

PSE1646 – Percepção e Cognição - 2018

Processamento Temporal no Sistema Visual

Christina Joselevitch

Departamento de Psicologia Experimental
Instituto de Psicologia
Universidade de São Paulo



INSTITUTO DE PSICOLOGIA



Percepção

A percepção visual resulta da interpretação da informação luminosa, que varia em três dimensões: *espaço, comprimento de onda e tempo.*



Tópicos



Integração temporal

- O olho não é uma câmera
- Tempo de integração



Resolução temporal

- Sensibilidade ao contraste temporal
- Frequência crítica de fusão



Visão de movimento

- Tipos de movimento
- Sistemas de detecção de movimento



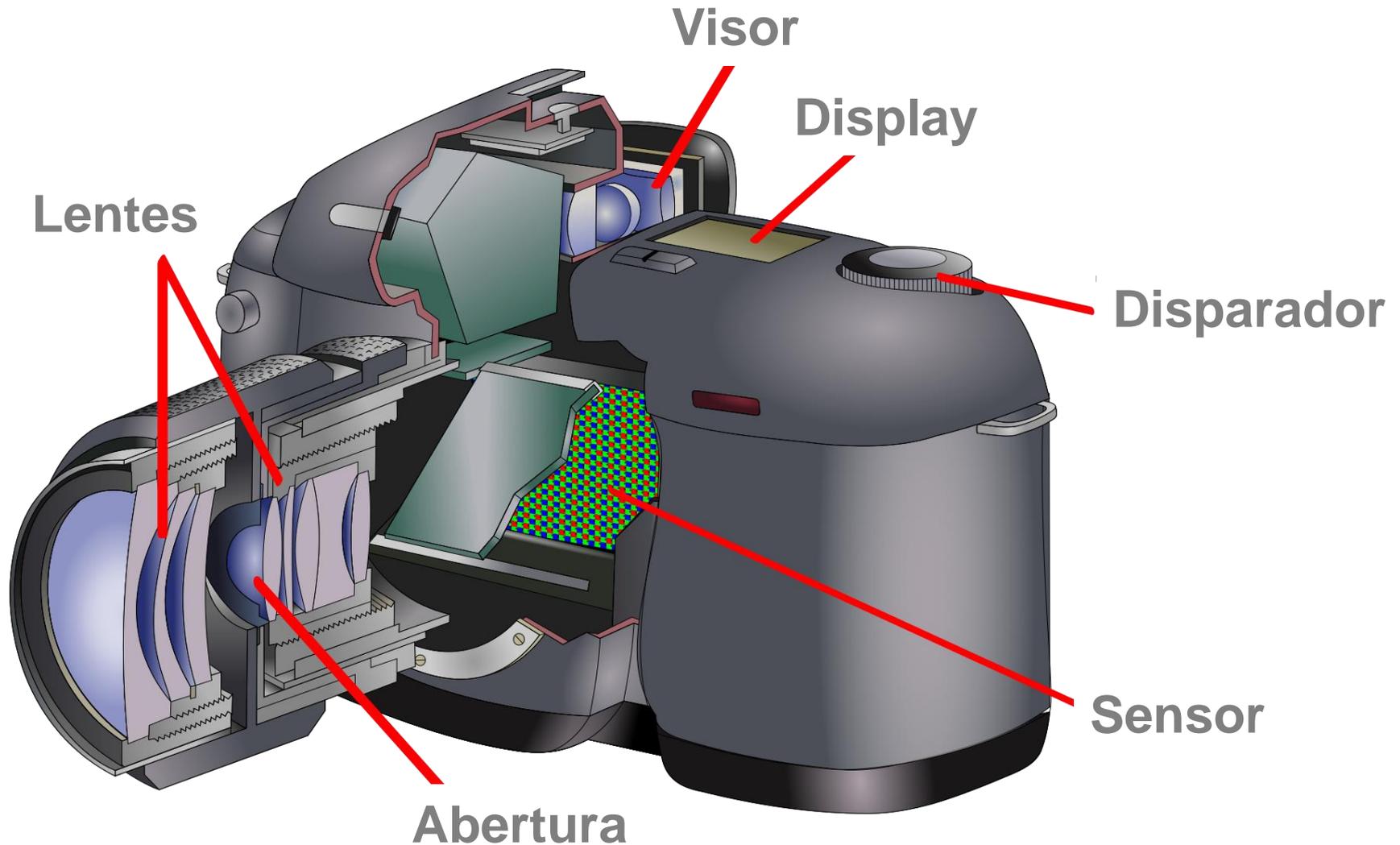
Bases fisiológicas

- Na retina
- No cérebro



Conclusão

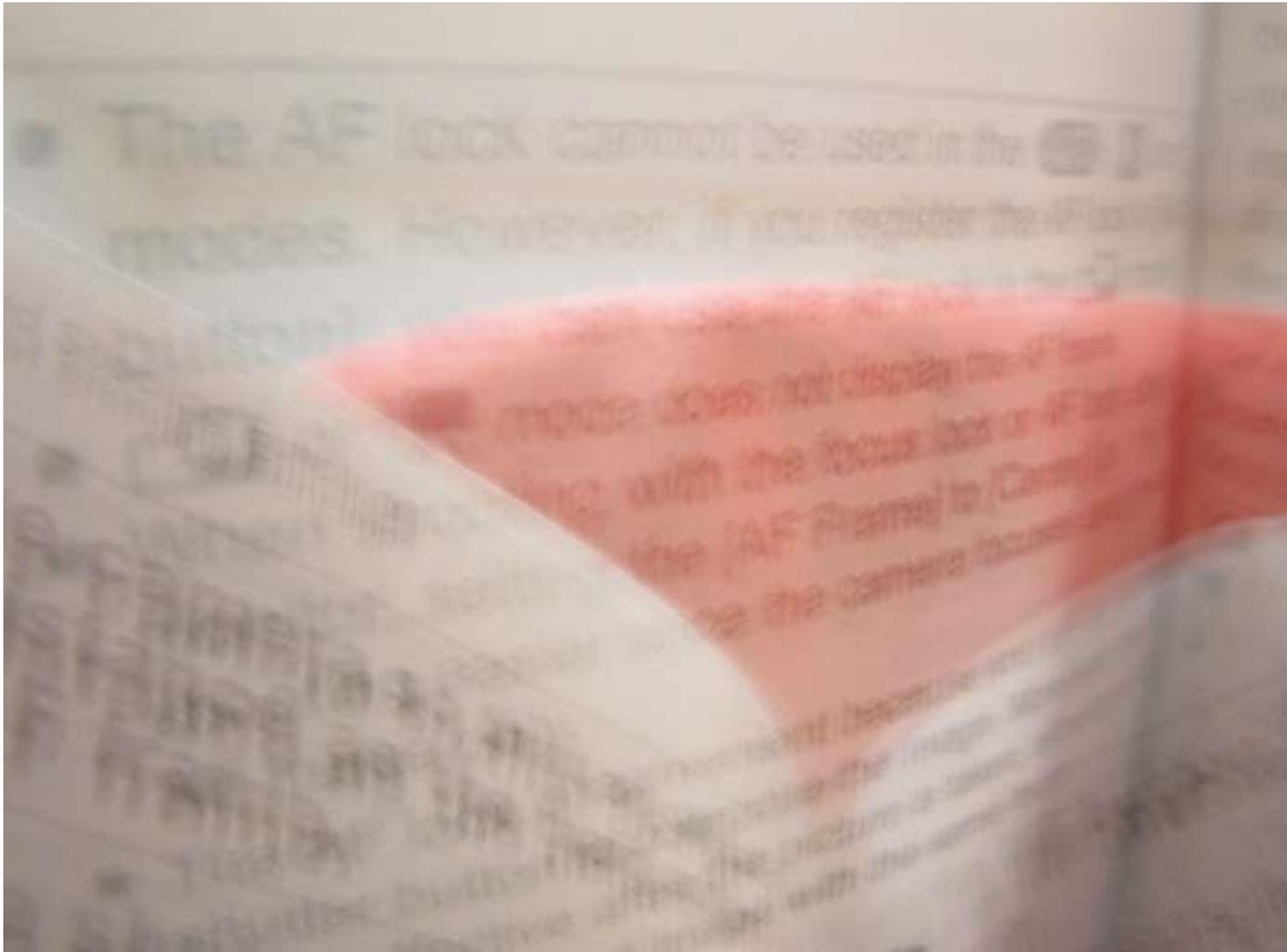
O olho parece uma câmera fotográfica



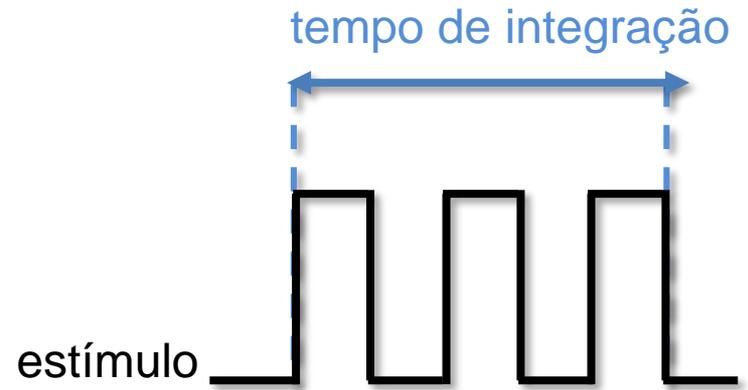
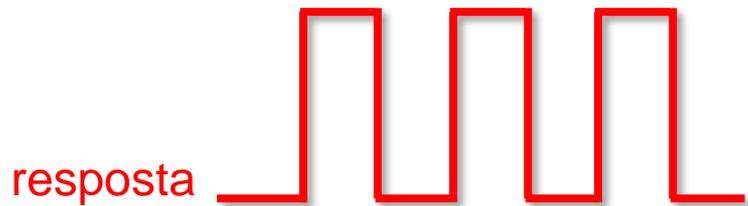
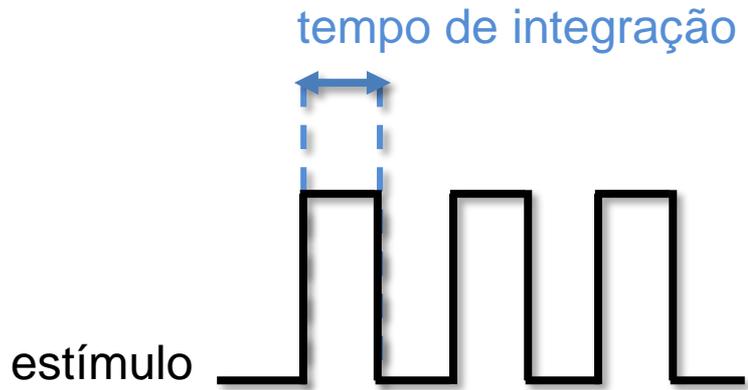
O olho não é uma câmera fotográfica

10000 ms

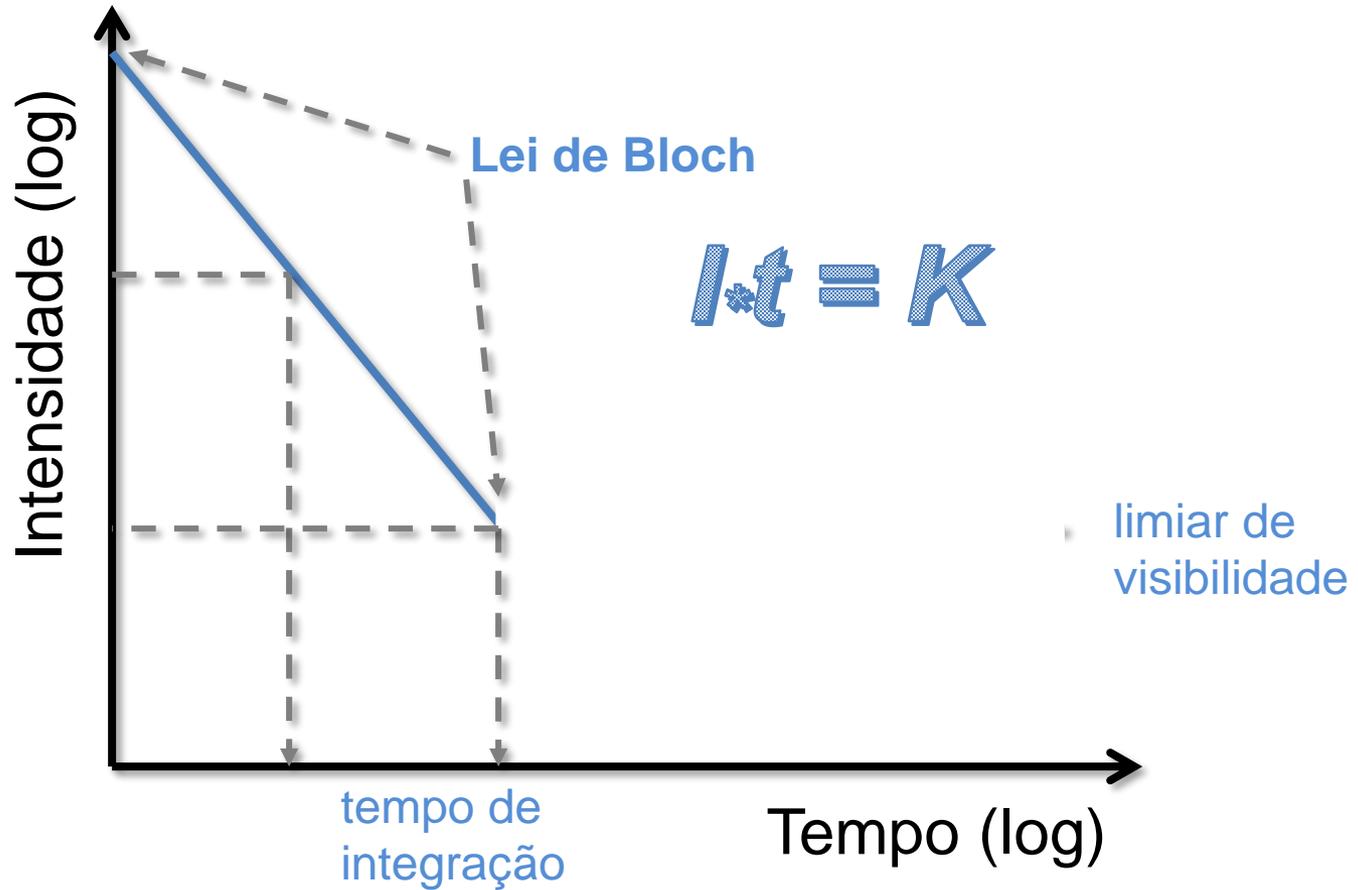
O olho não é uma câmera fotográfica



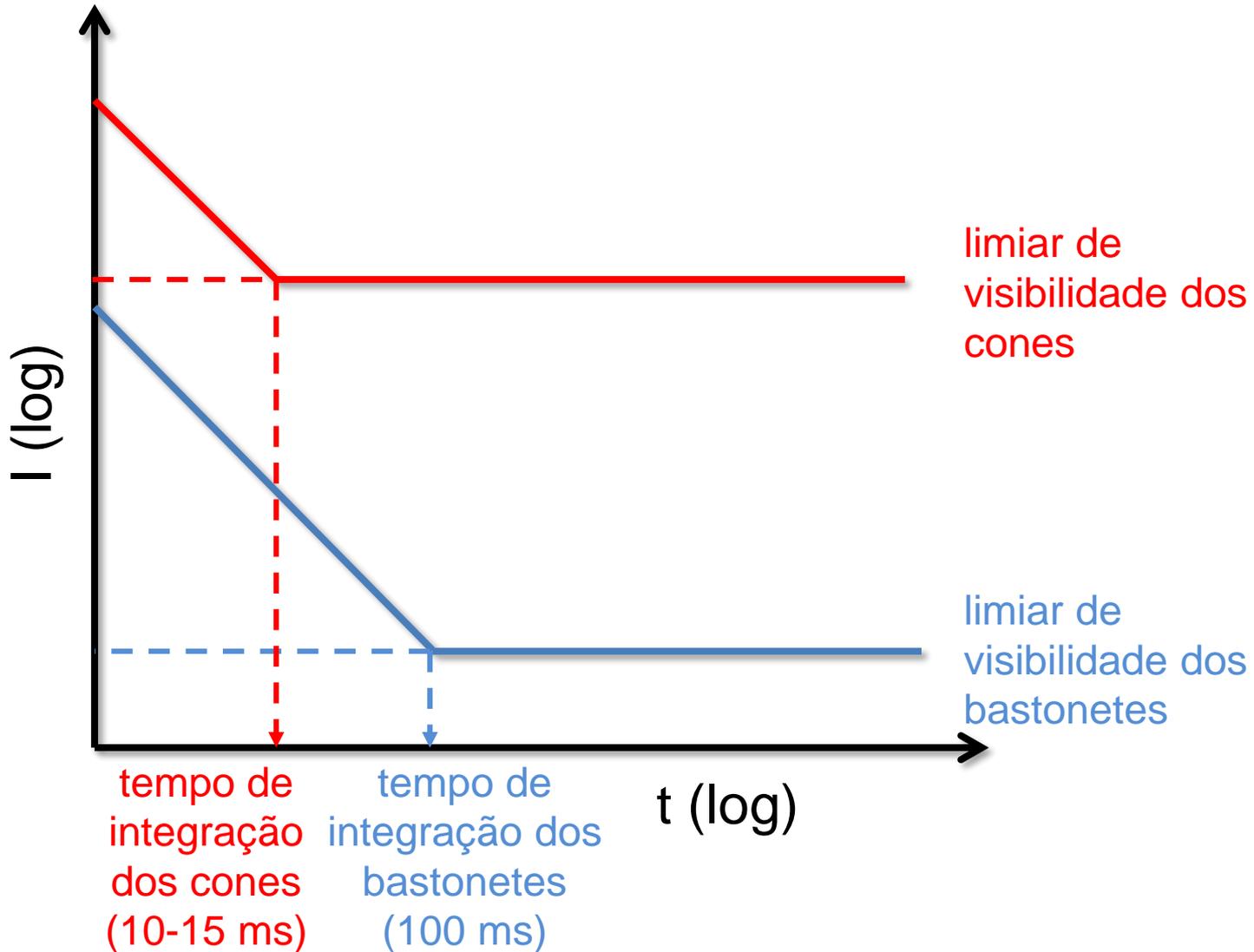
Tempo de integração



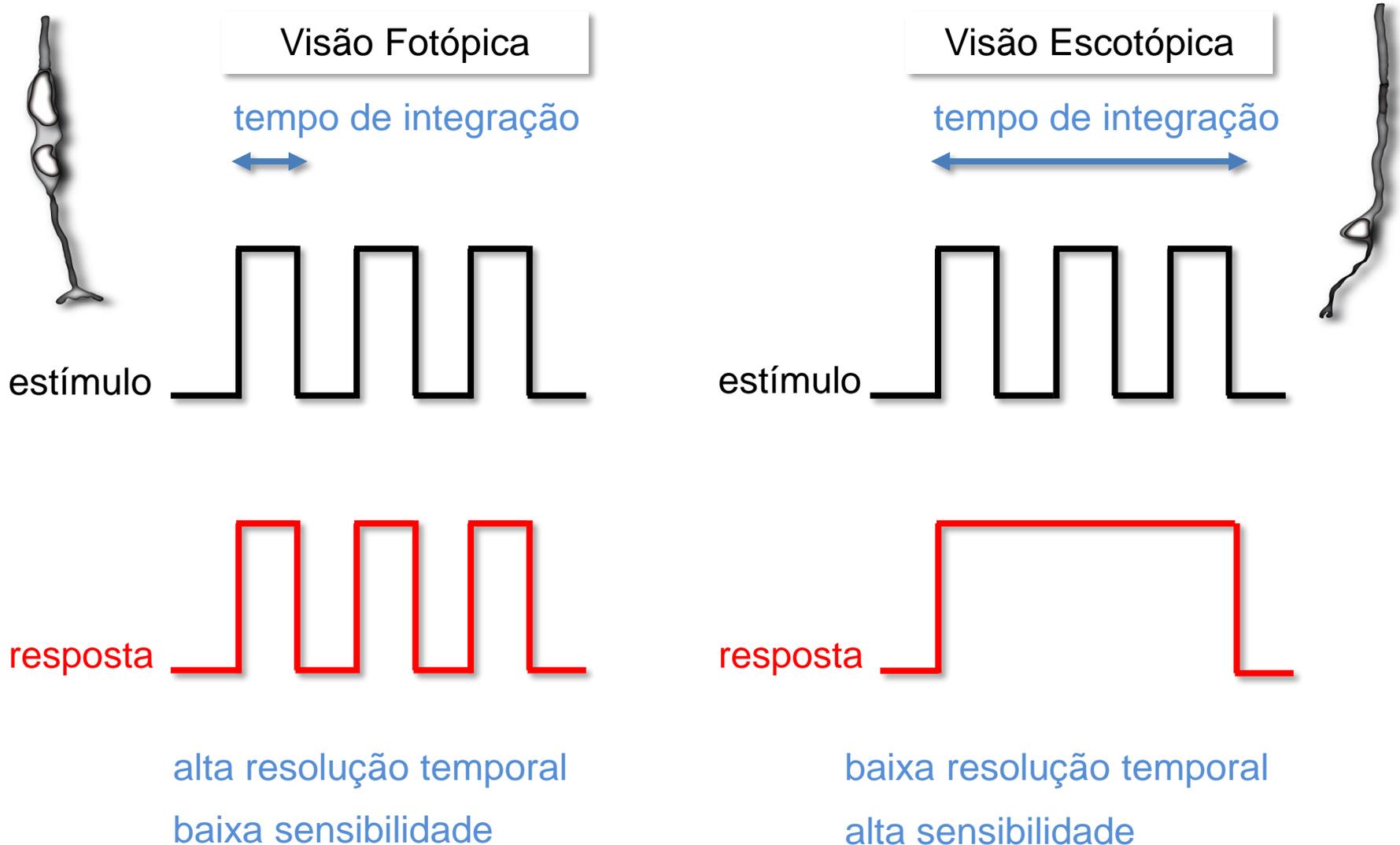
Tempo de integração



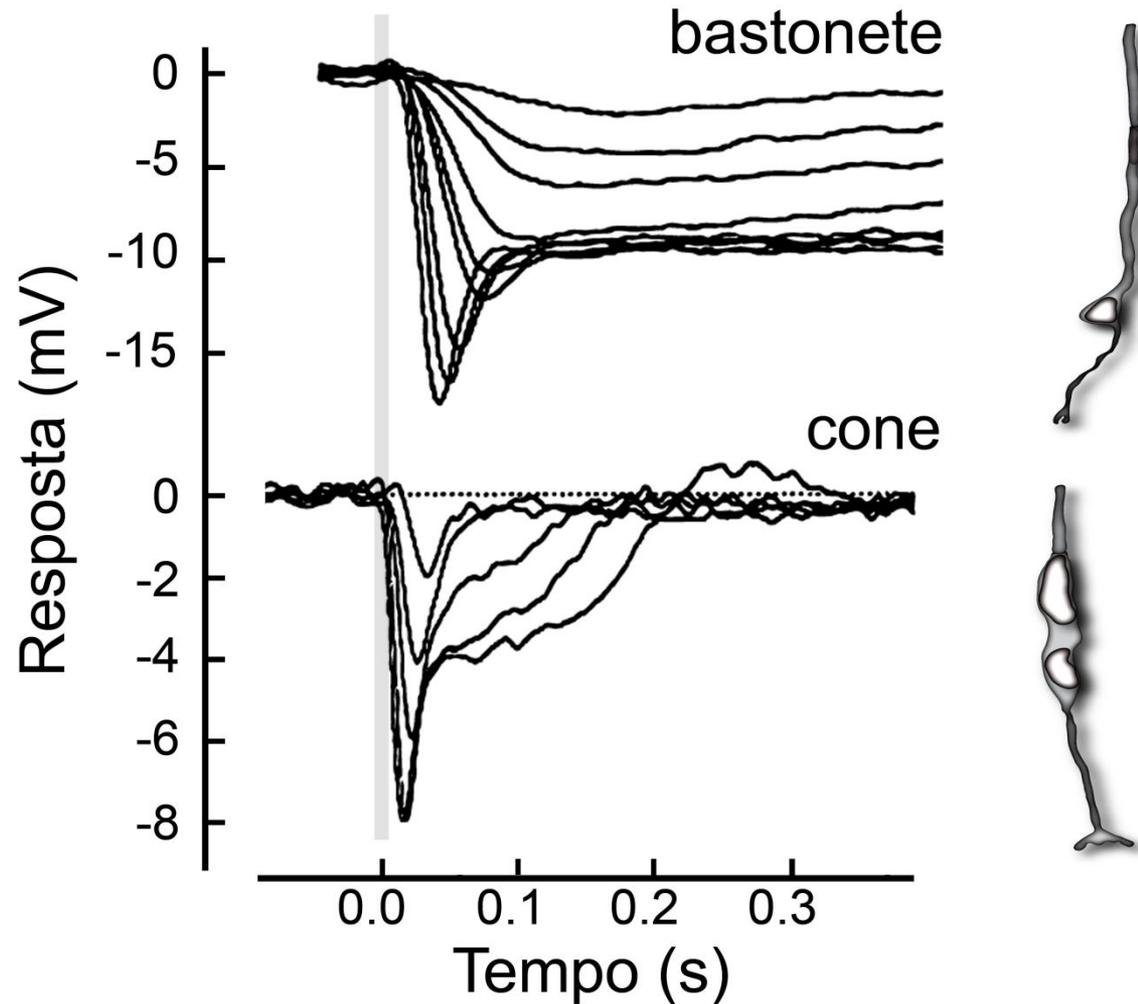
Tempo de integração



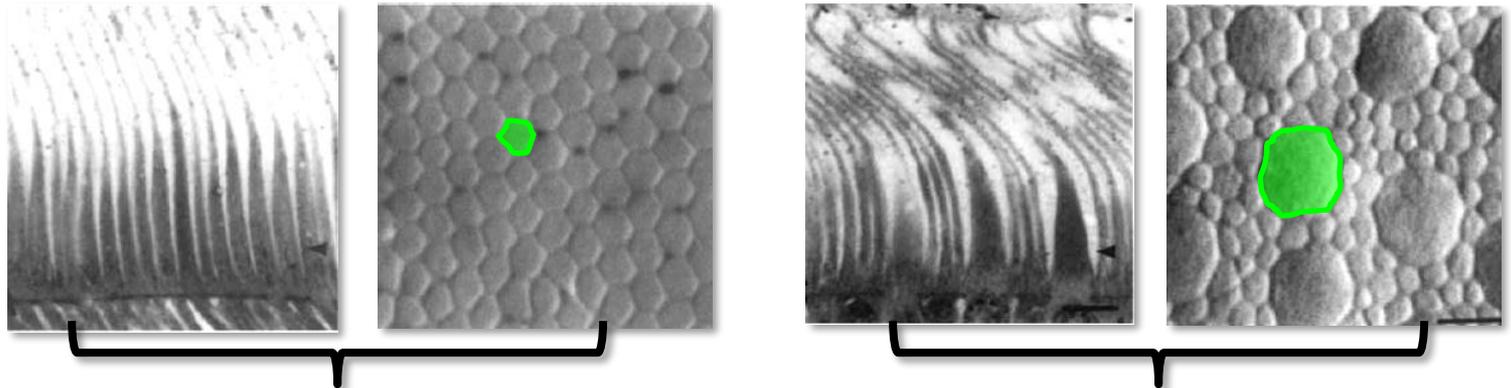
Tempo de integração



Tempo de integração

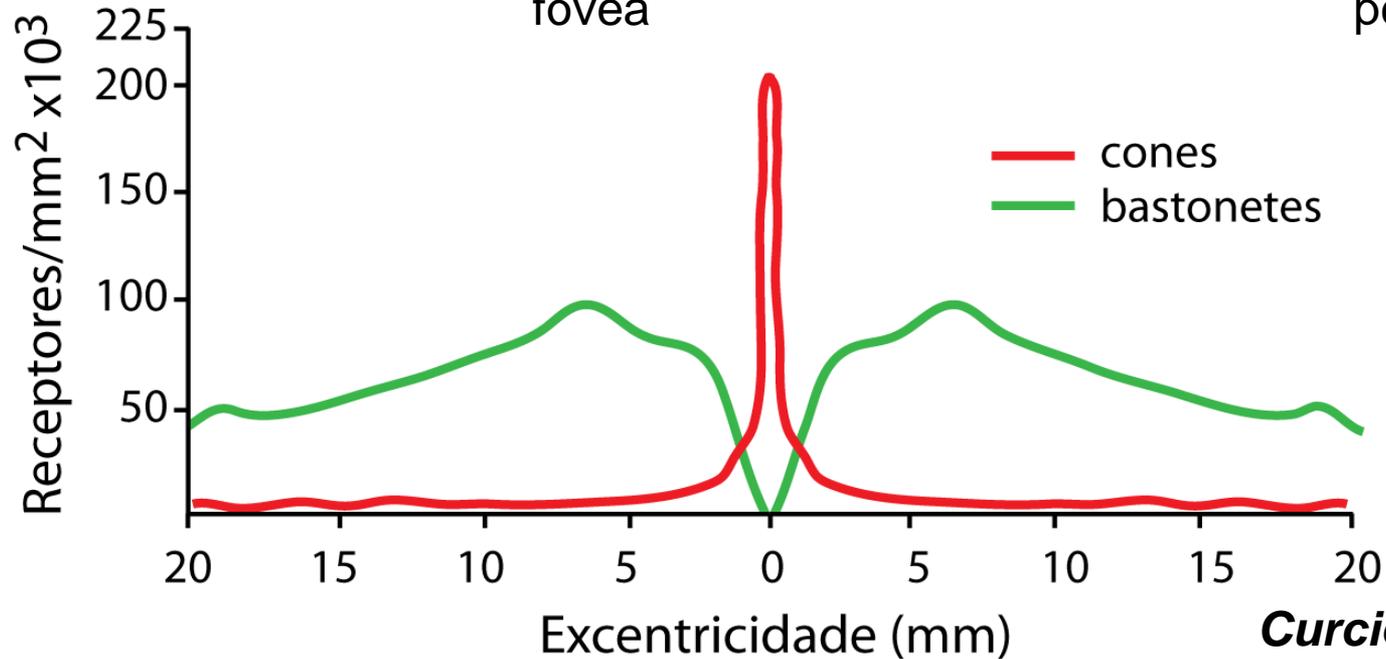


Tempo de integração



fóvea

periferia



Curcio et al., 1990

Tempo de integração

Fatores que afetam o tempo de integração

Adaptação ao claro/escuro



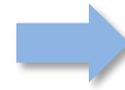
Adaptação ao claro = ↓
Adaptação ao escuro = ↑

Tamanho do objeto/fonte luminosa



Maior tamanho = ↓
Menor tamanho = ↑

Excentricidade retiniana



Fóvea = ↓
Periferia = ↑

Cor do objeto/fonte luminosa



Esti
Esti

Tarefa visual



Tópicos



Integração temporal

- O olho não é uma câmera
- Tempo de integração



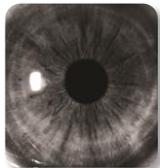
Resolução temporal

- Sensibilidade ao contraste temporal
- Frequência crítica de fusão



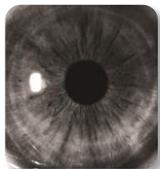
Visão de movimento

- Tipos de movimento
- Sistemas de detecção de movimento



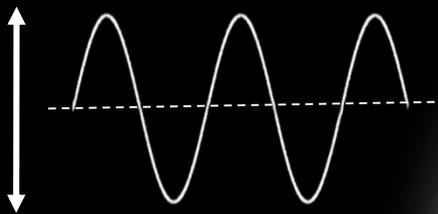
Bases fisiológicas

- Na retina
- No cérebro



Conclusão

Sensibilidade ao contraste temporal

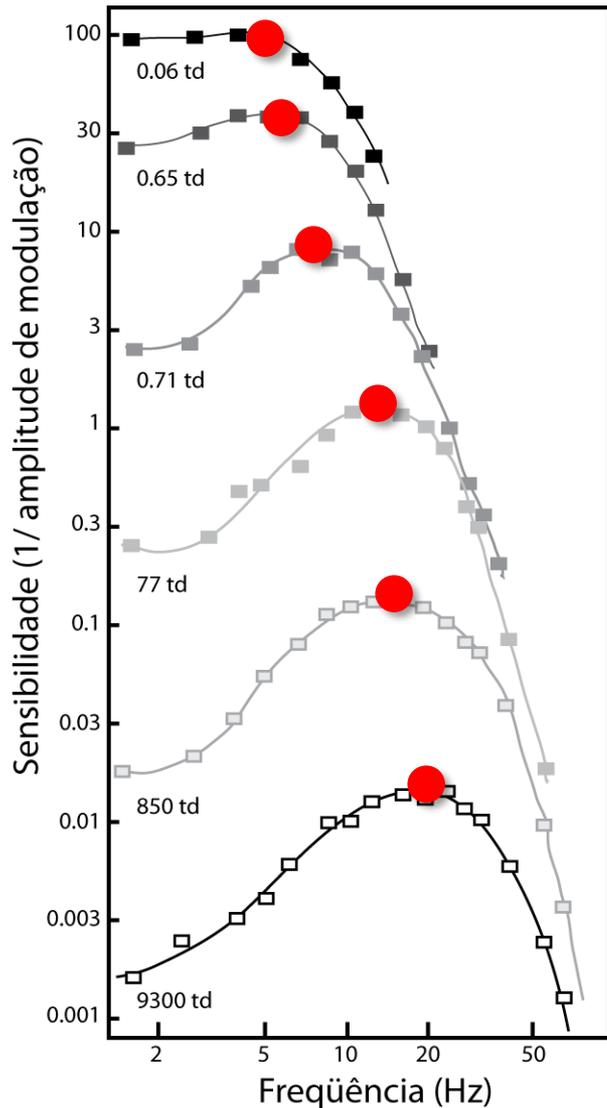


2.5 Hz

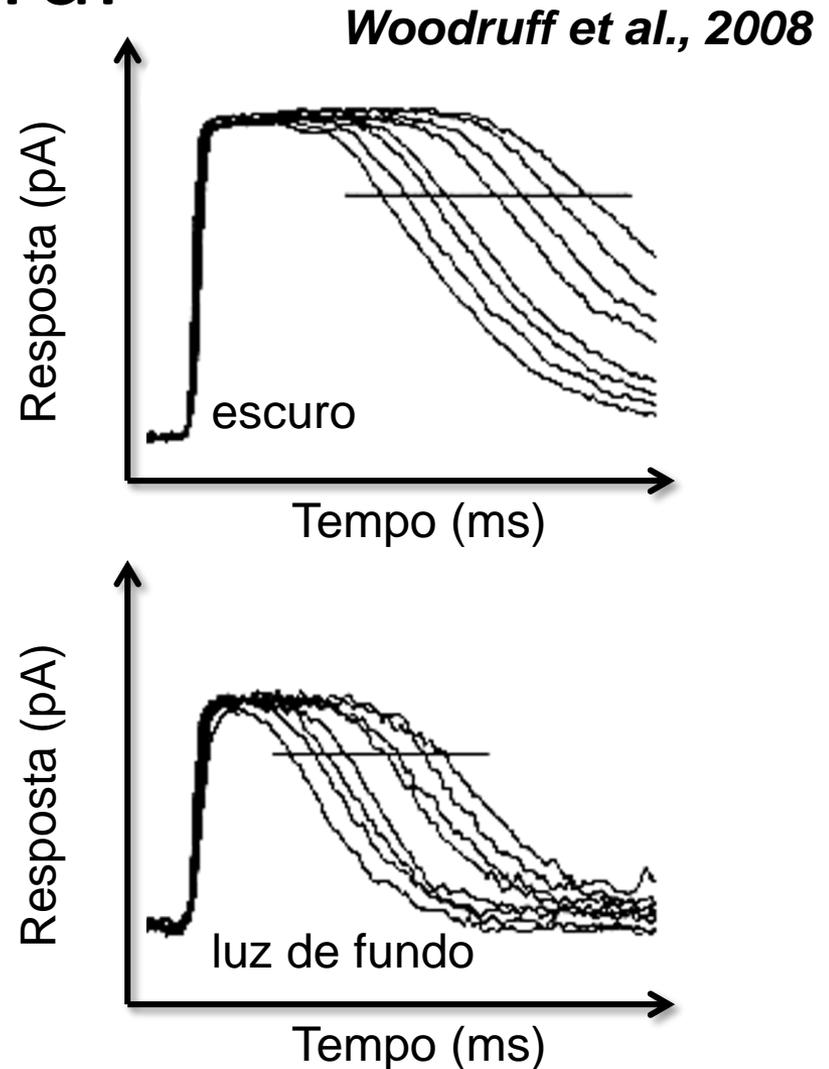
Sensibilidade ao contraste temporal



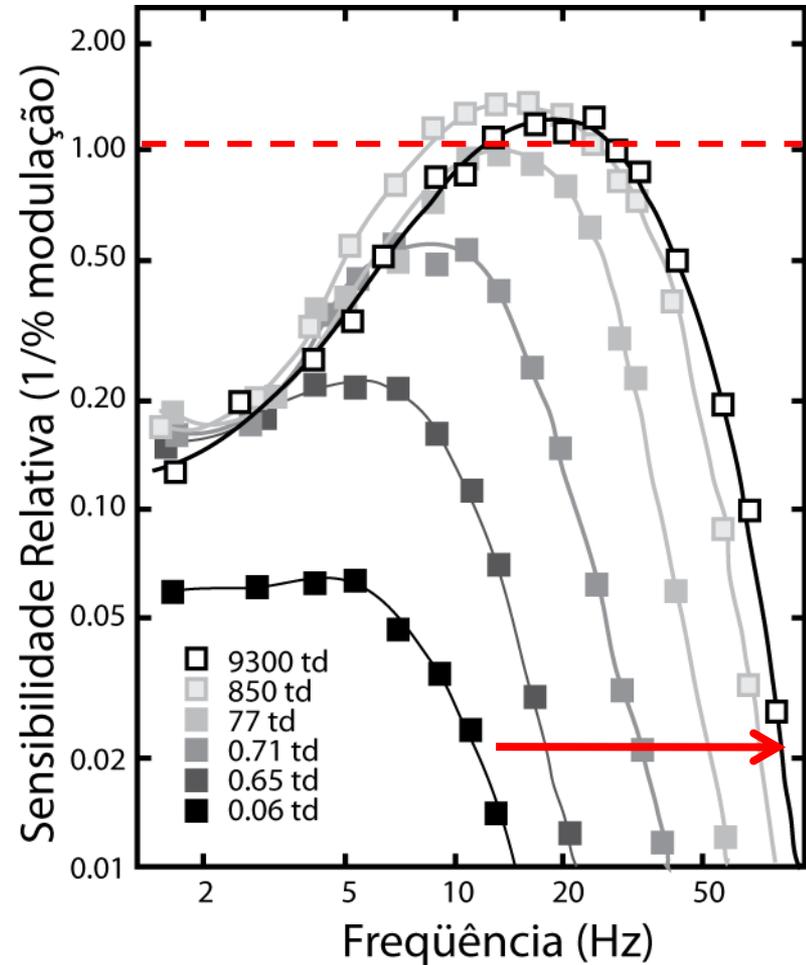
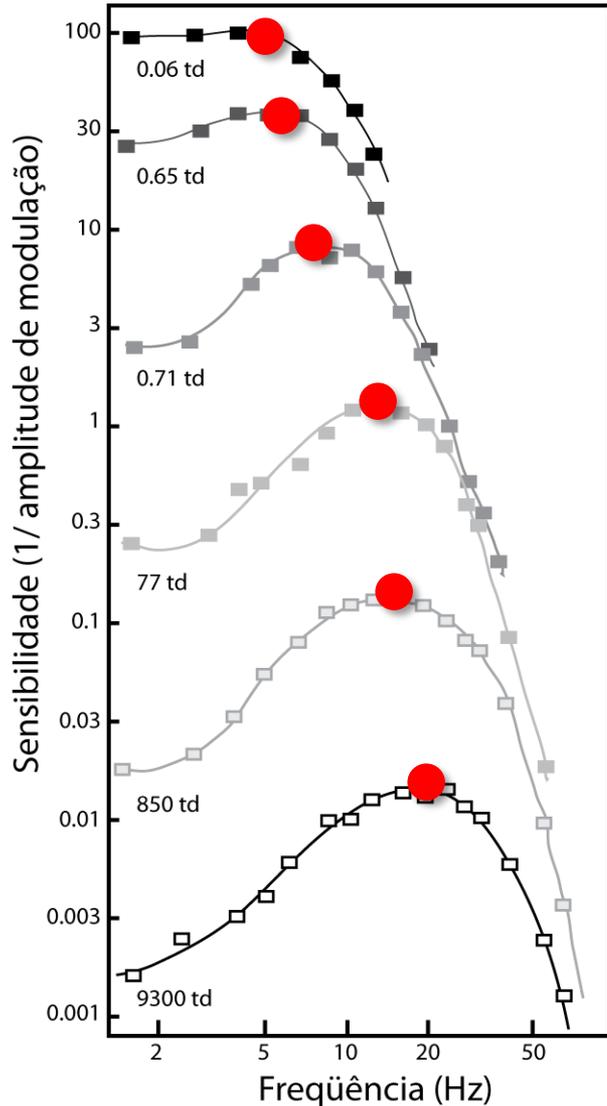
Sensibilidade ao contraste temporal



Kelly, 1961

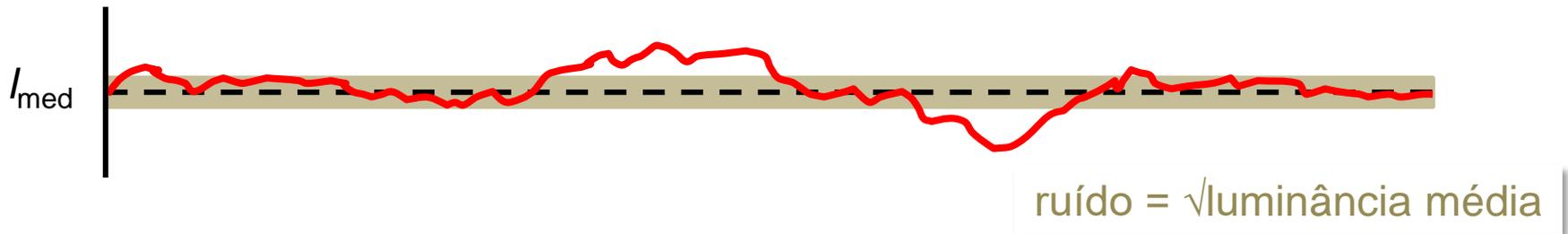


Sensibilidade ao contraste temporal



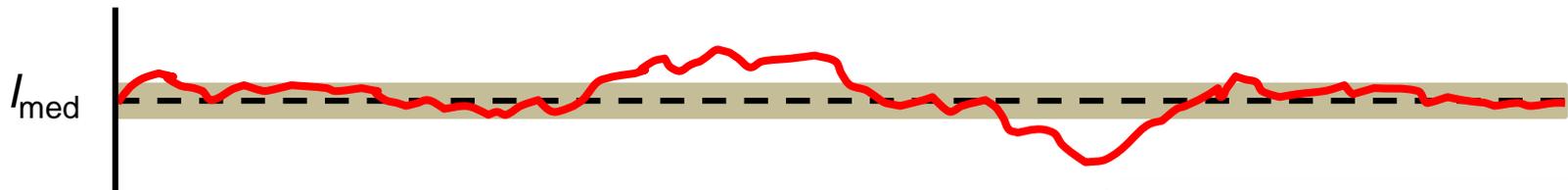
Kelly, 1961

Sensibilidade ao contraste temporal



Sensibilidade ao contraste temporal

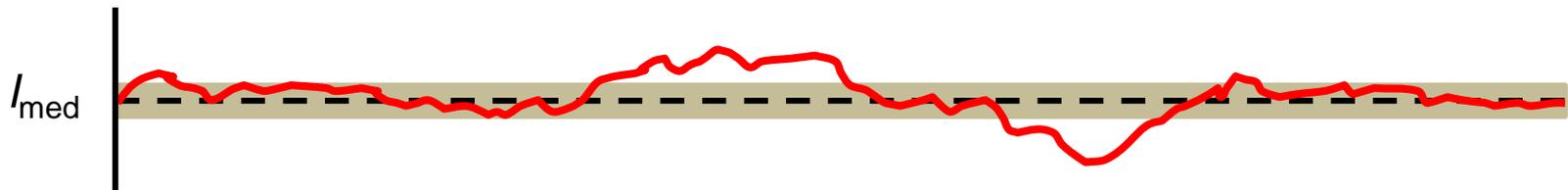
| | Contraste: 1% |
|------------------|---------------|
| Sinal | 1 |
| Luminância média | 100 |
| Ruído | 10 |
| Sinal : Ruído | Sinal < Ruído |
| Resultado | invisível |



ruído = $\sqrt{\text{luminância média}}$

Sensibilidade ao contraste temporal

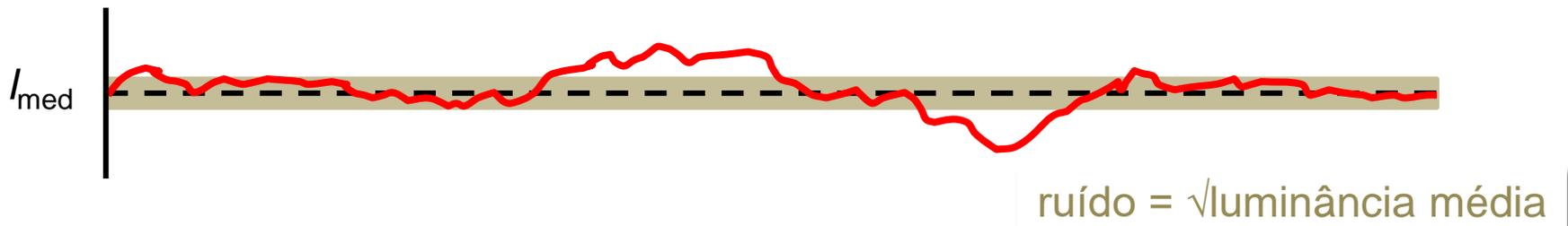
| | Contraste: 1% | Contraste: 1% |
|------------------|---------------|---------------|
| Sinal | 1 | 10 |
| Luminância média | 100 | 1.000 |
| Ruído | 10 | 31 |
| Sinal : Ruído | Sinal < Ruído | Sinal < Ruído |
| Resultado | invisível | invisível |



ruído = $\sqrt{\text{luminância média}}$

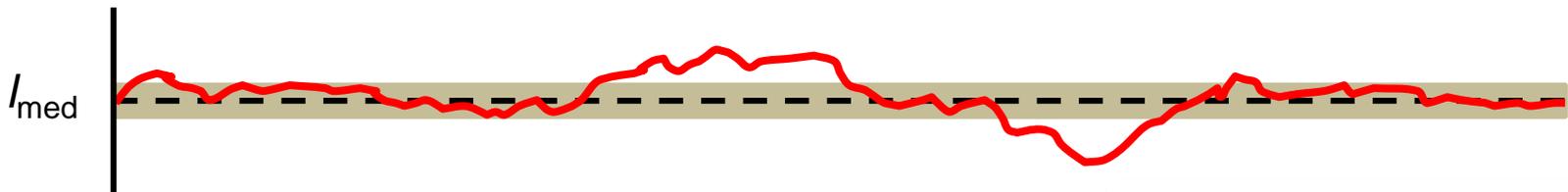
Sensibilidade ao contraste temporal

| | Contraste: 1% | Contraste: 1% | Contraste: 1% |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
| Sinal | 1 | 10 | 100 |
| Luminância média | 100 | 1.000 | 10.000 |
| Ruído | 10 | 31 | 100 |
| Sinal : Ruído | Sinal < Ruído | Sinal < Ruído | Sinal = Ruído |
| Resultado | invisível | invisível | invisível |



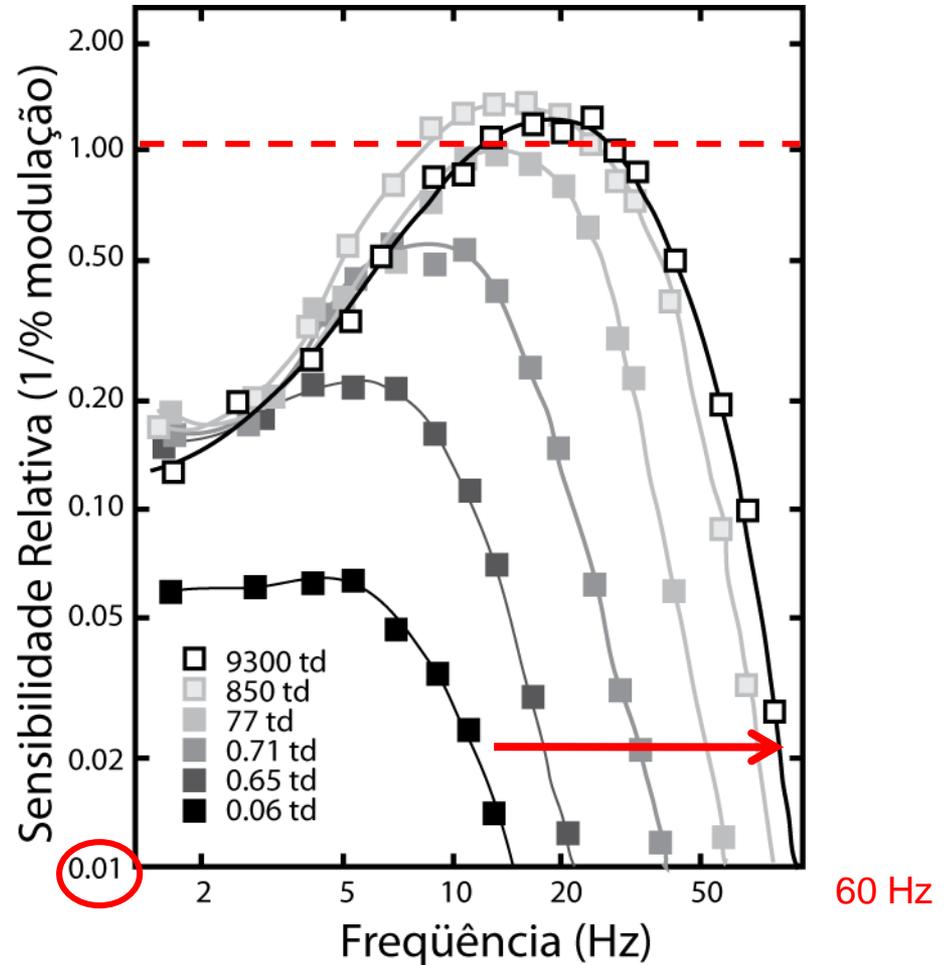
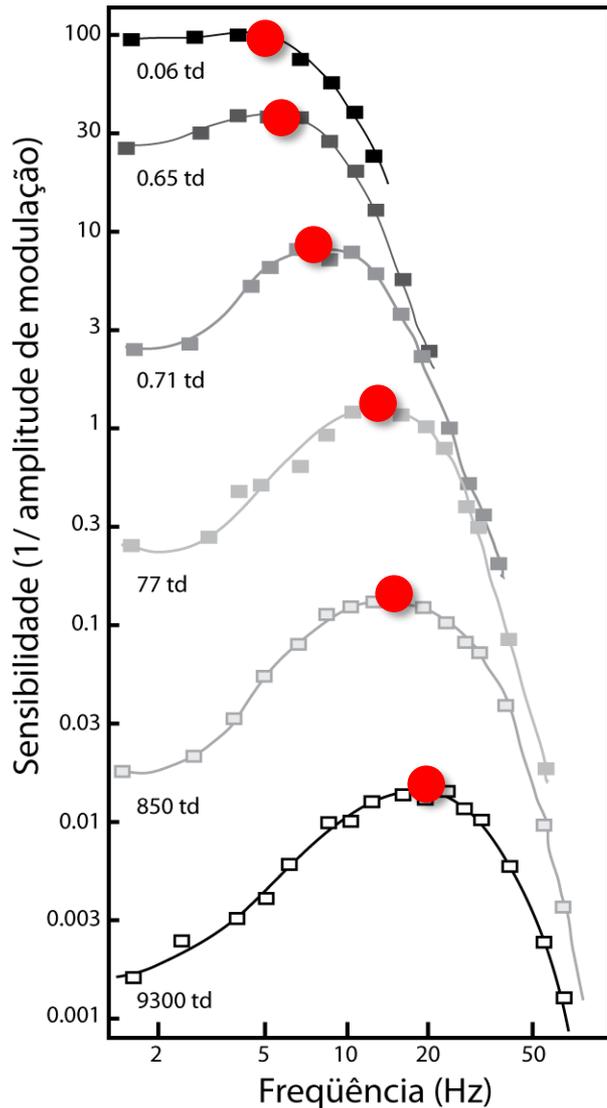
Sensibilidade ao contraste temporal

| | Contraste: 1% | Contraste: 1% | Contraste: 1% | Contraste: 1% |
|------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Sinal | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| Luminância média | 100 | 1.000 | 10.000 | 100.000 |
| Ruído | 10 | 31 | 100 | 316 |
| Sinal : Ruído | Sinal < Ruído | Sinal < Ruído | Sinal = Ruído | Sinal > Ruído |
| Resultado | invisível | invisível | invisível | visível |



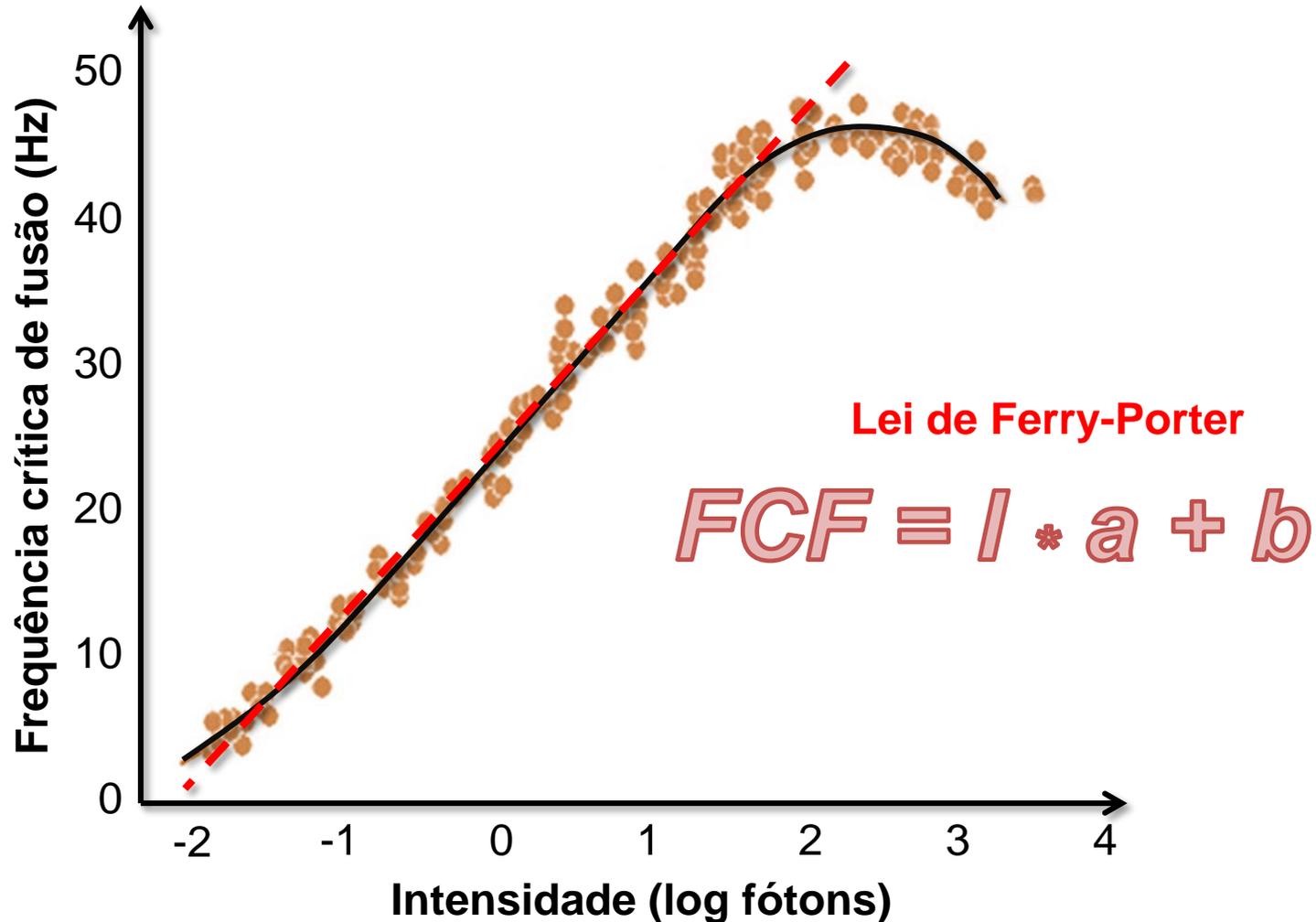
$$\text{ruído} = \sqrt{\text{luminância média}}$$

Frequência crítica de fusão

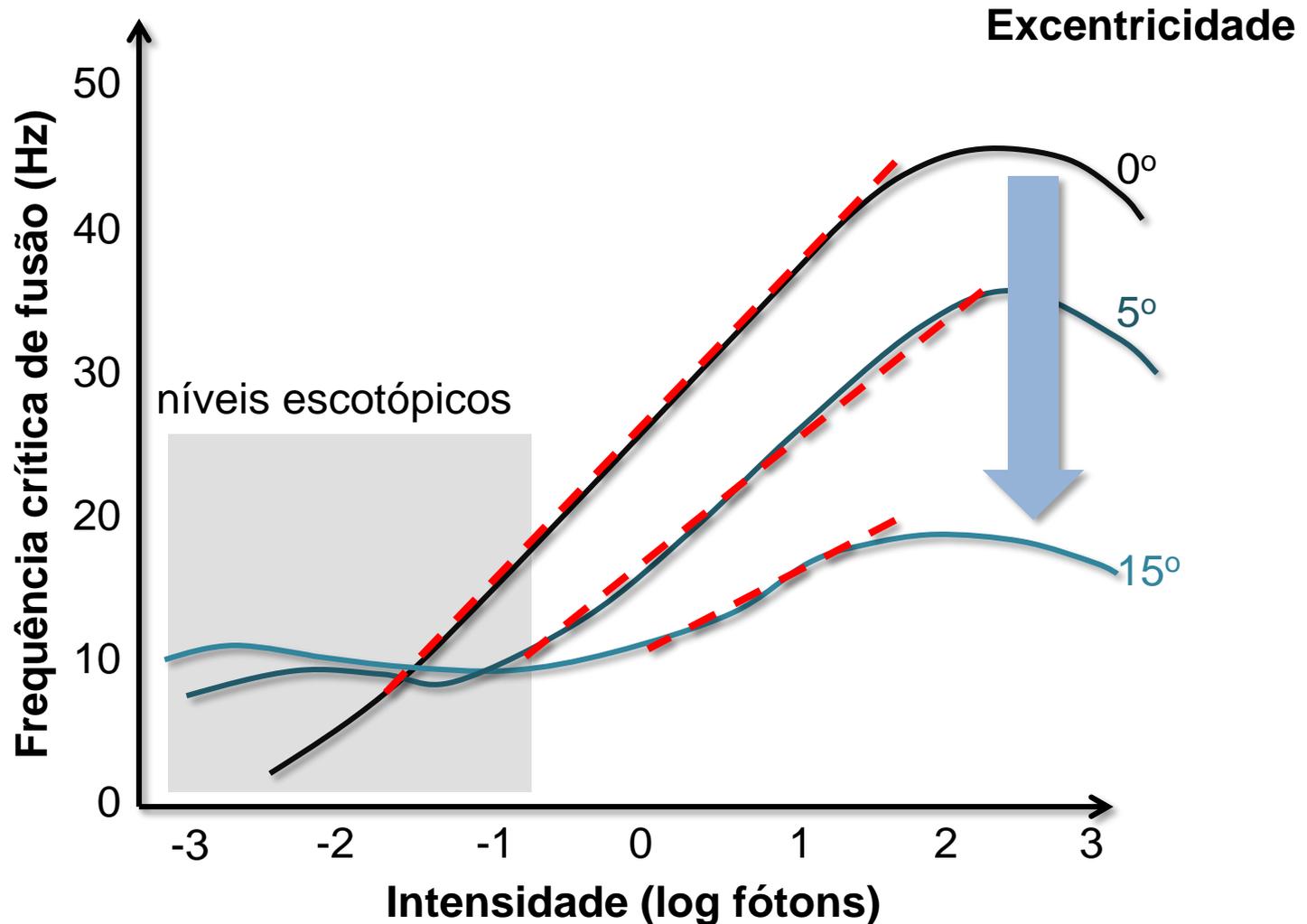


Kelly, 1961

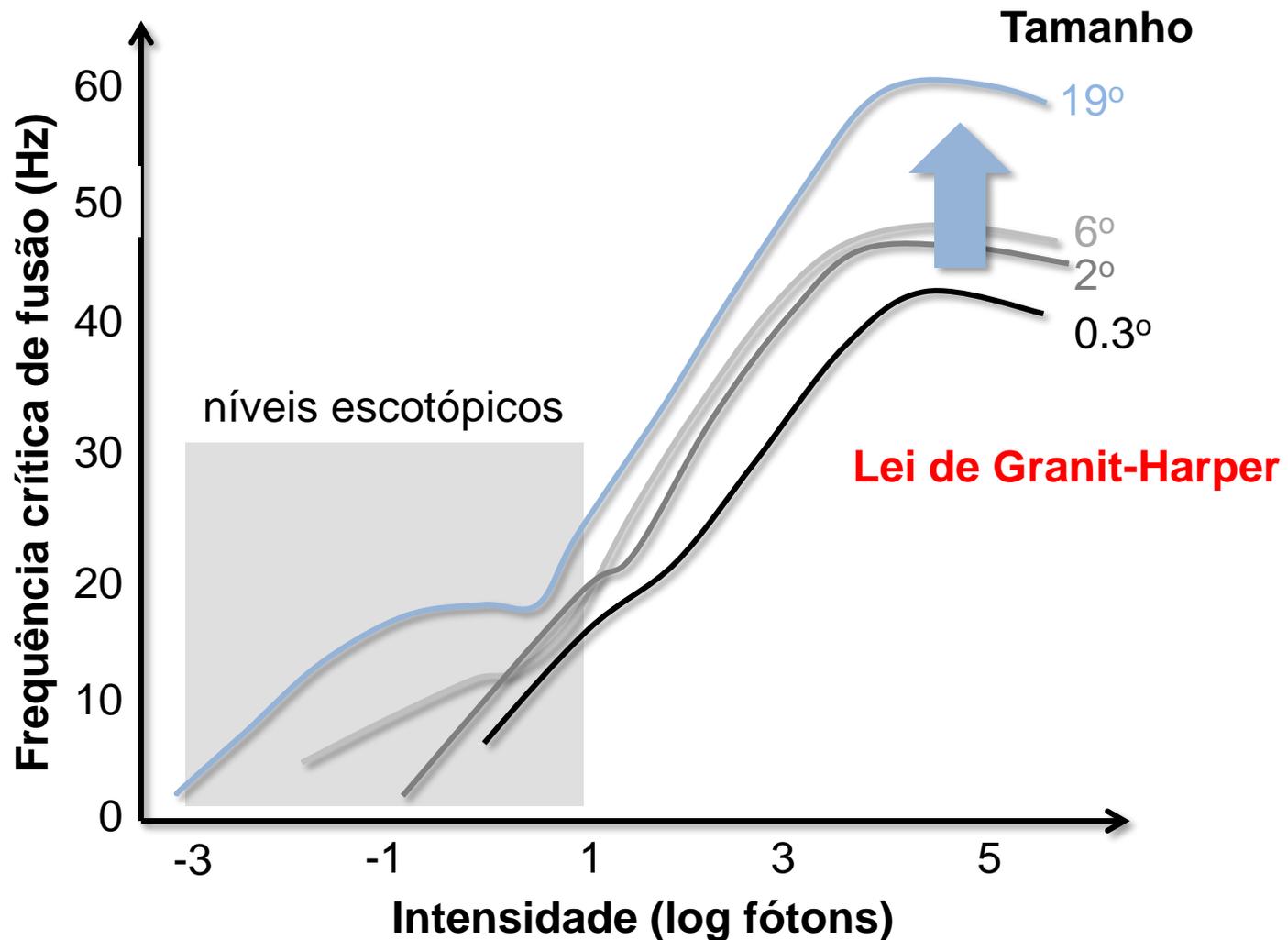
Frequência crítica de fusão



Frequência crítica de fusão



Frequência crítica de fusão



Frequência crítica de fusão

Fatores que afetam a frequência crítica de fusão

Adaptação ao claro/escuro



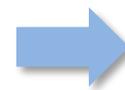
Adaptação ao claro = ↑
Adaptação ao escuro = ↓

Tamanho do objeto/fonte luminosa



Maior tamanho = ↑
Menor tamanho = ↓

Excentricidade retiniana



Fóvea = ↑
Periferia = ↓

Cor do objeto/fonte luminosa



Estímulos acromáticos = ↑
Estímulos cromáticos = ↓

Tarefa visual



Tópicos



Integração temporal

- O olho não é uma câmera
- Tempo de integração



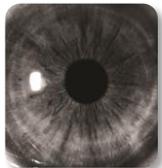
Resolução temporal

- Sensibilidade ao contraste temporal
- Frequência crítica de fusão



Visão de movimento

- Tipos de movimento
- Sistemas de detecção de movimento



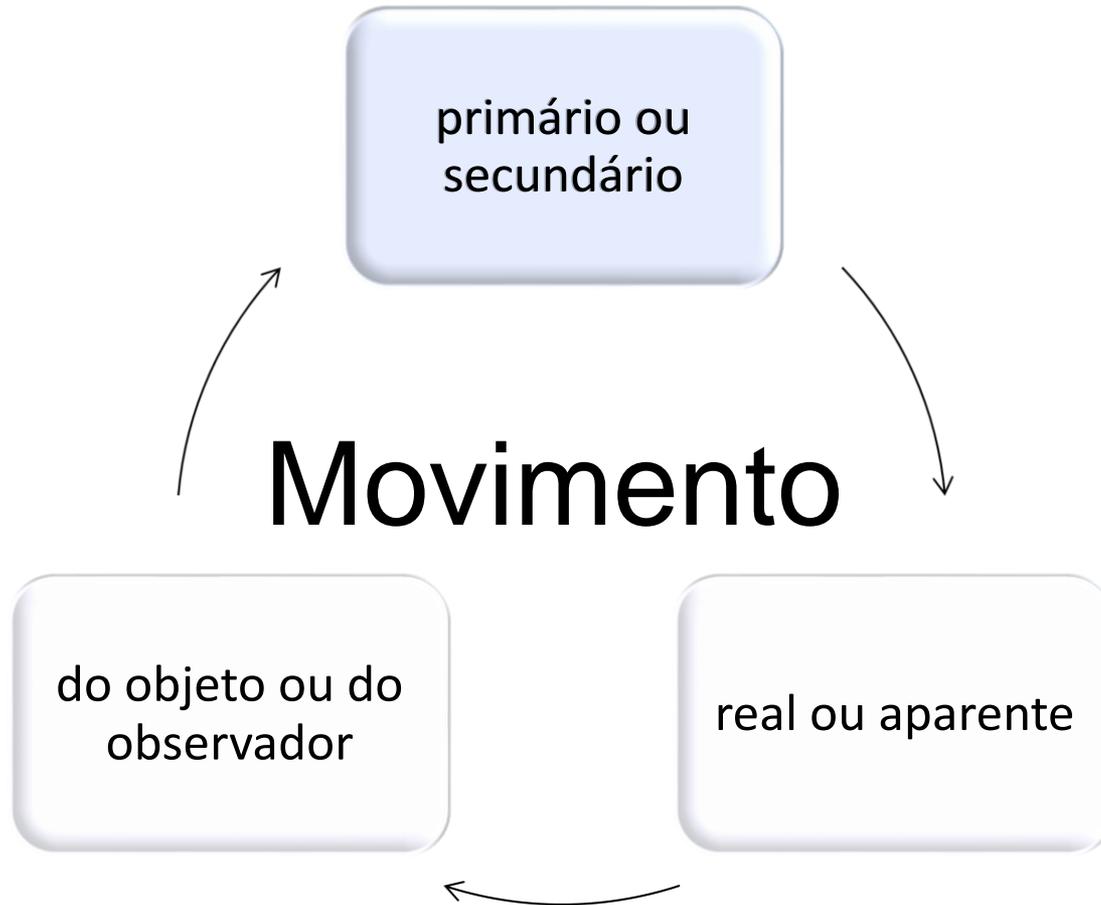
Bases fisiológicas

- Na retina
- No cérebro



Conclusão

Visão de movimento



Visão de movimento

Movimento primário ou de primeira ordem



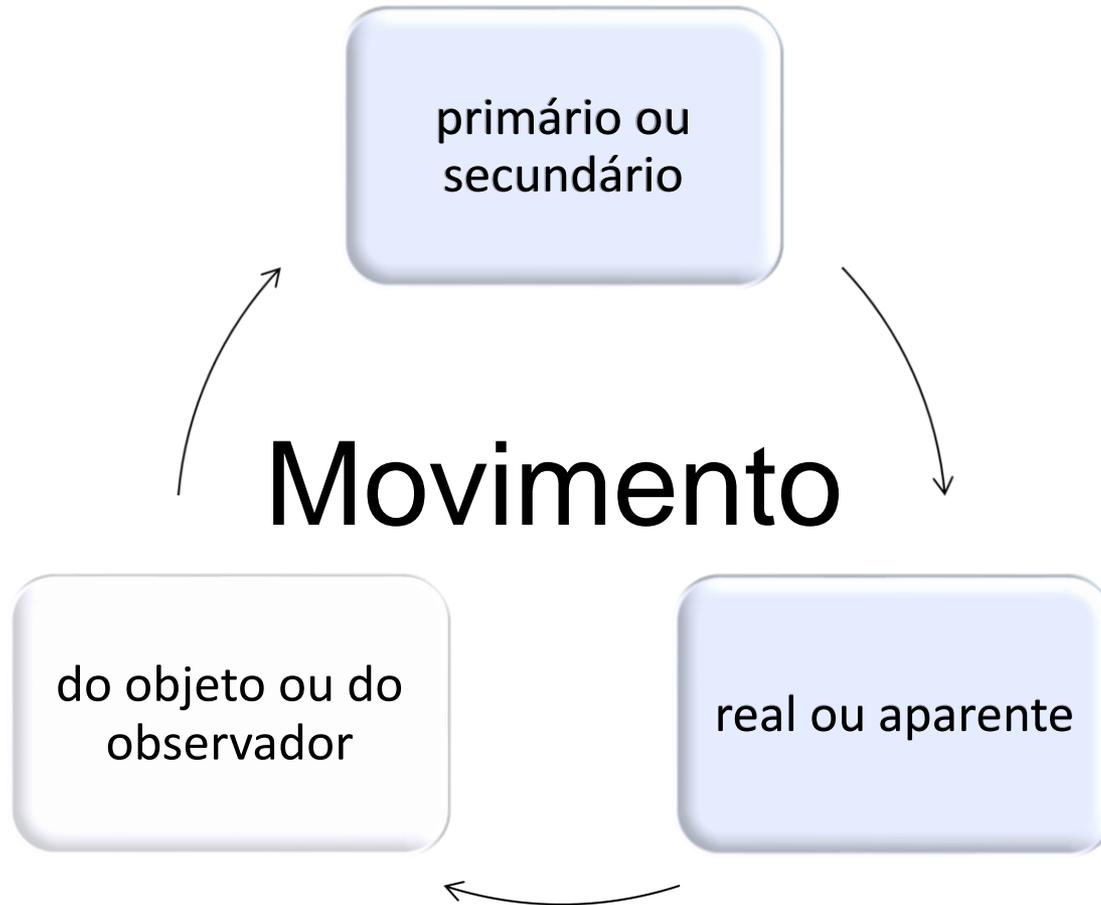
mudanças temporais e espaciais em intensidade (luminância)

Movimento secundário ou de segunda ordem



mudanças temporais em atributos secundários: contraste local, cor, textura, flicker, etc., sem alterações em intensidade global

Visão de movimento



Visão de movimento

Movimento real



deslocamento no espaço em tempo real

Movimento aparente

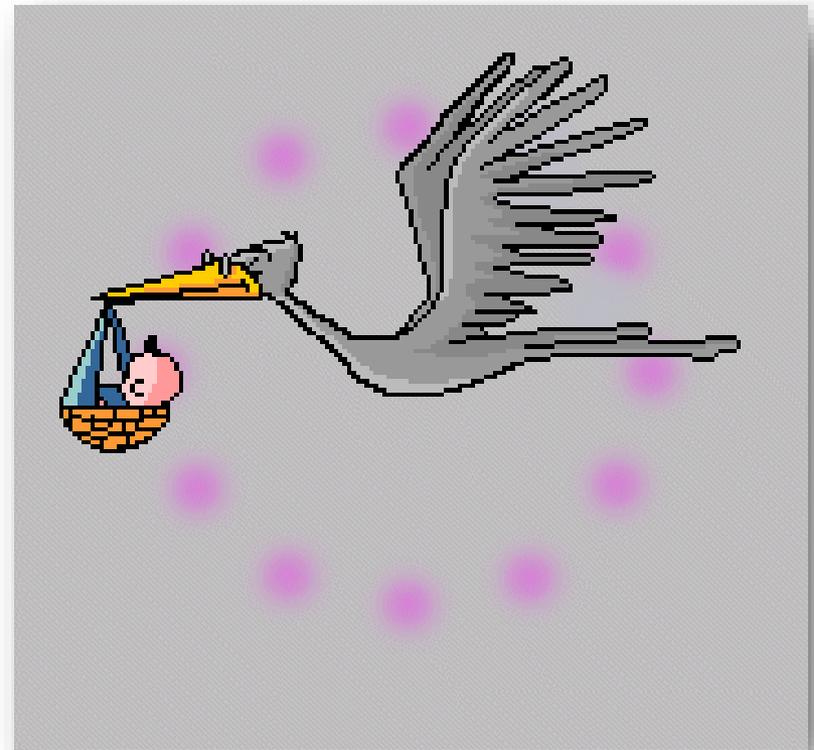


apresentação de imagens estáticas que provocam a ilusão de movimento

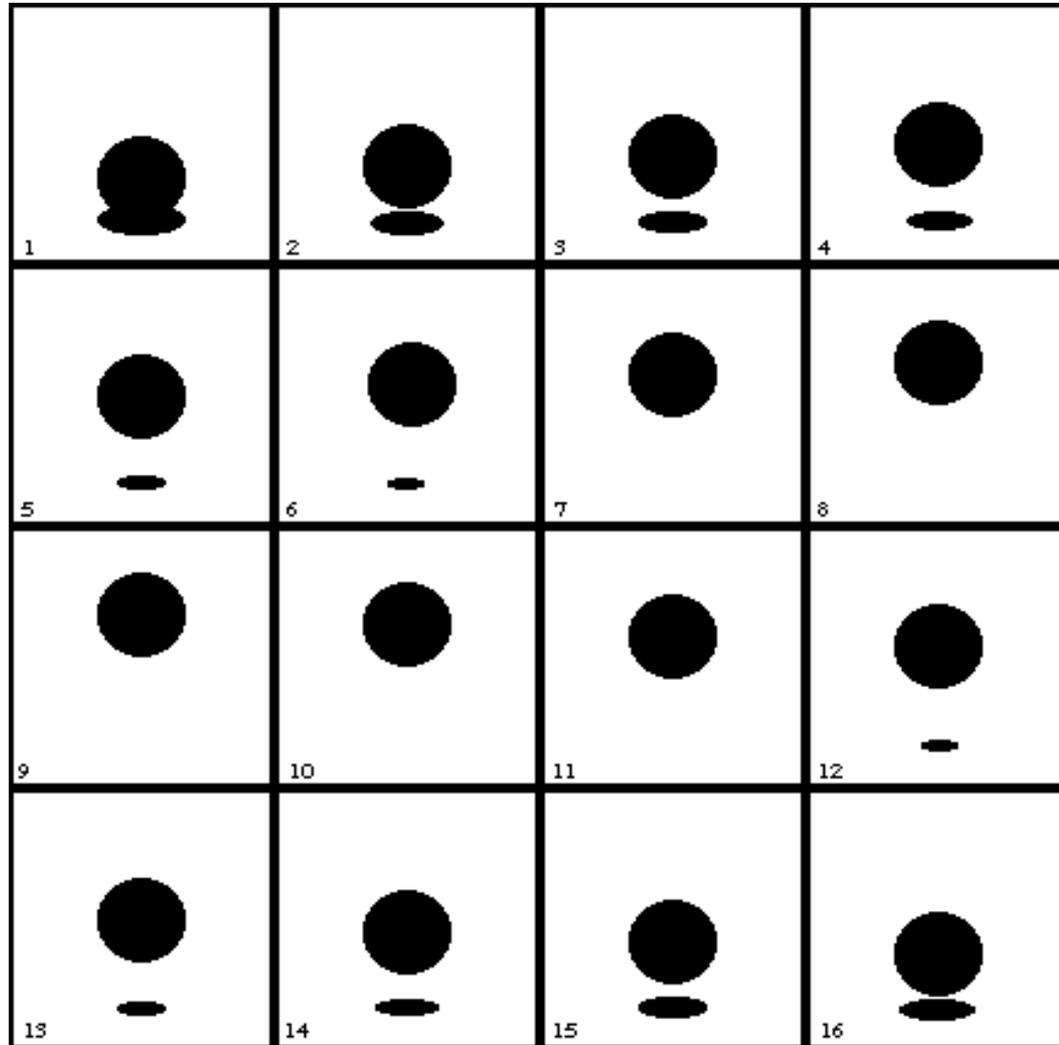
- *movimento estroboscópico*
- *movimento anômalo*

Movimento estroboscópico

- Max Wertheimer, 1912
- Também chamado de “fenômeno ϕ ”
- Dois tipos:
 - Movimento ϕ :
 -  ϕ
 - letreiros
 - Movimento β :
 - < 60 ms
 - desenho animado e cinema



Movimento estroboscópico



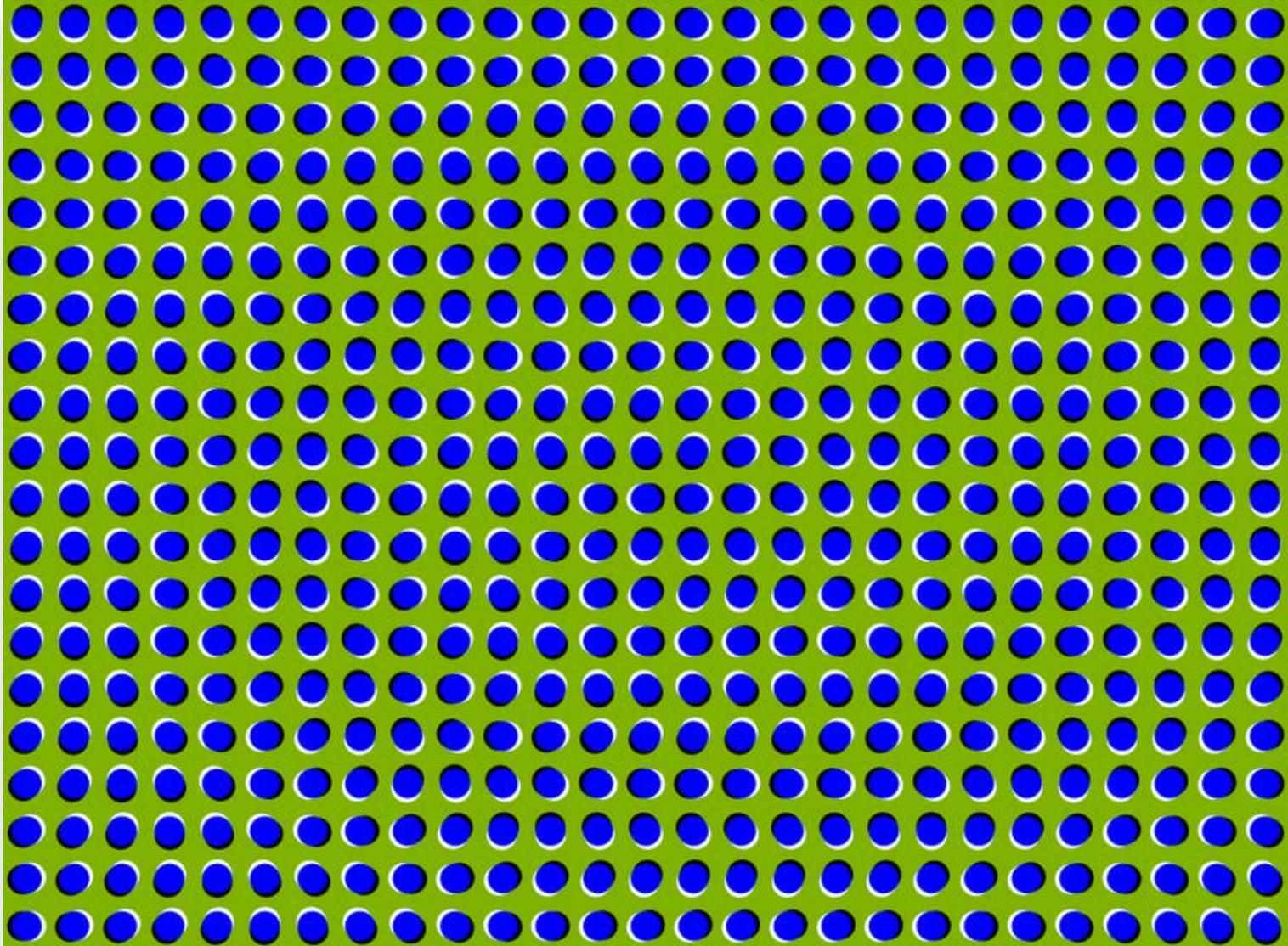
Movimento estroboscópico



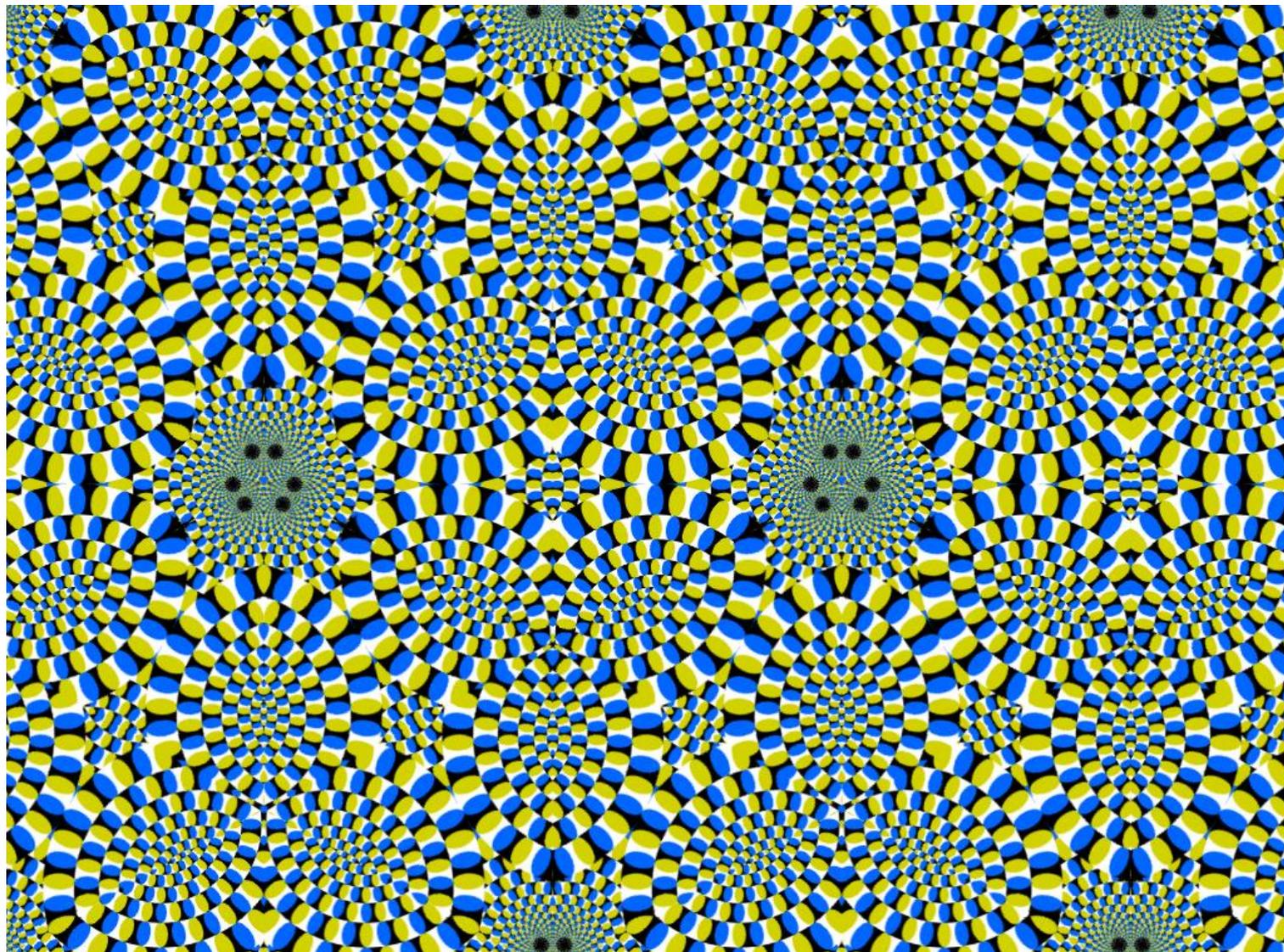
Movimento estroboscópico



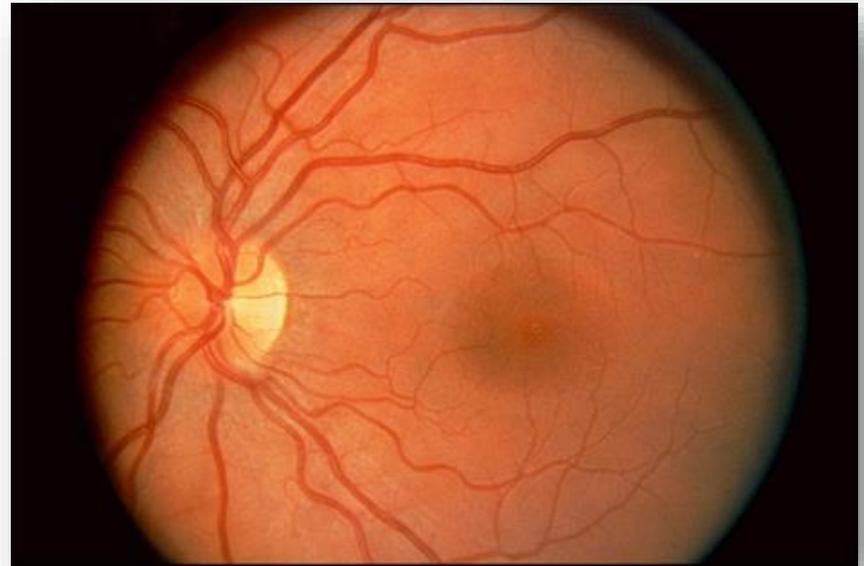
Movimento anômalo



Movimento anômalo



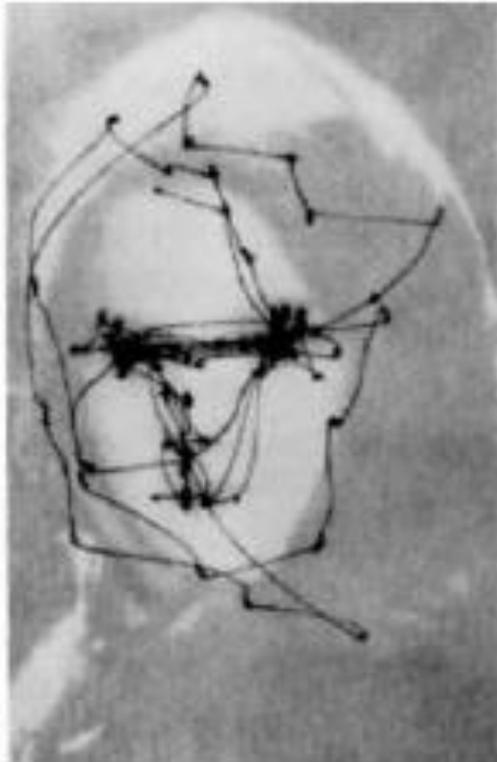
Movimento anômalo



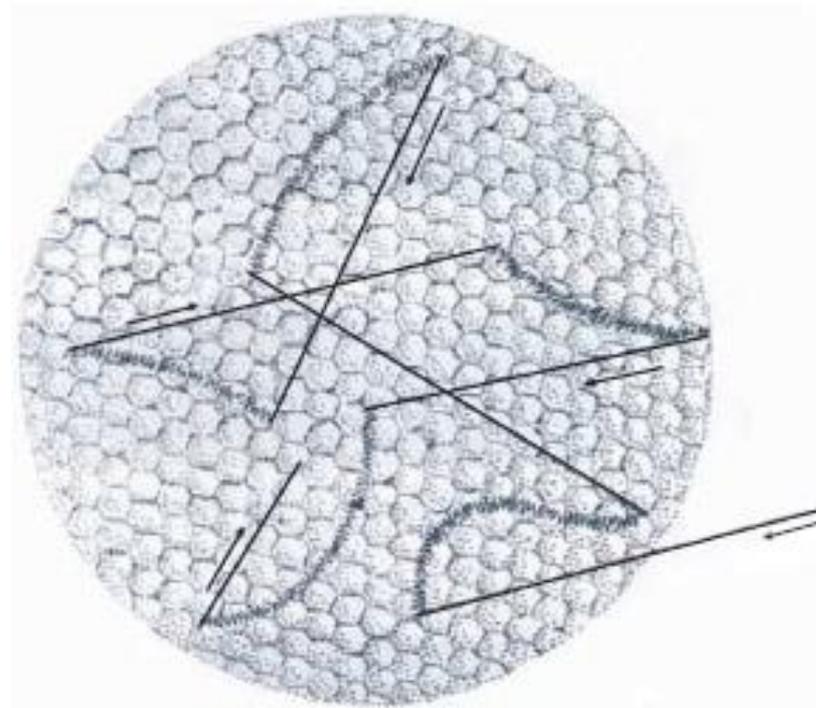
Movimento anômalo



Verheijen, 1961



sacadas



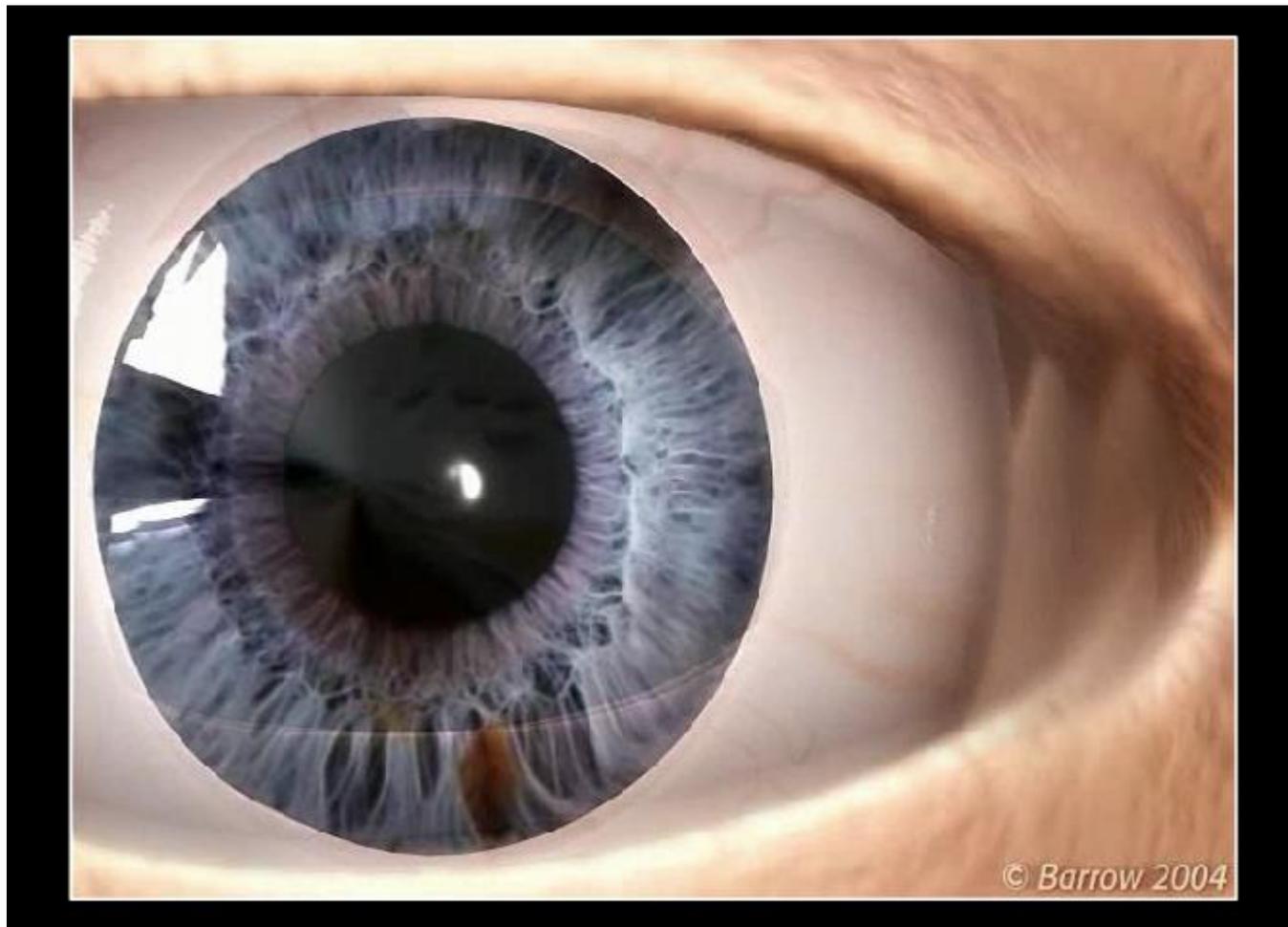
Pritchard, 1961

microsacadas

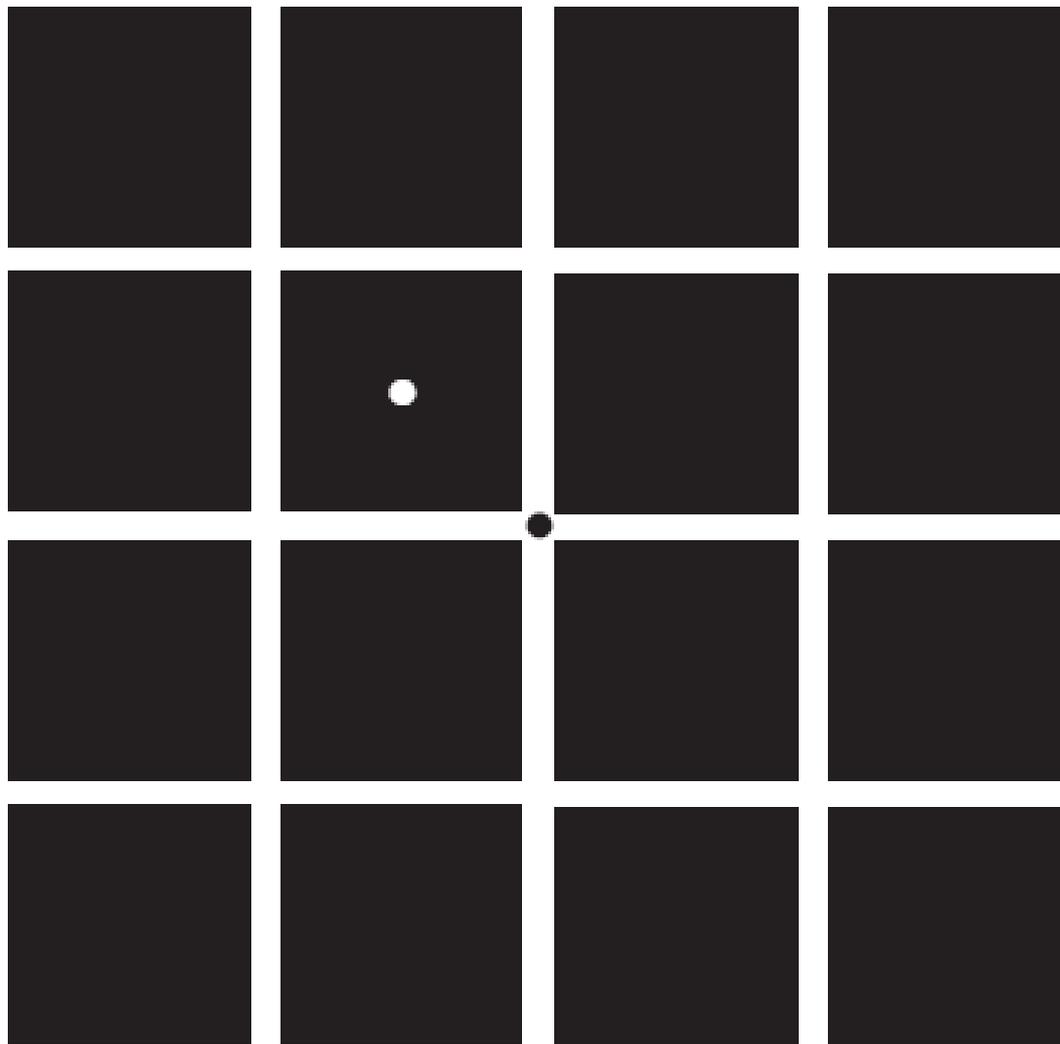
drifts

tremores

Movimento anômalo



Movimento anômalo

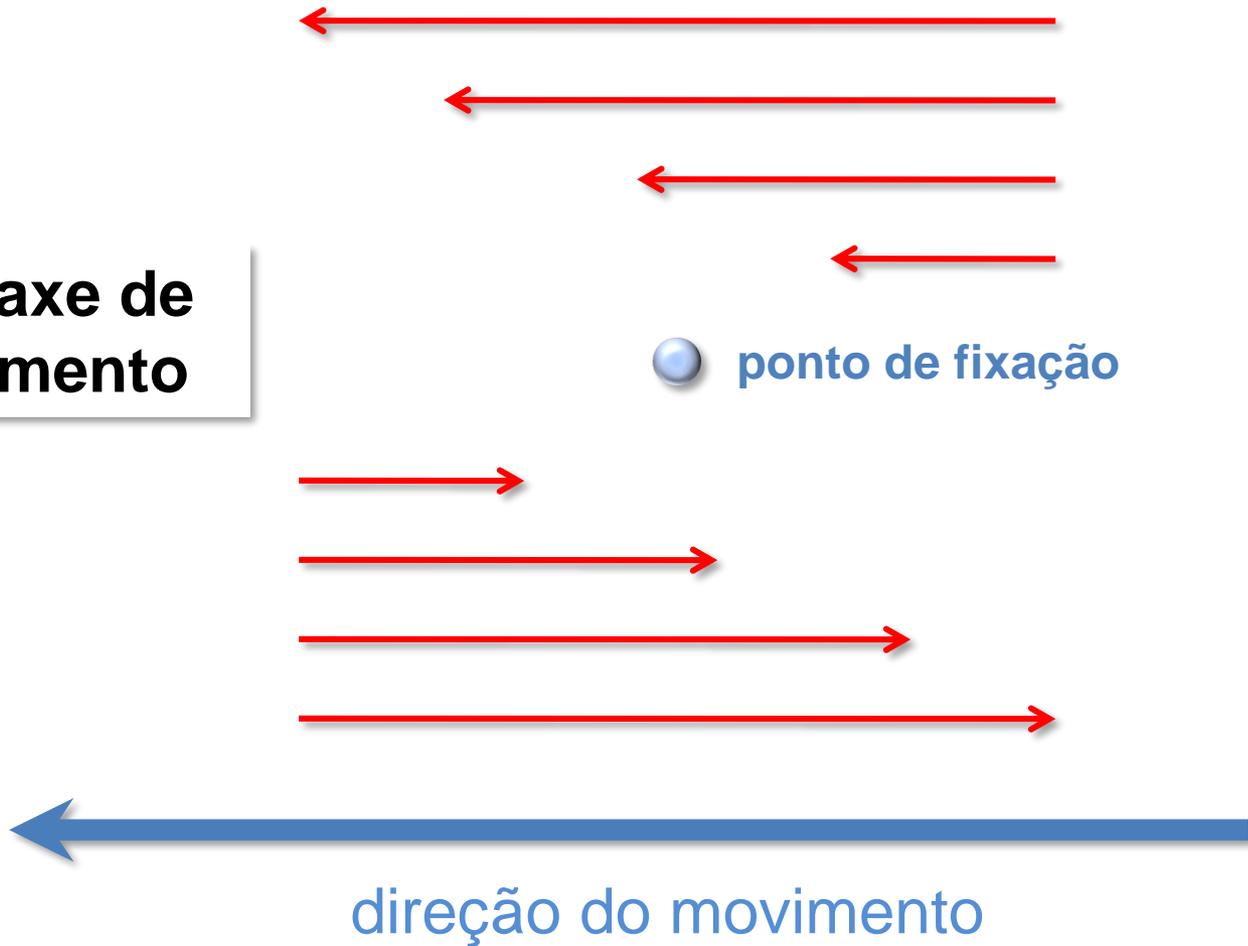


Visão de movimento



Movimento do observador

paralaxe de movimento



Movimento do observador

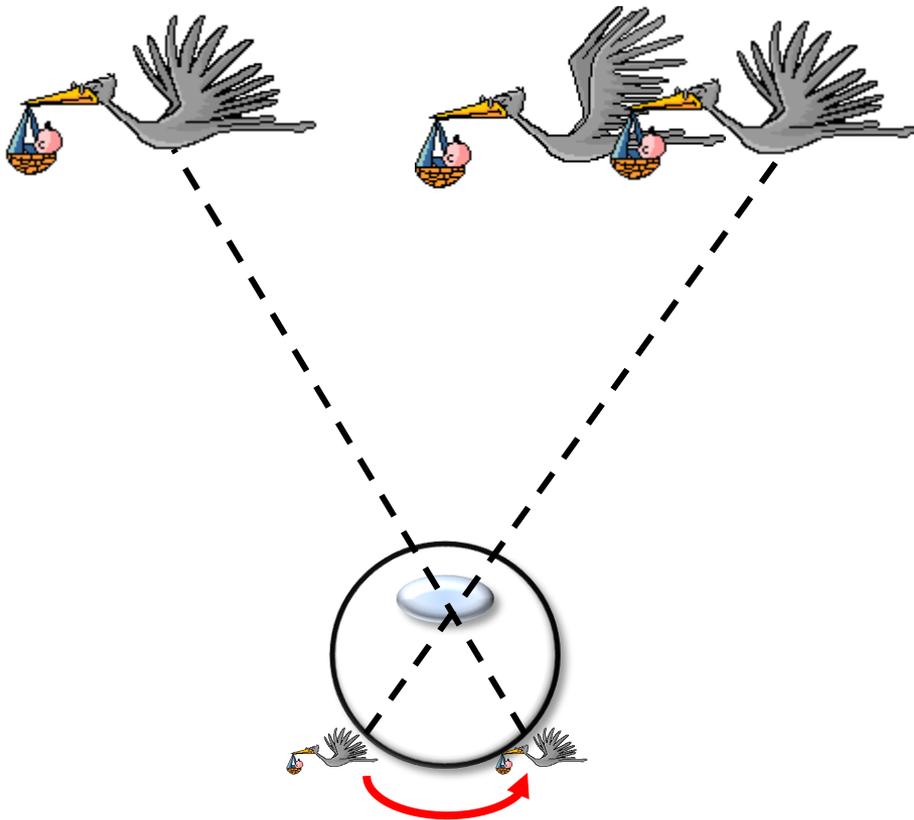


Movimento do objeto

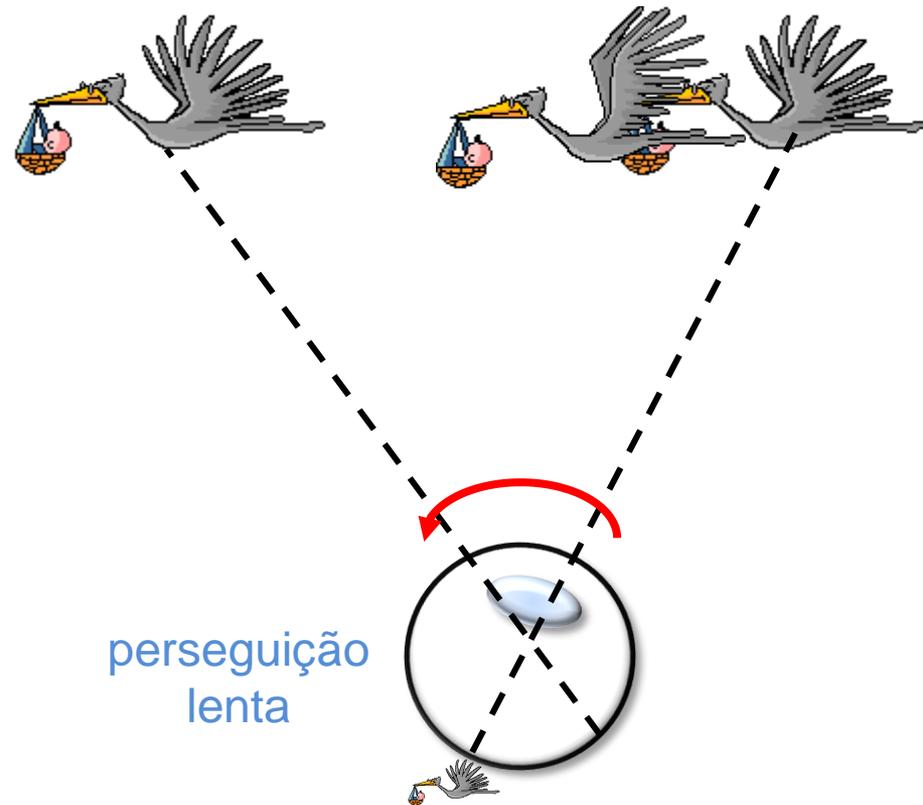


Sistemas de detecção

Sistema da imagem
retiniana



Sistema de movimento
do olho e cabeça



Tópicos



Integração temporal

- O olho não é uma câmera
- Tempo de integração



Resolução temporal

- Sensibilidade ao contraste temporal
- Frequência crítica de fusão



Visão de movimento

- Tipos de movimento
- Sistemas de detecção de movimento



Bases fisiológicas

- Na retina
- No cérebro



Conclusão

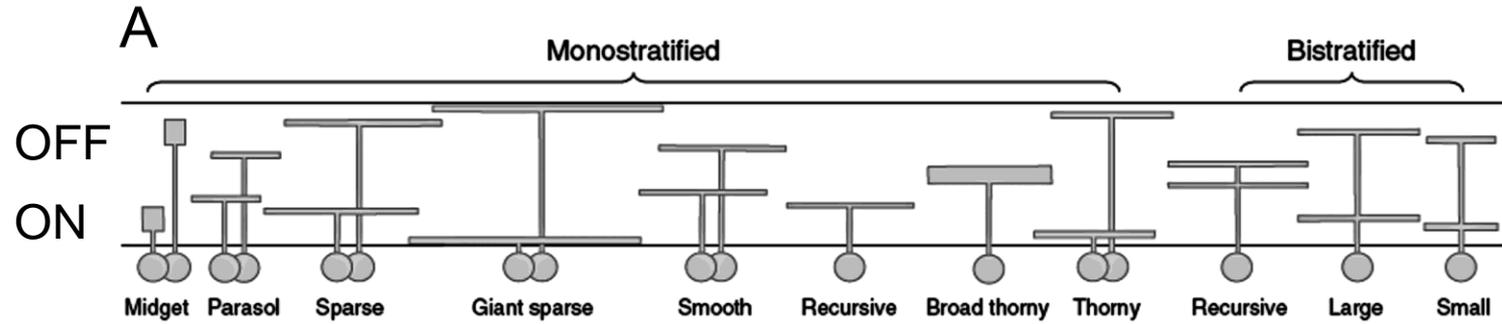
Bases fisiológicas

“substrato fisiológico”

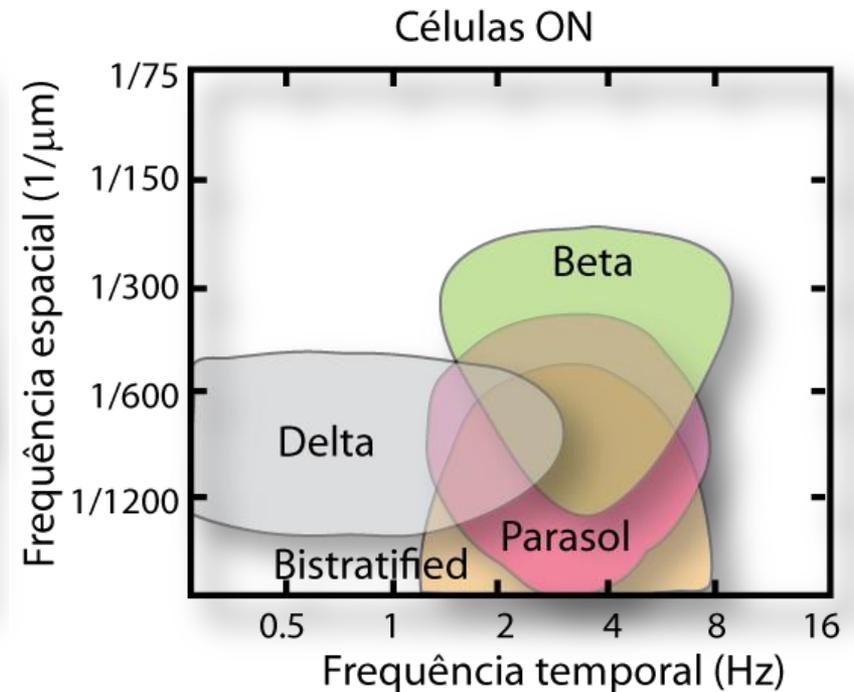
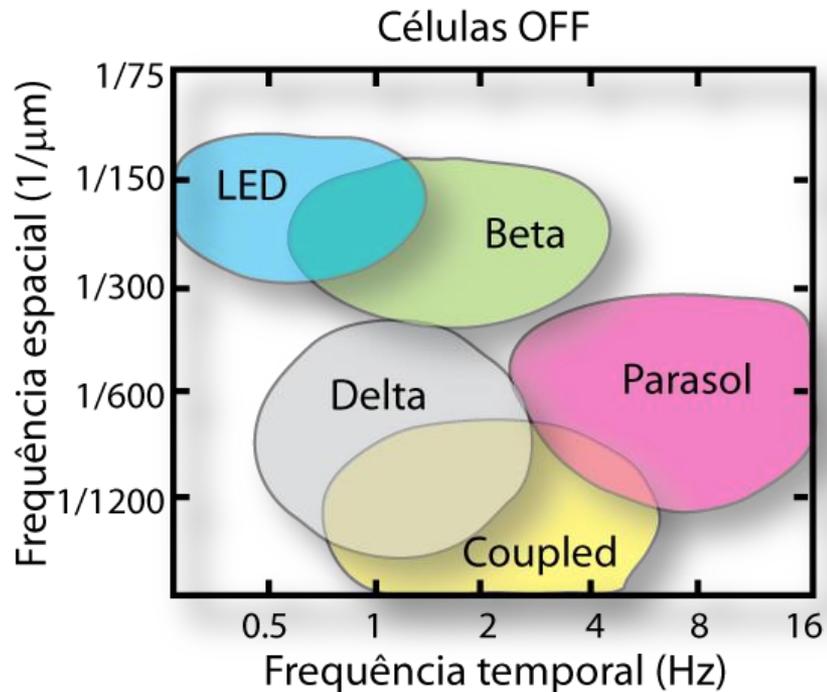
“base neural”



Bases fisiológicas na retina

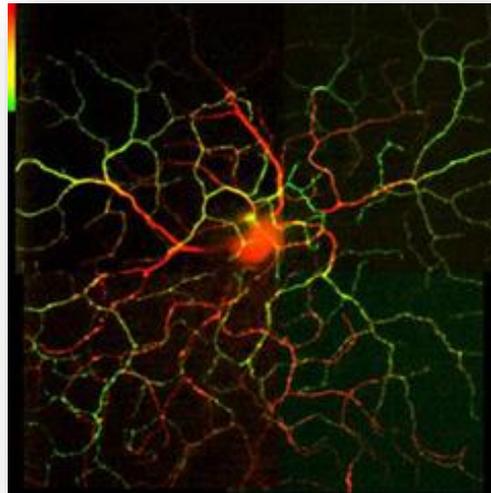


Bases fisiológicas na retina



Frank Werblin

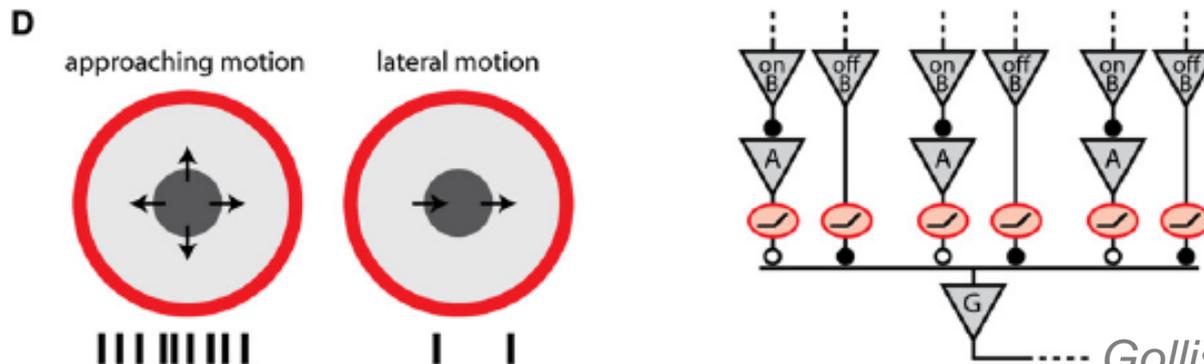
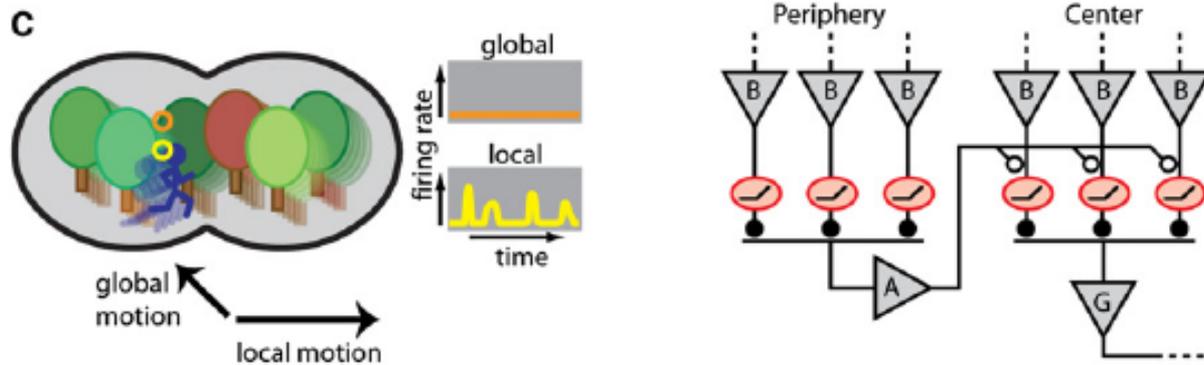
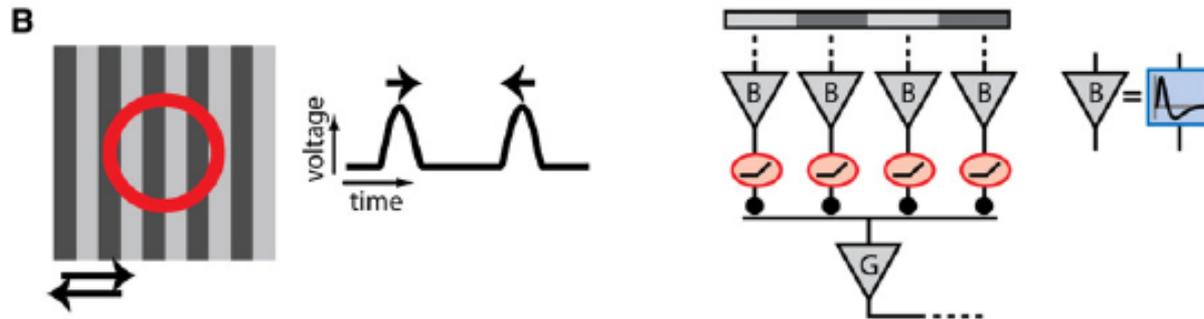
Bases fisiológicas na retina



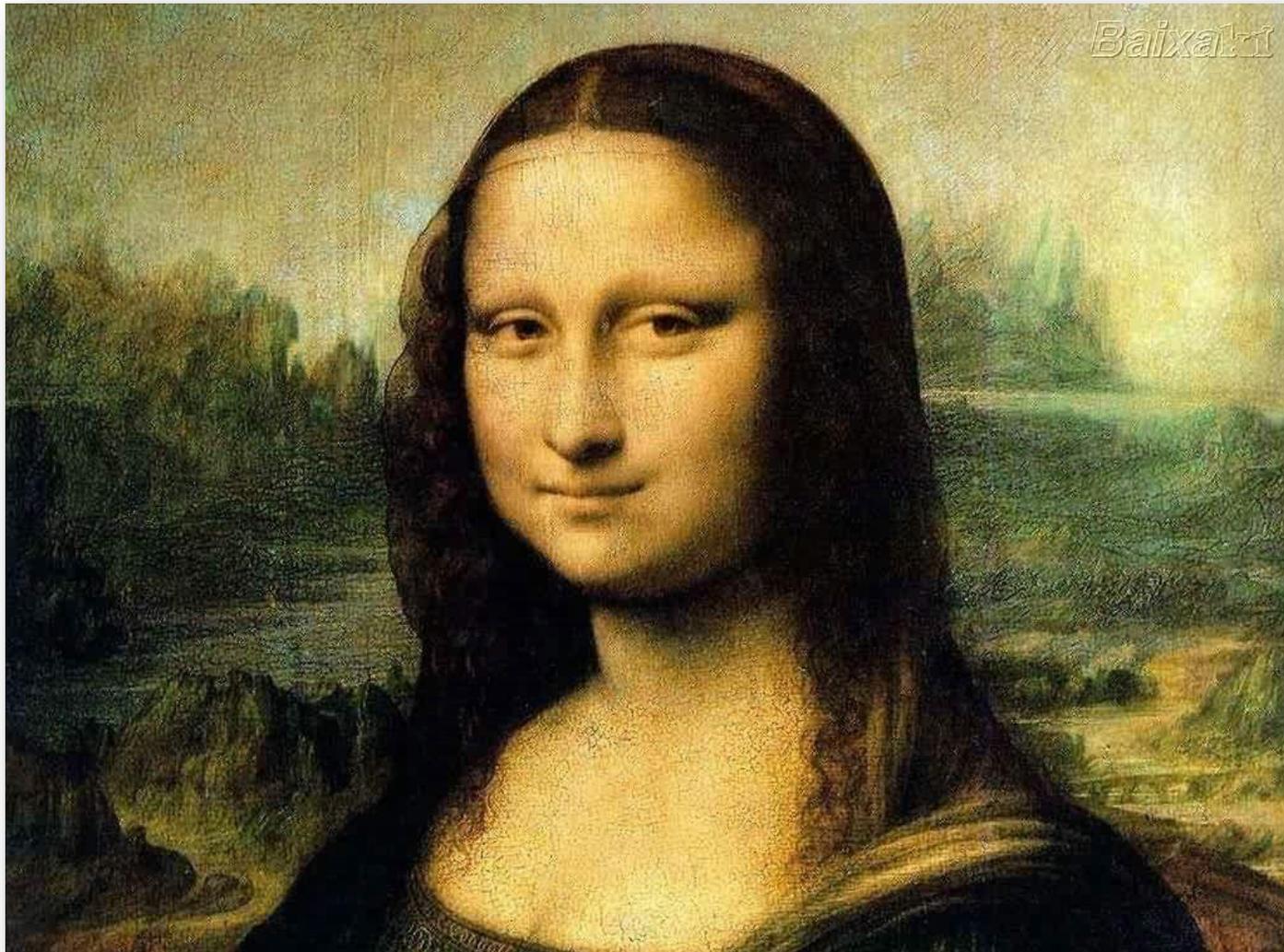
Barlow, Hill & Levick, 1964

1 s

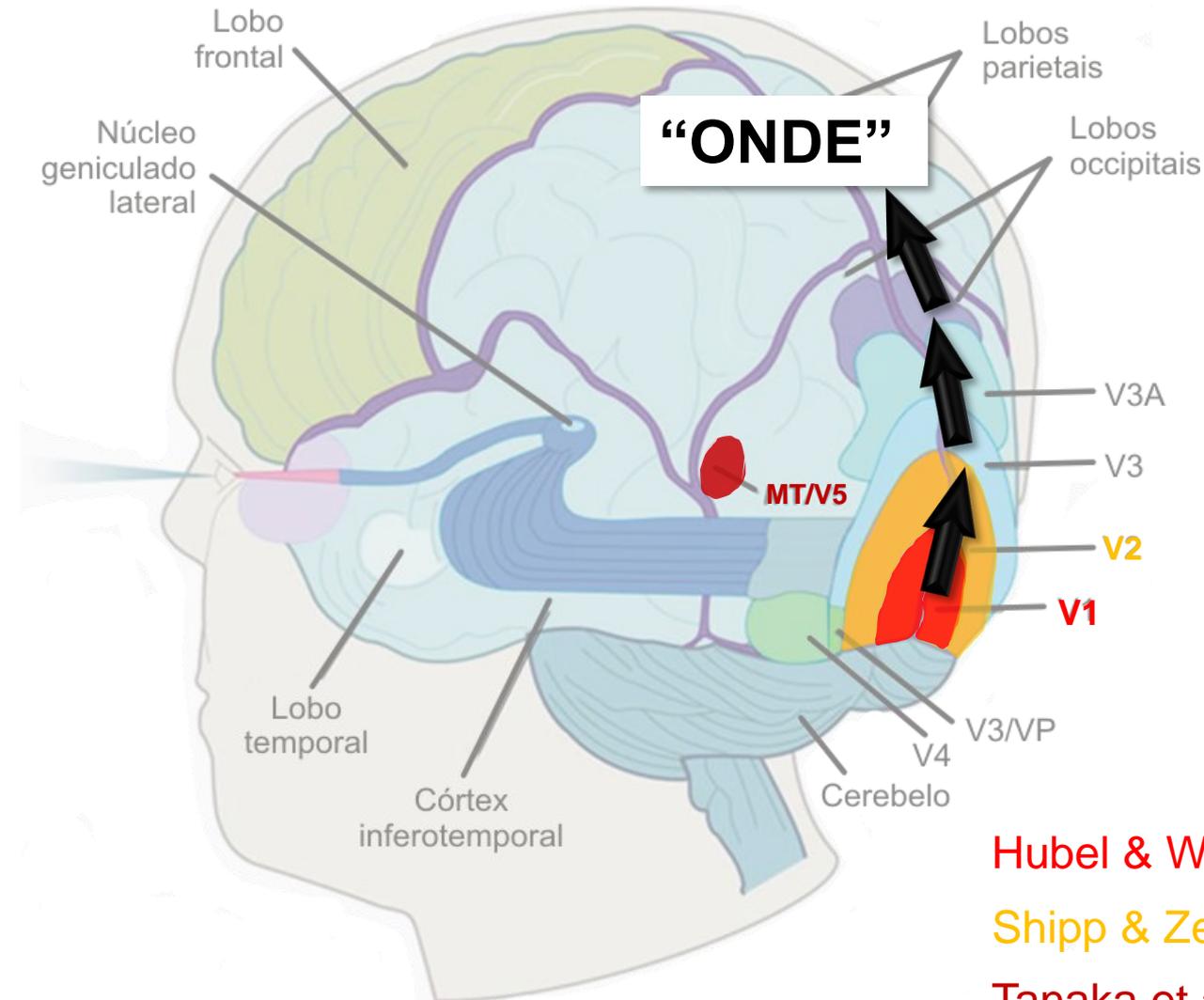
Bases fisiológicas na retina



Bases fisiológicas no cérebro



Bases fisiológicas no cérebro

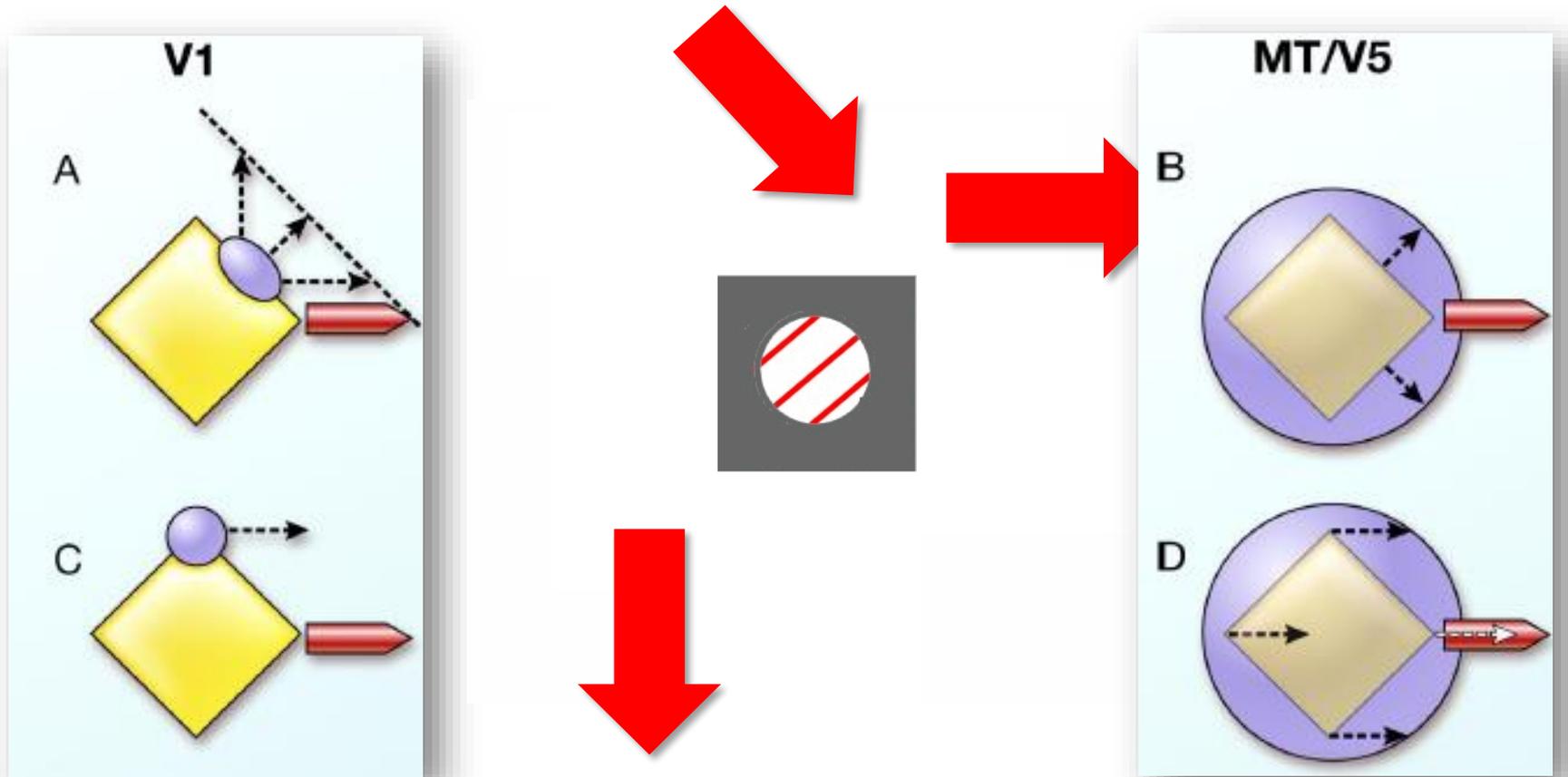


Hubel & Wiesel, 1968

Shipp & Zeki, 2002

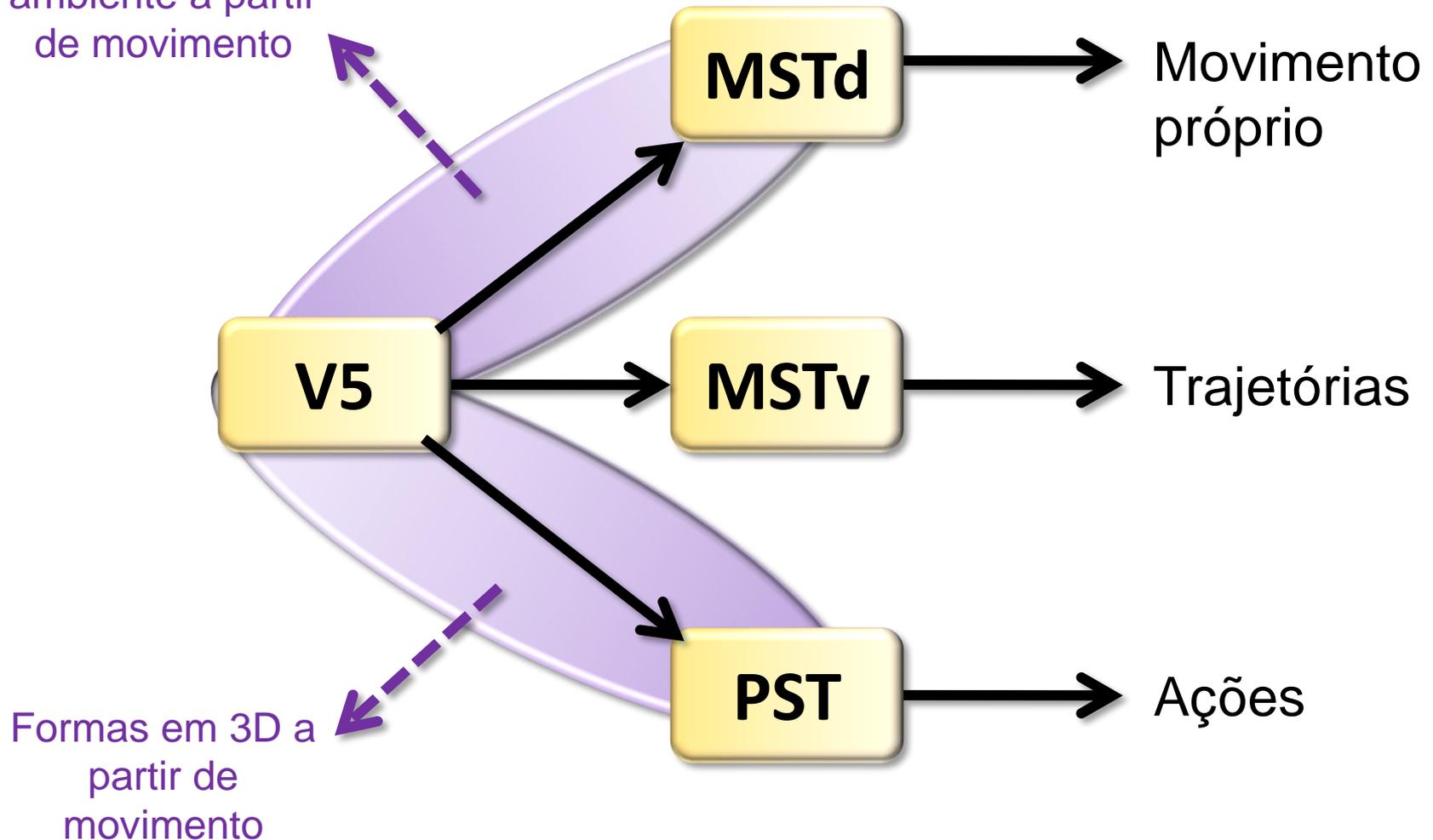
Tanaka et al., 1986

Bases fisiológicas no cérebro

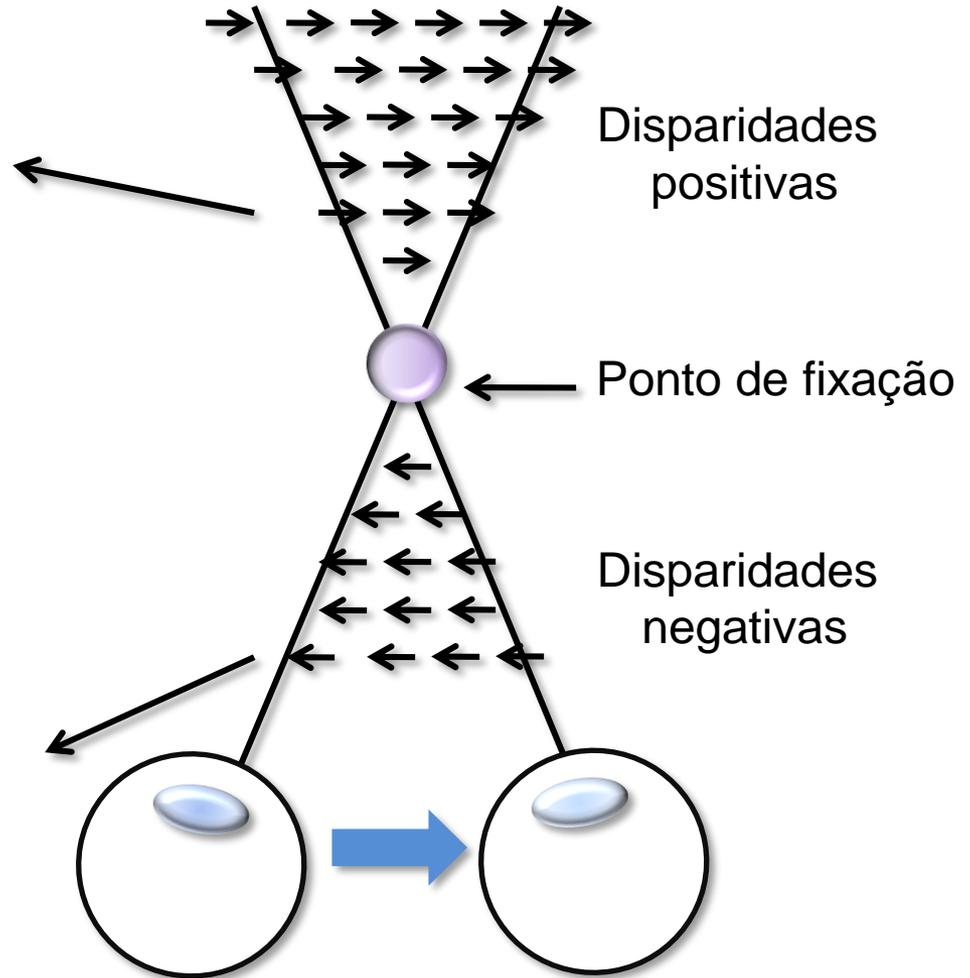
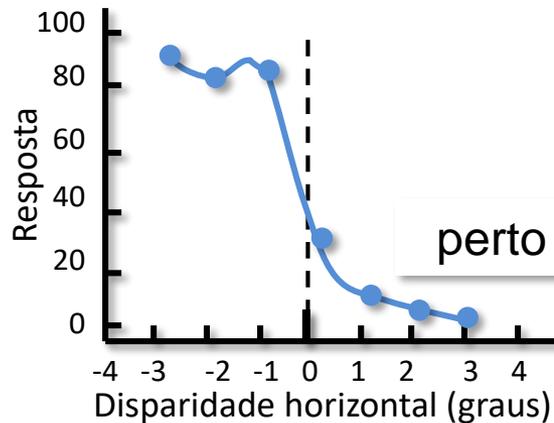
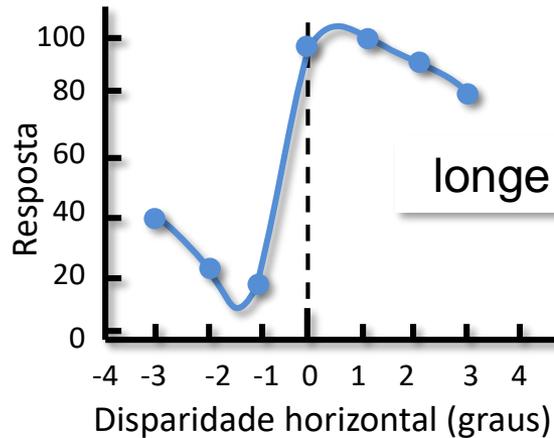


Bases fisiológicas no cérebro

Layout 3D do ambiente a partir de movimento

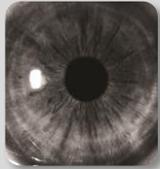


Bases fisiológicas no cérebro



Roy & Wurtz, 1990

Tópicos



Integração temporal

- O olho não é uma câmera
- Tempo de integração



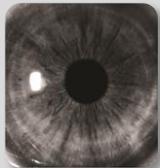
Resolução temporal

- Sensibilidade ao contraste temporal
- Frequência crítica de fusão



Visão de movimento

- Tipos de movimento
- Sistemas de detecção de movimento



Bases fisiológicas

- Na retina
- No cérebro



Conclusão

Conclusão

- Nosso sistema visual é melhor do que uma câmera, pois consegue mudar sua sensibilidade e tempo de exposição;
- As características temporais do sistema visual são determinadas principalmente pelo tempo de integração de seus fotorreceptores;
- Essas características temporais são subjacentes à nossa percepção de movimento;
- A percepção de movimento – ou a não percepção deste – está intimamente ligada ao controle motor;
- Essa percepção tem início na retina, mas passos integrativos importantes ocorrem no cérebro.

Referências

Livros e revisões:

- Barlow, H.B. The knowledge used in vision and where it comes from. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Series B)* 352: 1141-1147, 1997.
- Cornsweet, T.N. Temporal properties of the visual system. In: *Visual Perception*. 1st edition, New York: Academic Press, 1970. 384-418.
- Fried, S.I. & Masland, R.H. Image processing: how the retina detects the direction of image motion. *Current Biology* 17: R63-R66, 2007.
- Gollisch, T. & Meister, M. Eyes smarter than scientists believed: neural computation circuits of the retina. *Neuron* 65: 150-164, 2010.
- Gonzales, F.; Perez, R. Neural mechanisms underlying stereoscopic vision. *Progress in Neurobiology* 55: 191-224, 1998.
- Joselevitch, C. Human retinal circuitry and physiology. *Psychology & Neuroscience* 1: 137-161, 2008.
- Joselevitch, C. & Kamermans, M. Retinal parallel pathways: Seeing with our inner fish. *Vision Research* 49: 943-959, 2009.
- Levine, M.W. The perception of movement. In: *Levine and Shefner's Fundamentals of Sensation and Perception*. 3rd edition, Oxford: Oxford University Press, 2000. 279-296.
- Livingstone, M.S. & Hubel, D.H. Segregation of form, color, movement and depth: anatomy, physiology and perception. *Science* 240: 740-749, 1988.
- Martinez-Conde, S.; MacNick, S.L. & Hubel, D.H. The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Reviews in Neuroscience* 5: 229-240, 2004.
- Martinez-Conde, S. & MacNick, S.L. Janelas da mente. *Scientific American Brasil* 6: 40-47, 2007.
- McKendrick, A.M. & Johnson, C.A. Temporal properties of vision. In: Kaufman, P.L. & Alm, A. *Adler's Physiology of the Eye – Clinical Application*. 10th edition, St. Louis: Mosby, Inc., 2003. 511-530.
- Orban, G.A. Higher order processing in macaque extrastriate cortex. *Physiological Reviews* 88: 59-89, 2008.
- Rodieck, R.W. Looking. In: *The First Steps of Seeing*. 1st edition, Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 1998. 293-326.
- Sterling, P. How retinal circuits optimize the transfer of visual information. In: Chalupa, L.M. & Werner, J.S. (eds.) *The Visual Neurosciences*. 1st edition, Cambridge: MIT Press, 2004. 234-259.

Referências

Livros e revisões (continuação):

Taylor, R.W. & Vaney, D.I. New directions in retinal research. *Trends in Neurosciences* 26: 379-385, 2003.

Woodhouse, J.M. & Barlow, H.B. Spatial and temporal resolution and analysis. In: Barlow, H.B. & Mollon, J.D. (eds) *The Senses*. 1st. edition, Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 133-164.

Artigos originais:

Barlow, H.B.; Hill, R.M. & Levick, W.R. Retinal ganglion cells responding selectively to direction and speed of image motion in the rabbit. *The Journal of Physiology* 173: 377-407, 1964.

Curcio, C.A.; Sloan, K.R.; Kalina, R.E. & Hendrickson, A.E. Human photoreceptor topography. *The Journal of Comparative Neurology* 292: 497-523, 1990.

Kelly, D.H. Visual responses to time-dependent stimuli. I. Amplitude sensitivity measurements. *Journal of the Optical Society of America* 59: 422-429, 1961.

Schneeweis, D.M. & Schnapf, J.L. Photovoltage of rods and cones in the Macaque retina. *Science* 268: 1053-1056, 1995.

Shipp, S. & Zeki, S. The functional organization of area V2, I: Specialization across stripes and layers. *Visual Neuroscience* 19: 187-210, 2002.

Woodruff, M.L.; Janisch, K.M.; Peshenko, I.V.; Dizhoor, A.M.; Tsang, S.H & Fain, G.L. Modulation of phosphodiesterase 6 turnoff during background illumination in mouse rod photoreceptors. *The Journal of Neuroscience* 28: 2064-2074, 2008.

Zhou, J.Z. & Lee, S. Synaptic physiology of direction selectivity in the retina. *The Journal of Physiology* 586: 4371-4376, 2008.

Online:

Akiyoshi's illusion pages - <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-e.html>

Frank Werblin's Lab: <http://mcb.berkeley.edu/labs/werblin/>

George Mather's motion perception page: http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/George_Mather/Motion/index.html

Webvision - <http://webvision.med.utah.edu/>

Wikipedia - <http://en.wikipedia.org/wiki>



Obrigada Pela Atenção!