

Percepção do movimento

Percepção visual

S. Mogo

Departamento de Física
Universidade da Beira Interior

2020 / 21

Atenção: esta apresentação inclui animações que podem não funcionar em todos os leitores de pdf.

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

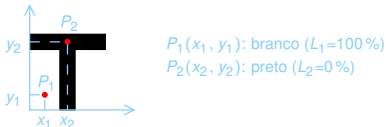
Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1.^a ordem
Estímulos 2.^a ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Próxima aula

Trazer um espelho...

- **Visão / percepção do espaço** → relacionada com variações de luminância no espaço.



- Visão / percepção do tempo → relacionada com variações de luminância no tempo.
- Visão / percepção do movimento → variações de luminância no espaço e no tempo.

1 Percepção de estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
Função de transferência de modulação temporal
Frequência crítica de fusão
Outros efeitos temporais visuais
Persistência visual e pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

2 Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos de movimento de 1ª ordem
Estímulos de movimento de 2ª ordem
Influência das condições de iluminação, contraste, excentricidade e cor na percepção do movimento
Limiares superior e inferior de detecção do movimento
Percepção de um cenário em movimento
Modelo de aquisição temporal de informação
Supressão sacádica
Constância da velocidade
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo até ao impacto
Problema da abertura
Acinetópsia

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

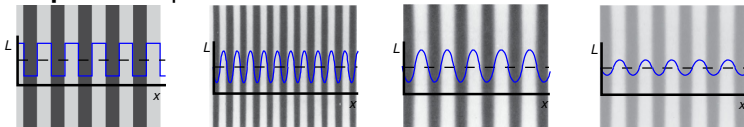
Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Estímulos utilizados

Percepção do espaço:

Redes quadradas ou redes sinusoidais, caracterizadas pela sua frequência e pelo seu contraste.

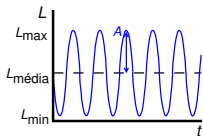


Frequência espacial, $\nu \rightarrow$ número de ciclos por grau de ângulo visual [ciclo/°].

Contraste espacial, $C \rightarrow$ obtido a partir das luminâncias L_{max} e L_{min} .



Percepção do tempo:



- **Frequência temporal**, $\nu \rightarrow$ número de ciclos por intervalo de tempo [ciclo/s] = [Hz].
- **Contraste temporal**, $C \rightarrow C = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}$.
- **Amplitude de modulação**, $A \rightarrow$ amplitude da onda.

Estímulos utilizados

Frequência temporal

- Se ν for baixa \Rightarrow estímulo percebido a piscar lentamente;
- Se ν for alta \Rightarrow estímulo percebido a piscar rápido;
- Se ν aumentar muito \Rightarrow estímulo deixa de ser percebido a piscar.



Frequência crítica de fusão, FCF \Rightarrow frequência a partir da qual o estímulo pisca tão rápido que passa a ser percebido como contínuo.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Estímulos utilizados

Frequência temporal- FCF

A luminância com que é percebido um estímulo a piscar entre L_{\max} e L_{\min} e cuja frequência tenha ultrapassado a FCF, obedece à **lei de Talbot**: (a luminância apresentada pelo estímulo resultante da fusão temporal é a média temporal das luminâncias L_{\max} e L_{\min})

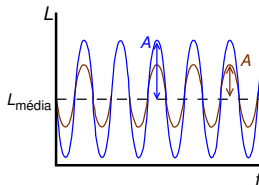
$$L_{\text{média}} = \frac{1}{T} \int_0^T L dt$$

T — é um período de tempo suficientemente grande para que se tenham sucedido vários ciclos.



A **FCF** tem o mesmo significado em termos temporais que a **AV** tem em termos espaciais.

Amplitude de modulação



- Se A for muito baixa \Rightarrow estímulo percebido estático;
- Se A for muito alta \Rightarrow estímulo percebido a piscar.



Percentagem de modulação, PM, de um estímulo temporal:

$$PM = \frac{A}{L_{\text{média}}} \times 100\%$$

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

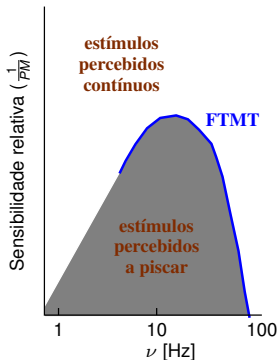
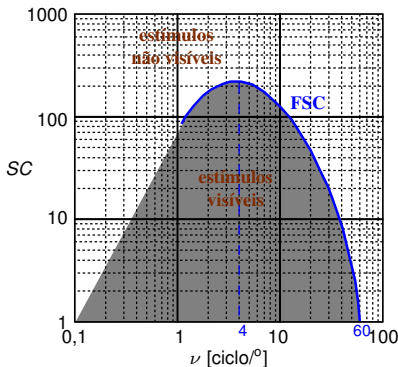
Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

FTMT

A função de transferência de modulação temporal, FTMT, é análoga em termos espaciais da função sensibilidade ao contraste, FSC.



Tal como a FSC, a FTMT também apresenta uma forma **passa-banda**.

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

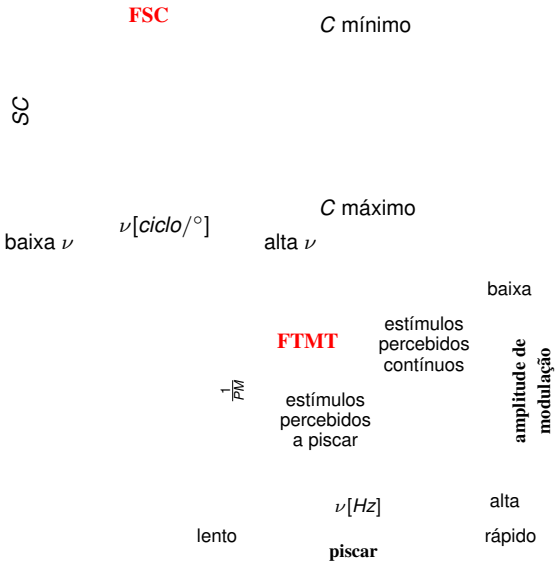
Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia



Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

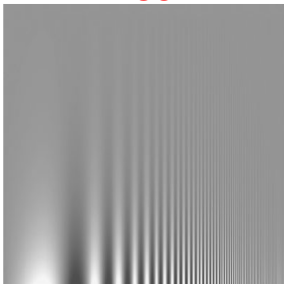
Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

FSC



FTMT

FTMT

Chien Chung-Chen (chen@skivs.ski.org)

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

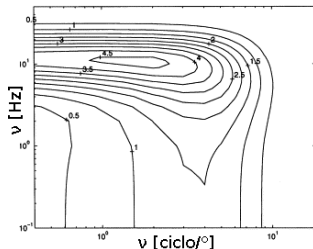
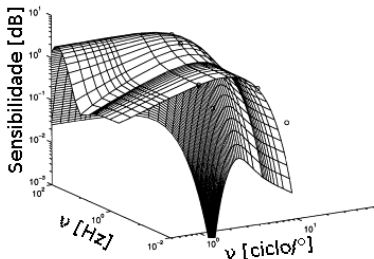
Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

FSC espaço-temporal



Adaptado de van den Branden Lambrecht, C. *et al.*, Signal Processing, 67, 255-269, 1998.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

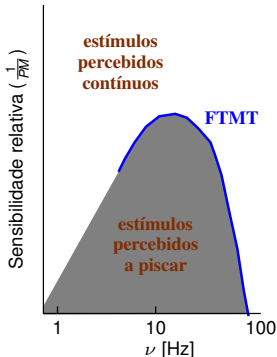
Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Obtenção da FTMT

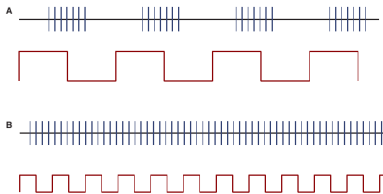


- Utiliza-se uma fonte de luz modulada temporalmente (*flicker* = fonte a piscar);
- no início a amplitude de modulação, A , é baixa (observador percebe a fonte como contínua);
- depois aumenta-se a amplitude de modulação até o observador perceber que a fonte está a piscar:
$$PM = \frac{A}{L_{\text{média}}} \times 100\% ;$$
- seguidamente repete-se este procedimento para um grande número de frequências temporais.

Simulação: http://www.psypress.co.uk/mather/resources/swf/Demo8_2.swf

Redução da FTMT em altas frequências

Se a frequência temporal do piscar for muito alta, deixamos de perceber o estímulo a piscar, da mesma forma que deixamos de perceber detalhes dos objectos quando as frequências espaciais se tornam muito altas.



Schwartz, Visual Perception. 2010.

Explicação: o sistema neuronal não consegue responder suficientemente rápido.

Redução da FTMT em baixas frequências

Fenómeno de Troxler

Por outro lado, também não conseguimos perceber o piscar do estímulo se a sua frequência for muito baixa.

Fenómeno de Troxler — nome dado ao “desaparecimento” do estímulo quando a sua variação é muito lenta.

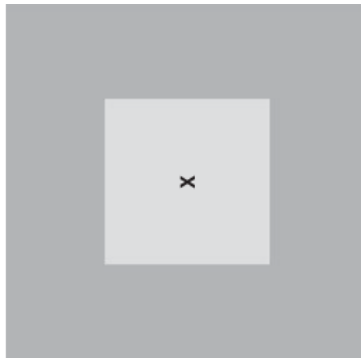
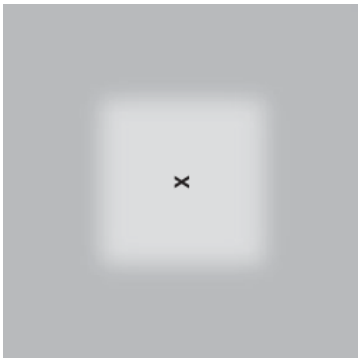
Tal como no caso espacial, também aqui a explicação está relacionada com o fenómeno de **inibição lateral**, mas desta vez deve-se aos diferentes tempos de resposta das zonas central e periférica dos campos receptivos das células ganglionares.



Exemplo: *pôr-do-Sol* — sabemos que a iluminação está a diminuir mas não o percebemos instante a instante.

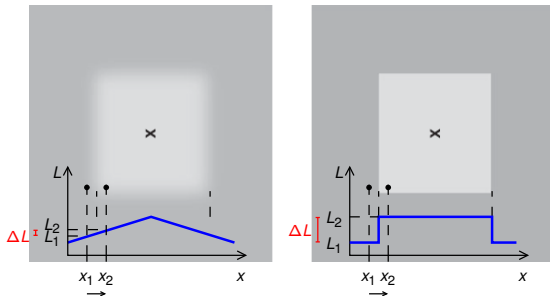
Redução da FTMT em baixas frequências

Outro exemplo:



Schwartz, Visual Perception. 2010.

Redução da FTMT em baixas frequências



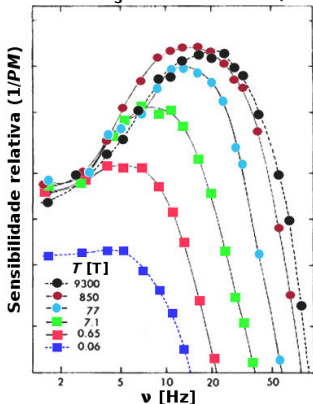
Explicação:

- mesmo quando fixamos um alvo, o olho realiza constantemente pequenos movimentos;
- quando esses movimentos são realizados através de um bordo desfocado, as variações de iluminação retiniana são lentas (baixa frequência) e o bordo torna-se imperceptível;
- quando os movimentos ocorrem através de um bordo bem nítido, as variações de iluminação retiniana são bruscas (frequência elevada) e o bordo permanece visível.

Frequência crítica de fusão

Efeito da iluminação na FCF

A figura mostra a FTMT para diferentes valores de iluminação retiniana, T .



Para valores de alta iluminação retiniana:

- o máximo de sensibilidade desloca-se para altas frequências;
- a FCF desloca-se para altas frequências.



No entanto, o aumento da iluminação retiniana não tem efeito na sensibilidade em baixas frequências.

Adaptado de Moses, R., Hart, W., Adler's
Physiology of the eye, Clinical Application.
1987.

Frequência crítica de fusão

Efeito da iluminação na FCF

Lei de Ferry-Porter

Nesta representação observa-se facilmente que a FCF aumenta com o $\log T$:

- de 20 Hz em visão escotópica;
- para 70 Hz em visão fotópica.



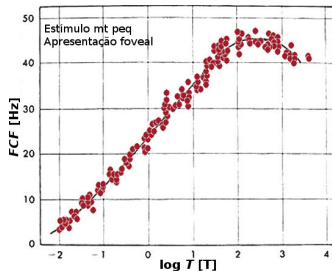
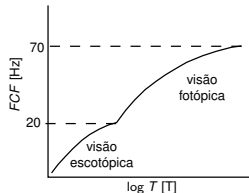
Significa que as luzes + fracas
“fundem-se” antes.



Lei de Ferry-Porter — a FCF aumenta
linearmente com o logaritmo da
iluminação retiniana.

$$FCF = a \log L + b$$

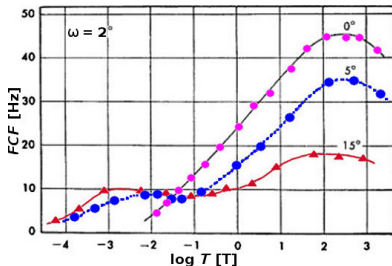
onde a e b são duas constantes.



Frequência crítica de fusão

Efeito da excentricidade na FCF

As 3 curvas foram obtidas para um campo de $\omega = 2^\circ$ e 3 excentricidades diferentes: $\eta = 0^\circ, 5^\circ$ e 15° .



Adaptado de Moses, R., Hart, W., Adler's Physiology of the eye, Clinical Application. 1987.

- *em visão fotópica*: FCF é > na fóvea do que fora dela;
- *em visão escotópica*: ocorre o contrário.

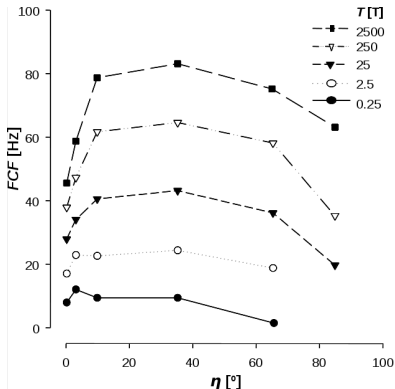


Em baixa iluminação, o piscar percebe-se melhor na periferia do que na fóvea.

Frequência crítica de fusão

Efeito da excentricidade na FCF

Quando a iluminação retiniana permanece baixa, a FCF é praticamente constante.



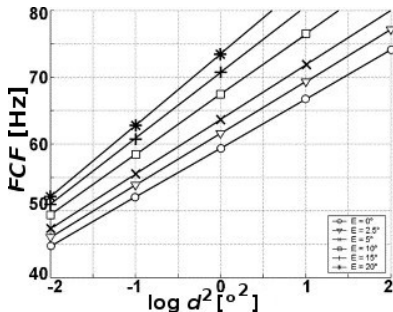
Com base neste gráfico, explique porque razão alguns monitores parecem estar a piscar quando não olhamos directamente para eles.

Frequência crítica de fusão

Efeito do tamanho do estímulo na FCF

Lei de Granit-Harper

De um modo geral, observa-se que a FCF aumenta linearmente com o logaritmo do tamanho do campo — **lei de Granit-Harper**.

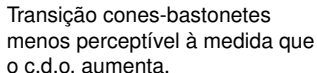


Adaptado de Poggel et al, Vision Research, 46, 2998–3008, 2006.

Explicação:

- provavelmente devido a efeitos de somação espacial que fazem com que o sistema seja + sensível ao piscar com campos grandes e que a fusão ocorra para $> \nu$.

Acinetópsia



Adaptado de Moses, R., Hart, W., Adler's Physiology of the eye, Clinical Application. 1987.

Importância do estudo da FTMT

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

- Tal como a FSC, a FTMT também se altera de forma característica em determinadas **situações patológicas**;
- p.ex. em caso de glaucoma, a hipertensão ocular origina uma diminuição da FTMT;
- tal como no caso da FSC, a FTMT pode permitir obter o **diagnóstico + cedo** o que, por sua vez, permite adiantar o início do tratamento.
(ou, simplesmente, alertar para situações que poderiam potencialmente vir a desenvolver-se mas, detectadas a tempo, podem ser evitadas)

Efeito de Broca-Sulzer

Efeito de Broca-Sulzer: se a duração do pulso for de 50-100 ms, o estímulo parece + brilhante que estímulos com menor duração do pulso.

Demo:

- O observador deve comparar 2 estímulos formados por flashes de luz:

estímulo
de
controle

estímulo
de
teste

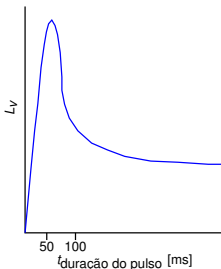
$$t = k^{te}$$

$$L_v$$

t variável

$$L = k^{te}$$

- o flash de controle tem pulso constante e luminância variável;
- o flash de teste tem pulso variável e luminância constante;
- o observador deve ajustar L no flash de controle até que este pareça ter o mesmo brilho que o flash de teste;
- este procedimento é repetido para várias durações do pulso no flash de teste: obtém-se o gráfico



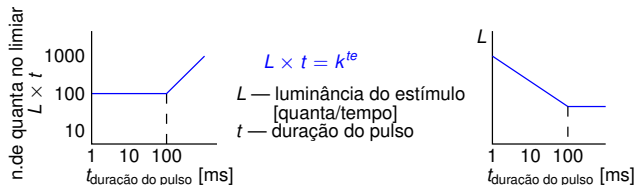
$$L_v \propto t_{\text{duração do pulso}}$$

Efeito de Broca-Sulzer

Explicação

Não existe ainda uma explicação completa para o efeito de Broca-Sulzer. Está possivelmente relacionado com os *tempos de resposta das células ganglionares* e com o efeito de *somação temporal*.

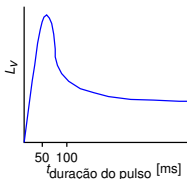
Recorde a lei de Bloch:



O que sabemos:

- quando o pulso se inicia é necessário algum tempo para o detectar;
- esse tempo é maior em baixa iluminação do que em alta iluminação;
- em ambos casos, ocorre somação temporal até ao limite de funcionamento da lei de Bloch, momento em que o brilho aparente tende a estabilizar.

Explicação



- Um pulso muito forte dá origem a uma saturação e consequente resposta explosiva dos fotorreceptores;
- *para pulsos lentos*: a resposta estável das células ganglionares após a explosão inicial, define o brilho percebido;
- *para pulsos rápidos*: não há tempo para estabilizar a resposta \Rightarrow o brilho percebido corresponde ao da resposta explosiva inicial.

Esta explicação não está correcta, segundo Schwartz, mas tb não é apresentada uma explicação melhor.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

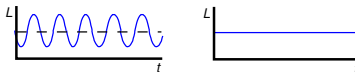
Efeito de Talbot-Plateau

Lei de Talbot

A **lei de Tabot**, que já estudámos, é também conhecida como **efeito de Talbot-Plateau**: um flash a piscar acima da FCF, aparenta o mesmo brilho que um estímulo estático com luminância igual à luminância média do flash.

$$L_{\text{média}} = \frac{1}{T} \int_0^T L dt$$

T — é um período de tempo suficientemente grande para que se tenham sucedido vários ciclos.



Brücke-Bartley e Talbot-Plateau

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

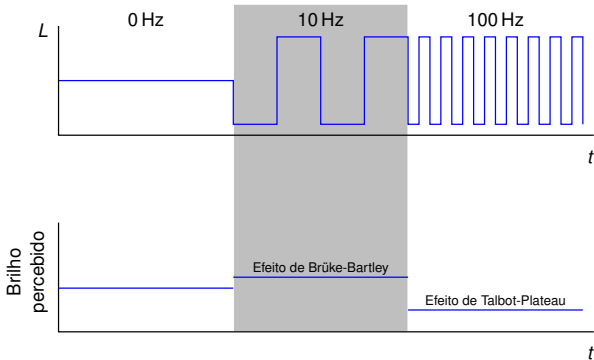
Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia



Persistência visual e pós-imagens

Pós-imagens — fenómeno segundo o qual se continua a perceber um estímulo luminoso mesmo quando este já não está a ser apresentado.

Medição experimental:

- são utilizados estímulos sucessivos;
- apresenta-se o 1º estímulo e depois retira-se;
- posteriormente apresenta-se o 2º estímulo;
- ambos construídos de modo que, se fossem apresentados em simultâneo, formariam certos caracteres.

Percepção visual

S. Mogo

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento



Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

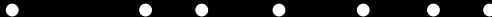
Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia



Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

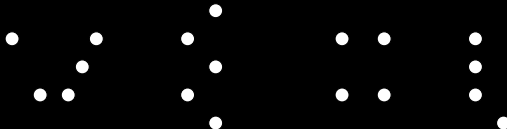
FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento



Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Percepção visual

S. Mogo

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

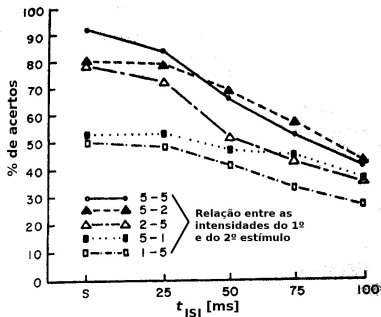
Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Persistência visual e pós-imagens

Avalia-se a % de acertos em função do tempo que medeia entre o retirar do 1º estímulo e a apresentação do 2º, t_{ISI} (*inter stimulus interval*).



Tempo de reacção

Tempo de reacção, $t_r \rightarrow$ é o tempo que os sistemas visual e motor demoram para dar resposta a um estímulo luminoso.

- Pode ser medido simplesmente pedindo ao observador que carregue num botão sempre que perceber um estímulo;
- pode variar muito de observador para observador;
- a sua determinação é importante em indivíduos que realizam certas tarefas (pilotos de avião: percorre um grande espaço num curto intervalo de tempo).

$$t_r = \frac{a}{L^n} + t_i$$

$0,5 < n < 1$ — parâmetro que varia com a excentricidade e o estado de adaptação.

t_i — *tempo irreduzível*: tempo impossível de reduzir para 1 determinado observador em determinadas condições experimentais.

- repare que $> L \Rightarrow < t_r$.

Simulação: <http://cognitivefun.net/test/1>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Mascaramento → é qualquer situação em que a percepção de um estímulo — **alvo** — esteja diminuída devido à presença de outro estímulo — **máscara** — que pode ser apresentado antes durante ou depois do alvo.

- Envolve a visão espacial e a visão temporal;
- **Utilidade:** decompor o processo de visão temporal de modo a permitir compreender o processamento visual a nível neuronal.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Tipos de mascaramento

- Mascaramento simultâneo
- Retro-mascaramento
- Mascaramento avançado
- Metacontraste
- Paracontraste
- Mascaramento contralateral

Mascaramento

Mascaramento simultâneo

Mascaramento simultâneo: a máscara e o alvo são apresentados em simultâneo.

- Utiliza-se uma rede espacial (máscara) para interferir com a detecção de um estímulo de frequência semelhante (alvo);
- Como a frequência é a mesma, alvo e máscara partilham dos mesmos canais de frequência espacial, o que resulta numa diminuição de visibilidade do alvo;
- o efeito do mascaramento simultâneo é + pronunciado em amblíopes: indivíduos apresentam $> AV$ quando esta é medida com optótipos isolados do que quando se utiliza a linha inteira — **fenómeno de crowding**.

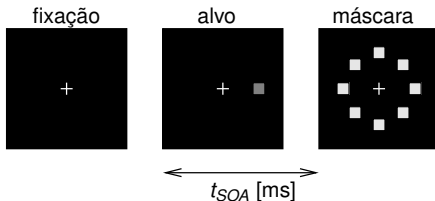


Mascaramento

Retro-mascaramento

Retro-mascaramento: o alvo é apresentado antes da máscara.

- Ocorre quando a máscara é muito mais brilhante que o alvo;
- a resposta neuronal à máscara (+ brilhante) atinge as áreas visuais primeiro, interferindo com a percepção do alvo.



t_{SOA} (*stimulus onset asynchrony*) é o intervalo de tempo entre a apresentação do alvo e da máscara.

Percepção visual

S. Mogo

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

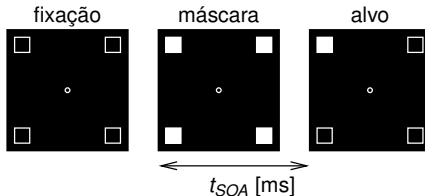
Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Mascaramento avançado

Mascaramento avançado: a máscara apresenta-se primeiro.



Percepção visual

S. Mogo

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

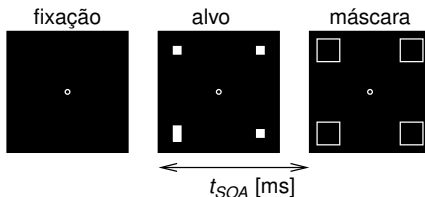
Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Metacontraste

Metacontraste: é uma forma de retro-mascaramento em que o alvo e a máscara se situam espacialmente adjacentes.



Simulação: <http://www1.psych.purdue.edu/~gfrancis/Experiments/VisLab/Metacontrast/>

[Metacontrast.html](#)

Percepção visual

S. Mogo

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

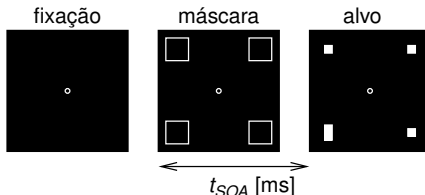
Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Paracontraste

Paracontraste: é uma forma de mascaramento avançado em que o alvo e a máscara se situam espacialmente adjacentes.



Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

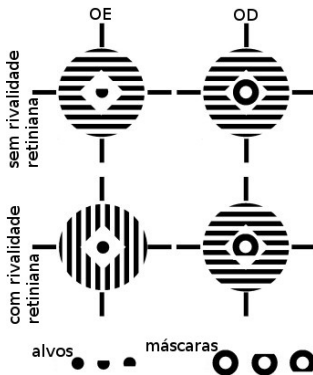
Probl. da abertura

Acinetópsia

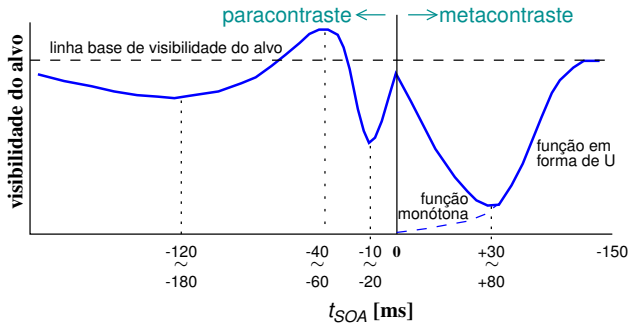
Mascaramento

Mascaramento contralateral

Mascaramento contralateral: situação em que o alvo é apresentado a um olho e a máscara é apresentada ao outro olho.



Adaptado de Breitmeyer *et al.*, Vision Research, 48, 1509-1513, 2008.



Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Exemplo de um estudo

Estudo dos papeis da visão central e periférica no reconhecimento de cenários visuais:

(Loschky, L. *et al.*, Attention, Perception & Psychophysics, 72, 427-444, 2010.)

Simulação:

<https://www.k-state.edu/psych/vcl/basic-research/white-noise-masking-1.html>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Mascaramento

Exemplo de um estudo

Estudo dos papeis da visão central e periférica no reconhecimento de cenários visuais:

(Loschky, L. *et al.*, Attention, Perception & Psychophysics, 72, 427-444, 2010.)

Simulação:

<https://www.k-state.edu/psych/vcl/basic-research/white-noise-masking-1.html>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Outline

1 Percepção de estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
Função de transferência de modulação temporal
Frequência crítica de fusão
Outros efeitos temporais visuais
Persistência visual e pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

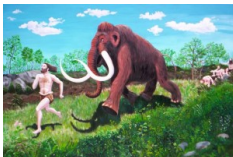
2 Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos de movimento de 1ª ordem
Estímulos de movimento de 2ª ordem
Influência das condições de iluminação, contraste, excentricidade e cor na percepção do movimento
Limiares superior e inferior de detecção do movimento
Percepção de um cenário em movimento
Modelo de aquisição temporal de informação
Supressão sacádica
Constância da velocidade
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo até ao impacto
Problema da abertura
Acinetópsia


Percepção do movimento

Importância do movimento

- Fundamental para a sobrevivência: presas / predadores



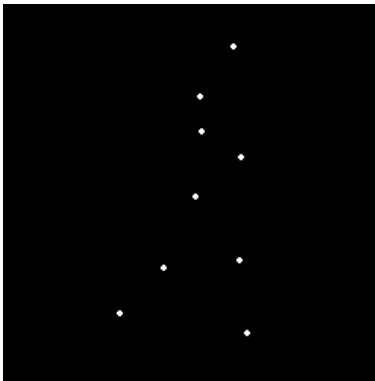
<http://www.rhesusnegative.net/work/wp-content/uploads/2012/11/MammothHuntGoneBad-300x199.jpg>

- Atrai a nossa atenção 
- Ajuda a interpretar informação sobre objectos: forma, 3D, ...
- ...

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos

Consegue identificar o objecto formado por estes pontos?



<http://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/motion/motion.html>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos

E agora?

<http://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/motion/motion.html>

Simulação: <http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLwalker.html>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos

E com máscara?

<http://www.biomotionlab.ca/Demos/scrambled.html>

Simulação: <http://www.biomotionlab.ca/Demos/scrambled.html>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1.^a ordem
Estímulos 2.^a ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos

E agora?

<http://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/motion/motion.html>

Simulação: <http://www.biomotionlab.ca/Demos/scrambled.html>

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

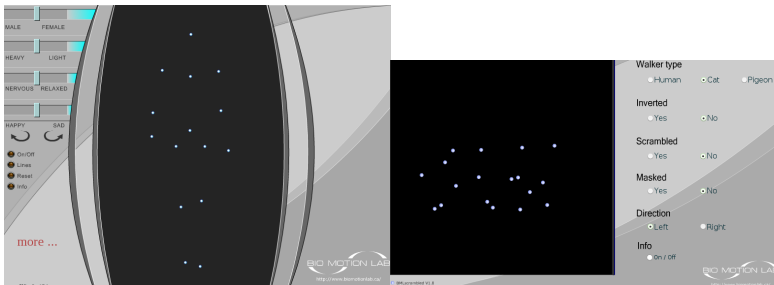
Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos



The Biomotion Lab (<http://www.biomotionlab.ca/>)

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos

O movimento fornece informação sobre os limites dos objectos.



Sem vermos os limites, não seria possível identificarmos os objectos, pois não saberíamos onde termina um objecto e onde começa o seguinte.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

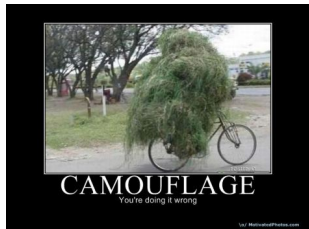
Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Percepção do movimento

Movimento e forma dos objectos

Porque razão alguns animais, em vez de fugirem a grande velocidade, ficam imóveis diante do perigo?



www.youtube.com

<http://hairyfarmerfamily.co.uk/tag/hairy-hubby/>

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Percepção do movimento

Informação sobre forma e profundidade

<http://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/motion/motion.html>

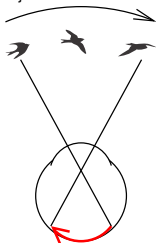
O que é o movimento?

O movimento envolve ambos conceitos: frequência espacial e frequência temporal!



É a distribuição **espacial** da luz ao longo do **tempo** que leva à percepção do movimento.

objecto em movimento



olho estático

objecto fixo



olho em movimento

O que é o movimento?

Exemplo de um indivíduo que cruza o nosso campo de visão:

- ao atravessar o nosso CV, a distribuição espacial de luz que cai sobre a retina varia de instante para instante;
- braços e pernas, tronco e cabeça, movem-se a diferentes velocidades, no entanto, percebemos o indivíduo como um todo que se move num determinado sentido.

Quais os mecanismos que nos permitem esta interpretação?

<http://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/motion/motion.html>

Simulação: <http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLrunner.html>

Tipos de movimento

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

- **Real:** movimento real dos estímulos;
- **aparente:** sensação de movimento induzida por estímulos que acendem e apagam em sequência;
- **induzido:** sensação de movimento induzida pelo entorno dos estímulos;
- **autocinético:** sensação de movimento de um ponto de luz numa sala escura;
- **de efeito posterior:** sensação de movimento induzida por observação prolongada de movimento no sentido oposto;
- **ilusões de movimento:** sensação de movimento induzida por uma figura estática.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Movimento real

Exemplos: Nelson Évora durante uma prova, ...



http://atletismoalejas.blogspot.pt/2011_09_01_archive.html

Movimento aparente

Duas luzes espacialmente separadas também podem ser percebidas como 1 objecto único que se está a mover:

- basta piscarem sequencialmente com o intervalo adequado entre o piscar.

Exemplos: TV, cinema, alguns semáforos, ...

Este tipo de movimento é denominado **movimento estroboscópico** ou **fenómeno *phi***.

Movimento induzido

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Quando a percepção do movimento de um objecto resulta do movimento de outro objecto.

Exemplos: lua parece mover-se quando as nuvens lhe passam à frente; qd no comboio, ao olhar pela janela, parece que nos estamos a mover e na verdade é o comboio do lado que se está a mover, ...



Movimento autocinético

Ocorre quando temos apenas um pequeno objecto para fixar e não há mais nada no nosso campo de visão que sirva de termo de comparação:

- pode ser devido a pequenos movimentos do nosso próprio olho.

Exemplos: pilotos de avião, observar uma estrela através de um tubo, ...



Movimento de efeito posterior

A estimulação constante com movimento num sentido, provoca a adaptação do sistema visual que passa a descontar esse efeito nas imagens estáticas seguintes, dando origem à percepção de movimento no sentido oposto do estímulo inicial.

Exemplos: queda de água, ...

Movimento de efeito posterior

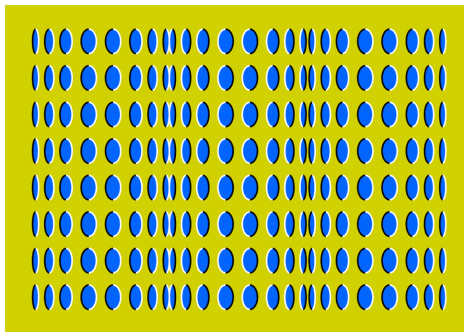
A estimulação constante com movimento num sentido, provoca a adaptação do sistema visual que passa a descontar esse efeito nas imagens estáticas seguintes, dando origem à percepção de movimento no sentido oposto do estímulo inicial.

Exemplos: queda de água, ...



Ilusões de movimento

Sensação de movimento induzida por uma figura estática.



Copyright A.Kitaoka 2004 (April 20)

Estímulos de movi/ de 1ª ordem

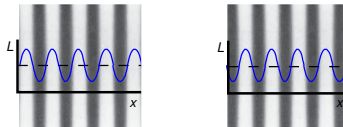
Os *estímulos estroboscópicos* e as *redes sinusoidais ou quadradas* que estudámos até agora são os estímulos + simples que podemos conceber para estudar movimento, *p.i.*, denominam-se **estímulos de 1ª ordem**.

●	(ISI < 30 ms)	●	⇒ sem sensação de movimento (estímulos quase simultâneos)
●	(ISI: 30-60 ms)	●	⇒ movimento puro (ϕ) (sensação parcial de movimento)
●	(ISI: 60-200 ms)	●	⇒ movimento óptimo (β)
●	(ISI > 200 ms)	●	⇒ sem sensação de movimento (estímulos sucessivos)

Simulação: <http://www1.psych.purdue.edu/Magniphi/ARVODemo.html>

Simulação: <http://www1.psych.purdue.edu/Magniphi/MagniPhi.html>

Utilização de 2 redes espaciais
fora de fase:



Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1^a ordem

Estímulos 2^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Estímulos de movi/ de 1^a ordem

Estímulos quase simultâneos

Sem sensação de movimento.

Estímulos de movi/ de 1^a ordem

Movimento puro (ϕ i)

Cérebro preenche espaço entre 2 estímulos \Rightarrow parece só 1 estímulo q se move.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1^a ordem

Estímulos 2^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Estímulos de movi/ de 1^a ordem

Movimento óptimo (β)

Sabemos que são 2 estímulos mas, ainda assim, induz-nos a ideia de movimento.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1^a ordem
Estímulos 2^a ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Estímulos de movi/ de 1^a ordem

Estímulos sucessivos

Sem sensação de movimento.

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1^a ordem
Estímulos 2^a ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Estímulos de movi/ de 1^a ordem

Utilização de 2 redes espaciais fora de fase

Estímulos de movi/ de 1ª ordem

Leis de Korte

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

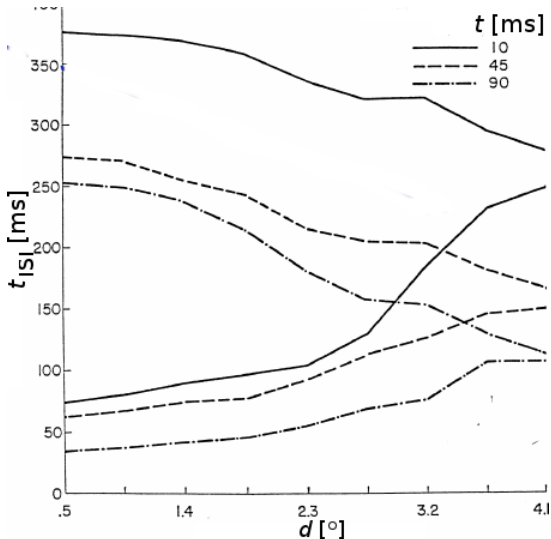
Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

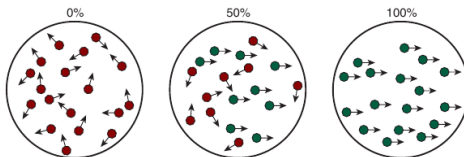
Limiares superior
e inferior de
detecção de
movimento para a
mesma
intensidade, I , e
diferentes
durações do
pulso, t .



Estímulos de movi/ de 2ª ordem

Cinematogramas de pontos aleatórios

Cinematogramas de pontos aleatórios → são estímulos de 2ª ordem usados para estudar a percepção global do movimento.



Limiar de coerência → % de coerência do cinematograma que resulta na percepção de movimento por parte do observador.



Os cinematogramas de pontos aleatórios também podem ser usados para estudar outros aspectos do movimento, *p.ex.*:

- *limiar de deslocamento mínimo*: mínima distância que os pontos se devem mover para que seja percebido movimento;
- *limiar de deslocamento máximo*: máxima distância.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Estímulos de movi/ de 2ª ordem

Cinematogramas de pontos aleatórios

Johannes Zanker: <http://vipерlib.york.ac.uk/users/2615-johannes-zanker>

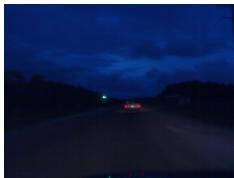
Simulação: <http://apps.usd.edu/coglab/RDCIntro.html>

Influência da iluminação na percepção de movimento

E sobre a percepção de movimento em condições fotópicas / escotópicas?

- Os movimentos aparentam ser + lentos quando predominam os bastonetes e + rápidos quando predominam os cones.

(recorde a influência das condições de iluminação na FCF)



Condução nocturna:

- objectos iluminados pelos faróis do carro aparentam ser + rápidos do que aqueles que não são iluminados e caem sobre a retina periférica.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1ª ordem

Estímulos 2ª ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Genário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Influência do contraste na percepção de movimento

As condições de contraste parecem também influenciar a percepção do movimento, parecendo mais rápido em alto contraste e mais lento em baixo contraste.

Simulação: <http://www.cogsci.nl/illusions/stepping-feet-and-tipsy-toddlers>

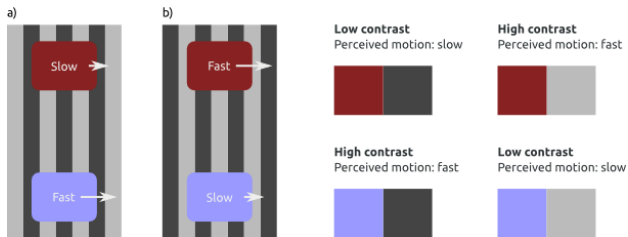
Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi./
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Influência do contraste na percepção de movimento

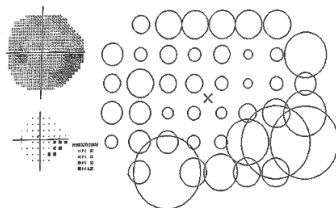
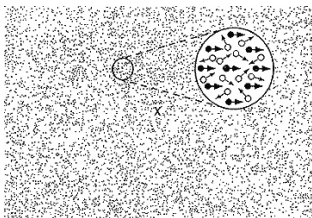


<http://www.cogsci.nl/illusions/stepping-feet-and-tipsy-toddlers>

Influência da excentricidade na percepção de movimento

Perimetria de detecção do movimento:

<http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/Motion/motionperimvid.htm>



<http://www.perimetry.org/PerimetryHistory/Motion/index.htm>

Os resultados de um observador normal, são idênticos aos da perimetria convencional. No entanto, em certas patologias, o resultado da perimetria de detecção do movimento pode vir alterado + cedo que o resultado da perimetria convencional.

Influência da cor na percepção de movimento

Redes isoluminantes → todas as barras têm a mesma luminância e apenas se diferenciam com base na tonalidade.



As barras estão a deslocar-se para a direita mas, será que são percebidas em movimento?

- a resposta é complicada;
- percepção deficiente do movimento: + fraco ou + lento que o real movimento das barras;
- mas aumentando a luminância de algumas das barras, melhora a percepção de movimento.

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Influência da cor na percepção de movimento

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados

FTMT

FCF

Efeitos temporais

Pós-imagens

Tempo de reacção

Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento

Estímulos 1.^a ordem

Estímulos 2.^a ordem

Fact. q influenciam

Limiares detec. movi/

Cenário em movi/.

M. aquisição inform.

Supressão sacádica

Constância da vel.

Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto

Probl. da abertura

Acinetópsia

Influência da cor na percepção de movimento

Limites superior e inferior de detecção do movimento

- Mínima velocidade de movimento detectável
- Mínimo deslocamento detectável
- Máxima velocidade de movimento detectável
- AV cinética (dinâmica)

Limiar inf. detecção movimento

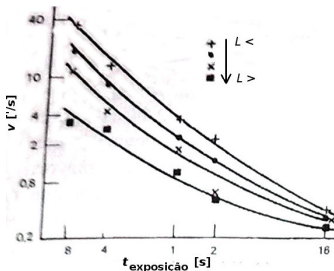
Mínima v detectável

Experiência em que o observador permanece a observar um ponto de fixação e não lhe é permitido seguir o teste com o olhar:

v — mínima velocidade de movimento detectável

$t_{\text{exposição}}$ — tempo de exposição do teste

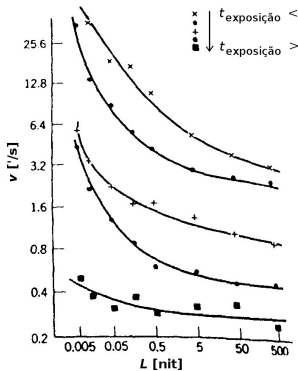
L — luminância



$$t_{\text{exposição}} > \Rightarrow v <$$

(detecção do movimento + fácil)

Exemplo: pôr do Sol



$$L > \Rightarrow v <$$

Limiar inf. detecção movimento

Mínimo deslocamento detectável

Mínimo deslocamento detectável → mínima variação na posição de um objecto que o sistema visual consegue detectar.

Estima-se em cerca de **20"**

Ter em conta que este valor é menor que aquele da mínima resolução espacial!

Limiar sup. detecção movimento

Qual será a máxima velocidade detectável?

- **Limiar superior de movimento coerente** → máxima velocidade em que o objecto pode ser percebido e identificado.
- **Limiar superior de movimento conservado** → máxima velocidade em que o objecto pode ser percebido mas sem identificação da sua forma.
- **Limiar de visibilidade absoluto de movimento** → velocidade a partir da qual o objecto já não pode ser percebido.

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Efeito da velocidade do estímulo na AV

AV dinâmica



<http://www.pacificu.edu/optometry/ce/courses/15876/sportsvisionpg2.cfm>



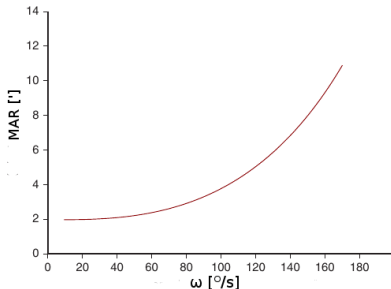
<http://www.healingtheeye.com/>

Efeito da velocidade do estímulo na AV

AV dinâmica

Qual o efeito da velocidade do estímulo na AV?

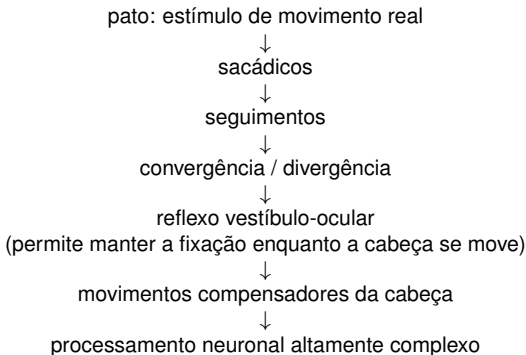
- a AV de resolução mantém-se $\simeq K$ até que a velocidade do estímulo, ω , atinge 60-80 %/s;
- a partir dessa velocidade, a AV cinética começa a diminuir;
- provavelmente está relacionado com a incapacidade de seguir o objecto com os movimentos oculares.



Schwartz, Visual Perception. 2010.

Percepção de um cenário em movimento

Exemplo: fotógrafo de aves num barco



Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi./
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Modelo de aquisição temporal de informação

A nossa percepção do espaço-tempo é contínua, no entanto, os nossos olhos exploram qualquer cenário, “saltando” de um ponto para outro e concentrando-se brevemente em pontos de informação crucial.



Recorde do capítulo em que estudamos a percepção do espaço: a fóvea ocupa apenas 2° de campo.



Se queremos ter acesso à percepção do detalhe e da cor típicas da fóvea, temos de ir situando sobre a fóvea as diferentes imagens do campo de visão que queremos conhecer.

Snowden, Thompson, Troscianko. Basic vision: an introd. to visual perception.

2012.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

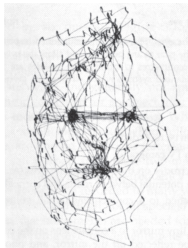
Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Modelo de aquisição temporal de informação

Observação de um rosto

Por exemplo, para observar um cenário estático como o rosto da fotografia, o padrão de movimentos dos olhos mostra que estes se dirigem de ponto para ponto do cenário à medida que o inspeccionam.



Snowden, Thompson, Troscianko. Basic vision: an introd. to visual perception.

2012.

Este padrão de movimento não é aleatório (já que a nossa visão também não é uniforme ao longo de todo o campo), fazendo com que a parte foveal caia em pontos mais interessantes do cenário.

Modelo de aquisição temporal de informação

Além dos *movimentos voluntários*, há a considerar os *involuntários* que ocorrem em cada paragem:

Δs

1 cone

- Nistagmo de alta frequência e baixa amplitude:

- amplitude 20" (1 cone em visão central);
- frequência 40-80 Hz;
- **função:** parecem ajudar a eliminar ruídos da imagem;

Δs

4-10

cones

- Deslocamento lento:

- amplitude 2'-5';
- duração 200-300 ms;
- **função:** estas imagens são integradas p/obter 1 percepção contínua do cenário;

- Sacádicos:

- amplitude 5'-6';
- duração 30 ms;
- **função:** \exists controversa quanto à intervenção dos sacádicos na percepção.

A imagem final obtida como consequência da integração temporal e espacial é armazenada numa *memória de curta duração* como uma imagem estável e desaparece após 1-3 s.

Supressão sacádica

Afortunadamente, não nos damos conta de todos os movimentos oculares.

Quando entramos numa sala, observamos várias zonas dessa sala e à medida que olhamos de um ponto para outro, há uma sucessão de imagens a moverem-se na retina, no entanto, não concluímos que a sala está em movimento.



Explicação: Quando movemos o olhar de um ponto de fixação para outro, a visão é suprimida desde um pouco antes até um pouco depois do movimento sacádico — **supressão sacádica:**

- este mecanismo permite olhar de um objecto para outro sem sermos perturbados pela rápida sucessão de imagens que atravessa a retina.

Supressão sacádica

Demo: Em frente a um espelho, tente seguir o seu olhar à medida que muda a fixação sucessivamente de um olho para o outro.



Consequência curiosa da supressão sacádica:
Em média passamos cegos cerca de 40 min por dia!



Este período de cegueira acumulado corresponde à soma da duração de todos os movimentos sacádicos, durante os quais o cérebro não recebe informação.

Hinze Hogendoorn: *Time and the brain: the illusion of now* (TED talk recomendada)

https://www.youtube.com/watch?v=BEuNa1Vp_b0

Estímulos que
variam no
tempo

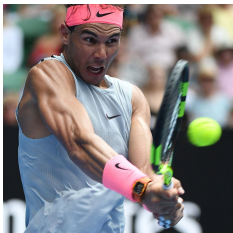
Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Supressão sacádica

Consequências



Rafael Nadal: lança a bola com uma força tal que ela pode chegar a atingir **235 km/h**

(outros tenistas chegaram a 263 km/h)



bola demora cerca de meio segundo
(**0,35 s**) a atravessar o campo (23 m)

O cérebro do adversário demora **~0,1 s** a processar a imagem



Em 0,1 s a bola percorre **6,57 m!!!**



Quer dizer que o adversário percebe a bola a 6,57 m da
posição em que ela realmente está!!!

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Supressão sacádica

Consequências



Então como é que os adversários conseguem acertar na
bola?



O cérebro consegue prever o percurso!!

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Supressão sacádica

Consequências



Isto também explica porque é tão difícil apanhar uma
mosca!

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Supressão sacádica

Consequências



Mosca move-se a ~ 8 km/h.



Em 0,1 s que o nosso cérebro leva a processar a imagem, a mosca percorre ~ 22 cm.



Tal como para o jogador de ténis, o nosso cérebro tenta prever o percurso da mosca mas... ele é **aleatório!!!**



O cérebro mostra-nos a imagem da mosca num local onde
ela não está, nunca esteve e nunca virá a estar!

Supressão sacádica

Consequências

Na verdade, este assunto torna-se ainda mais complicado se considerarmos que a velocidade de processamento do nosso cérebro é diferente para diferentes componentes da imagem.

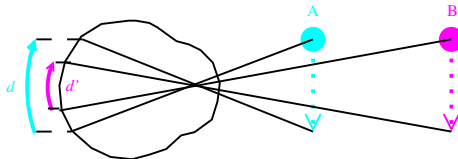


Percebemos o cenário visual como um todo mas o cérebro processa cada parte em zonas corticais diferentes e a velocidades diferentes:

- 1 cor;
- 2 movimento;
- 3 forma.

Constância da velocidade

O sistema visual ajusta a velocidade a que percebe o movimento de acordo com a distância a que se encontram os objectos:



- Os objectos **A** e **B**, situados a diferentes distâncias do observador, percorrem o mesmo espaço no mesmo intervalo de tempo (*i.e.*, têm a mesma velocidade);
- no entanto, o espaço percorrido pelas suas imagens na retina é diferente, ***d*** e ***d'*** respectivamente;
- como ***d*** > ***d'*** mas o tempo se mantém constante, a conclusão deveria ser que $v_A > v_B$;
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$
- para inferir a velocidade dos objectos, o sistema visual não utiliza apenas a informação da velocidade com que as imagens se deslocam na retina, utiliza também a informação de profundidade — **mecanismo de constância da velocidade**.

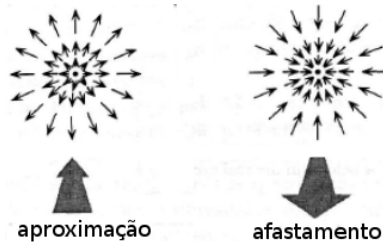
Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Percepção do automovimento



Goldstein. Sensation and perception. 2009.

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do movimento

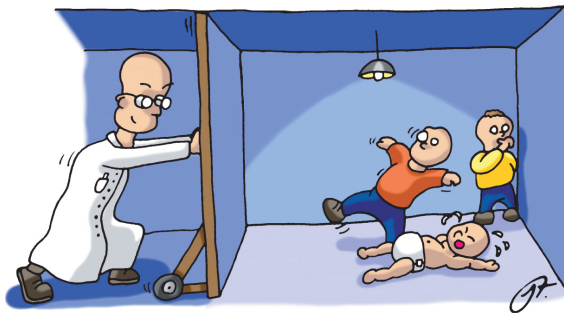
Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico

Automovimento

Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Automovimento

Equilíbrio



Snowden, Thompson, Troscianko. Basic vision: an introd. to visual perception.

2012.

Tempo até ao impacto

As velocidades das diferentes partes da imagem retiniana estão relacionadas com a distância aos objectos correspondentes, com a velocidade desses objectos e com a velocidade do próprio observador.



O conhecimento desta informação permite corrigir a trajectória do observador em movimento de maneira a evitar chocar contra os objectos.

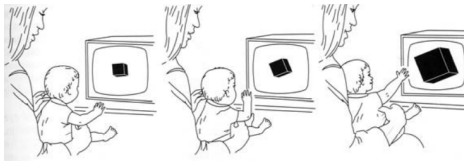


FIGURE 9.7

Most animals, including human infants, will try to avoid a looming stimulus, even when that stimulus is portrayed on a television screen.

Blake, Sekuler. Perception. 2006.

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1.^a ordem
Estímulos 2.^a ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Tempo até ao impacto

O **tempo até ao impacto**, τ , pode ser obtido a partir da taxa de expansão do fluxo óptico na retina.

http://www.youtube.com/watch?v=d1G_M0y-lgU

Estímulos que
variam no
tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do
movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Problema da abertura

Quando o observador apenas vê uma parte do cenário, não é possível saber exactamente a direcção e a velocidade do movimento.



<http://www.liv.ac.uk/~marcob/Trieste/aperture.html>

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

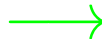
Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Problema da abertura



<http://www.liv.ac.uk/~marcob/Trieste/aperture.html>



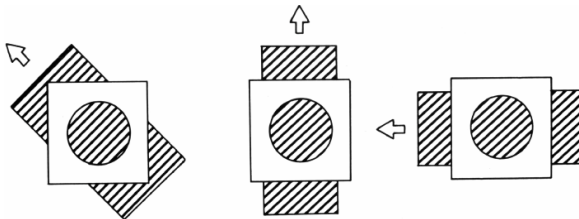
Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1ª ordem
Estímulos 2ª ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura
Acinetópsia

Problema da abertura



<http://stoomey.wordpress.com/2008/04/18/20/>

Quando o mecanismo falha

Acinetópsia

Acinetópsia → cegueira ao movimento.

Condição descrita pelos pacientes como percebendo o mundo como uma sequência de *snapshots* mas muitos deles estão em falta.



Nesta condição, o cérebro perde a capacidade de unir as imagens de maneira fluida e, em consequência, apenas são vistas imagens soltas e sem conexão.

- Problemas para encher um copo de água;
- apanhar uma bola que lhes seja atirada;
- atravessar uma estrada;
- seguir uma conversa;
- ...

Estímulos que variam no tempo

Estímulos utilizados
FTMT
FCF
Efeitos temporais
Pós-imagens
Tempo de reacção
Mascaramento

Percepção do movimento

Tipos de movimento
Estímulos 1.^a ordem
Estímulos 2.^a ordem
Fact. q influenciam
Limiares detec. movi/
Cenário em movi/.
M. aquisição inform.
Supressão sacádica
Constância da vel.
Fluxo óptico
Automovimento
Tempo impacto
Probl. da abertura

Acinetópsia

Quando o mecanismo falha

Acinetópsia

http://www.youtube.com/watch?v=uFg_HJgV5zU&feature=player_embedded