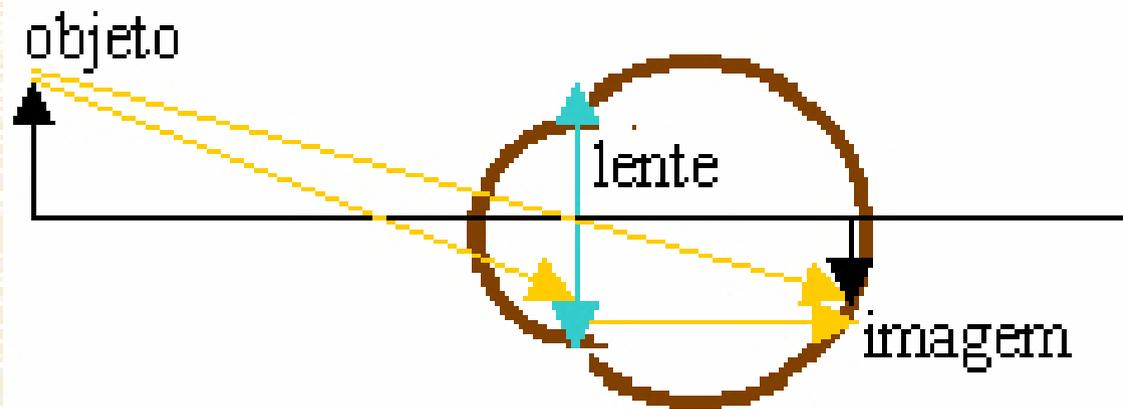
Fisiologia do olho

- Superfícies ópticas
 - Córnea – camada transparente (8mm horiz, 6mm vert raio)
 - Câmara de humor aquoso
 - Íris: membrana + pupila, que é o centro da íris. A pupila dilata conforme a quantidade de luz incidente de 2mm a 8mm de diâmetro.
 - Cristalino: lente de foco variável para focalizar a imagem no fundo do olho.
 - Humor vítreo: mantém a forma do olho e absorve calor.

Fisiologia do olho



(a)



(b)

Fisiologia do olho

- Retina
 - Estrutura complexa com células nervosas, vasos e tecido conectivo
 - Localizada no fundo do olho
 - Converte radiação eletromagnética no espectro visível em impulsos nervosos
 - Por toda retina existem receptores fotossensitivos, duas camadas de conexões neurais e uma fibra neural.

Fisiologia do olho

- Sensores ópticos
 - Bastonetes (rods)
 - Distribuição: são ausentes na fóvea (1° do ângulo visual)
 - Crescente até 18 a 20° da fóvea chegando a $170.000/\text{mm}^2$ ligados por uma ou duas células nervosas.
 - Funcionam com intensidade de luz baixa.
 - Rodopsina: material fotossensível que quebra com baixas intensidades.
 - Com intensidade mais alta a concentração de rodopsina cai, tornando os bastonetes menos sensíveis.
 - Com 35 minutos de adaptação ao escuro, os bastonetes atingem a sensibilidade máxima.

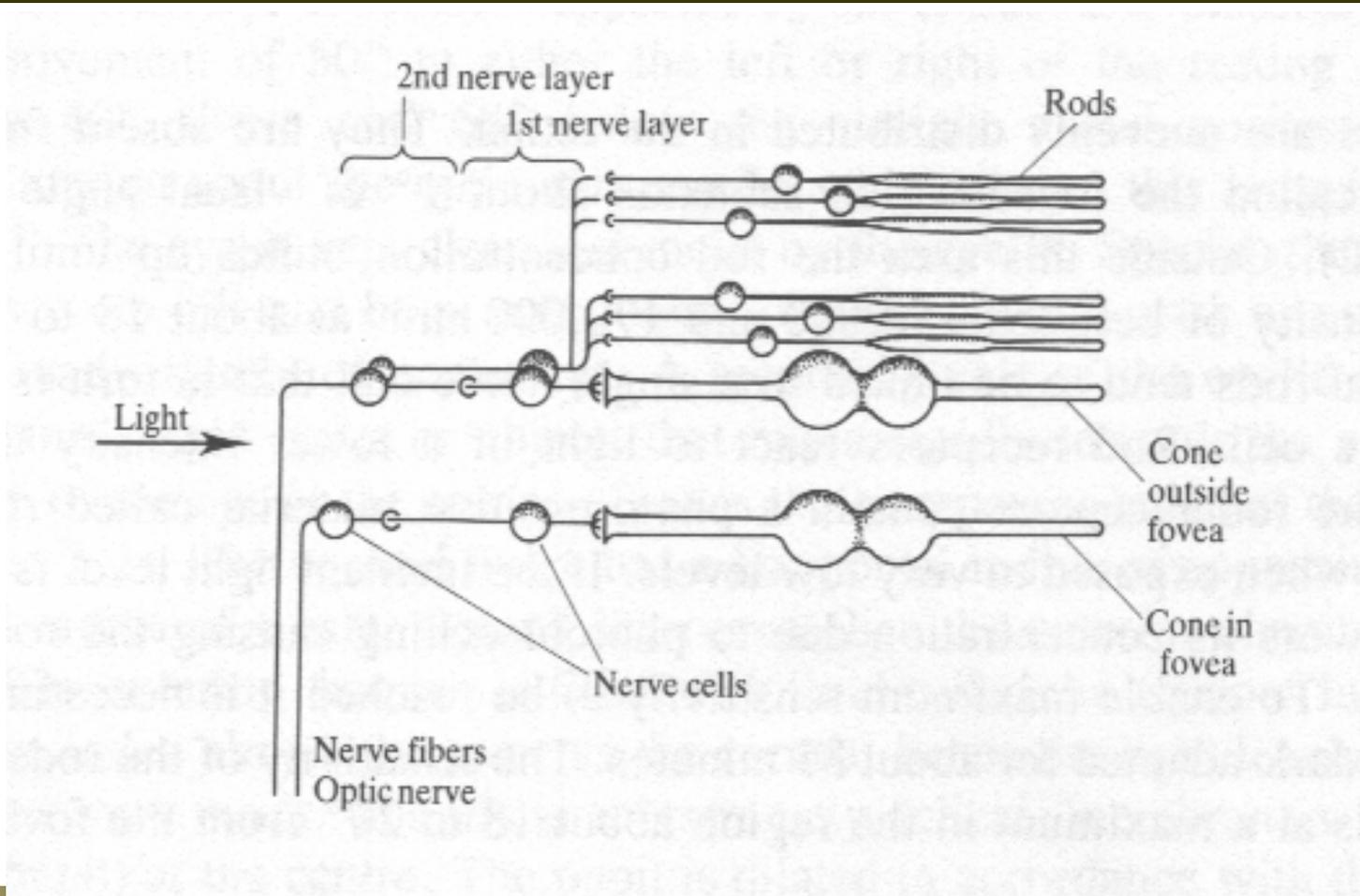
Fisiologia do olho

- Sensores ópticos

- Cones

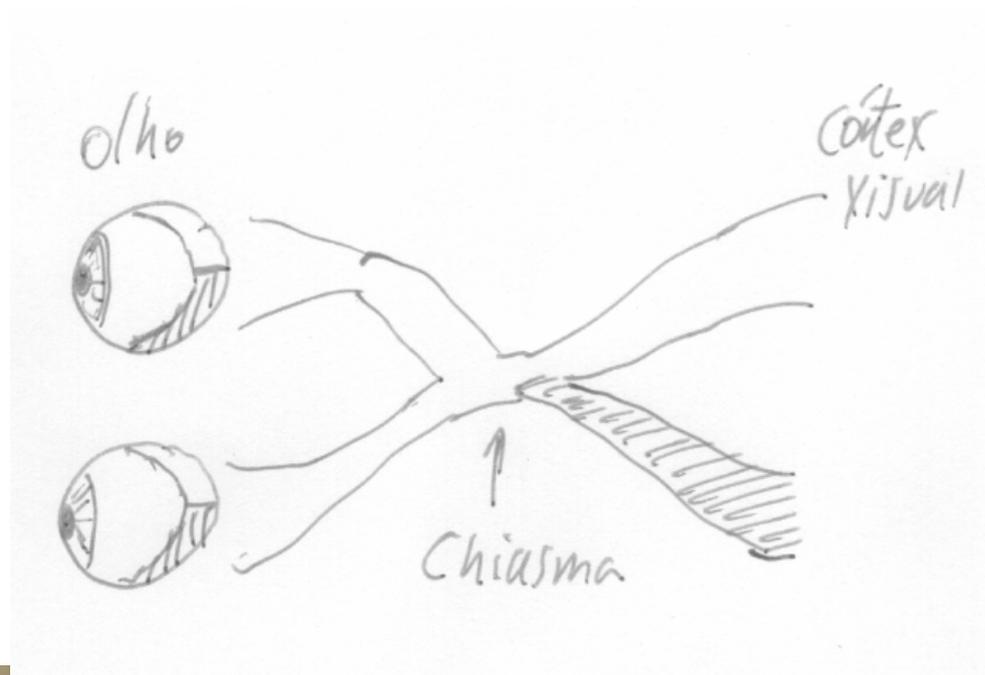
- Respondem à luz intensa, colorida e acuidade visual.
 - Concentração máxima na fóvea de 147.000/mm²
 - Decai até 16.300/mm² na borda da retina
 - Ligados a apenas uma célula nervosa e diretamente ao cérebro.

Fisiologia do olho



Fisiologia do olho

- Disco óptico
 - Ponto cego na retina, sem receptores, de onde sai o nervo óptico (15° da fóvea, área de 7° por 5°)
- Nervo óptico

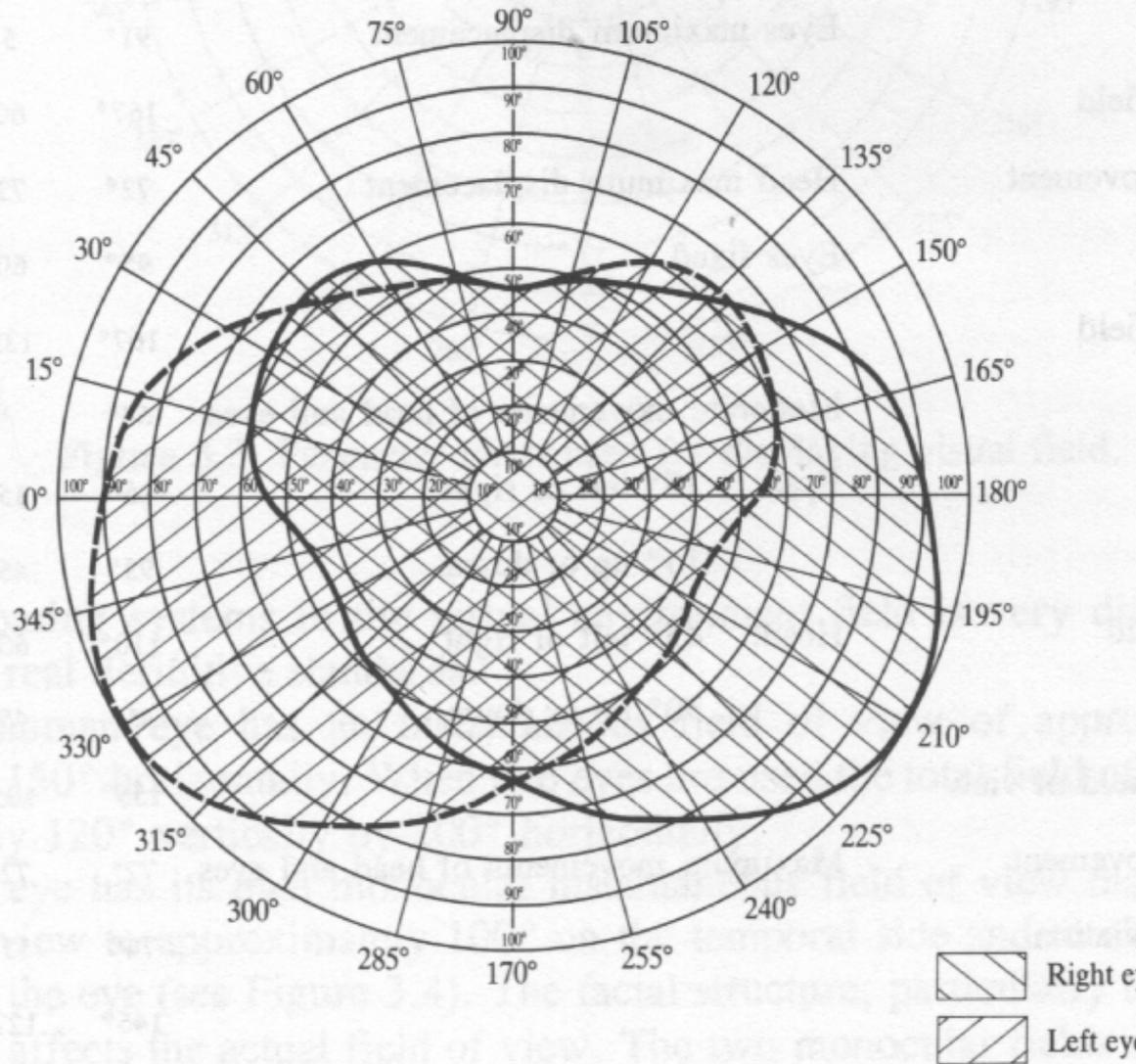


Fisiologia do olho

- Adaptação
 - Variações de intensidade de até 10^{13}
 - Capaz de detectar de 1 fóton até uma intensidade capaz de queimar a retina
- Acomodação
 - Alterar o sistema óptico através do cristalino
 - Em repouso: 6m – infinito (depende do diâmetro da pupila)
- Campo Visual
 - Reduzido por óculos, tamanho da tela, ...
 - Total binocular: 120° vertical, 200° horizontal
 - Distância retina ao foco 17mm infinito, 14mm objetos próximos

Fisiologia do olho

- Campo de visão

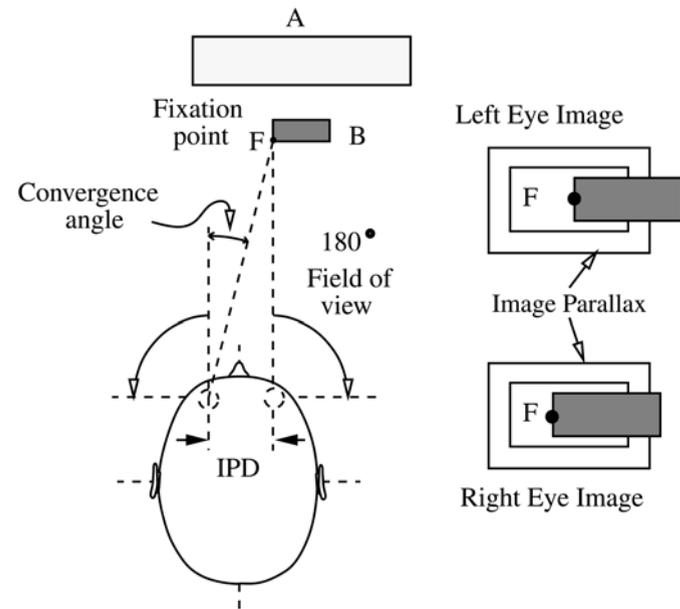


Visão binocular

- Interação neuro-fisiológica dos dois olhos na região de sobreposição de imagens.

Visão binocular

- Estereopse
- Need to present *two images* of the same VR environment;
- The two images can be presented at the same time on two displays (HMD);
- The two images can also be presented time-sequenced on one display (active glasses);
- The two images can also be presented spatially-sequenced on one display (auto-stereoscopic displays).



Visão binocular

- Rivalidade Binocular
 - Duas imagens muito diferentes apresentadas a cada olho
 - Um olho domina sobre o outro
 - Voluntariamente é possível alternar a imagem dominante
 - Efeitos de rivalidade surgem por diferenças de
 - Tamanho
 - Brilho
 - Cor
 - Causas adicionais
 - Borda do campo de visão (nariz)
 - Efeito das faixas escuras
 - É mais difícil controlar a rivalidade em displays see-through

Visão binocular

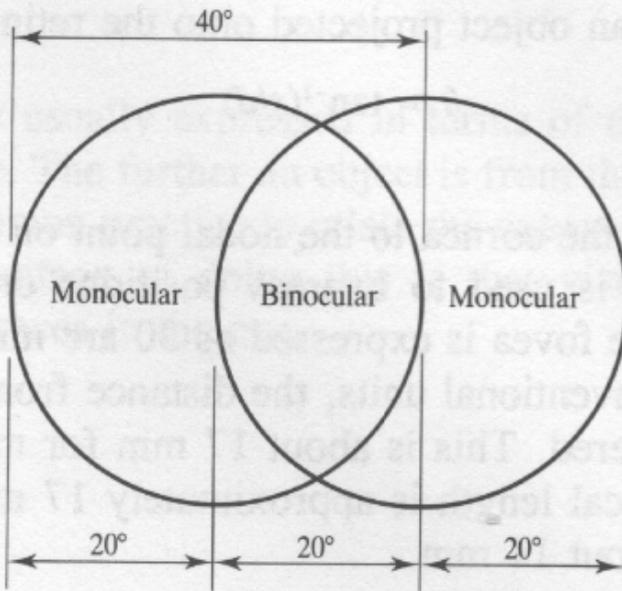


Figure 3.6 Partial binocular overlap.

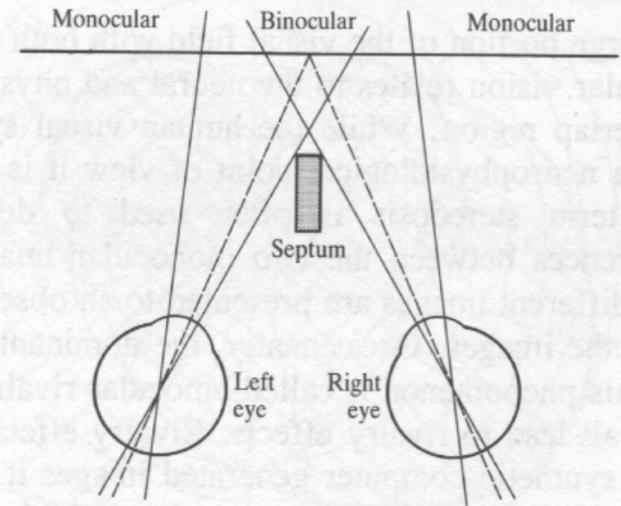


Figure 3.7 Divergent partial binocular overlap.

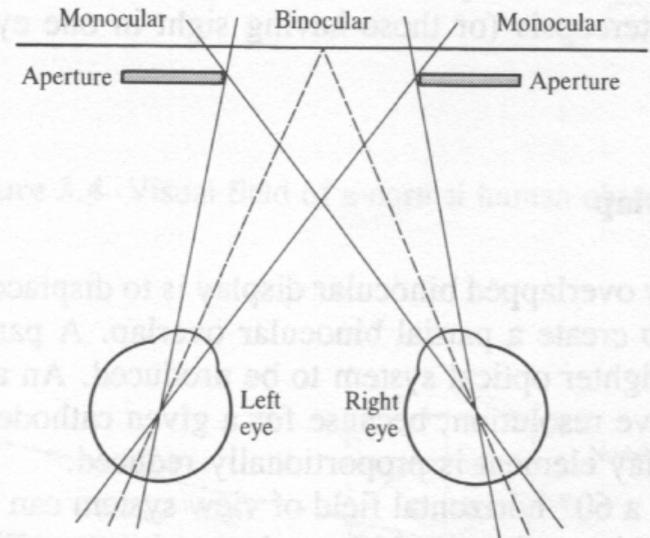
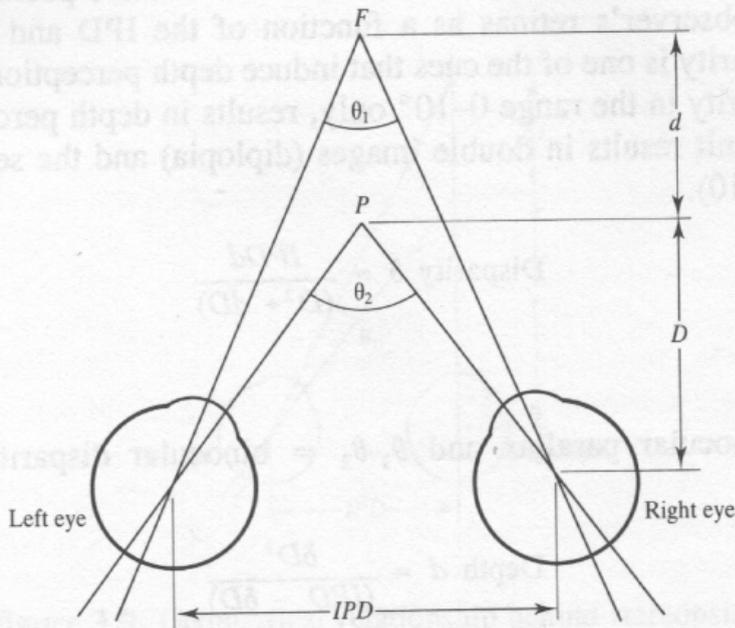


Figure 3.8 Convergent partial binocular overlap.

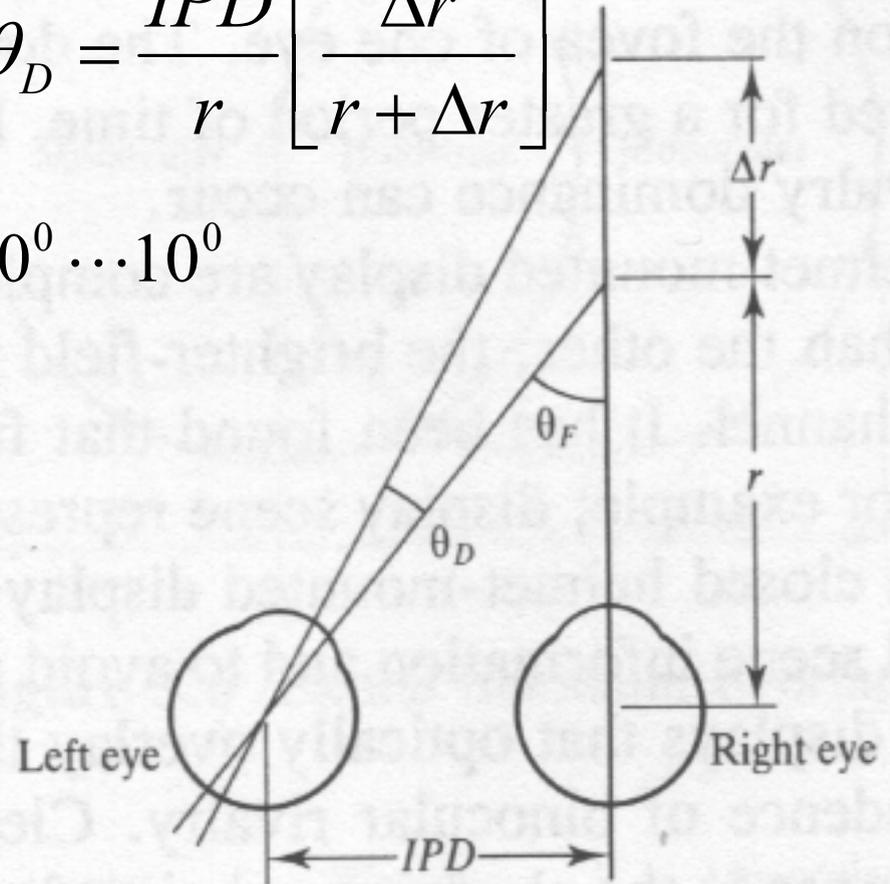
Visão binocular

- Disparidade e profundidade



$$\theta_D = \frac{IPD}{r} \left[\frac{\Delta r}{r + \Delta r} \right]$$

$0^0 \dots 10^0$



Visão binocular

- Disparidade Lateral
 - Favorece percepção da profundidade
- Disparidade Vertical
 - Favorece a diplopia (não combinar as imagens)
 - Pouco favorece a percepção de profundidade
 - 15 a 20 min para se adaptar e desadaptar à diplopia
- Rotação e Desalinhamento
 - Efeitos de intolerância percebidos após 2 horas de uso
- Diferenças de escala
 - Aniseiconia
 - Afeta visão de objetos próximos
 - Ocorre naturalmente no olho ou com correção

Visão binocular

- Estereoacuidade
 - Capacidade de resolver pequenas diferenças de profundidade entre 2 objetos
 - Aumenta com
 - Iluminação
 - Proximidade da fóvea
 - Maior campo de visão
 - Proximidade da vertical
 - Diminui com
 - Velocidade dos objetos
 - Disparidade vertical

Índices de profundidade

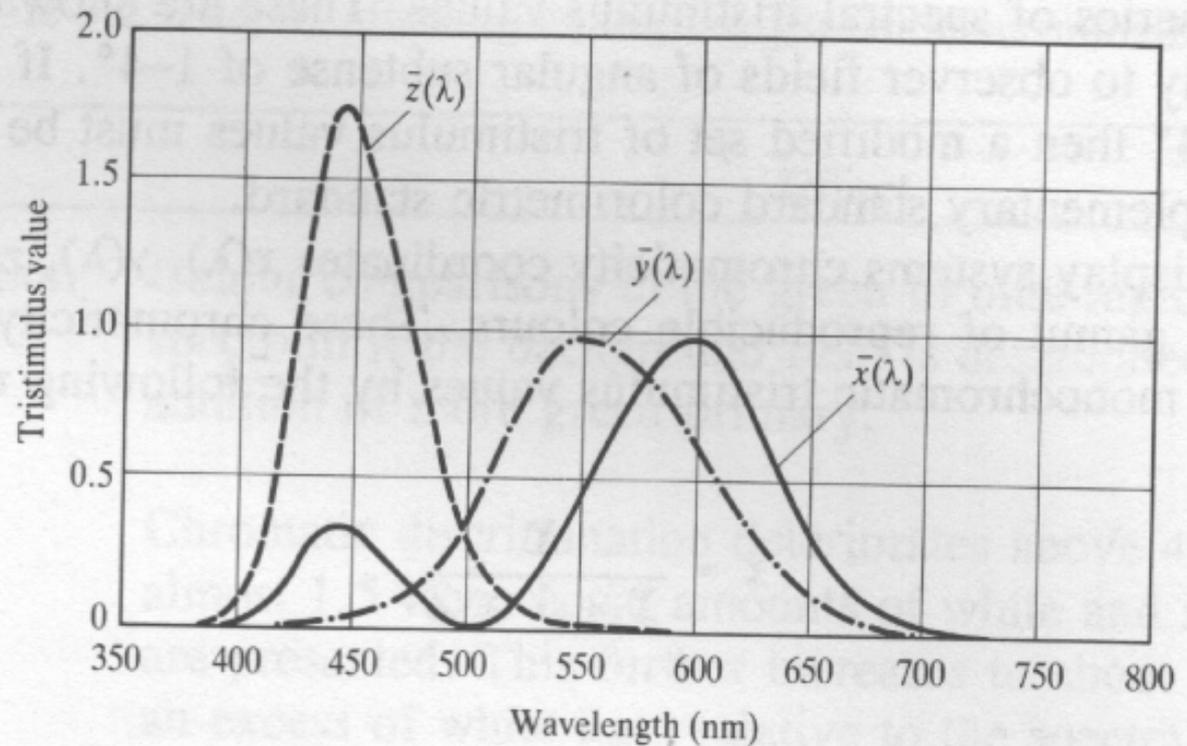
- Disparidade binocular
- Oclusão
- Projeção perspectiva
- Paralaxe de movimento
- Convergência dos olhos
- Foco
- Neblina
- Sombras e Iluminação
- Contorno

Movimento

- Paralaxe
 - Melhor índice monocular de profundidade
 - A partir de 500m a estereopse é falha
- Resolução temporal
 - A retina integra o sinal de entrada por um curto período (em média alguns décimos de segundo para decair uma sensação)

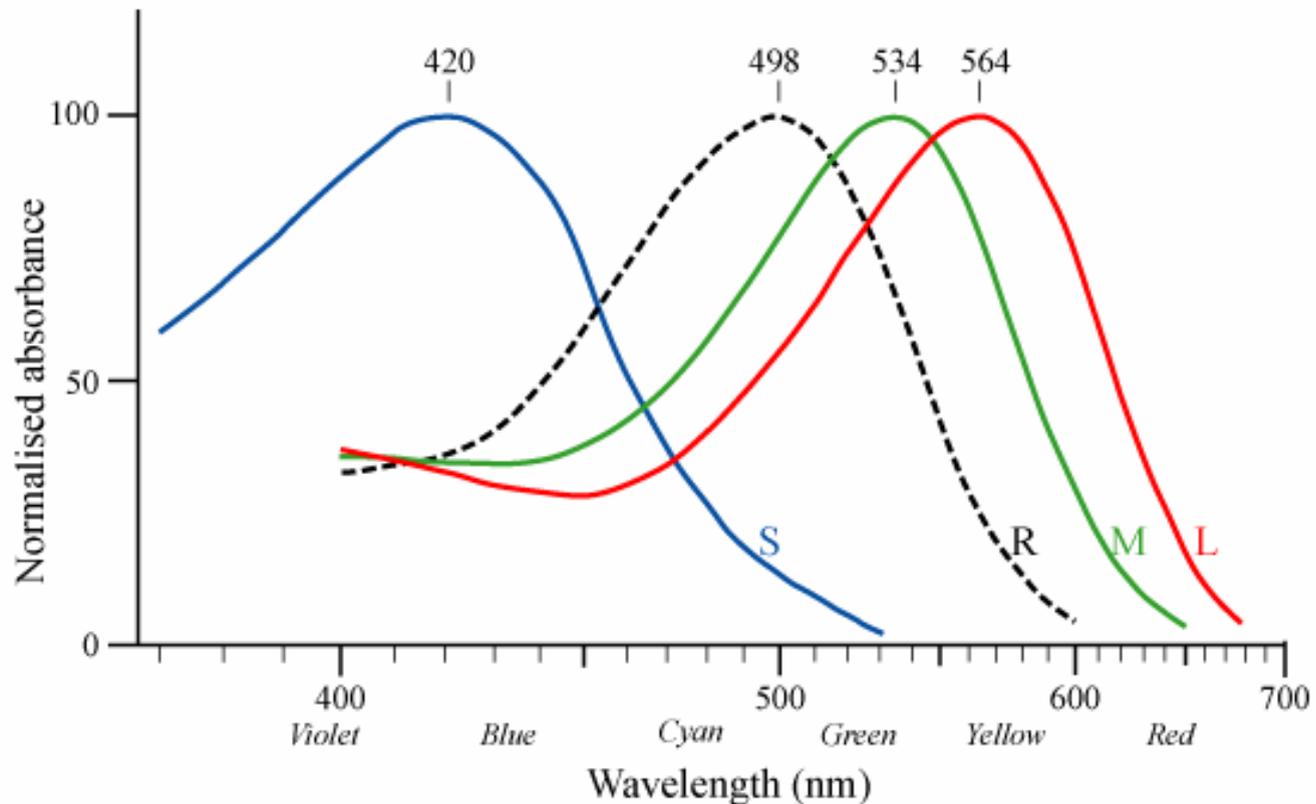
Percepção Cromática

- Tricromacia



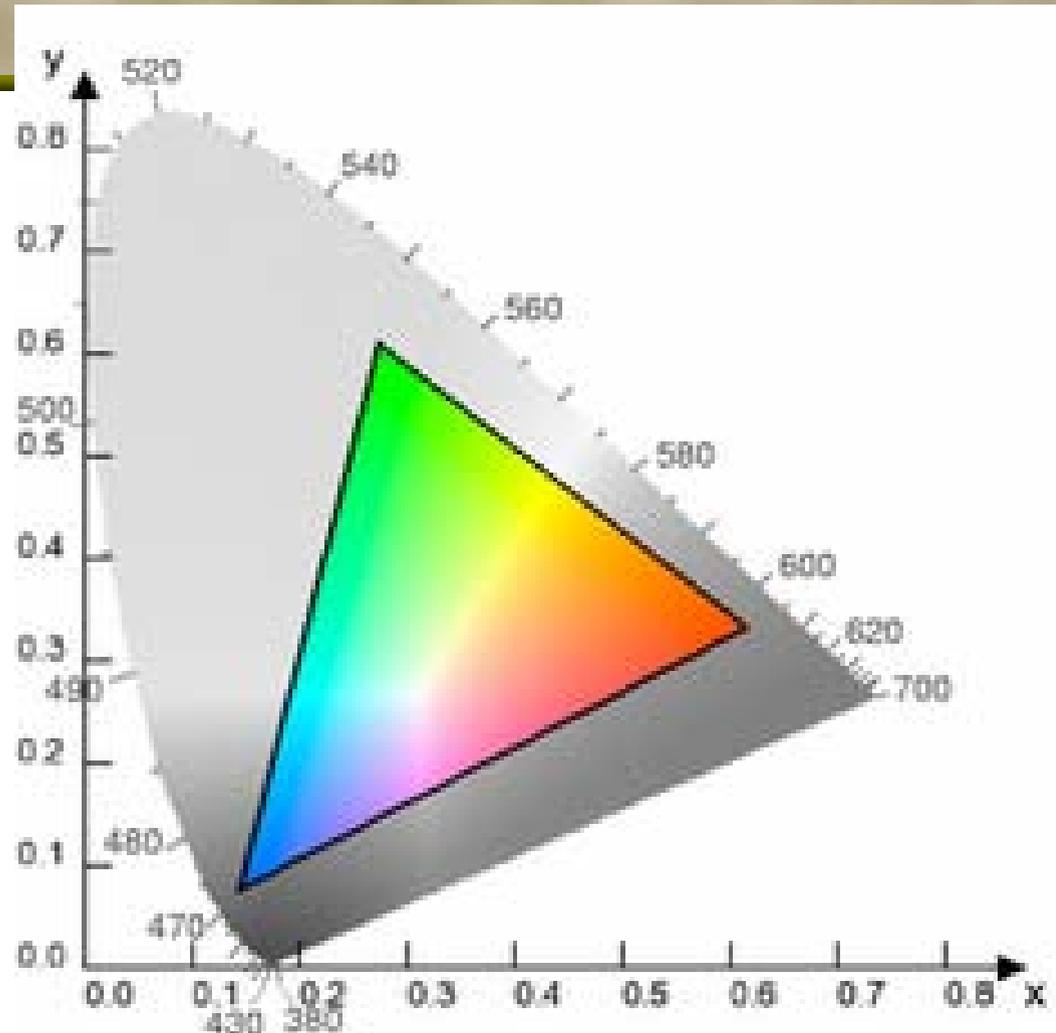
Percepção Cromática

- Tricromacia



Percepção Cromática

- Gamut



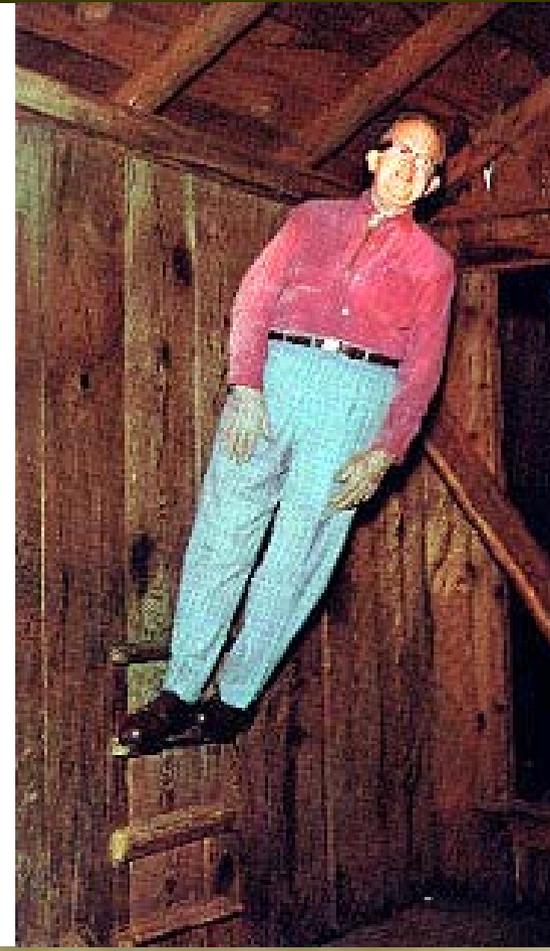
Teoria Gestalt de Percepção

- Percepção é global e baseada em padrões e regras
- Princípios:
 - Totalidade
 - Isomorfismo (experiência consciente e atividade cerebral)
- Regras:
 - Lei do fechamento (a mente completa o que falta)
 - Lei da Similaridade (a mente agrupa o que for semelhante)
 - Lei da Proximidade (a mente agrupa o que estiver próximo)
 - Lei da Simetria (mesmo distantes, objetos simétricos agrupam)
 - Lei da Continuidade (a mente continua um padrão mesmo que este termine)

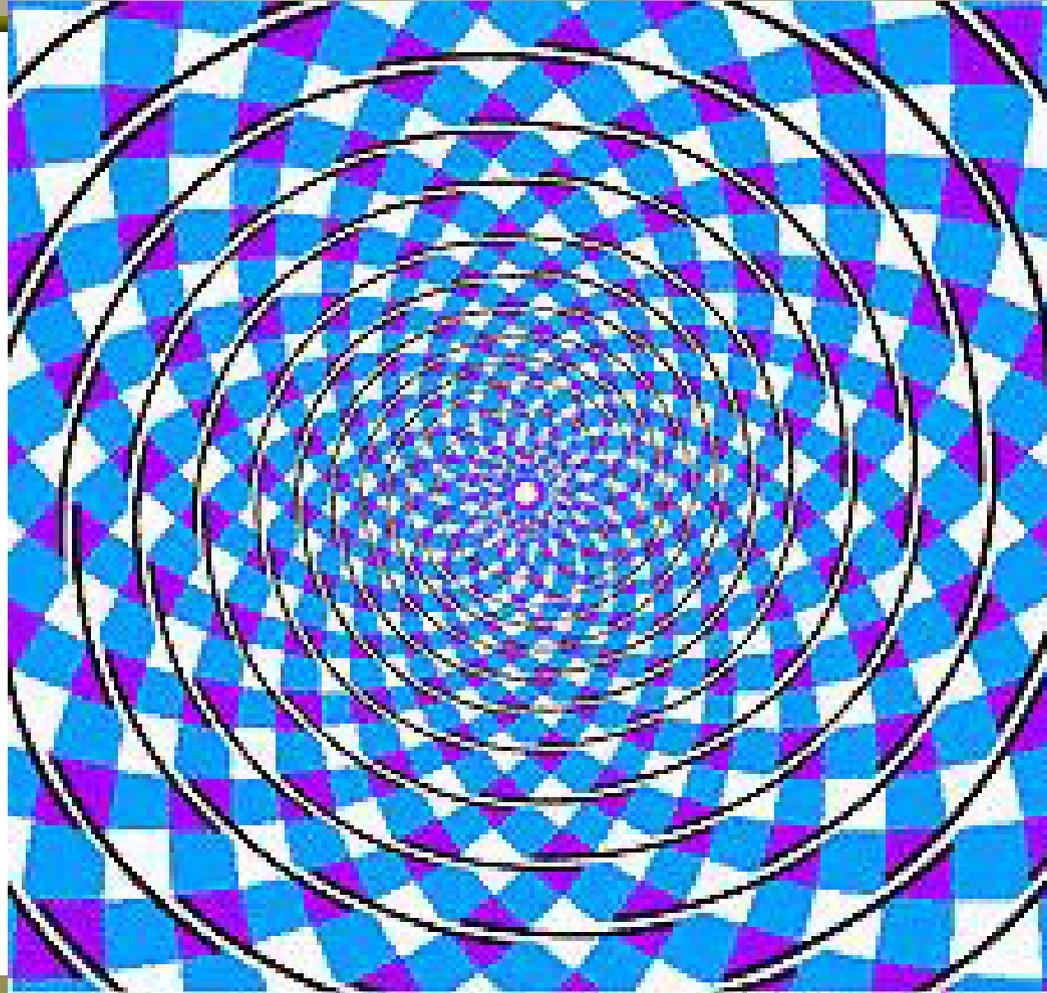
Ilusões

- Geométricas
- Cromáticas
- Cognitivas

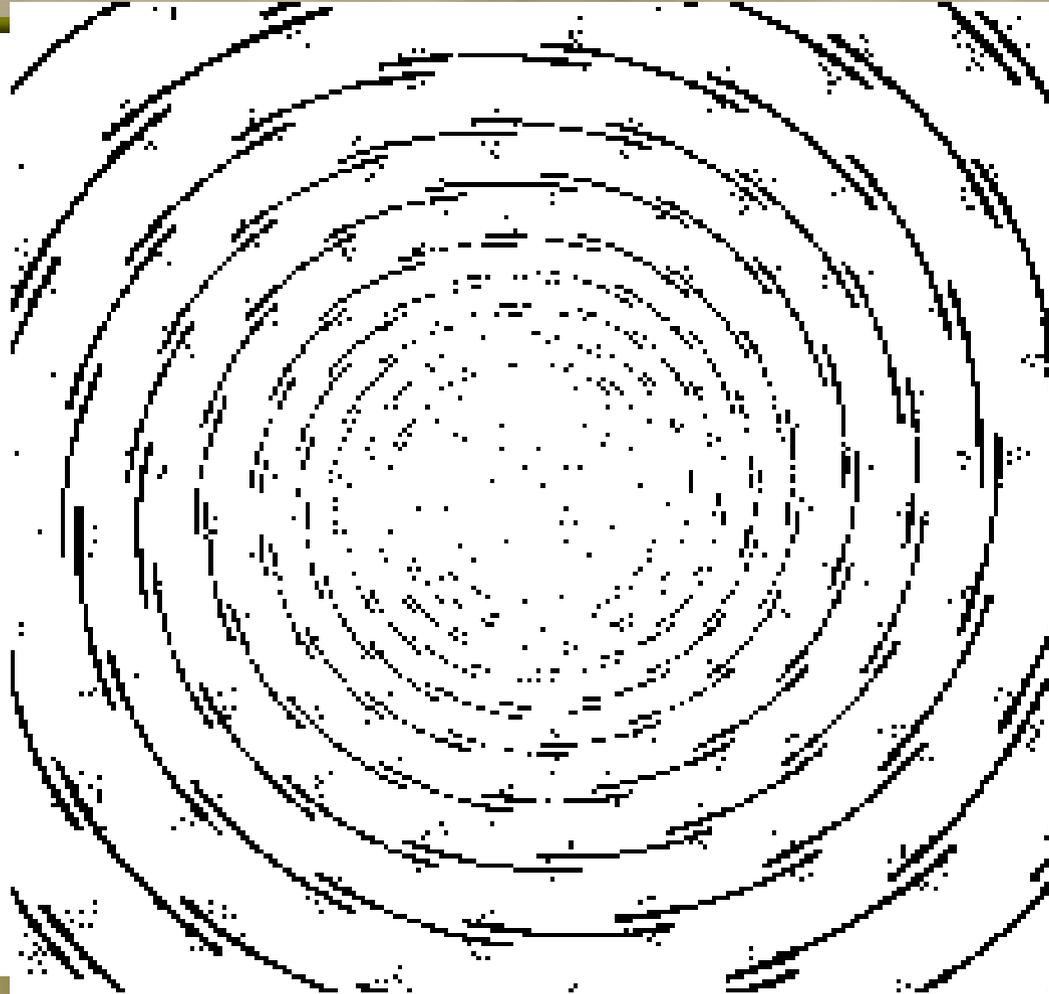
Ilusões



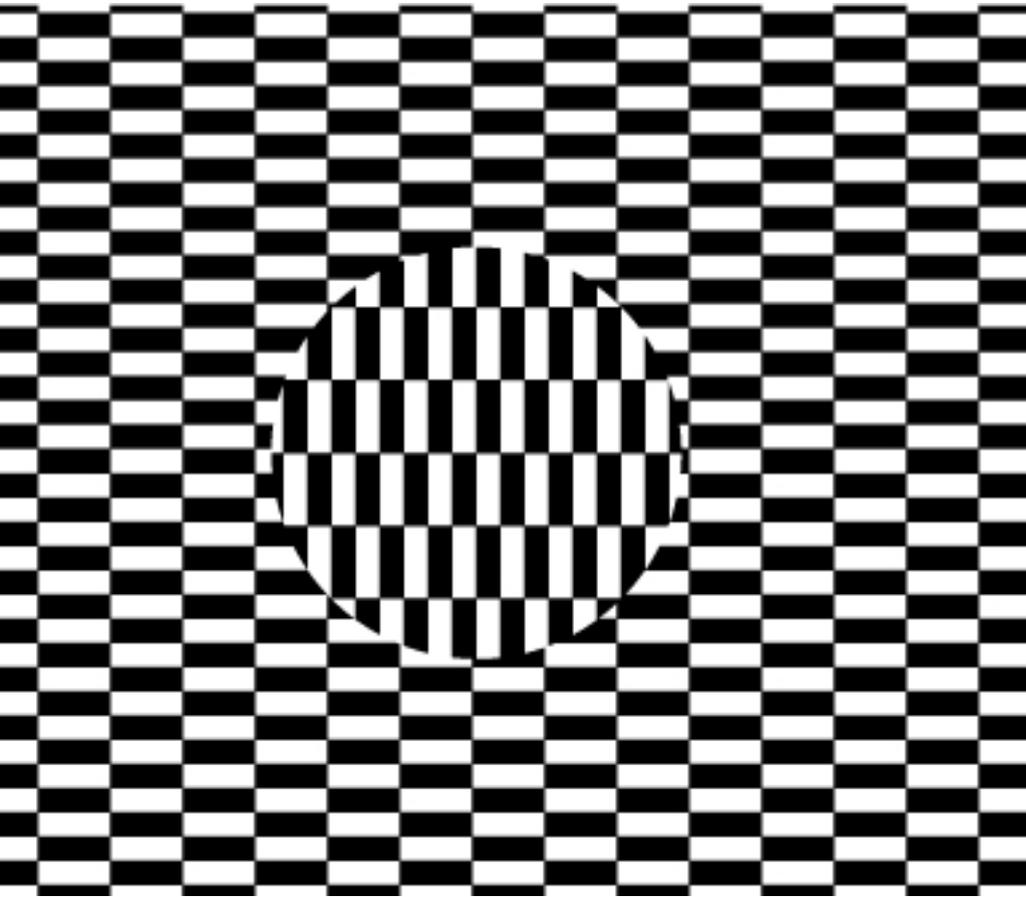
Ilusões



Ilusões



Ilusões



Este está mais longe

Este está mais perto

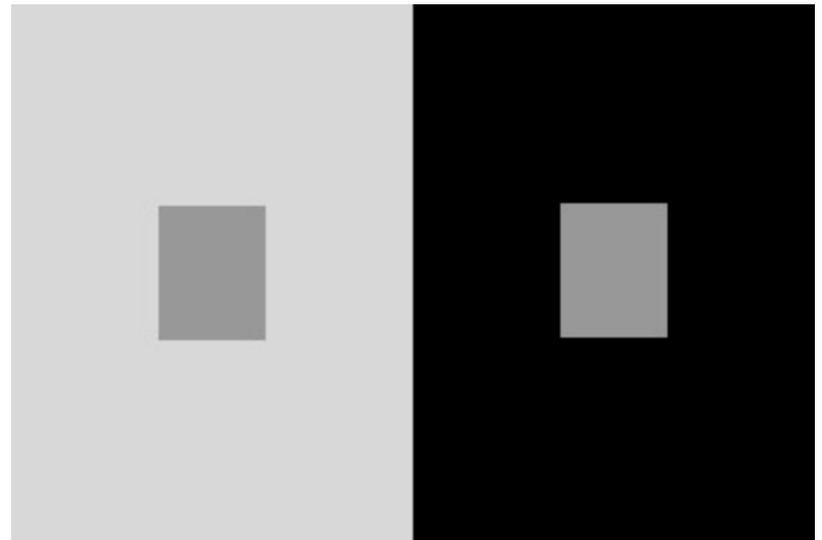
Este está mais longe

Este está mais perto

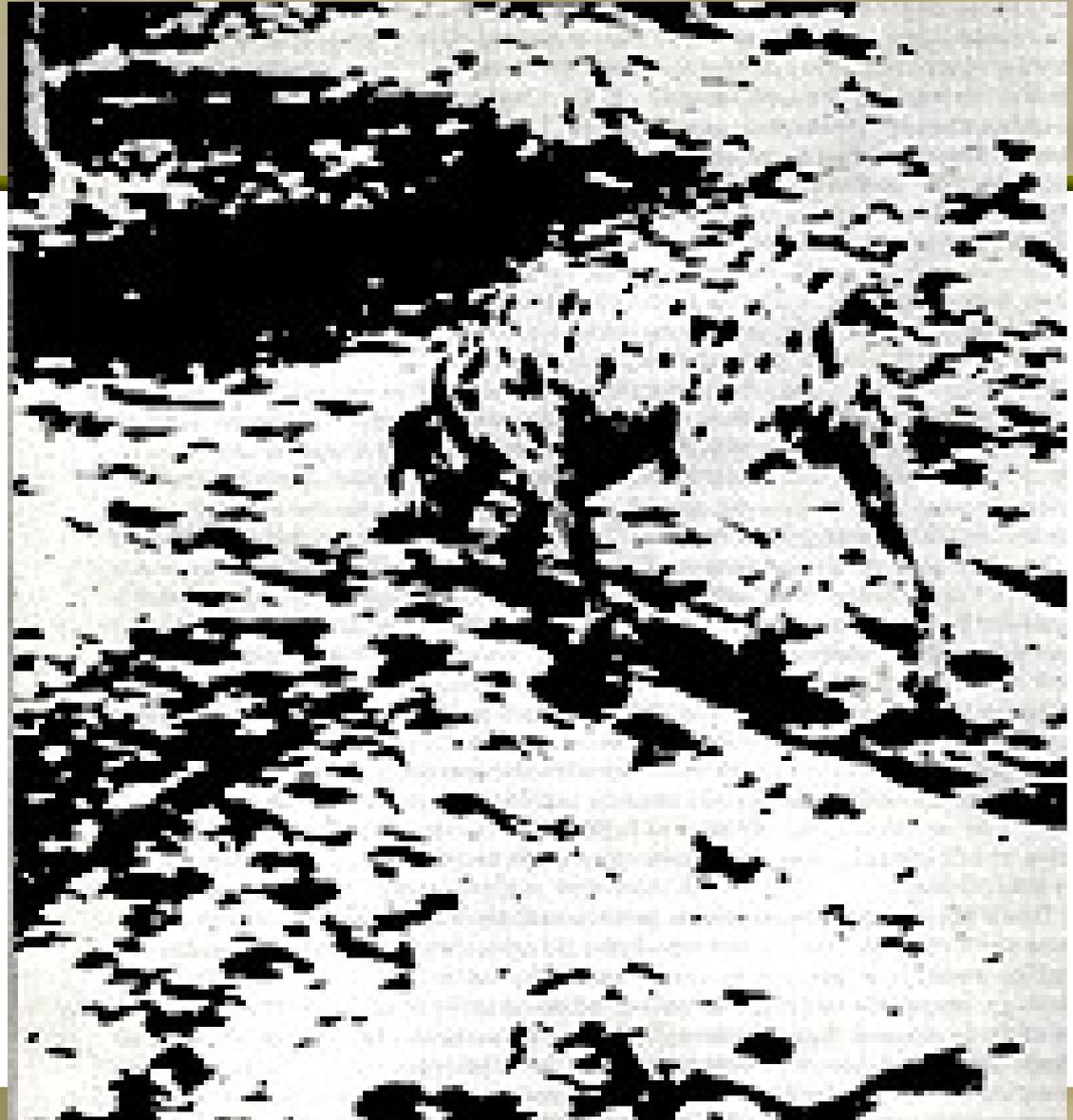
Este está mais longe

Este está mais perto

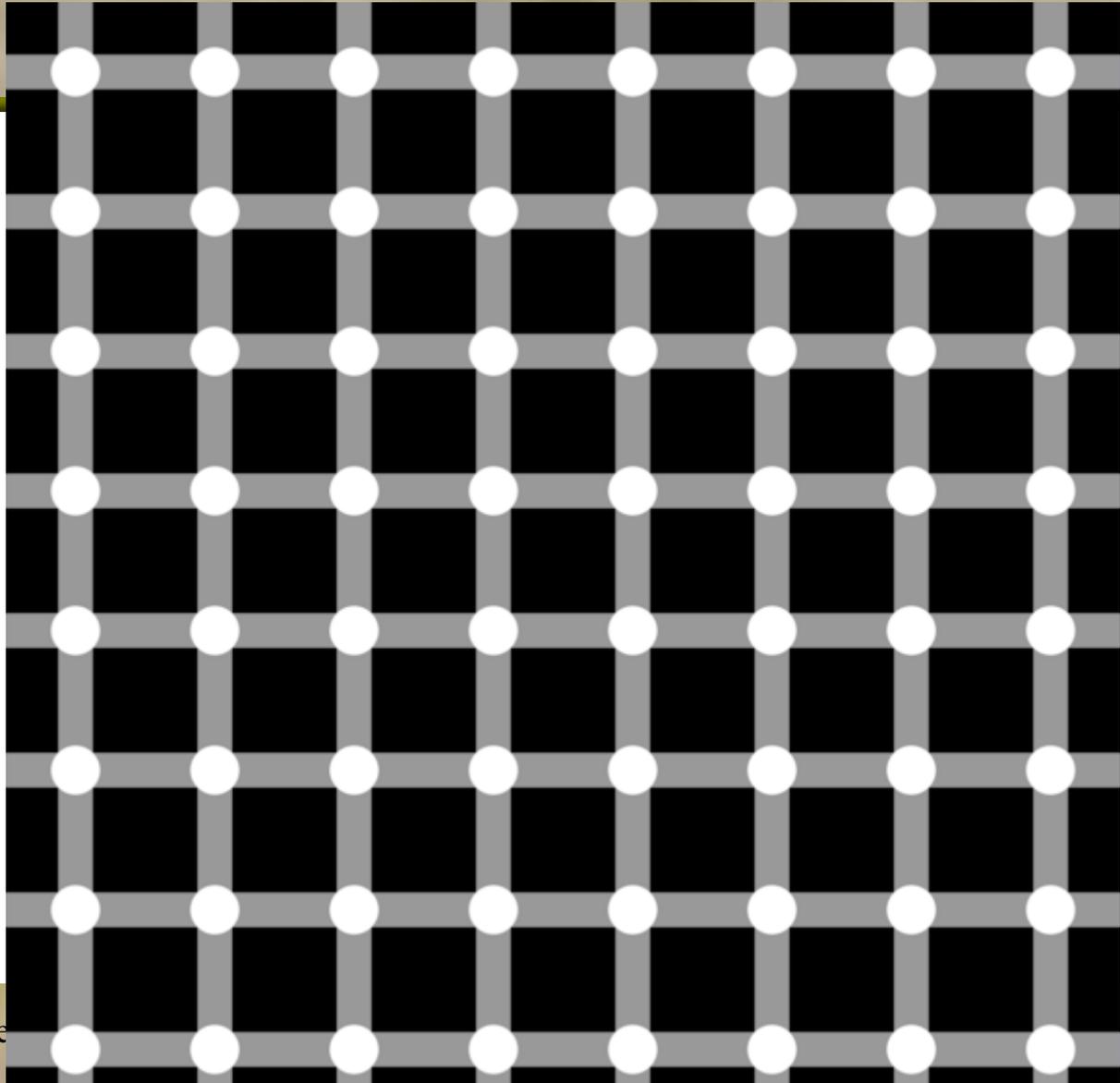
Ilusões



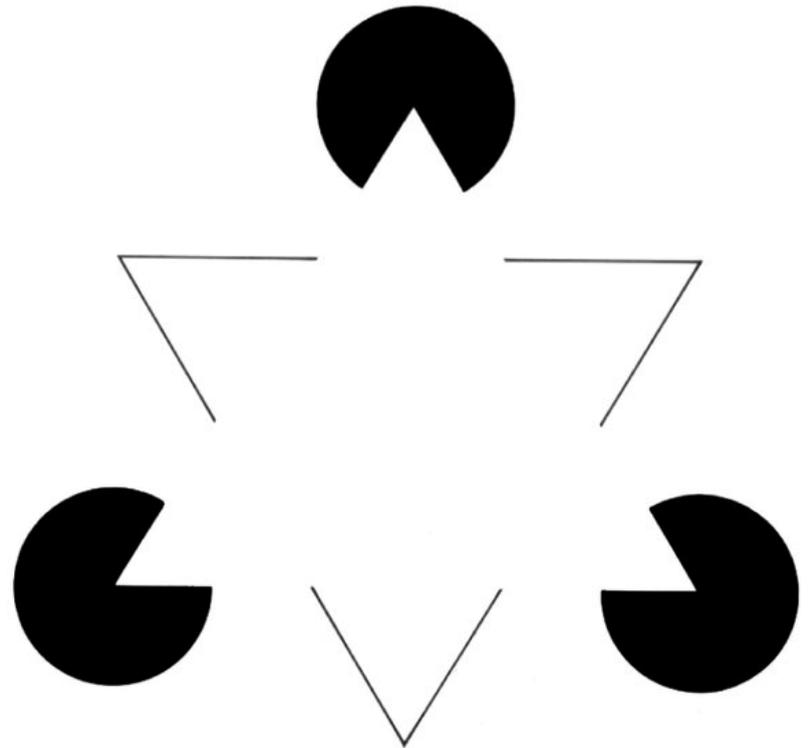
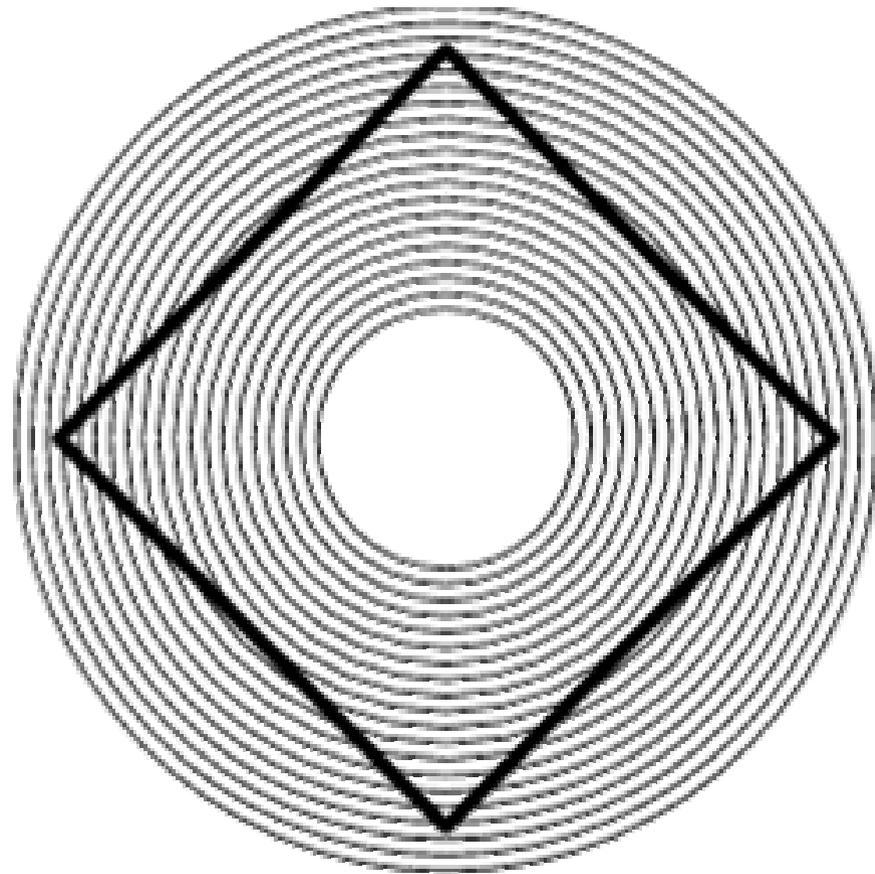
Ilusões



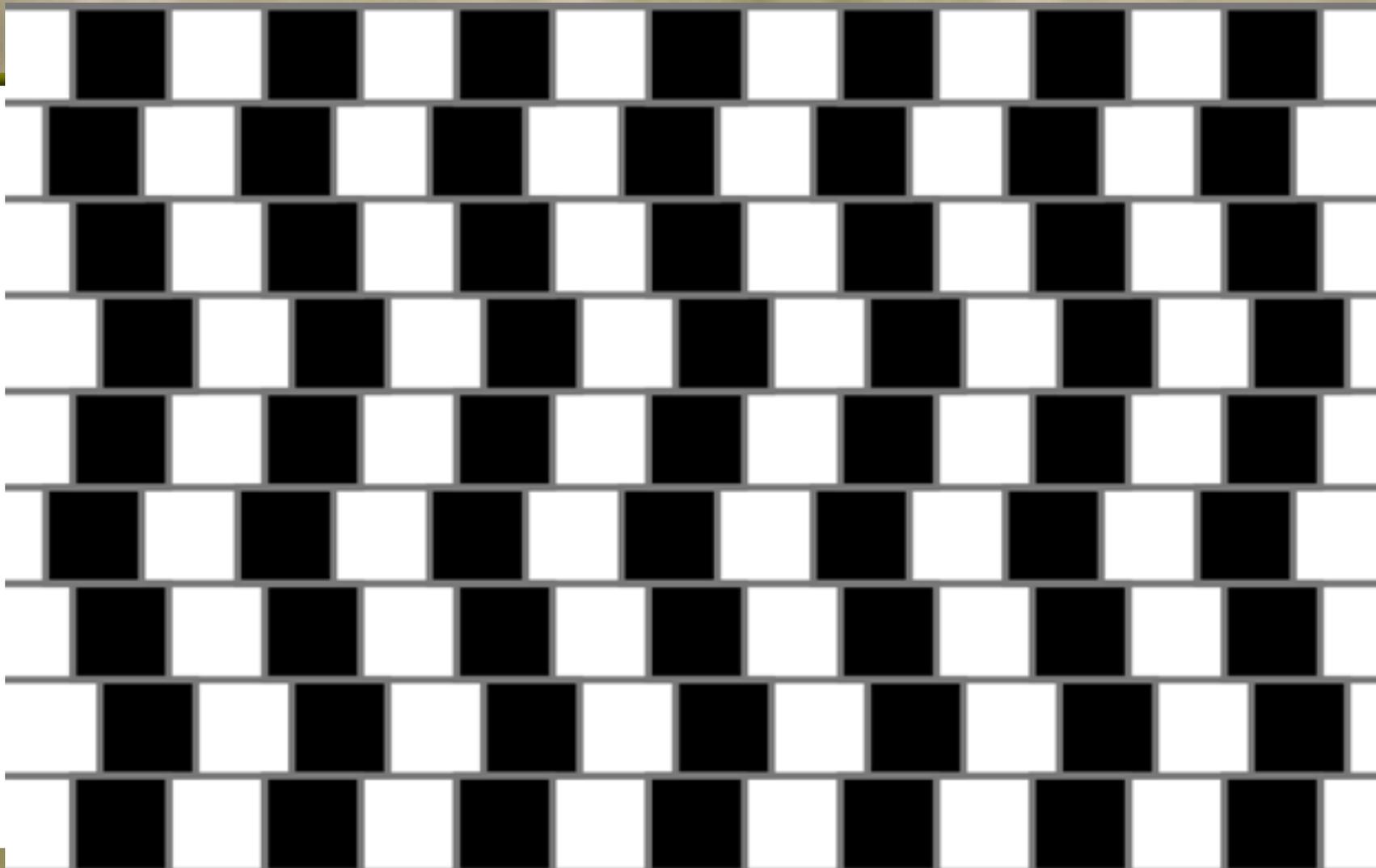
Ilusões



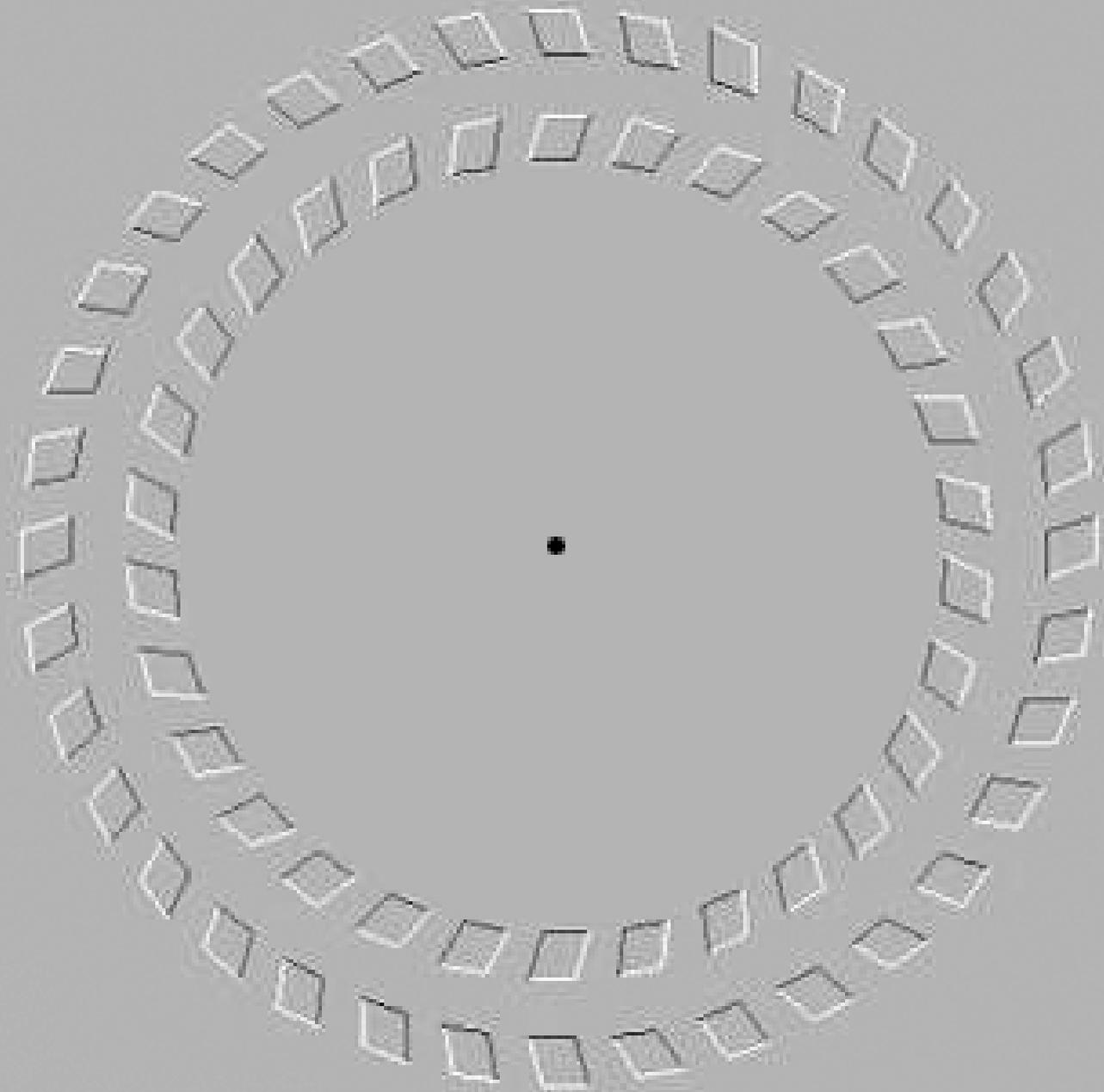
Ilusões



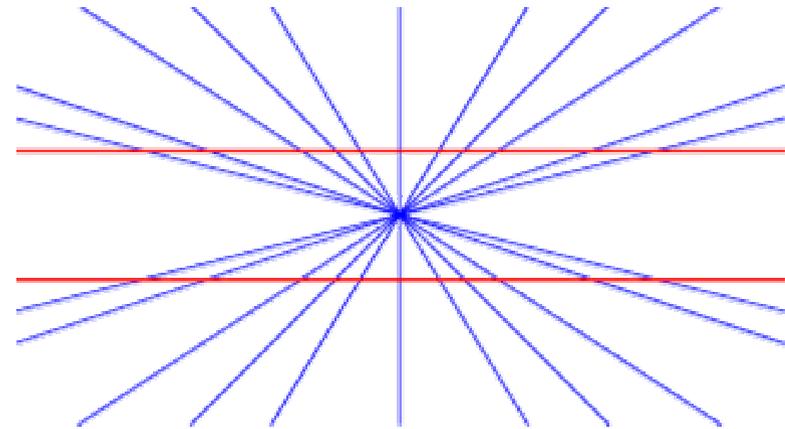
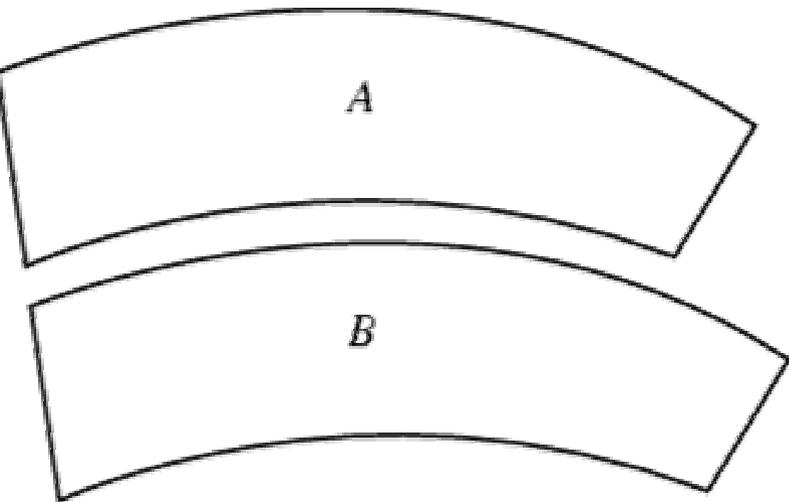
Ilusões



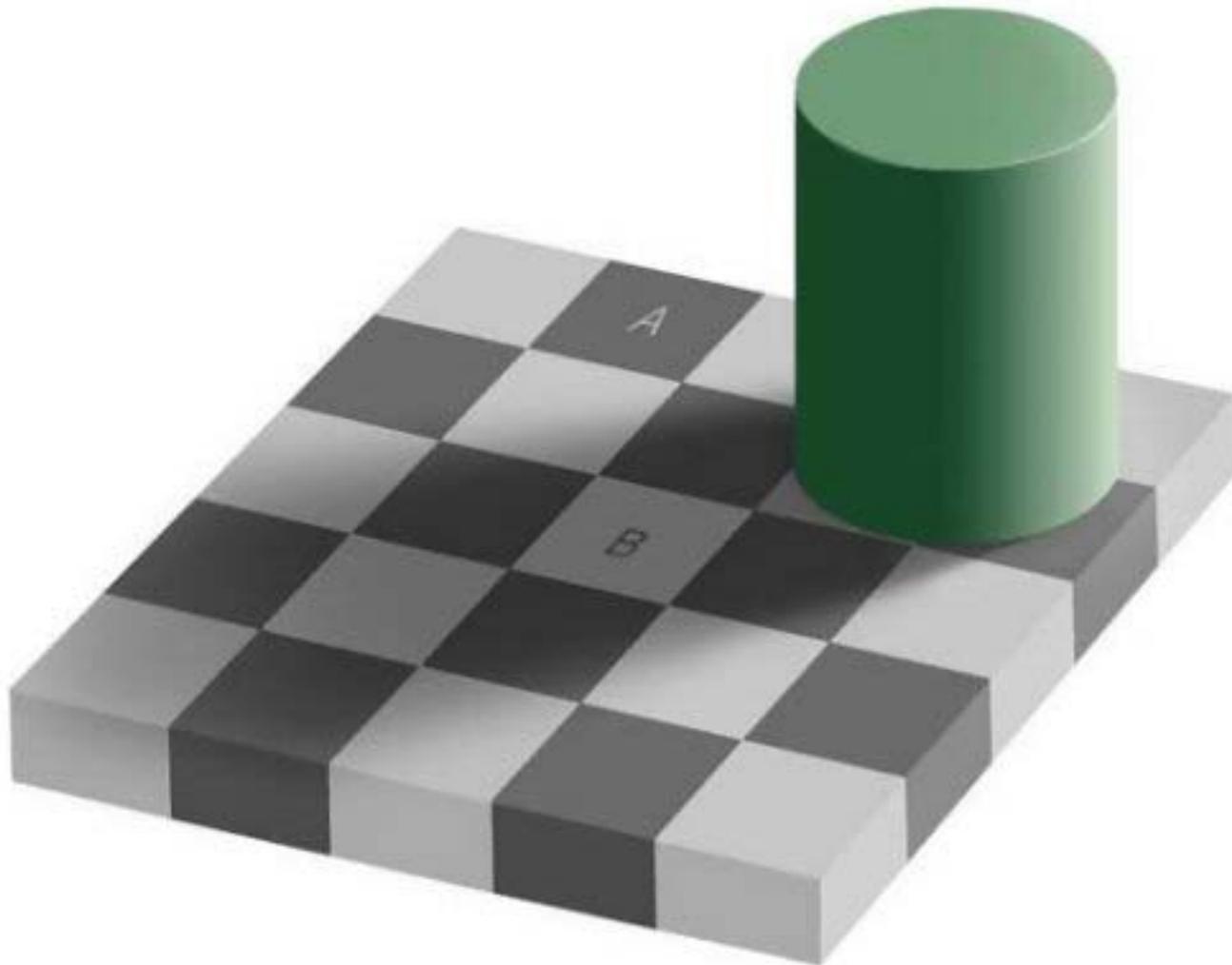
Ilusões



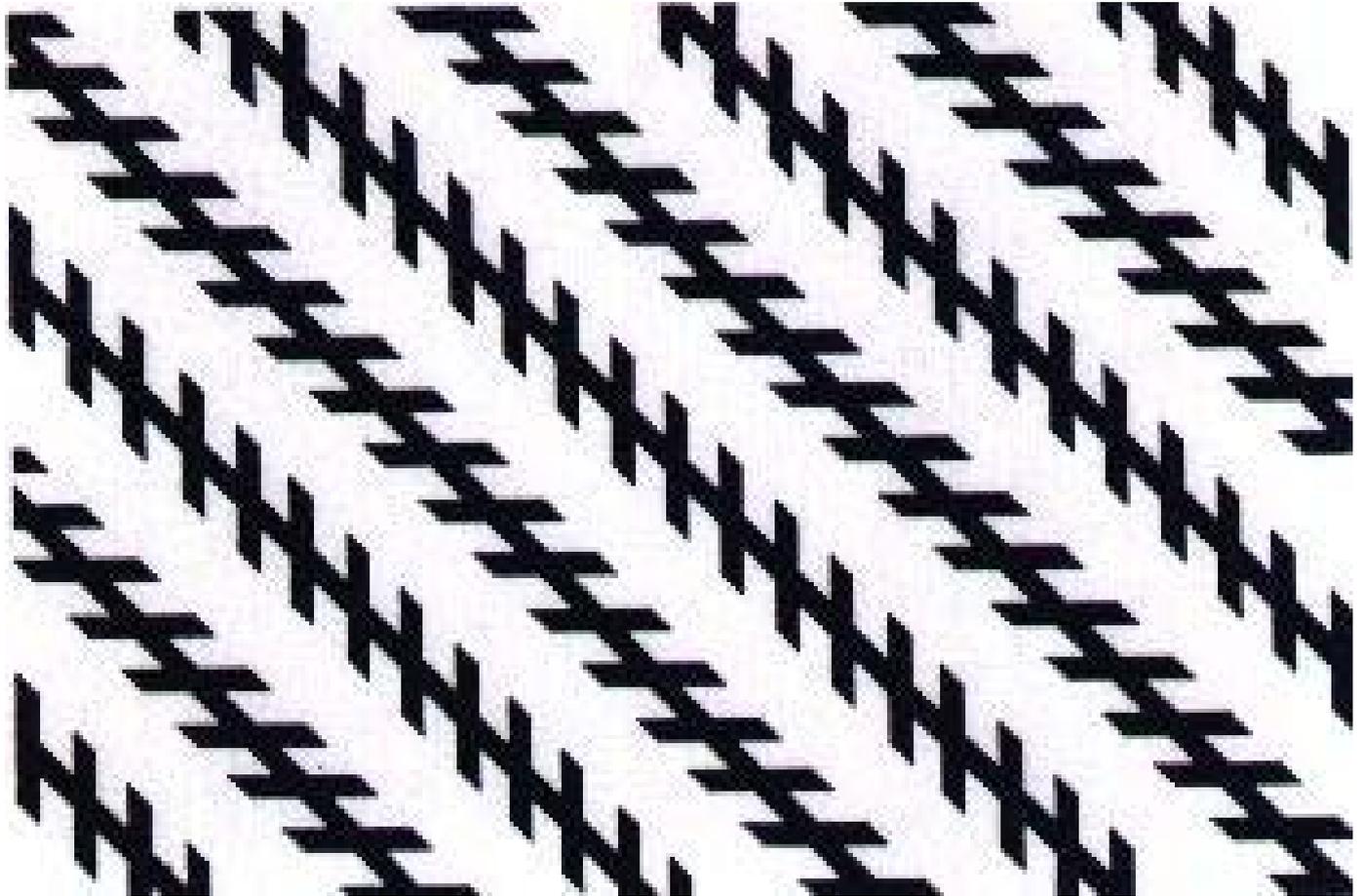
Ilusões



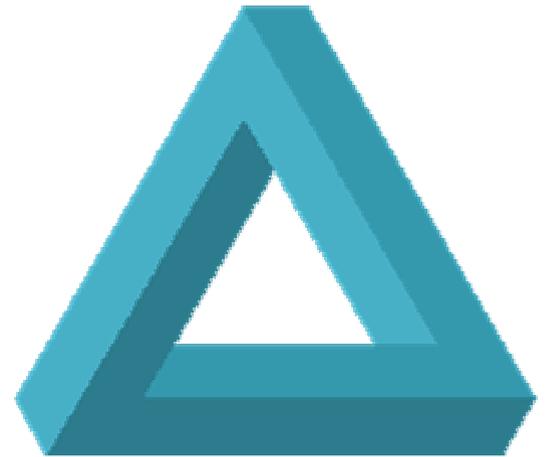
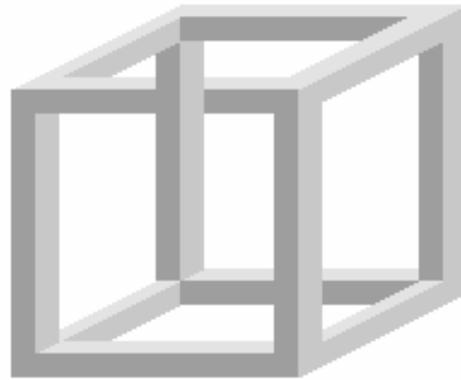
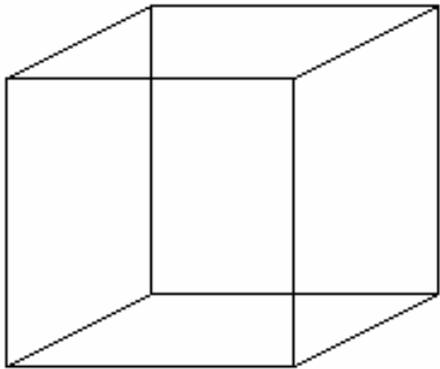
Ilusões



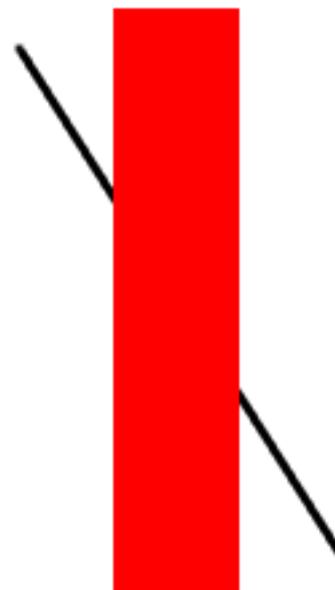
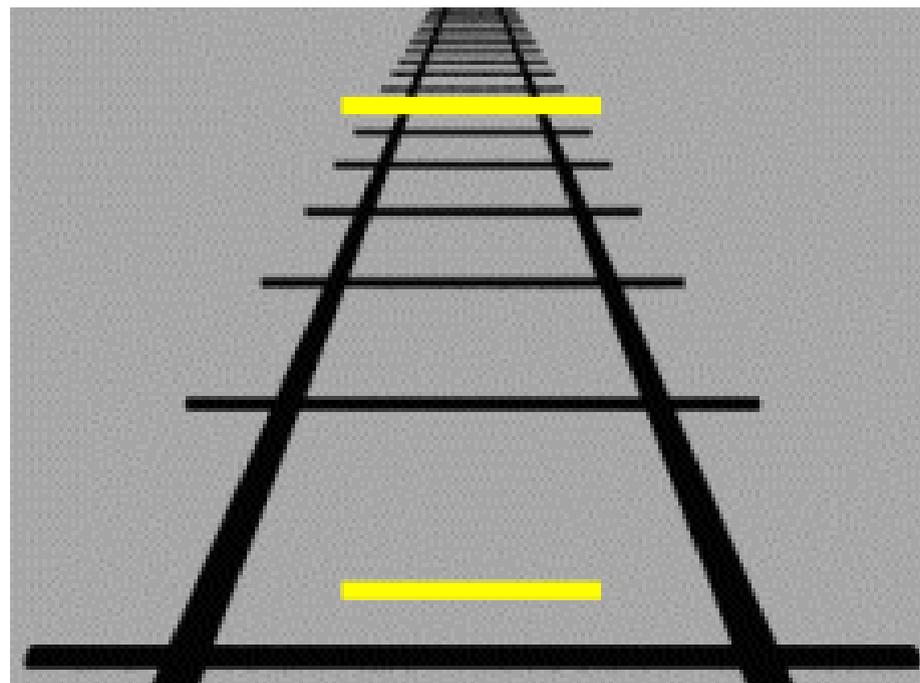
Ilusões



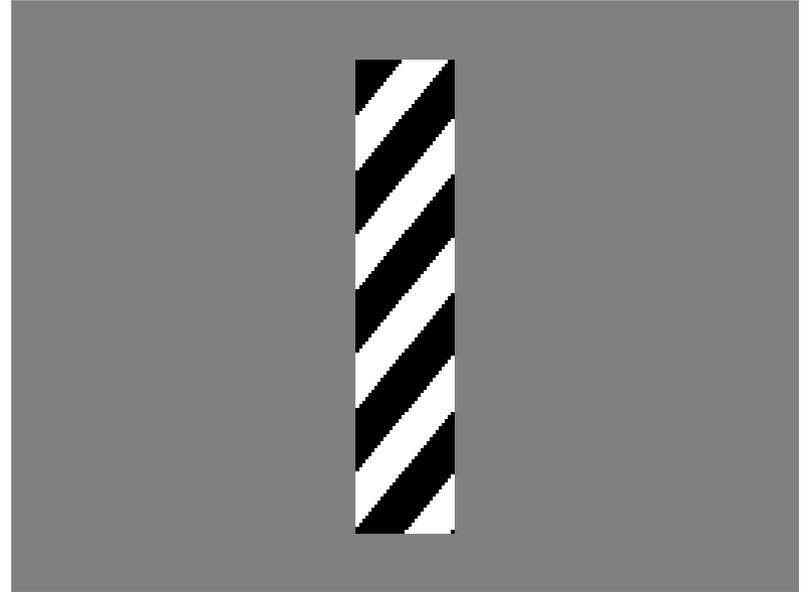
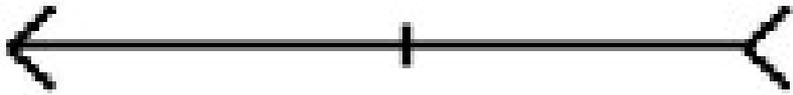
Ilusões



Ilusões



Ilusões



Ilusões

