

FCT/Unesp – Presidente Prudente
Departamento de Matemática e Computação

Percepção Humana

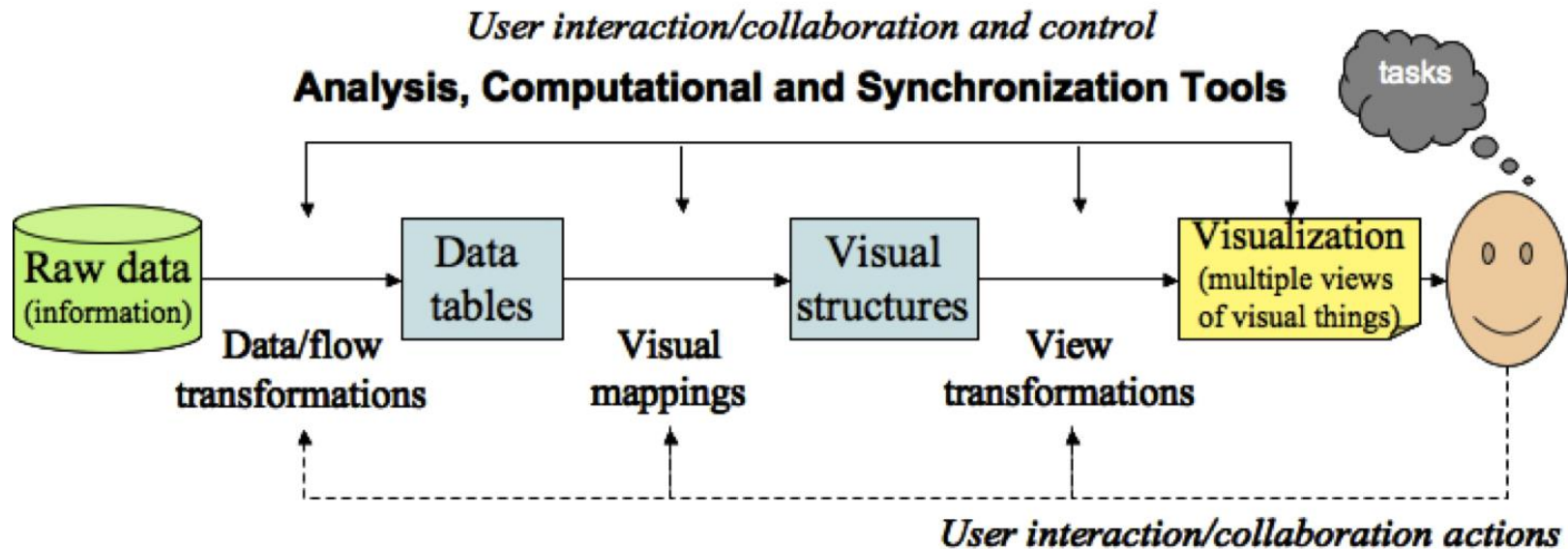
Prof. Danilo Medeiros Eler
danilo.eler@unesp.br

Sumário

- Introdução
- Percepção
- Fisiologia
- Processamento Perceptual
- Métricas

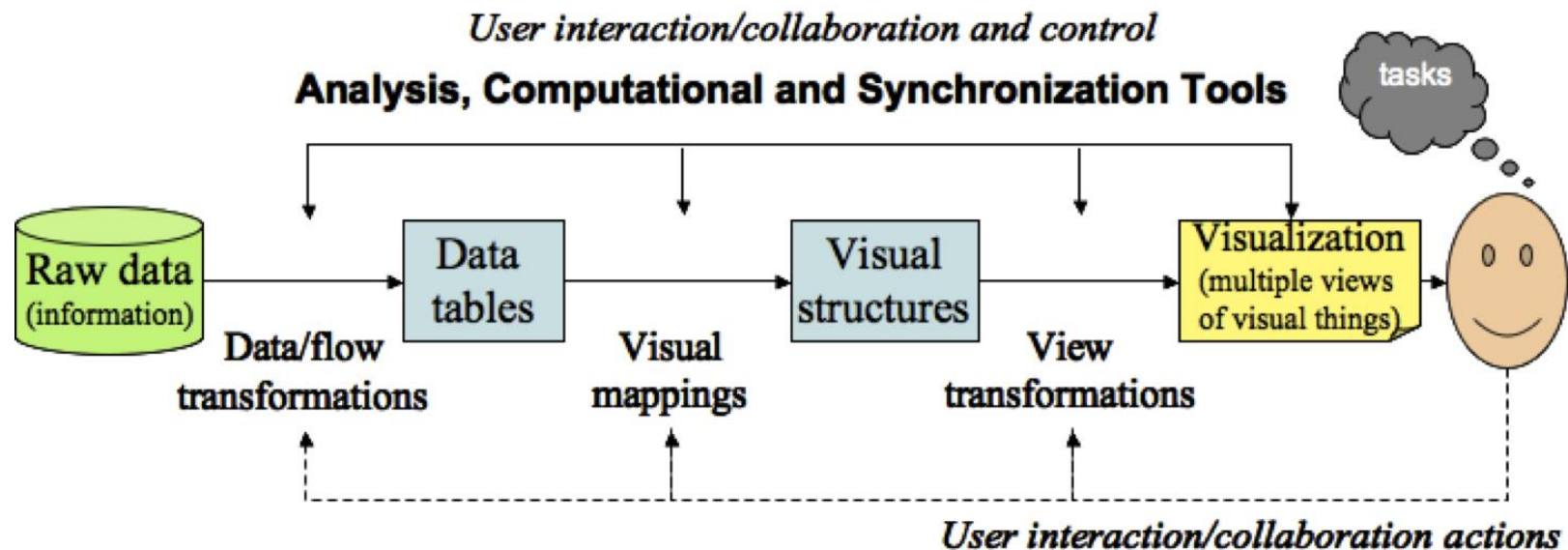
Introdução

- Como os dados apresentados nas visualizações são percebidos pelos usuários?



Introdução

- Como podemos garantir que os dados apresentados são compreendidos?

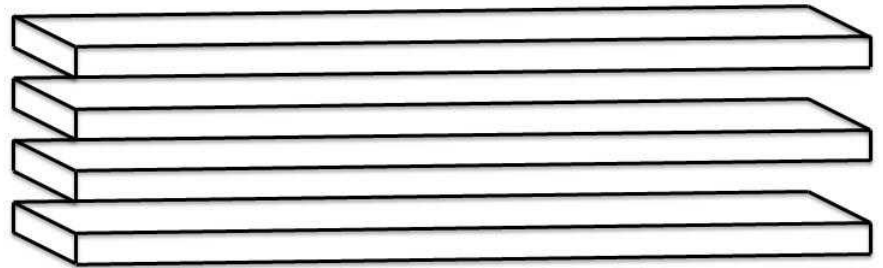
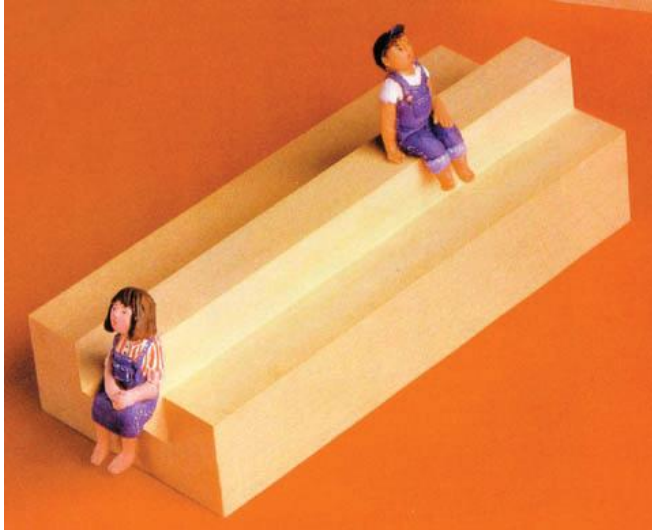


O que é percepção?

- De modo geral, podemos definir percepção como
 - O processo de reconhecer, organizar e interpretar informações sensoriais
 - É o processo pelo qual interpretamos o mundo ao nosso redor, formando representações mentais do ambiente
- A percepção lida com os sentidos humanos que geram sinais a partir do ambiente

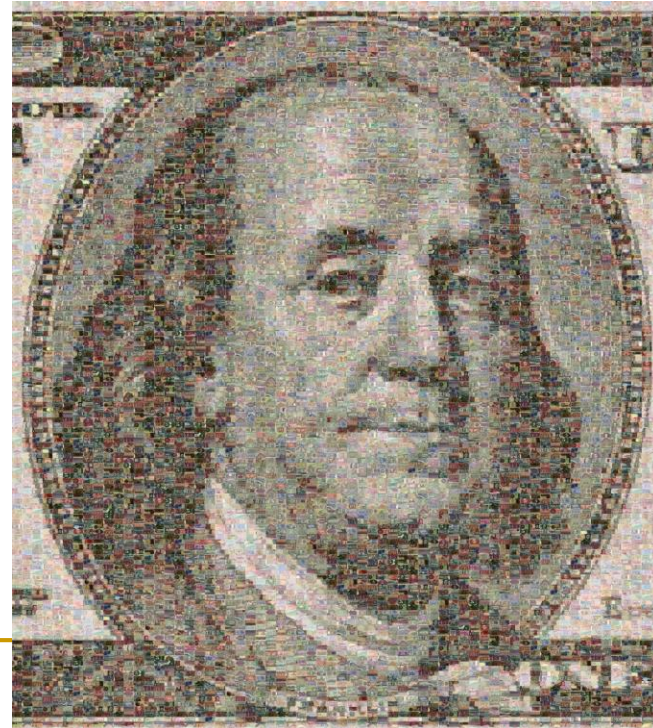
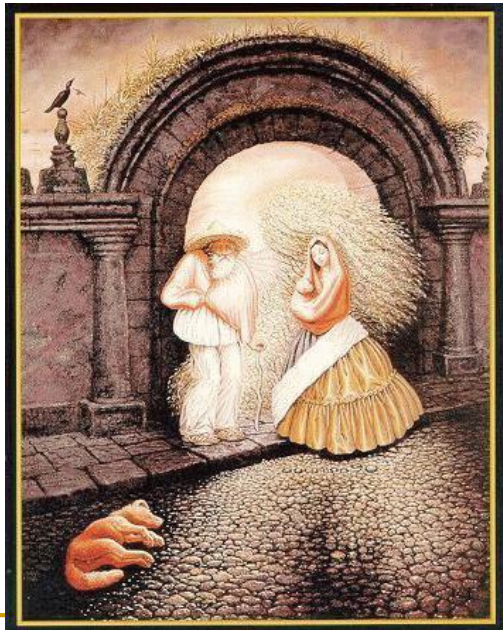
Percepção

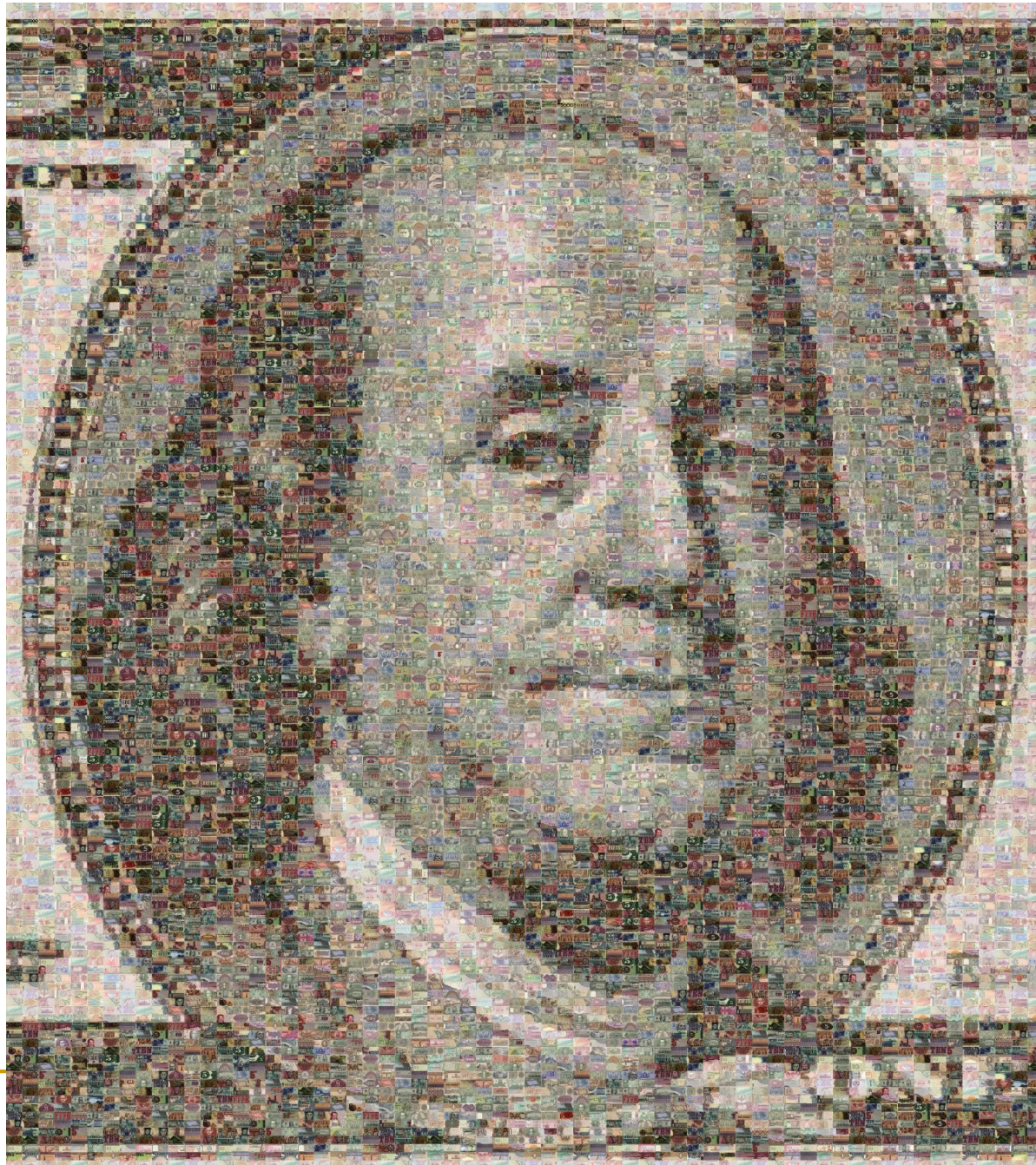
- Representações visuais de objetos são frequentemente mal interpretadas
 - Porque elas não correspondem com nosso sistema perceptual ou elas foram preparadas para isso
 - Por exemplo, as ilusões



Percepção

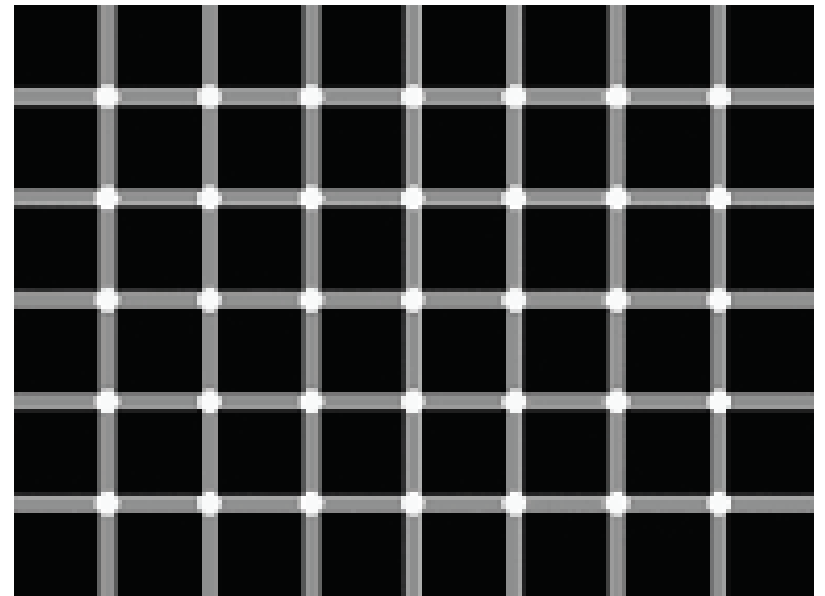
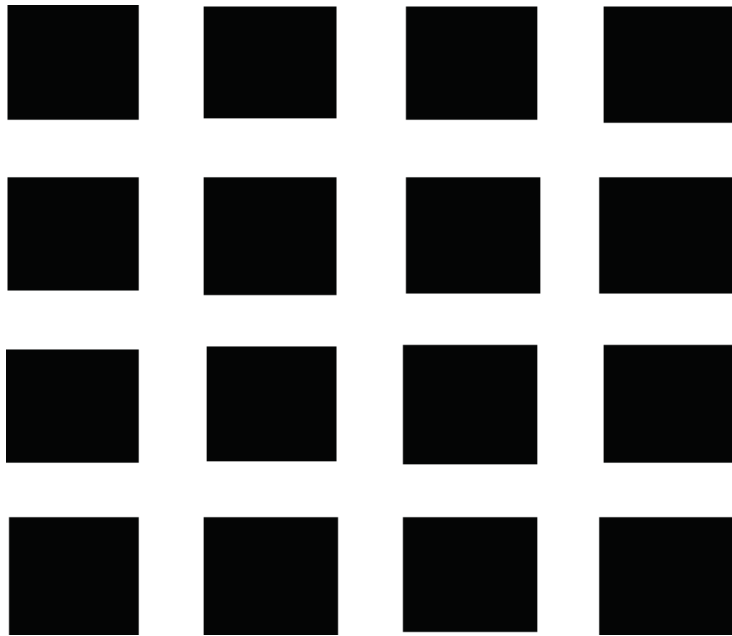
- A ambiguidade presente em algumas imagens podem ser facilmente percebidas, mas em alguns casos não
 - Em uma primeira olhada a imagem apresenta um objeto principal, que é percebido mais facilmente do que os objetos secundários





Percepção

- As figuras abaixo revelam que nosso sistema não é estático e não está sob nosso controle total



Percepção

- Nosso sistema força a interpretação de objetos vistos
 - Por isso, as visualizações devem ser construídas de maneira não ambígua e sem criar artefatos

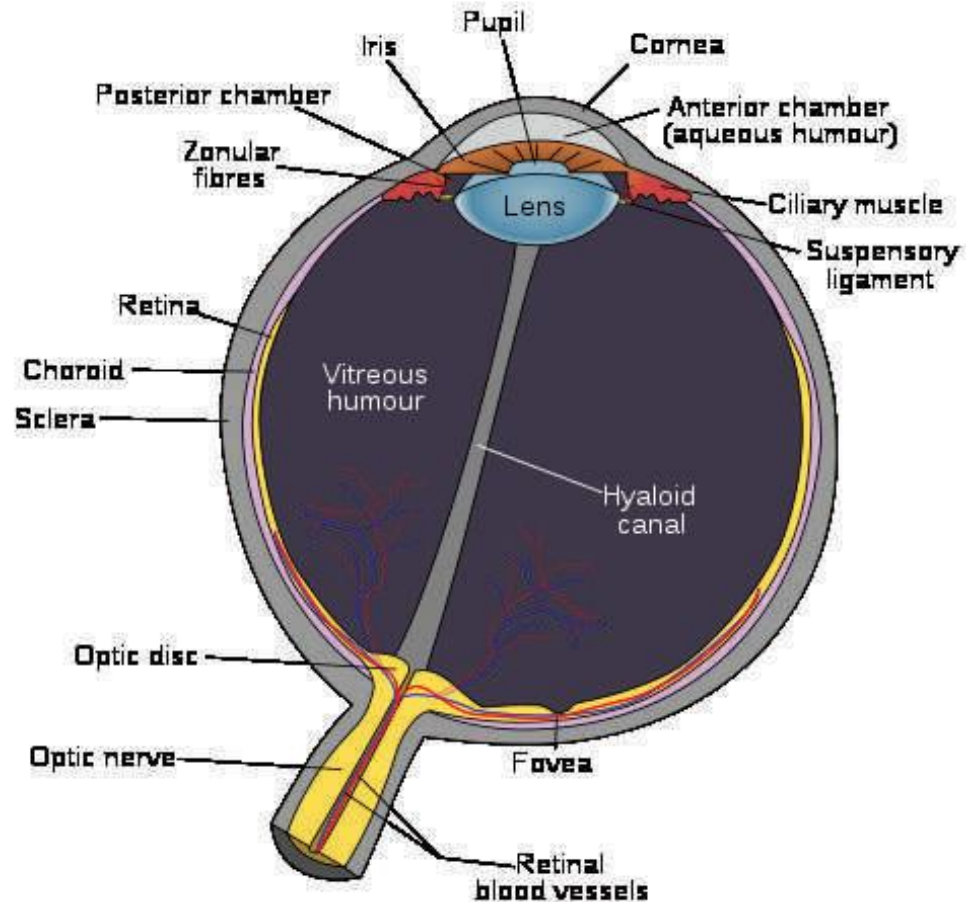


<http://www.ilusao.net/IlusaoDeOpticaLinhaRetas.html>

Fisiologia

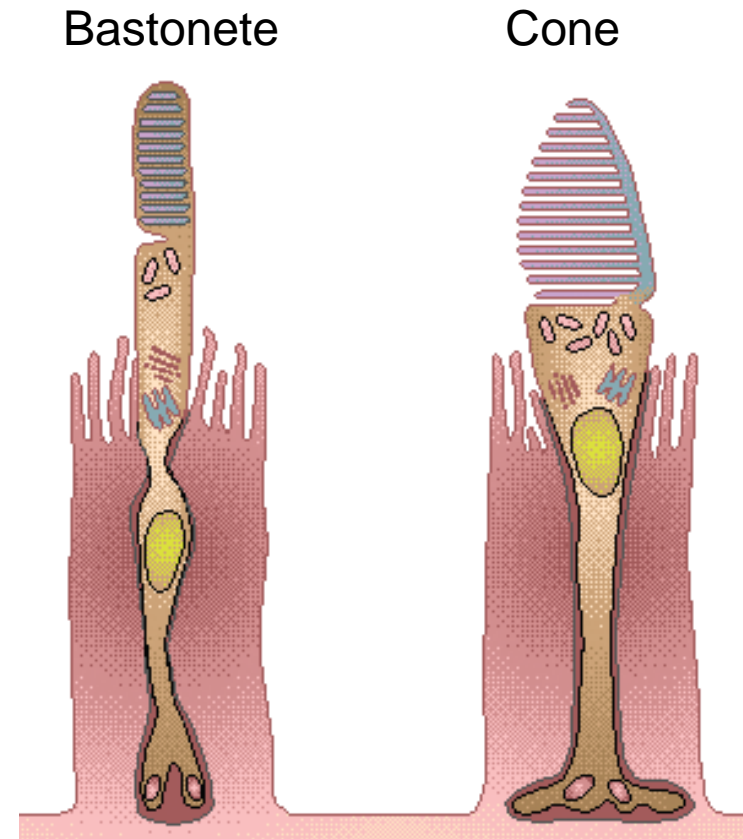
Anatomia do Sistema Visual

- A retina contém foto receptores responsáveis pela percepção do mundo externo
 - Bastonetes: percepção de intensidade
 - Cones: percepção de cores



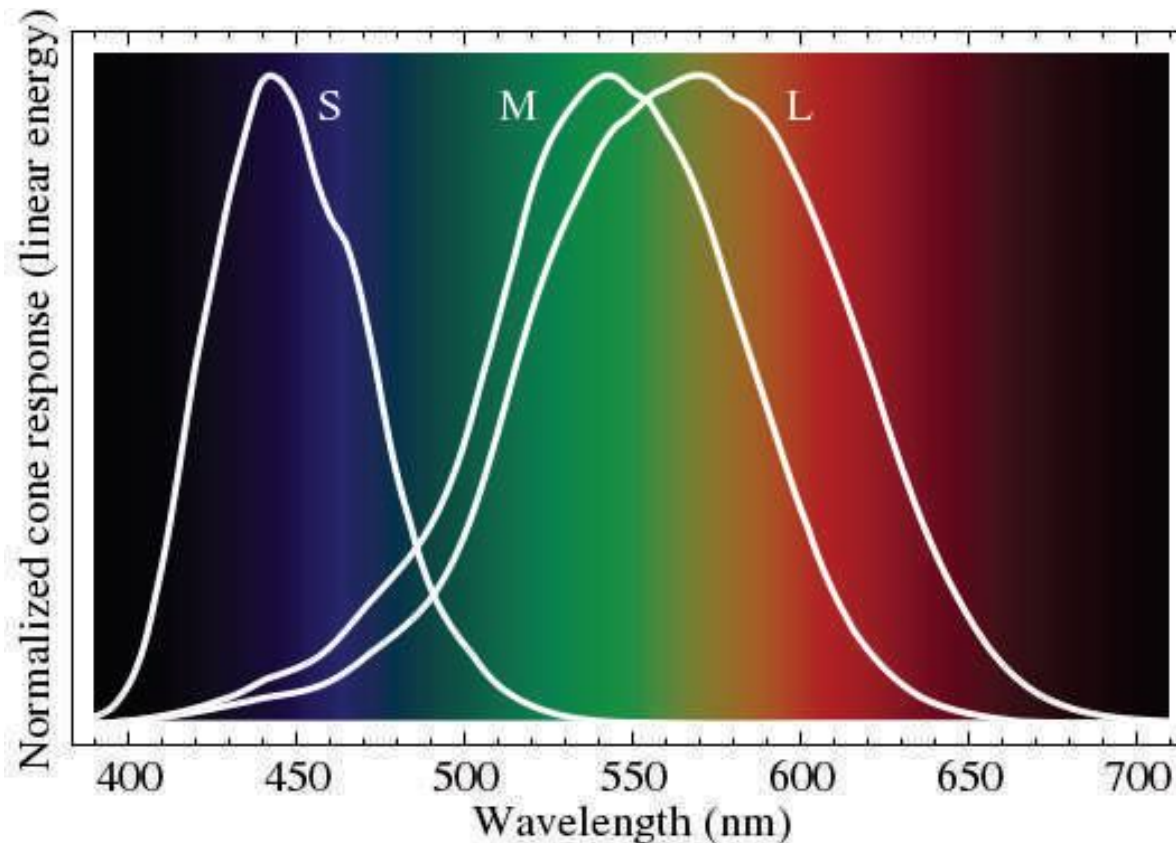
Anatomia do Sistema Visual

- A retina contém foto receptores responsáveis pela percepção do mundo externo
 - Bastonetes: percepção de intensidade
 - Cones: percepção de cores



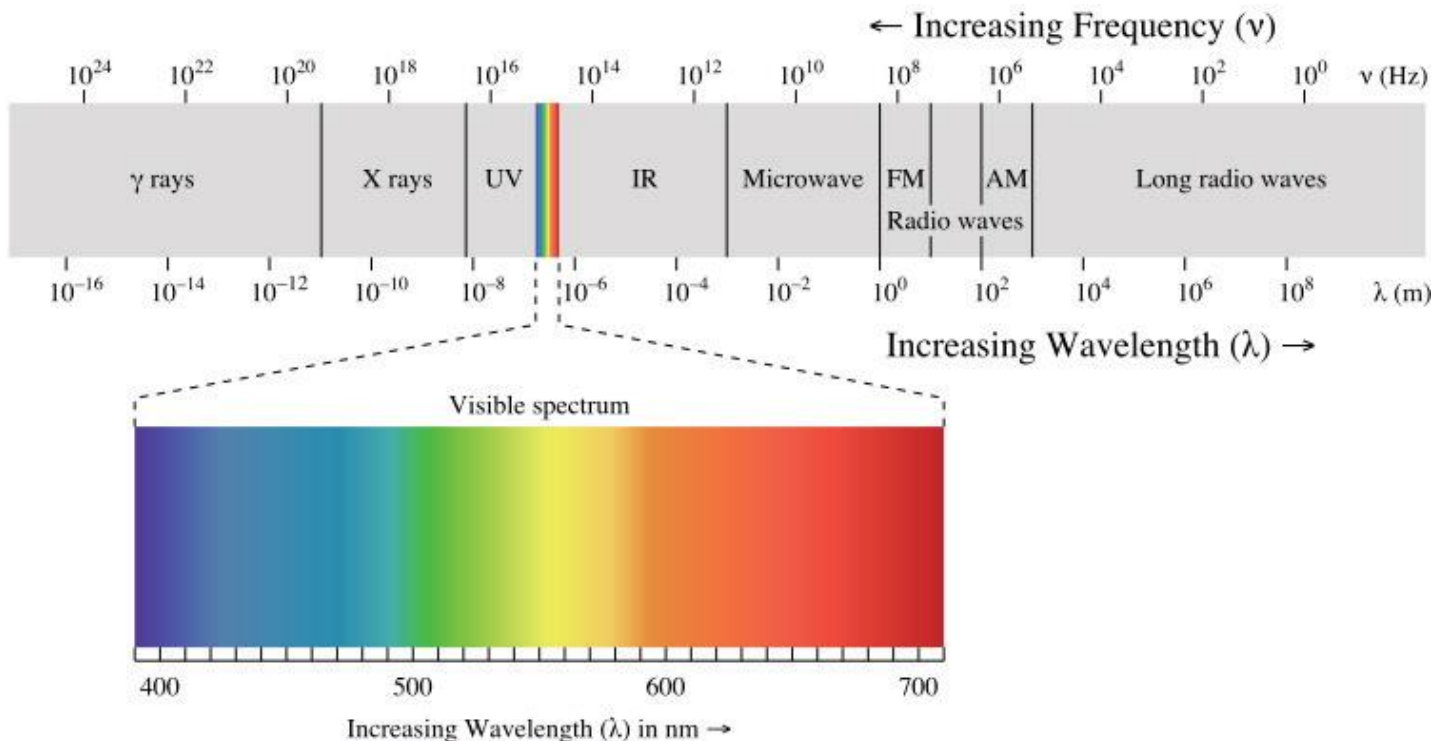
Anatomia do Sistema Visual

- Existem três tipos de cones, os quais percebem comprimentos de ondas curtos, médios e longos



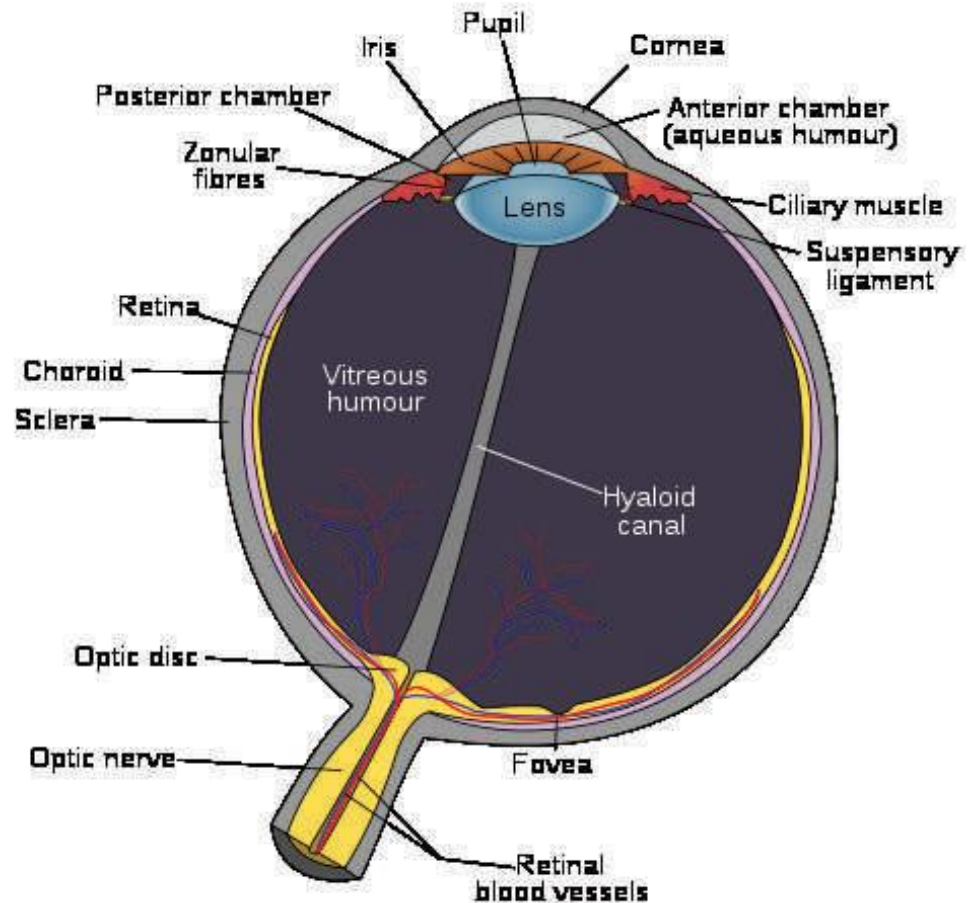
Espectro Visível

- Apenas uma pequena parte do espectro eletromagnético é percebido pelos olhos humanos



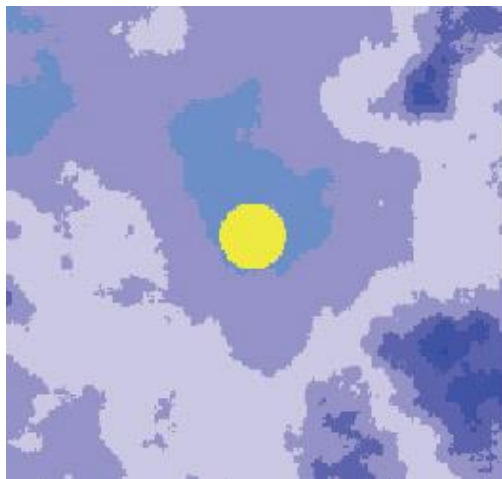
Anatomia do Sistema Visual

- Há um ponto cego onde o nervo óptico está localizado
 - Nesse ponto não há fotorreceptores



Anatomia do Sistema Visual

- Há um ponto cego onde o nervo óptico está localizado
 - Nesse ponto não há fotorreceptores

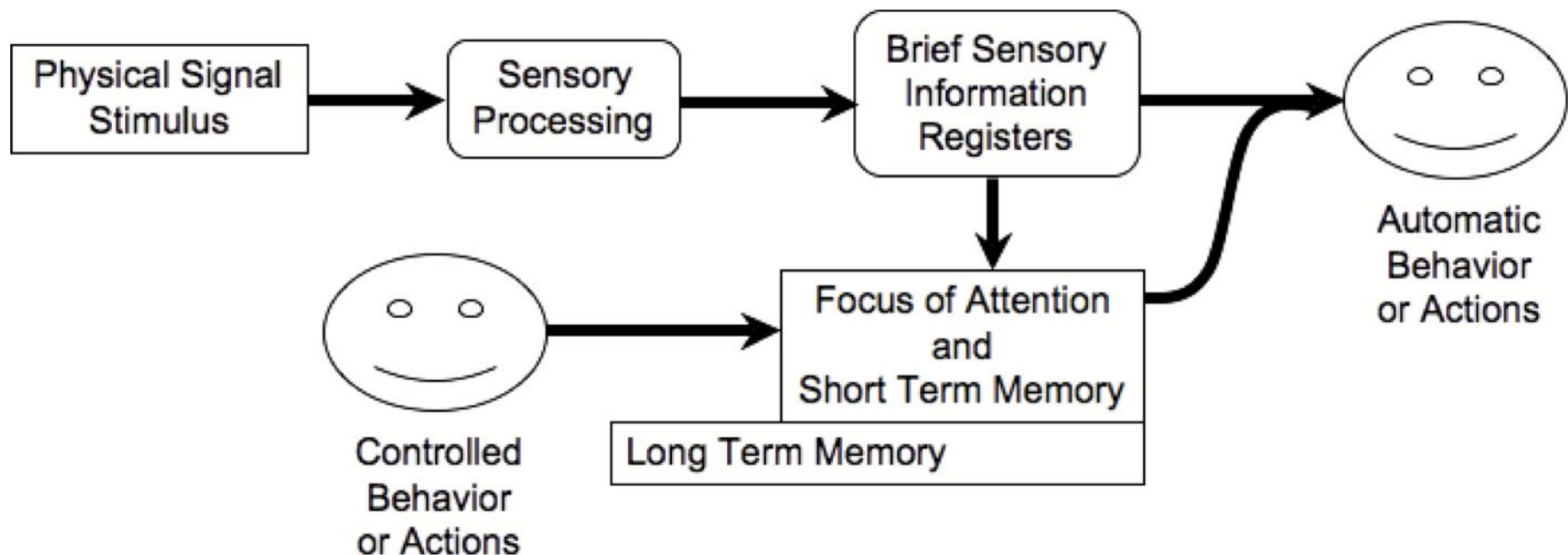


1 2 3 4 5 6

Processamento Perceptual

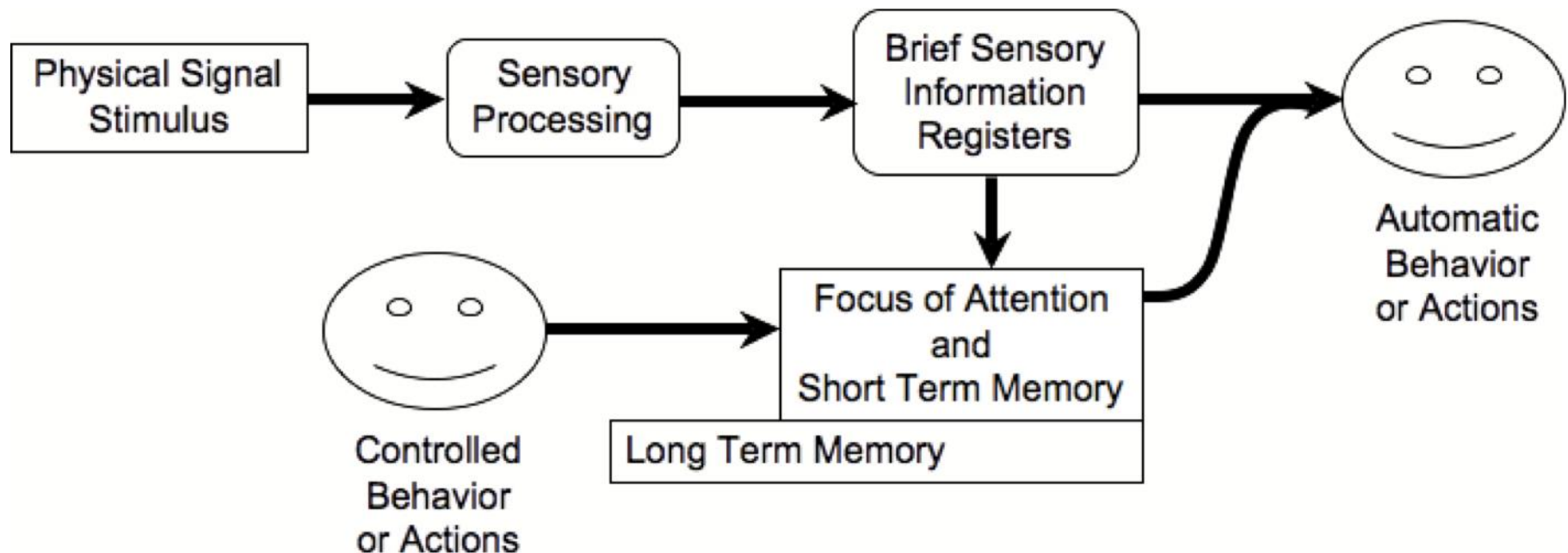
Processamento Perceptual

- Modelo clássico de processamento da informação para compreensão do fluxo de informação sensorial



Processamento Perceptual

- O processo de percepção pode ser não controlado (pré-atentivo) ou controlado (atentivo)



Processamento Perceptual

- O processo de percepção pode ser não controlado (pré-atentivo) ou controlado (atentivo)
 - O processo pré-atentivo é rápido e executado em paralelo
 - Frequentemente em 250 ms
 - O processo atento é mais lento e usa a memória de curto prazo

Processo Pré-atentivo

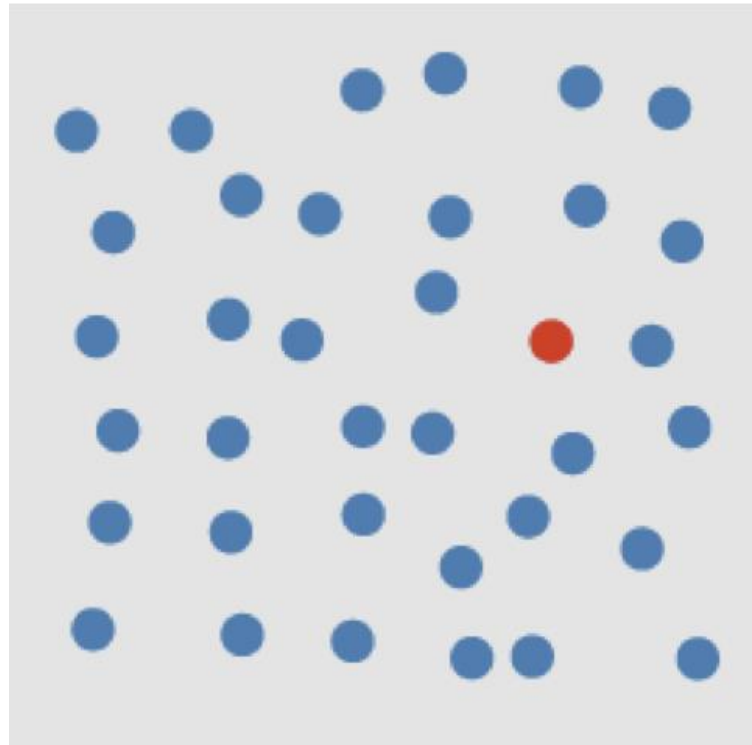
- Resultados de pesquisas descobriram que um limitado conjunto de propriedades visuais são detectadas rapidamente com muita precisão por um sistema visual de baixo nível
- Essas propriedades foram inicialmente chamadas de pré-atentivas
 - Elas precedem o processo atento de percepção

Processo Pré-atentivo

- Tarefas que podem ser executadas em uma exibição com vários elementos em menos de 250 ms são consideradas pré-atentivas
 - Elas exigem pouco esforço
- Um exemplo simples é a detecção de um círculo vermelho em um grupo de círculos azuis
 - É possível dizer imediatamente se o objeto alvo está presente ou não

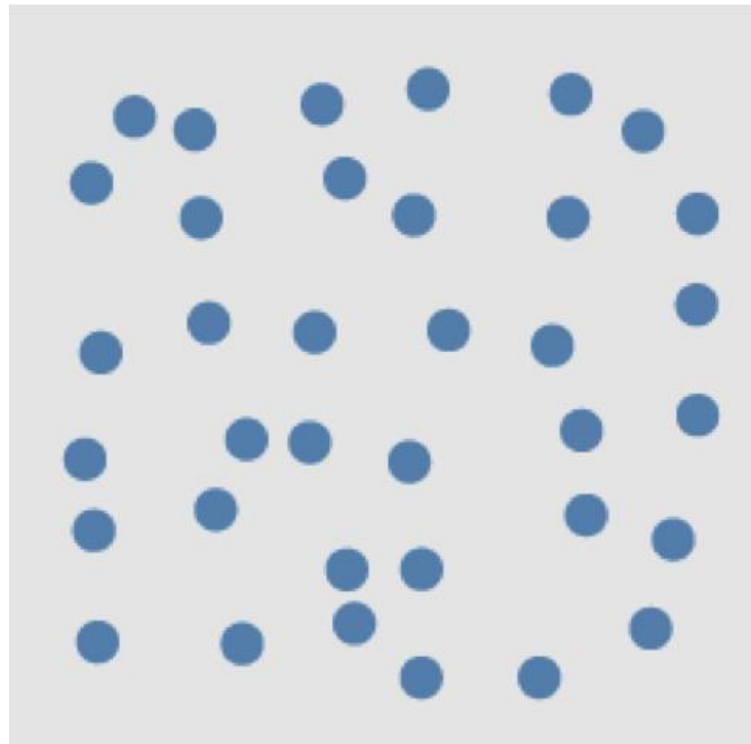
Processo Pré-atentivo

- Detectar se há um círculo vermelho
 - O objeto alvo tem a propriedade visual "vermelho" e os objetos distratores não



Processo Pré-atentivo

- Detectar se há um círculo vermelho
 - O objeto alvo tem a propriedade visual "vermelho" e os objetos distratores não

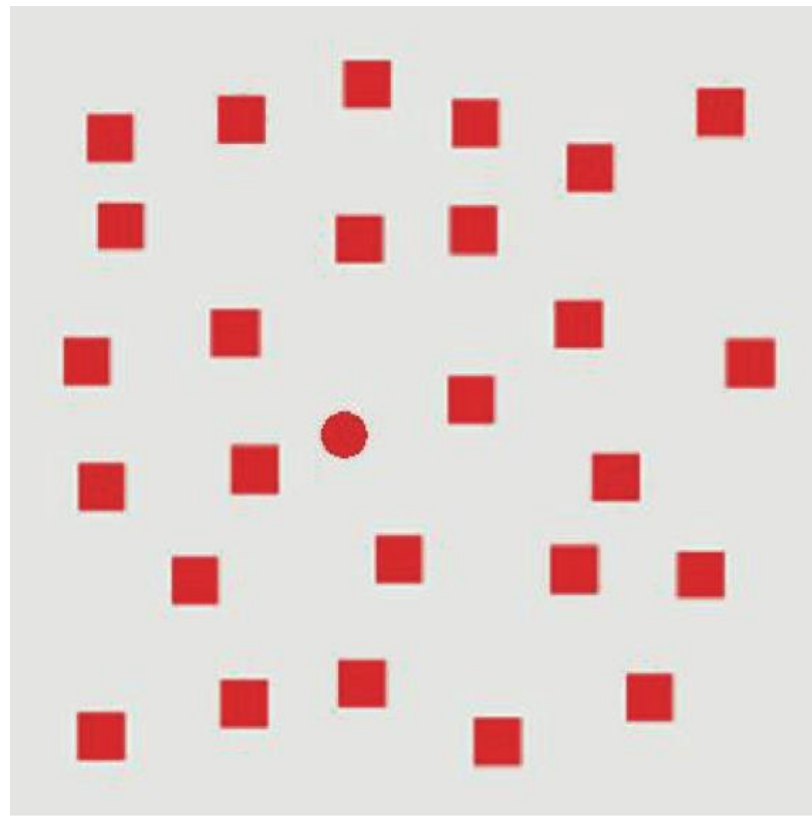


Processo Pré-atentivo

- O matiz (*hue*) não é a única característica visual que é pré-atentiva
- A forma também pode ser utilizada
 - Uma tarefa pré-atentiva seria identificar um círculo vermelho (alvo) dentre vários quadrados vermelhos (distratores)

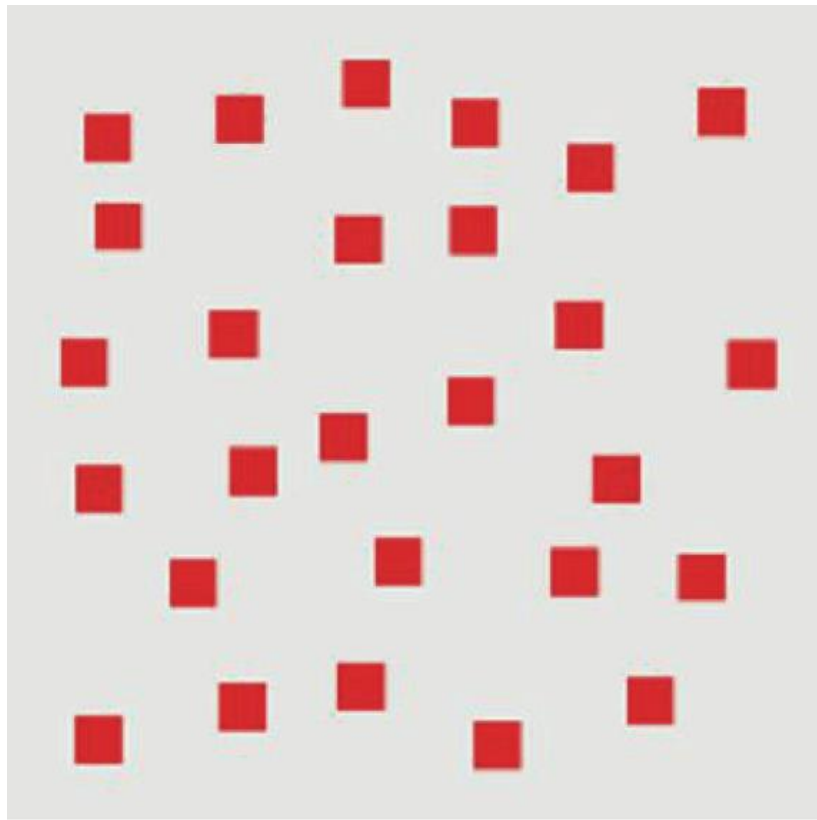
Processo Pré-atentivo

- Identificar um círculo vermelho (alvo) dentre vários quadrados vermelhos (distratores)



Processo Pré-atentivo

- Identificar um círculo vermelho (alvo) dentre vários quadrados vermelhos (distratores)

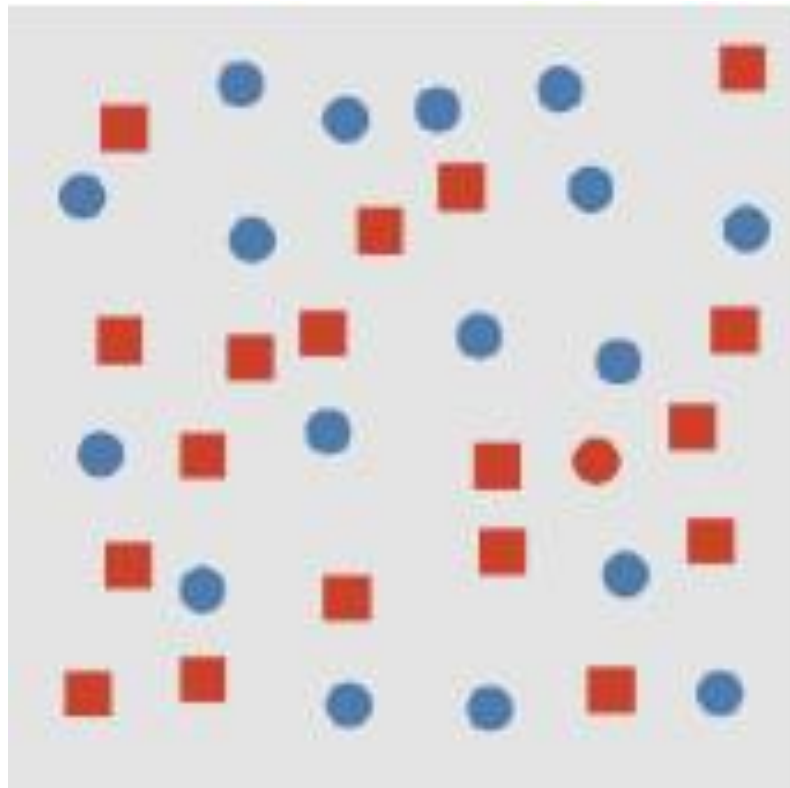


Processo Pré-atentivo

- A utilização de uma característica pré-atentiva permite focar rapidamente em um objeto alvo
 - Entretanto, geralmente, a combinação de mais de uma características não permite uma detecção pré-atentiva
 - Por exemplo, identificar se o círculo vermelho (alvo) está presente entre objetos distratores que possuem essas mesmas características (matiz e forma)

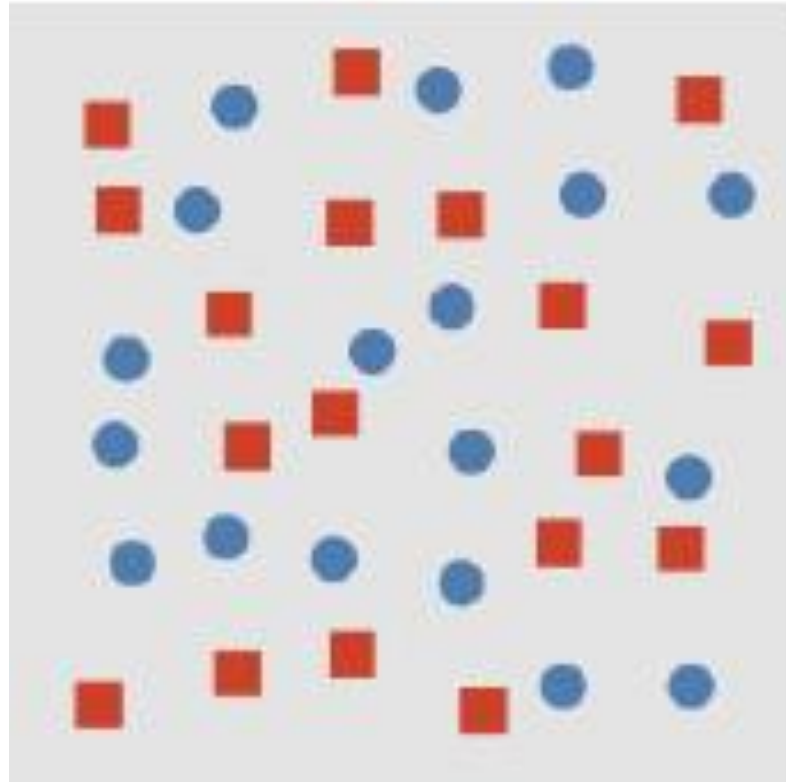
Processo Pré-atentivo

- Identificar se um círculo vermelho está presente



Processo Pré-atentivo

- Identificar se um círculo vermelho está presente

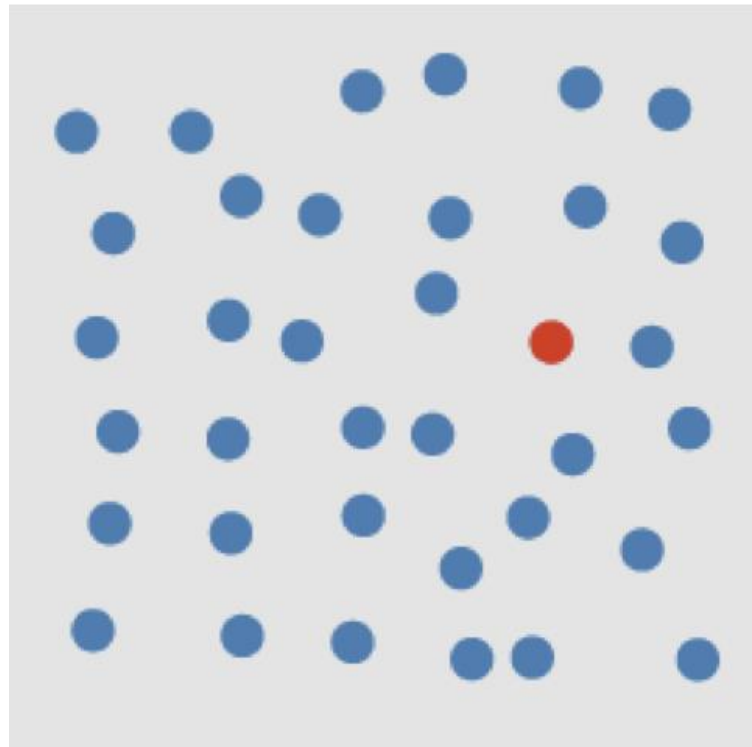


Processo Pré-atentivo

- A tarefa baseada em uma das características visuais seria facilmente detectada
 - Por exemplo, há itens vermelhos ou há quadrados
- No caso em que características são combinadas, vários estudos mostram que o alvo não pode ser facilmente detectado
 - É necessário fazer uma varredura sequencial para confirmar a presença ou ausência do alvo

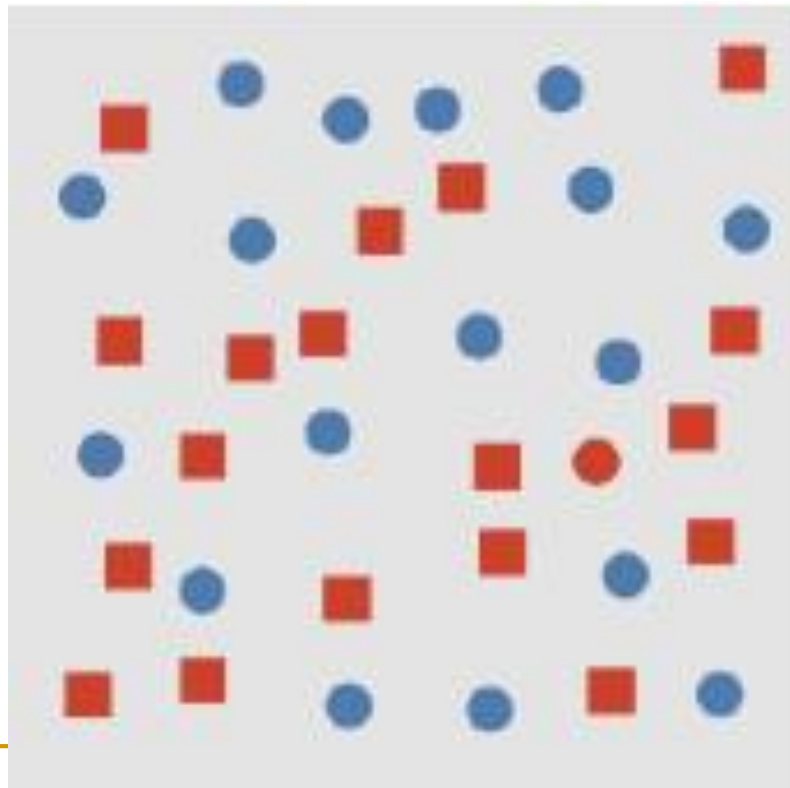
Processo Pré-atentivo

- O processo pré-atentivo pode ser aproveitado na visualização para chamar a atenção do usuário para determinadas partes da visualização



Processo Pré-atentivo

- A combinação de características deve ser utilizada com cuidado, para não mascarar a informação que está sendo transmitida



Processo Pré-atentivo

- As seguintes características visuais também são consideradas pré-atentivas
 - Comprimento
 - Largura
 - Tamanho
 - Forma
 - Número
 - Terminadores
 - Intersecção
 - Proximidade

Processo Pré-atentivo

- As seguintes características visuais também são consideradas pré-atentivas
 - Matiz
 - Intensidade
 - *Flicker*
 - Direção de movimento
 - Profundidade estereoscópica
 - Profundidade 3D
 - Direção de iluminação

Processo Pré-atentivo

- Experimentos em psicologia tem utilizado essas características para as seguintes tarefas pré-atentivas
 - Detecção de alvos
 - Usuários detectam rapidamente e com precisão a presença ou ausência de um elemento alvo com uma única características visual dentre vários objetos distratores

Processo Pré-atentivo

- Experimentos em psicologia tem utilizado essas características para as seguintes tarefas pré-atentivas
 - Detecção de fronteiras
 - Usuários detecam rapidamente e com precisão a região de fronteira entre dois grupos de elementos, em que todos os elementos em cada grupo ter uma característica visual comum

Processo Pré-atentivo

- Experimentos em psicologia tem utilizado essas características para as seguintes tarefas pré-atentivas
 - Rastreamento de região
 - Usuários rastreiam um ou mais elementos com uma única característica visual conforme eles movem no tempo e no espaço
 - Contagem e estimativa
 - Usuários contam ou estimam o número de elementos com uma única característica visual

Hierarquia de Características

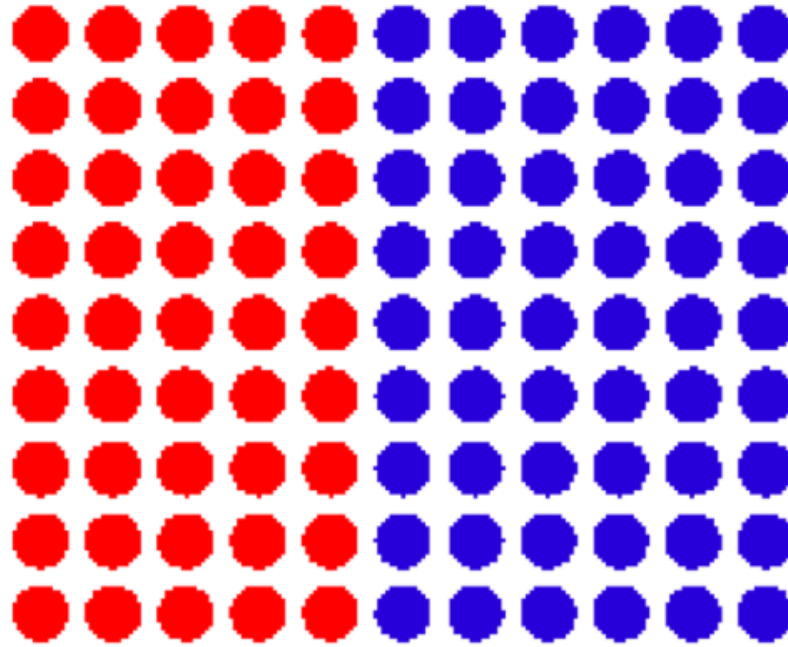
- Uma abordagem que pode ser utilizada em visualização multidimensional é associar diferentes características visuais para diferentes atributos
- Um requisito fundamental é que o mapeamento não produza uma interferência visual, pois a interação entre diferentes características pode esconder ou mascarar informações

Hierarquia de Características

- Uma hierarquia de características que parece existir no sistema visual
 - Interferindo na percepção
- Para certas tarefas, o sistema visual favorece um tipo de características mais do que outra
 - Por exemplo, para detecção de fronteira, estudos mostram que a cor prevalece sobre a forma
 - A variação da forma não interfere na habilidade da detecção do padrão pela cor

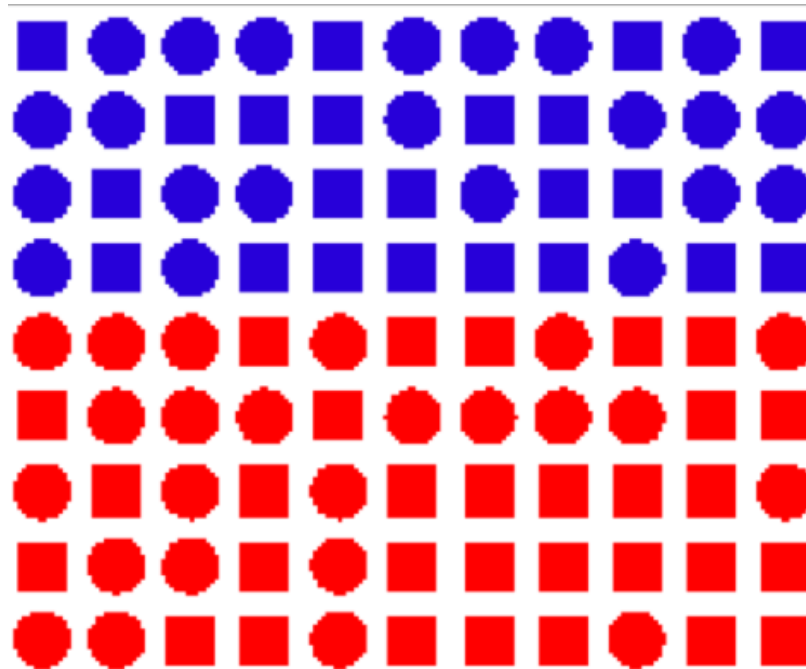
Hierarquia de Características

- A detecção de borda é pré-atentivamente detectada pela variação do matiz, mesmo sem variar a forma



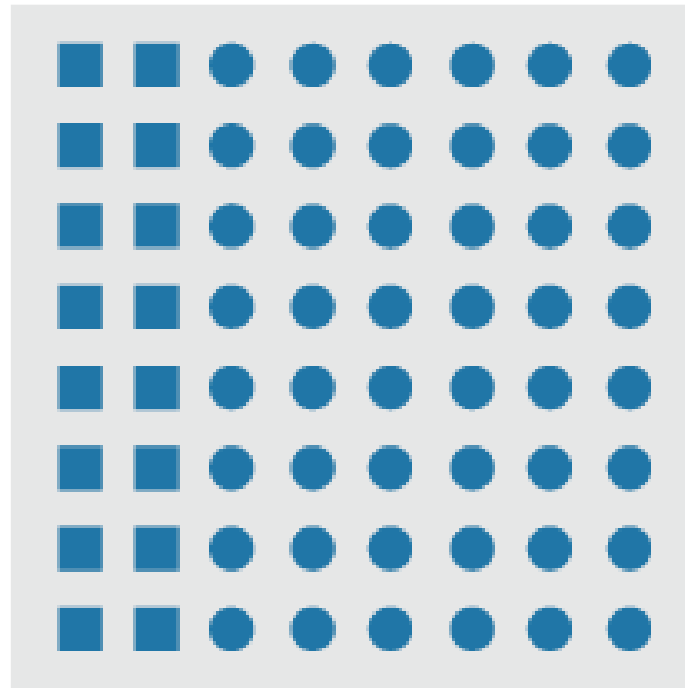
Hierarquia de Características

- A detecção de borda é pré-atentivamente detectada mesmo com a variação de forma
 - O matiz é uma característica que facilitou a percepção



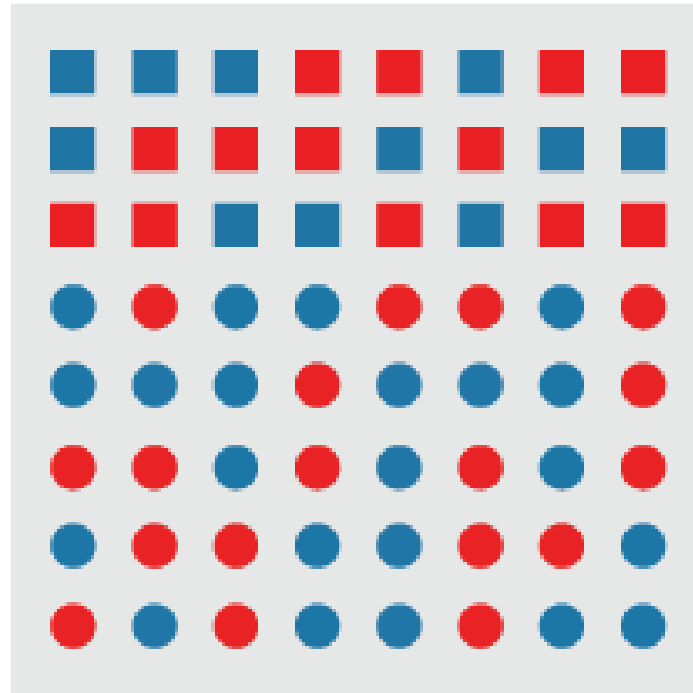
Hierarquia de Características

- A detecção de borda é pré-atentivamente detectada pela variação de forma, quando o matriz é constante



Hierarquia de Características

- A detecção de borda não é pré-atentivamente detectada quando o matriz é aleatoriamente distribuido



Visão Pós-atentiva

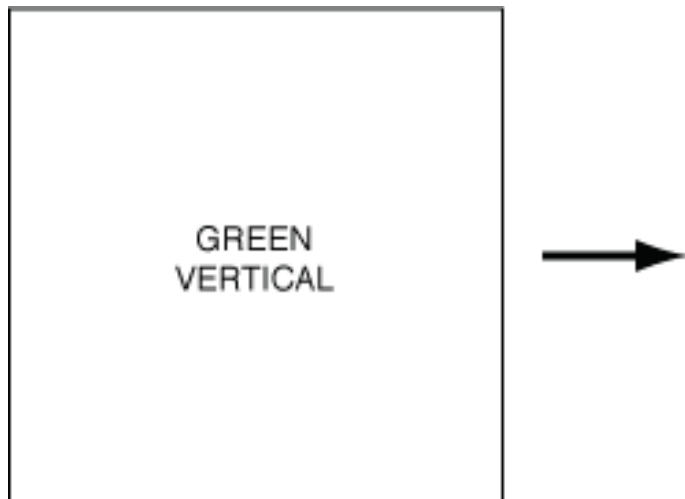
- O processamento pré-atentivo questiona
 - Qual características visual chama a atenção para um objeto específico na cena?
- Uma questão também estudada é
 - O que acontece com a representação visual de um objeto quando paramos de prestar atenção a ele e olhamos ao redor?

Visão Pós-atentiva

- Jeremy Wolfe elaborou essa questão em seu trabalho sobre visão pós-atentiva
 - O propósito do trabalho foi de desmistificar a crença de que quanto mais observamos uma cena mais acumulamos sobre ela
- Os resultados mostram que as pessoas são frequentemente 'cegas' para variações significantes que ocorrem na cena

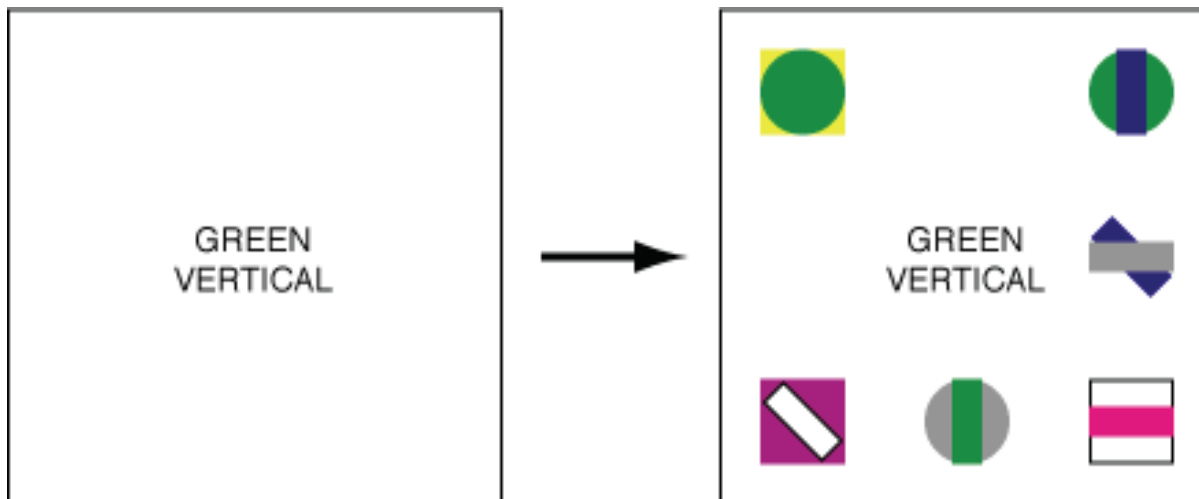
Visão Pós-atentiva

- Buscar o objeto alvo sem conhecer previamente a cena



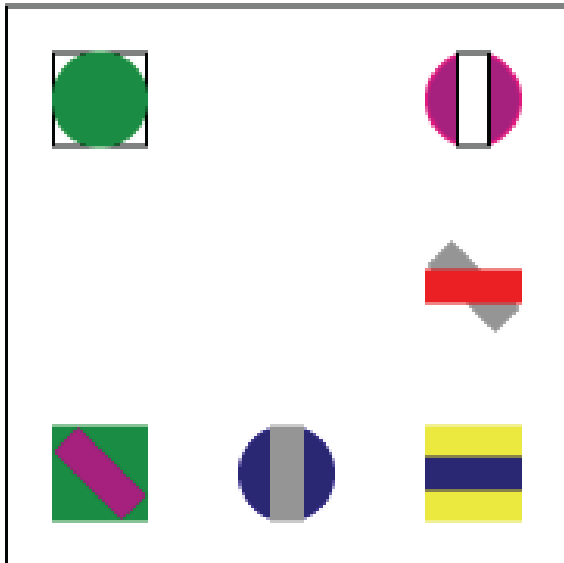
Visão Pós-atentiva

- Buscar o objeto alvo sem conhecer previamente a cena



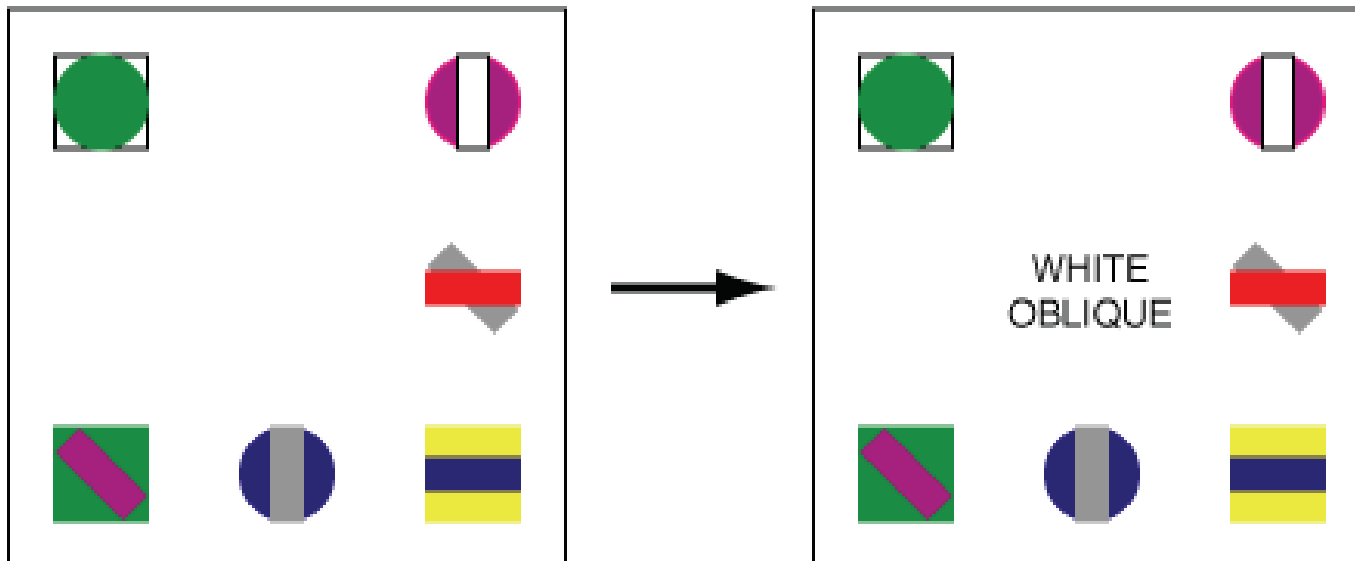
Visão Pós-atentiva

- Olhar a cena por um curto período (300 ms) para depois buscar pelo objeto alvo



Visão Pós-atentiva

- Olhar a cena por um curto período (300 ms) para depois buscar pelo objeto alvo



Visão Pós-atentiva

- Os estudos revelaram que observar a cena por um curto período de tempo antes de buscar o alvo foi mais aproximadamente 40 ms mais rápida
 - Conhecer previamente a cena não resulta em uma grande vantagem para identificar um objeto de interesse

Visão Pós-atentiva

- Para a visualização, esse estudo mostra que a observação de uma representação gráfica não auxilia a busca por valores de dados específicos
- Portanto, métodos para chamar a atenção do usuário para áreas de potencial interesse são fundamentais para que os dados sejam explorados de forma rápida e precisa

Observe essa imagem



Change Blindness

- Pesquisas em psicologia mostram que uma interrupção no que está sendo visto leva-nos a uma 'cegueira' para mudanças significantes do que ocorre em uma cena durante a interrupção
 - Esse fenômeno é conhecido como *Change Blindness*

Change Blindness



Change Blindness



Change Blindness

- *Change Blindness* é uma limitação baseada em uma atenção inapropriada
- Algumas partes do olho e do cérebro estão respondendo de forma diferente às duas imagens
- Algumas partes somente são percebidas quando a atenção é focada diretamente para os objetos variantes
 - Jogo dos 7 erros

Change Blindness

- Esse fenômeno traz implicações importante para a visualização
 - Expectativas prévias não podem ser utilizadas para guiar a análise
 - A visualização deve chamar a atenção para área importantes e de interesse dos usuários

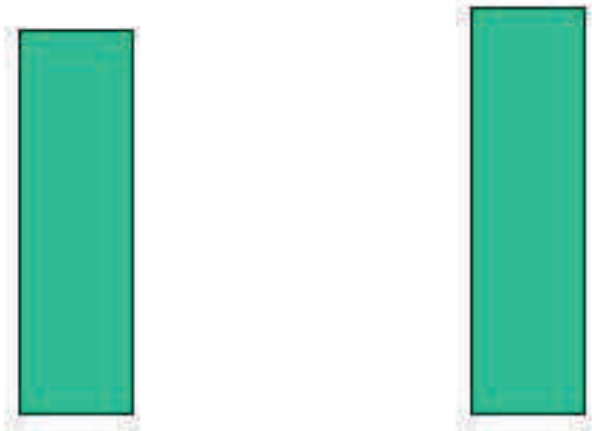
Julgamento Relativo

- Estudos realizados por William Cleveland e outros pesquisadores mostraram que o julgamento relativo é melhor do que o absoluto
- Assim, eles realizaram experimentos para **detectar as diferenças**, ao invés da comparação direta de valores

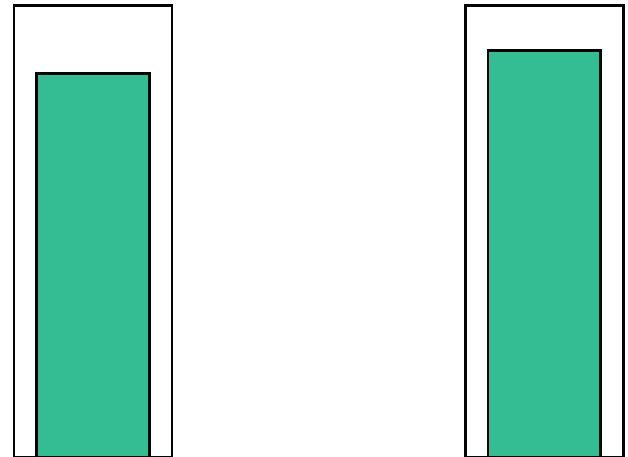
Julgamento Relativo

- Por exemplo, detectar a diferença entre as barras é mais fácil com a borda

Julgamento Absoluto



Julgamento Relativo







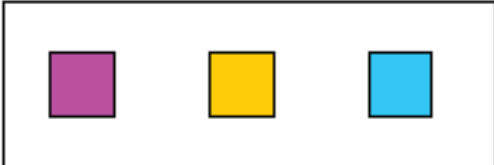



Julgamento Relativo

- Eles estudaram a capacidade humana em medir diferenças usando os seguintes atributos gráficos
 - ângulo
 - área
 - matiz
 - saturação
 - densidade
 - comprimento (distância)
 - posição ao longo de uma escala comum
 - posição ao longo de escalas idênticas não alinhadas
 - inclinação
 - volume

Julgamento Relativo

- Exemplos de atributos gráficos usados nos experimentos

Comprimento			Área
Ângulo			Volume
Orientação			Posição ao longo de uma escala comum
Matiz			Posição ao longo de uma escala idêntica não alinhada

Julgamento Relativo

- Os experimentos mostraram menos erros de percepção na seguinte ordem
 - Posição ao longo de uma escala comum
 - Posição ao longo de uma escala idêntica não alinhada
 - Comprimento
 - Ângulo / Inclinação
 - Área
 - Volume
 - Cor matiz, saturação e densidade (este foi um experimento informal)

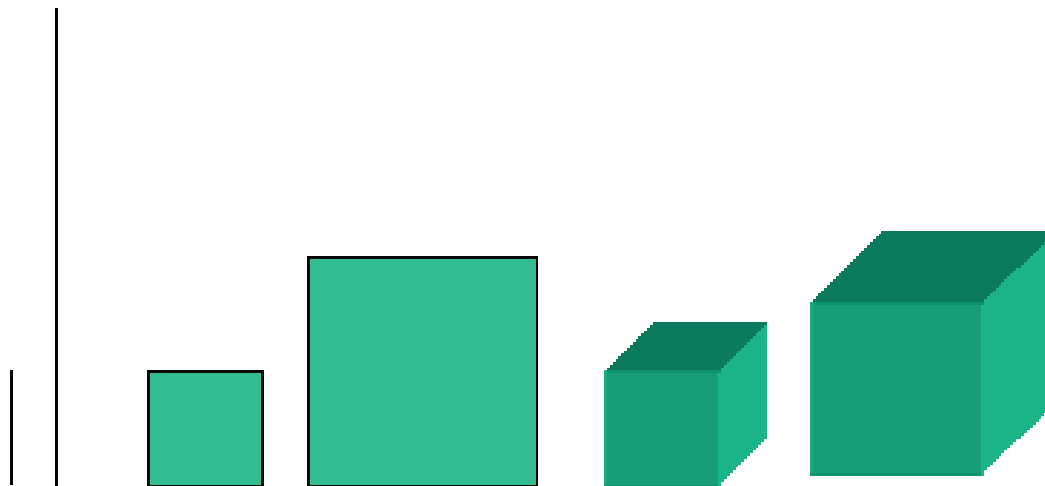
Julgamento Relativo

- Foi percebido que aumentar a dimensionalidade diminui a capacidade de percepção de mudança
 - Por exemplo, os mesmos atributos foram mapeados para comprimento, área e volume (razão 1:4)

Comprimento

Área

Volume



Julgamento Relativo

- Os experimentos confirmaram que utilizar gráficos de barra e gráficos de dispersão são ferramentas efetivas para comunicar dados quantitativos
 - Ambos dependem de posicionamento ao longo de uma escala comum
- Os experimento também sugerem que gráficos de pizza são provavelmente menos efetivos
 - Necessitam de um julgamento de área ou ângulo

Expandindo a capacidade

- Baseado nos estudos apresentados, o julgamento relativo é melhor do que o absoluto
 - Comparação entre elementos
- Assim, uma possível melhoria nas visualizações para permitir um julgamento relativo é a adição de grades, marcações ou eixos

Foco e Expectativa

- Chapman apresentou alguns estudos em imagens com múltiplos atributos, mas com usuários tendo que analisar apenas um
- Uma seleção prévia do atributo de interesse resultou em resultados melhores do que uma seleção tardia do foco
 - Até chegar no mapeamento ideal, análises desnecessárias seriam realizadas
- O estudo indica que é melhor focar em um único atributo por vez
 - Outros elementos visuais poderiam atrapalhar a análise do atributo de interesse

Referências

- Ward, M., Grinstein, G. G., Keim, D.
 - Interactive data visualization foundations, techniques, and applications. Natick, Mass., A K Peters, 2a Edição, 2010.
 - Capítulo 3 (Human Perception and Information Processing)