



Moreno-Carmona, FM



www.ofthalmologiaveterinaria.com.br

Planetary Nebula IC 4406

Moreno-Carmona, FM

A photograph of the Planetary Nebula IC 4406, also known as the 'Blue Ring' nebula. The nebula is an elongated, ring-like structure with a complex internal structure, showing various colors including blue, green, and orange. It is set against a dark background of space with some distant stars visible.

Hubble
Heritage

網
膜

FISIOLOGIA DA RETINA



Percepção

❖ Sistemas Sensoriais

- ❖ A sensação tem sido o ponto de partida para o estudo dos processos mentais
- ❖ Filósofos do século XIX (Auguste Comte) influenciados por empiricistas britânicos diziam que todo conhecimento vêm por meio da experiência sensorial:
 - ❖ Ou seja, o que pode ser:
 - ❖ Visto
 - ❖ Ouvido
 - ❖ Sentido
 - ❖ Provado
 - ❖ Cheirado



Tabula Rasa

“...um pouco de TABULA RASA da consciência afim de que de novo haja espaço para o novo...”

Nietzsche

🐾 John Locke

🐾 Propõe na época que ao nascimento a mente seria como uma tela em branco sobre a qual a experiência deixaria sua marca...



Psicologia Experimental

❧ Com o surgimento da Psicologia Experimental como ciência separada da filosofia, verificou-se que embora a recepção sensorial de cada sentido difere entre si, 3 etapas são comuns:

1. Estímulo físico;
2. Conjunto de eventos pelos quais o estímulo é transduzido numa mensagem de impulsos nervosos;
3. Resposta à mensagem: como percepção ou representação interna das sensações.



Seria a analogia da tela em branco fiel ao que ocorre?

✿ NÃO

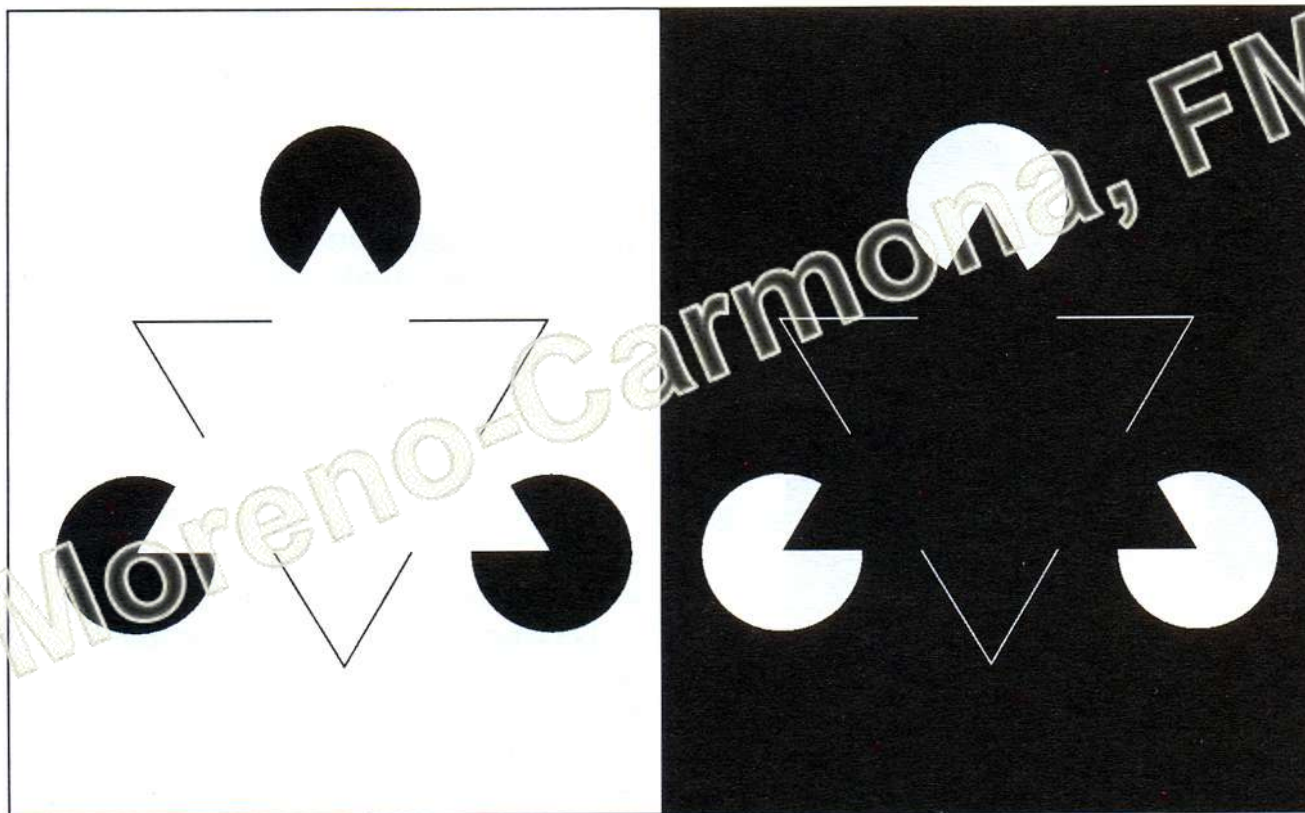
- ✿ A mente recém-nascida não é um vazio
- ✿ O mundo perceptivo não é formado por acúmulo de encontros passivos com as propriedades físicas dos objetos



- ❖ Isso porque o SN extrai apenas certas informações de um estímulo e despreza outras, e então interpreta essas informações no contexto da experiência já adquirida...
- ❖ Tudo ocorre dentro do cérebro...Cores, sons, cheiros e gostos são construções mentais e portanto não existem como tais fora dele...

Moreno-Carmona, FM





O triângulo de Kanizsa. Os contornos dos triângulos são subjetivos e não existem nos desenhos.



Processo sensorial

- ✿ A percepção visual ocorre basicamente em 2 estágios:
- ✿ A luz que entra pela córnea é projetada no FO onde é convertida em sinal elétrico pela retina
- ✿ Os sinais são então enviados através do NO para centros superiores no cérebro



Processo sensorial

- ❖ Contato inicial: ocorre por meio de células especializadas: receptores
- ❖ Cada receptor é sensível primariamente a uma forma de energia física
- ❖ Todas as formas de energia são transformadas em energia eletroquímica



ENERGIA



TRANSDUÇÃO DO ESTÍMULO

despolarização

hiperpolarização

CODIFICAÇÃO NEURAL

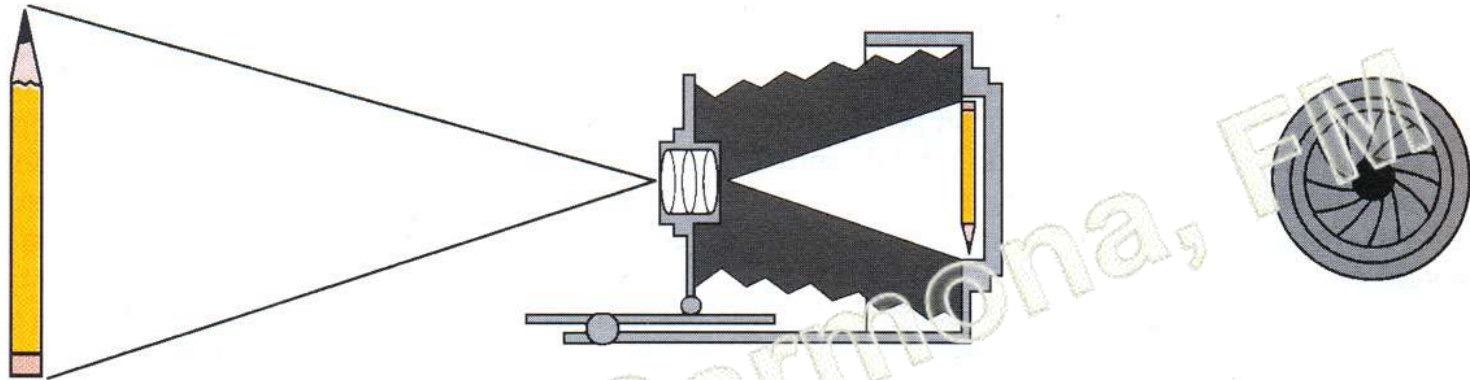


Provoca uma descarga de PA

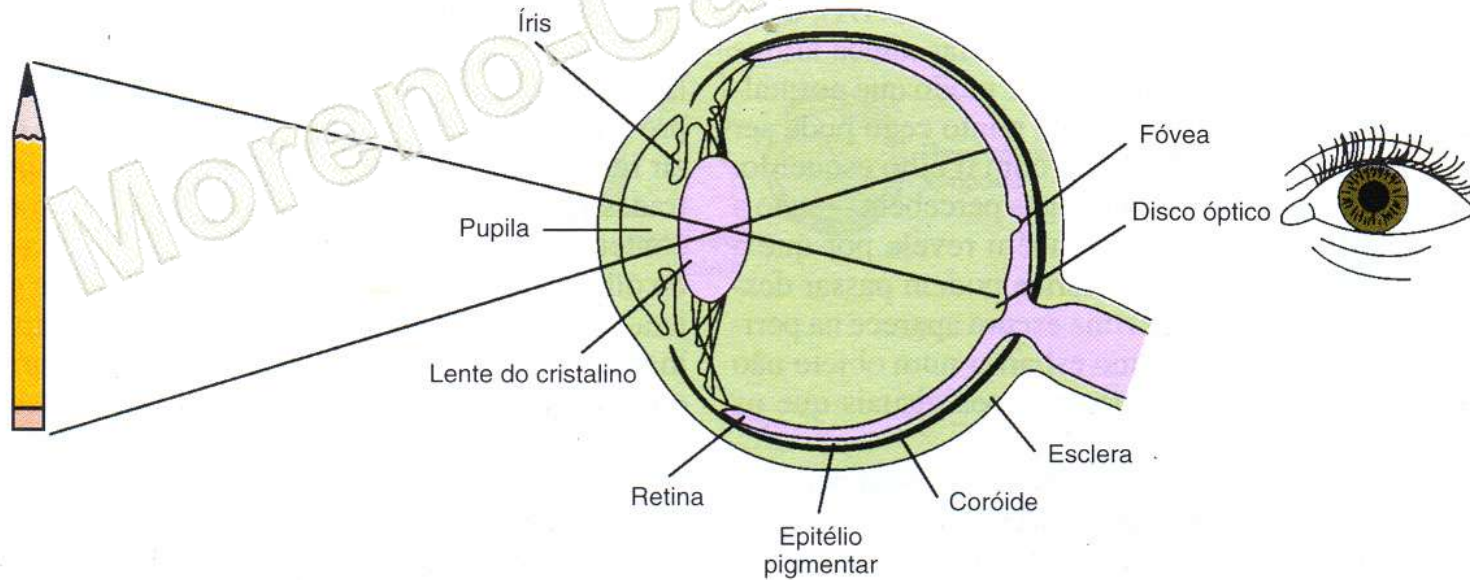
REPRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO DO ESTÍMULO
INTENSIDADE OU DURAÇÃO

CONSTRUÇÃO DA IMAGEM VISUAL

A



B



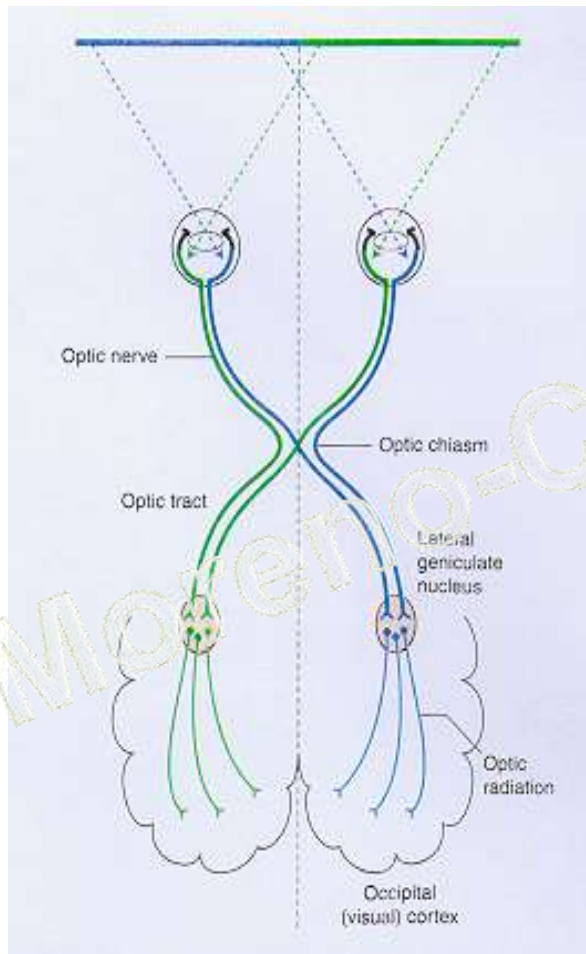


Percepção Visual é um Processo Criativo

- ❖ Tal analogia deixa de considerar que a visão cria uma percepção tridimensional do mundo
- ❖ Deixa de considerar o fato da capacidade de reconhecer um objeto como o mesmo apesar de a imagem presente na retina variar amplamente em diferentes condições de iluminação...
- ❖ O cérebro cria uma forma que é mais do que a soma das partes...



Anatomia do Sistema Visual



NO: axônios das CGR



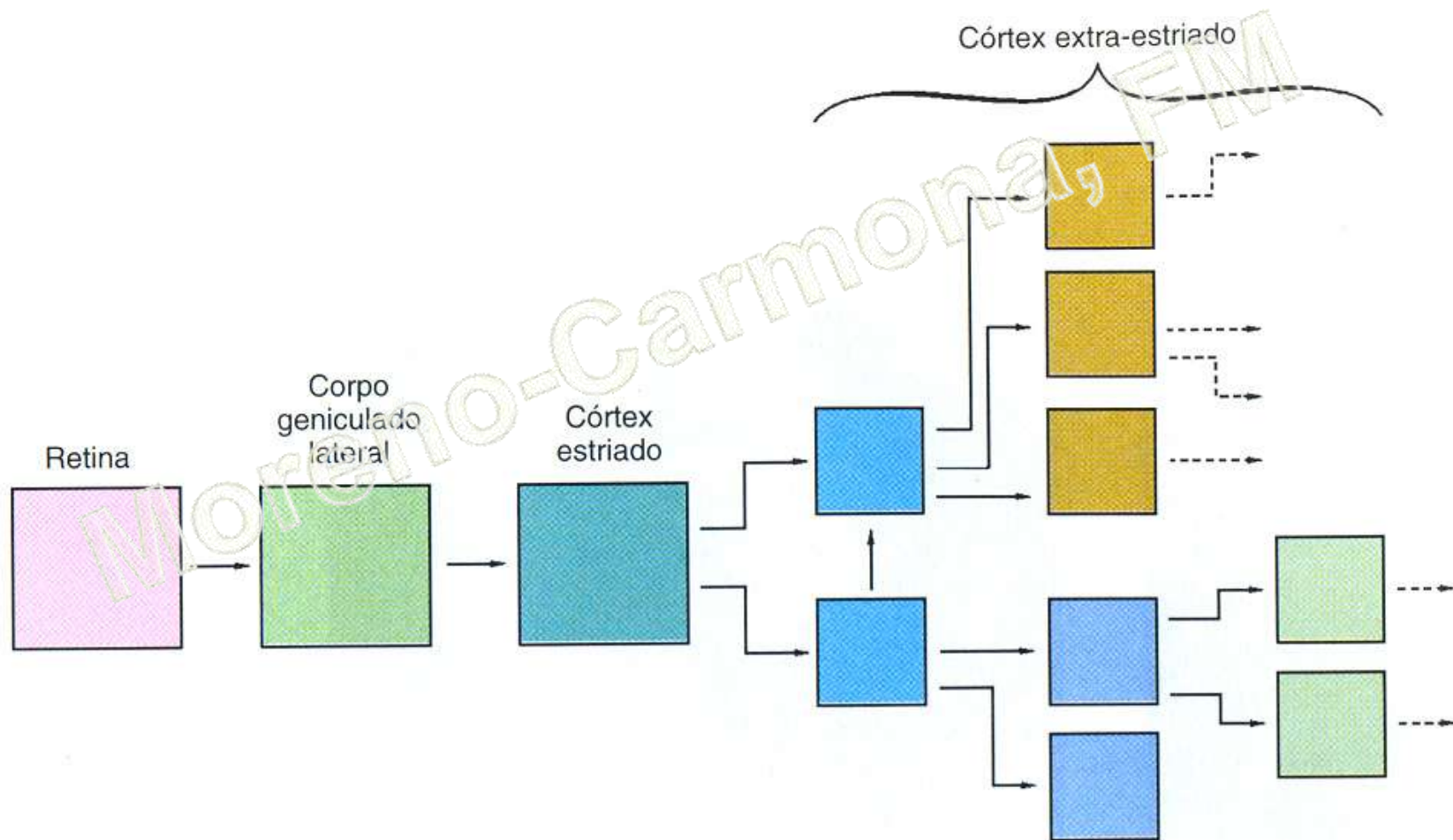
Núcleo Geniculado Lateral



Córtex Visual Primário (V1):
que contém um mapa completo da retina



- ❖ Ao total temos 32 representações da retina nas áreas extra-estriadas ocupando mais da metade da superfície total do córtex
- ❖ Essas regiões diferem na seletividade de suas células a diferentes características dos estímulos:
 - ❖ V5 → movimento do campo visual
 - ❖ V4 → cor e orientação dos bordos
- - cada camada receptiva da retina está envolvida num aspecto do processamento da informação visual

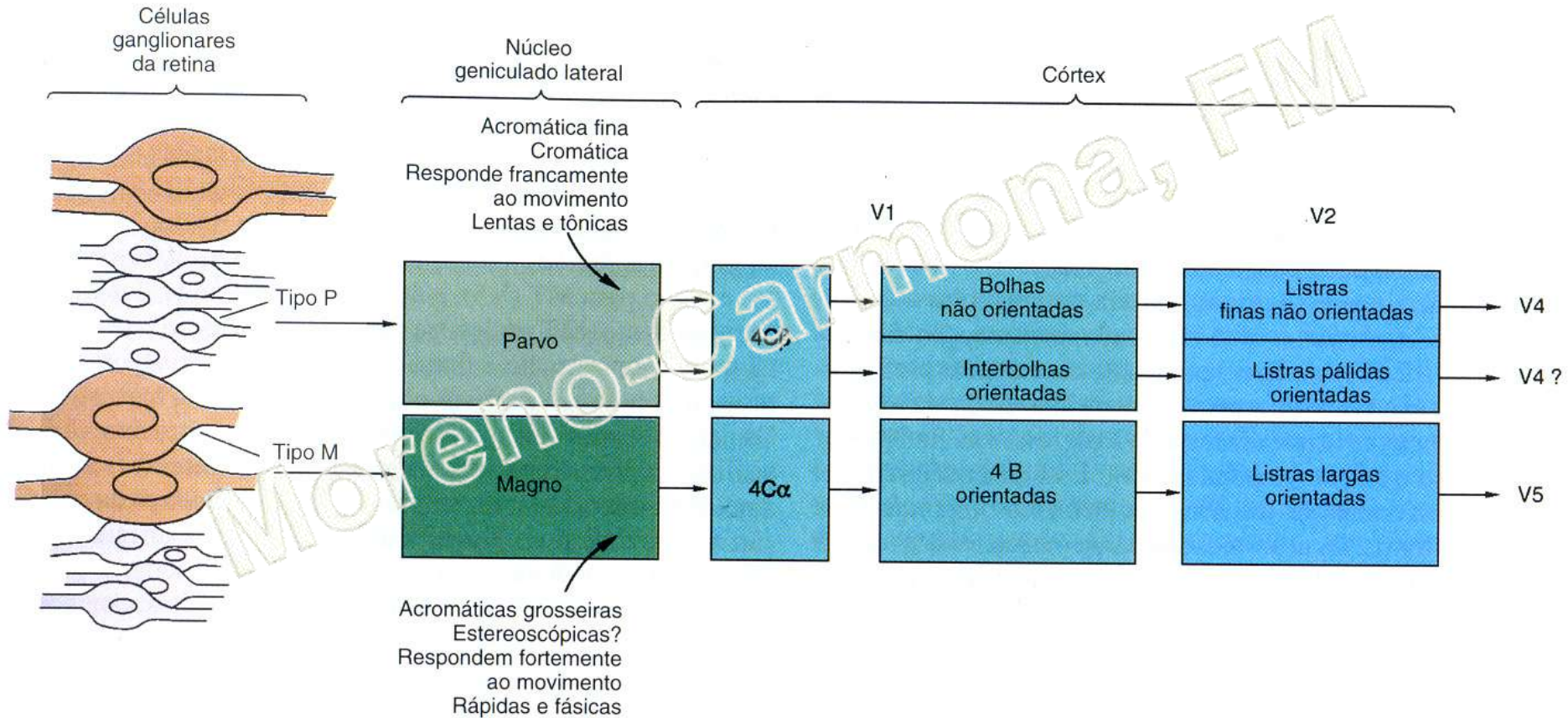




Segregação das informações visuais:

- ❖ Começa na RETINA
- ❖ CGR:
 - ❖ Grandes: Magnocelular (Tipo M)
 - ❖ Pequenas: Parvocelular (Tipo P)
- ❖ Axônios das células M projetam-se para as camadas magnocelulares do NGL
- ❖ Axônios das células P projetam-se para as camadas parvocelulares do NGL

Três vias paralelas principais



Córtex

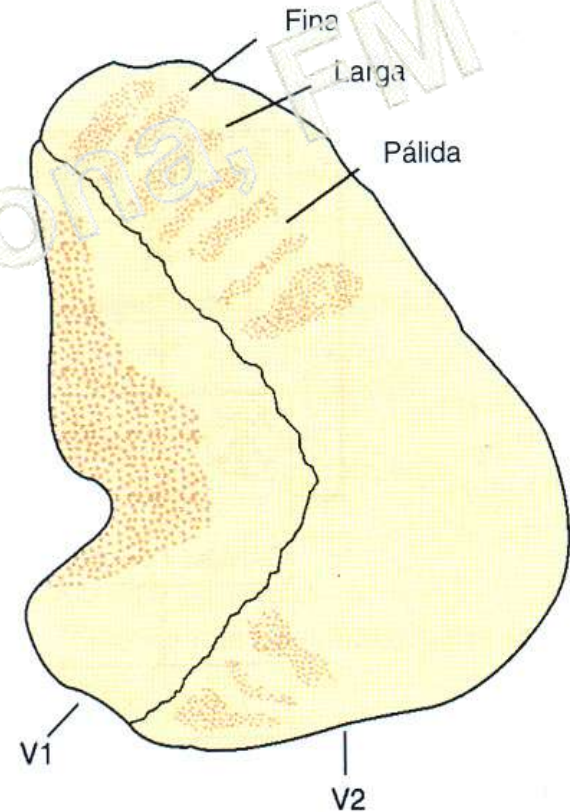
- Subdivisões: que se coram para a enzima mitocondrial citocromo oxidase

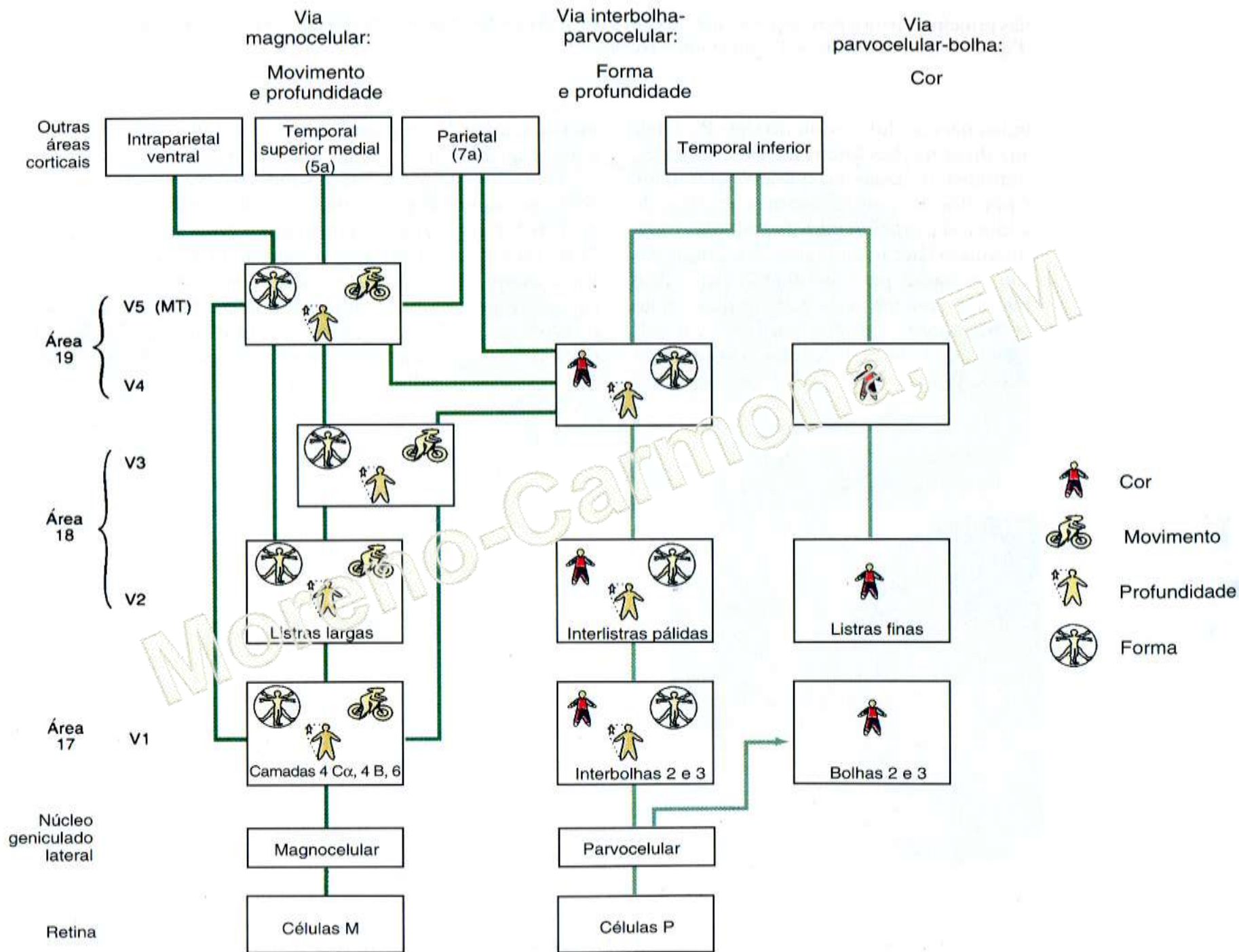
- V1: bolhas (blobs)

- interbolhas

- V2: listras

- interlistras







RETINA

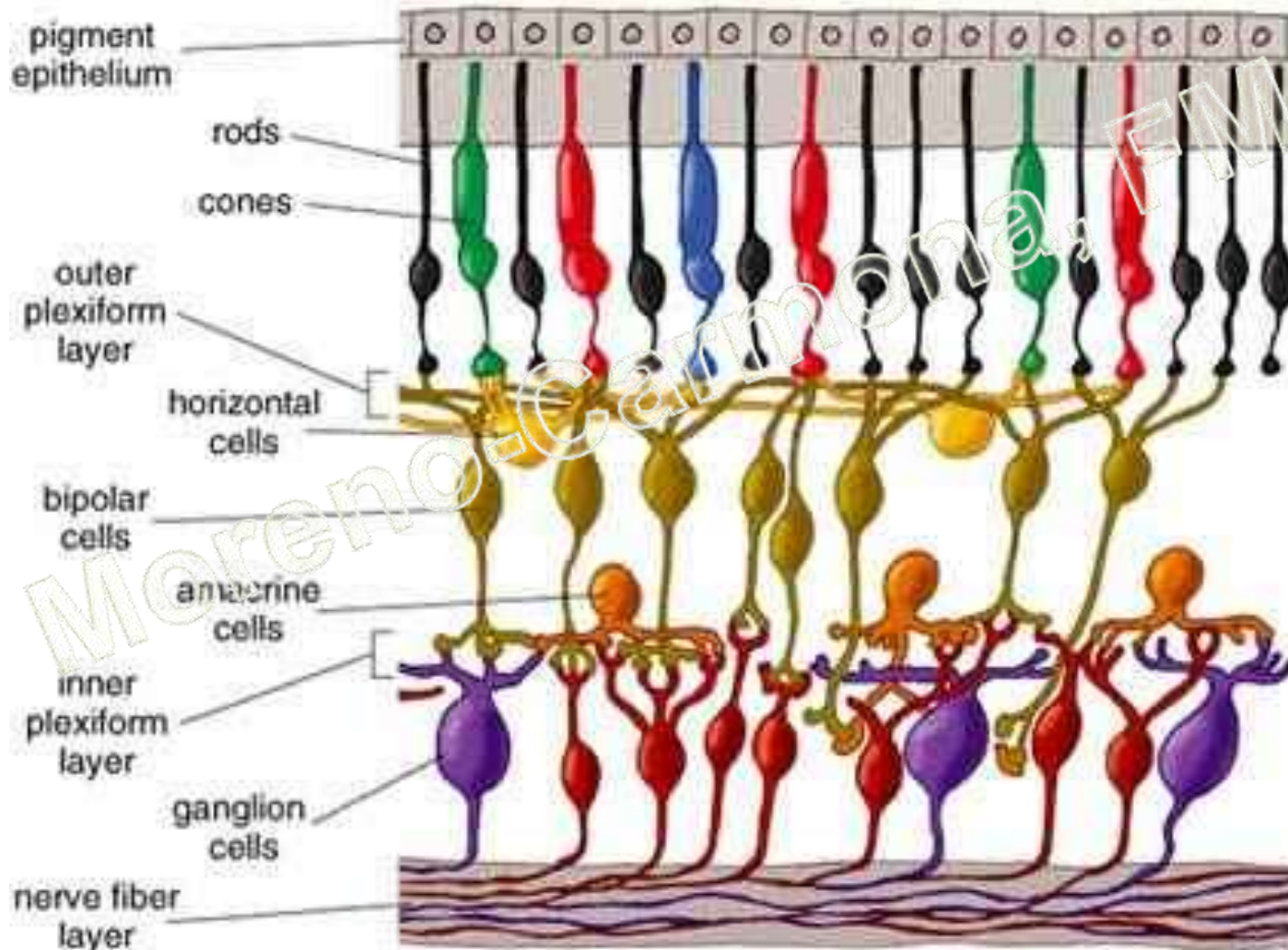
A PARTE ACESSÍVEL DO CÉREBRO



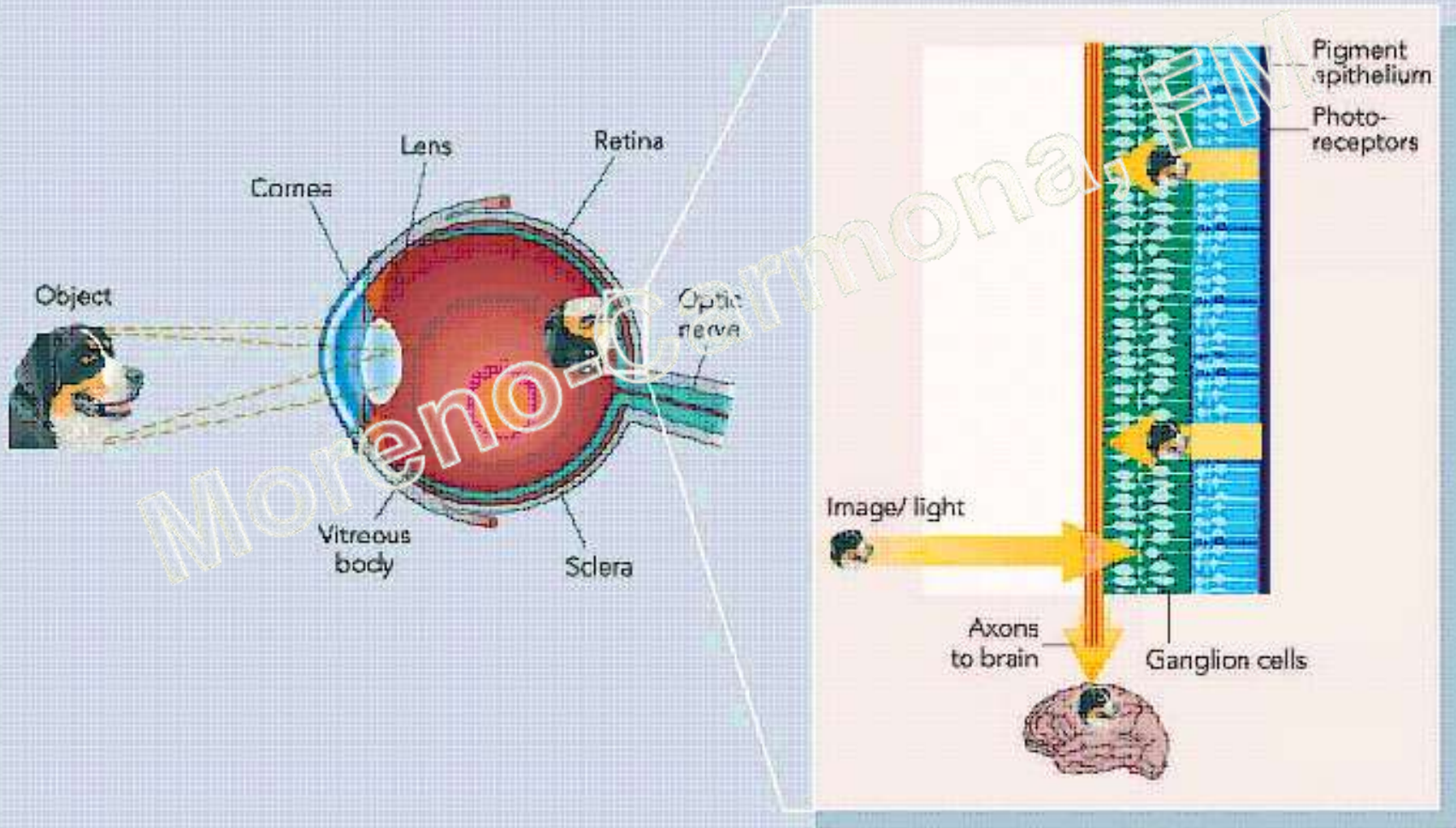
Retina

- ❖ A RETINA não é um órgão periférico
- ❖ Faz parte do SNC
- ❖ Desenvolve-se diretamente do ectoderma neural (o mesmo que dá origem ao cérebro)
- ❖ Sua organização sináptica é semelhante à de outras estruturas neurais centrais

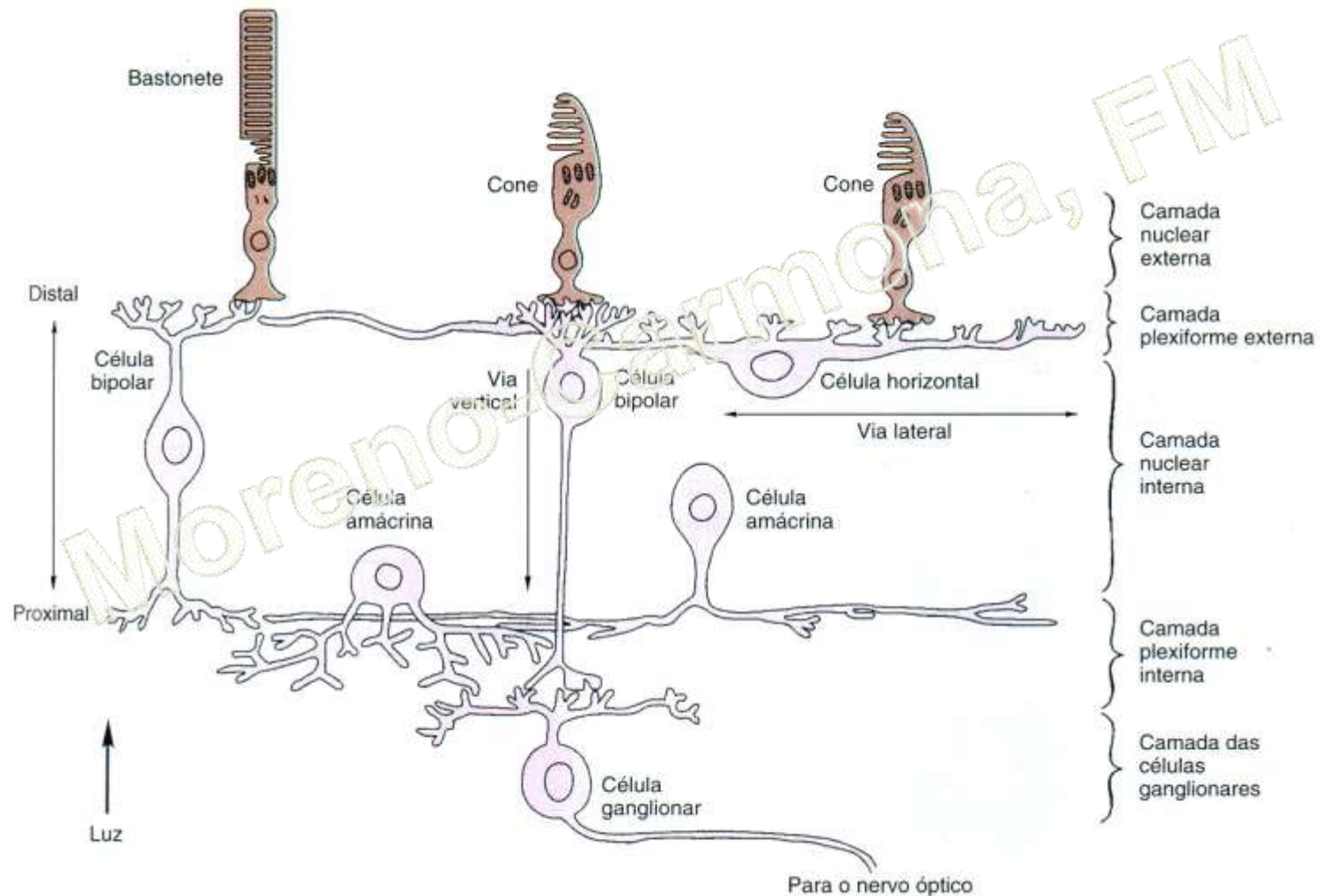
Processamento Visual pela Retina



Processamento Visual pela Retina



3 Camadas Nucleares





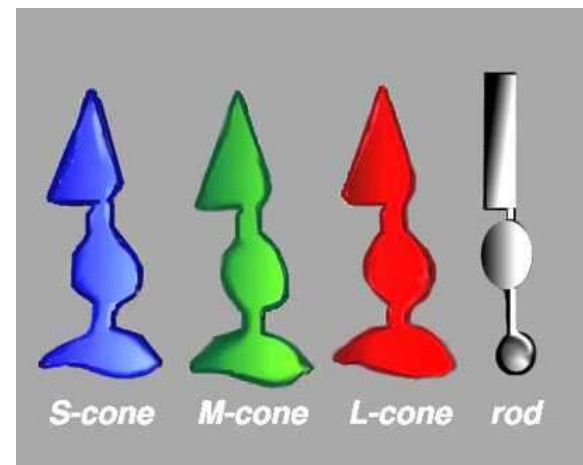
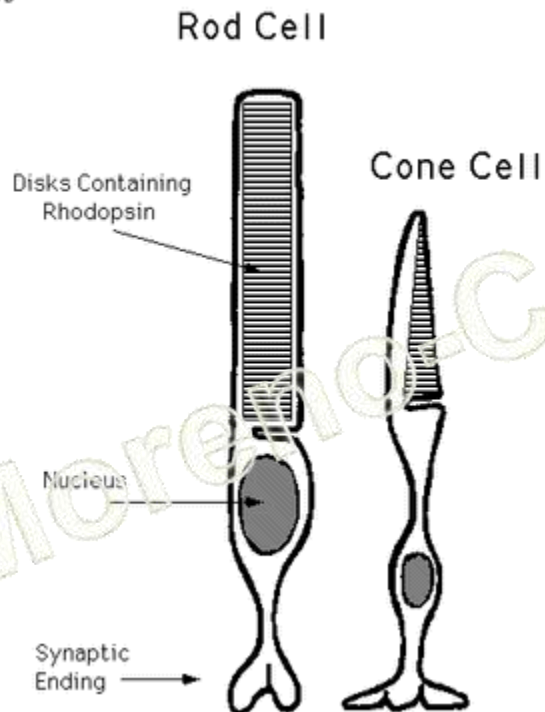
Fotorreceptores

Diferenças entre os Bastonetes e os Cones e entre seus Sistemas Neurais

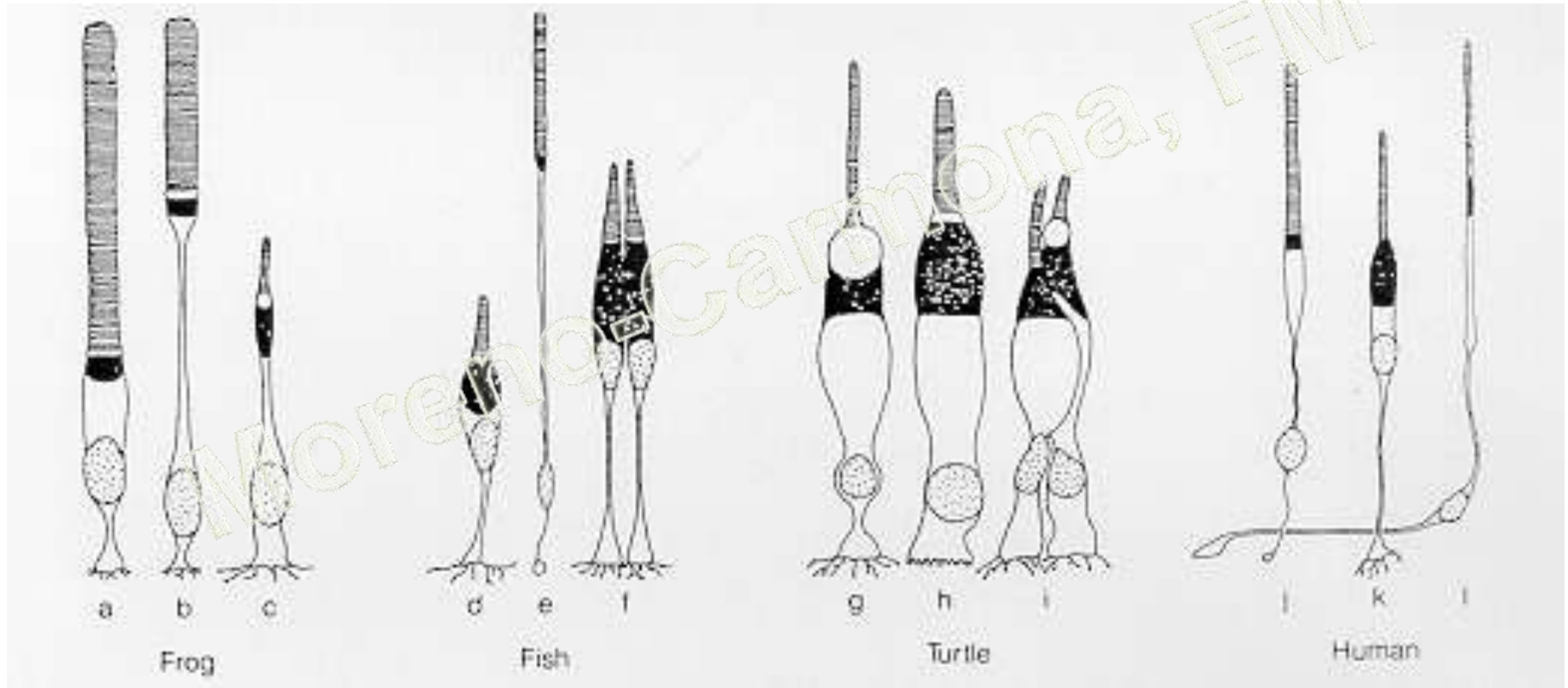
<i>Bastonetes</i>	<i>Cones</i>
Alta sensibilidade, especializados para a visão noturna	Sensibilidade mais baixa, especializados para a visão diurna
Mais fotopigmento, capturam mais luz	Menos fotopigmento
Alta amplificação, detecção de um único fóton	Amplificação mais baixa
Baixa resolução temporal: resposta lenta, tempo de integração longo	Alta resolução temporal: resposta rápida, tempo curto de integração
Mais sensíveis à luz espalhada	Sensibilidade máxima a raios axiais diretos
<i>Sistema dos bastonetes</i>	<i>Sistema dos cones</i>
Baixa acuidade: vias retinianas altamente convergentes	Alta acuidade: vias retinianas menos convergentes
Acromático: um tipo de pigmento nos bastonetes	Cromático: 2 a 4 tipos de cones, cada qual com um pigmento distinto que é mais sensível a uma parte diferente do espectro visível

Fotorreceptores

Figure 2

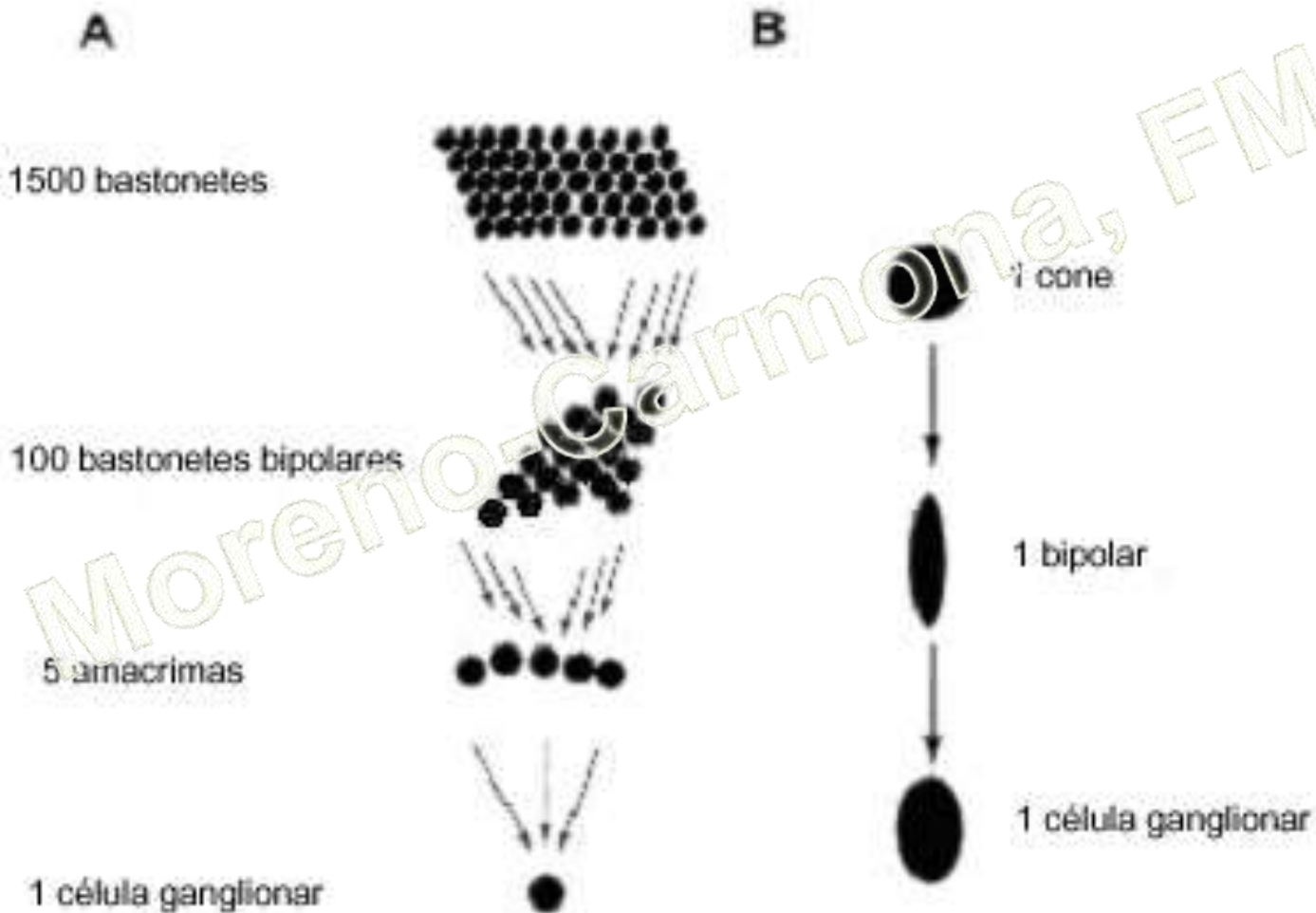


Tipos de fotorreceptores



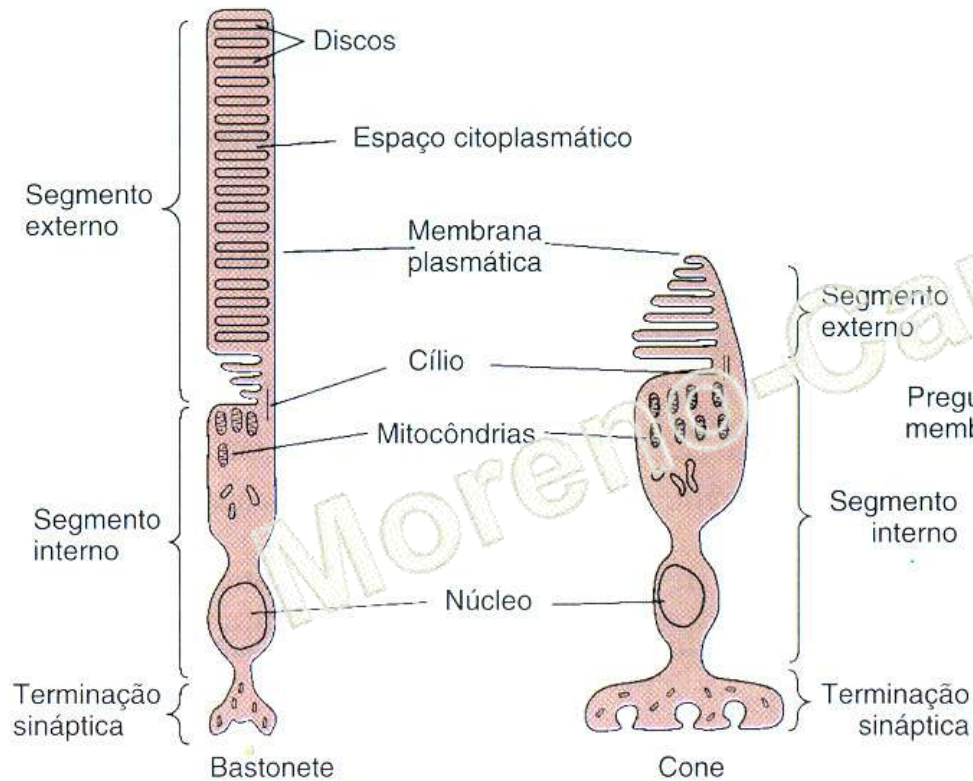


Vias dos Cones e Bastonetes

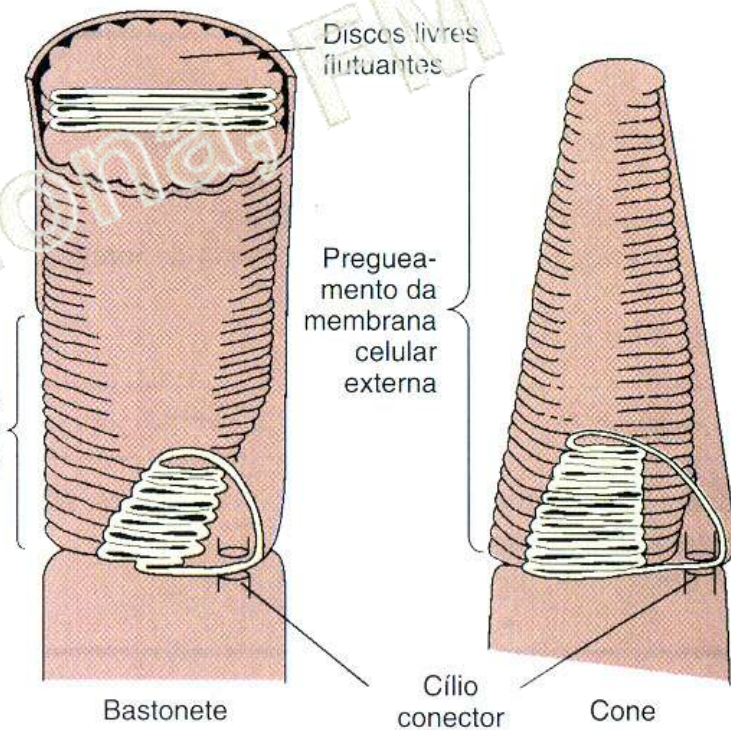


Morfologia dos Fotorreceptores

A Morfologia dos fotorreceptores



B Segmentos externos dos fotorreceptores





Fototransdução

- ❖ Os fotorreceptores, os quais absorvem a luz e iniciam o processo visual, formam o principal elemento estrutural dos discos de membrana
 - ❖ Bastonetes → rodopsina
 - ❖ Cones → cone-opsinas
- ❖ Como a maioria dos neurônios adultos os fotorreceptores não se dividem, porém seus segmentos externos são continuamente renovados

❖ Fagocitose das células do epitélio pigmentar

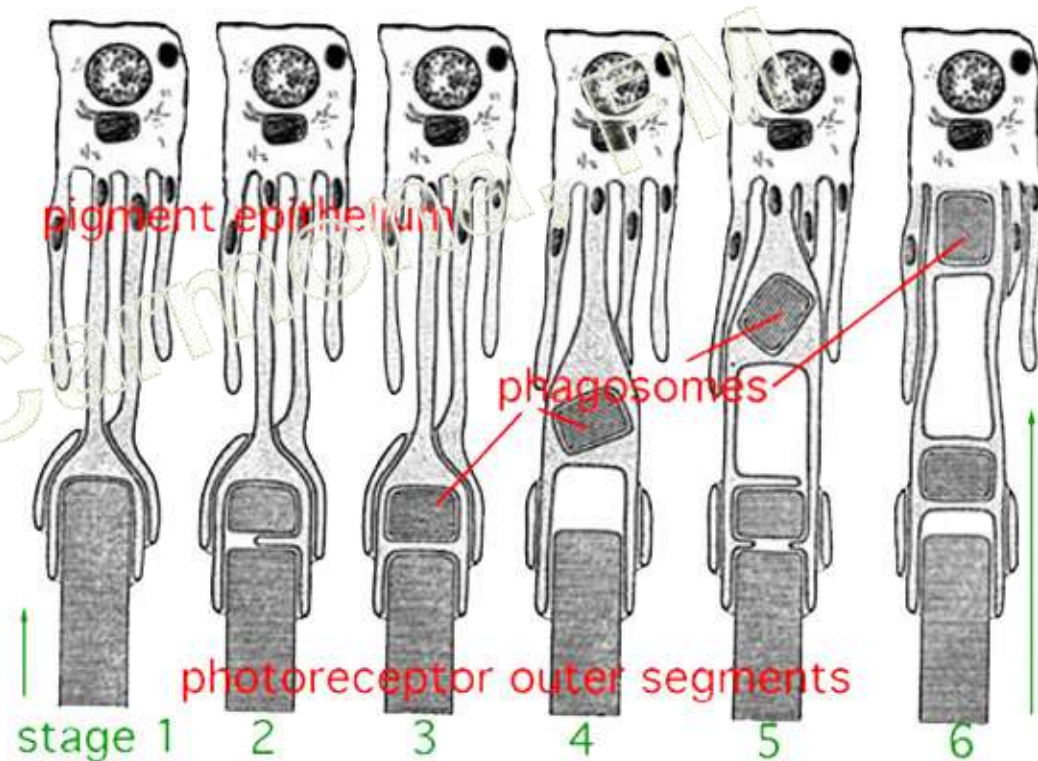


Fig. 12. Diagrammatic representation of disc shedding and phagosome retrieval into the pigment epithelial cell.

Fototransdução

- Resulta de uma cascata de eventos bioquímicos nos Fotorreceptores que levam a uma alteração dos fluxos iônicos através das membranas plasmáticas dessas célula e uma consequente alteração do potencial de membrana

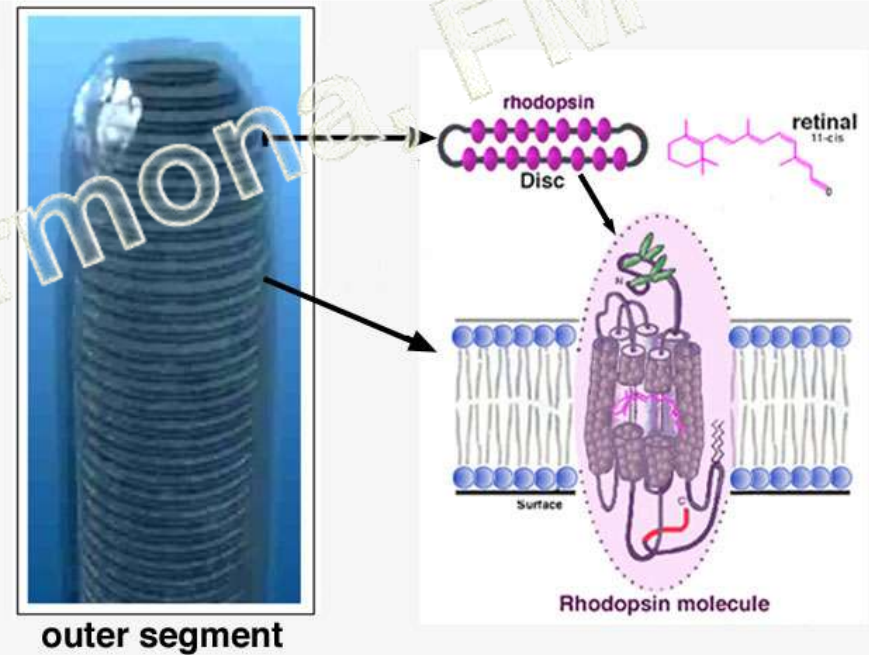
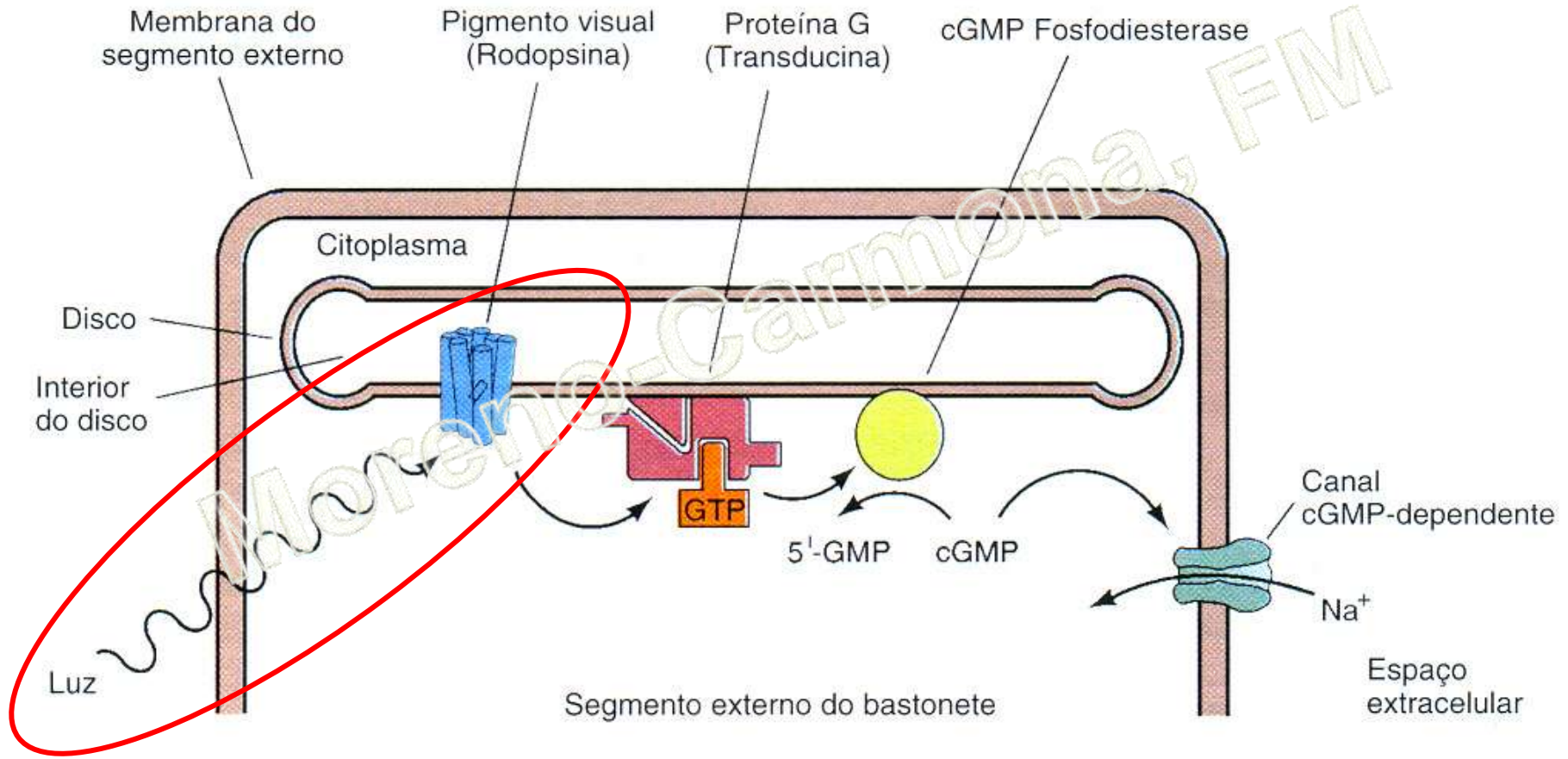
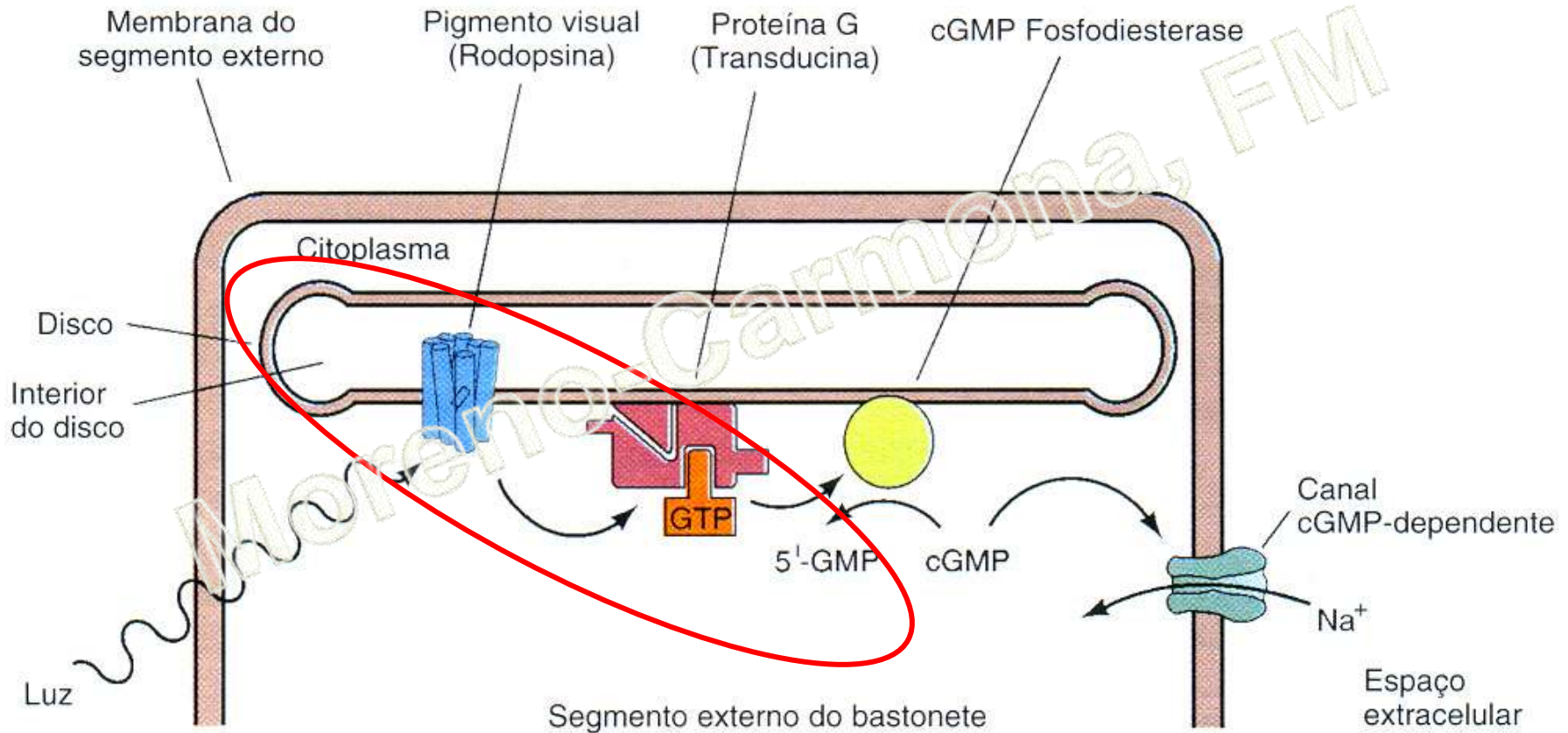


Fig 8. Schematic diagram of Rhodopsin in the outer segment discs.

A luz ativa Moléculas de Pigmento



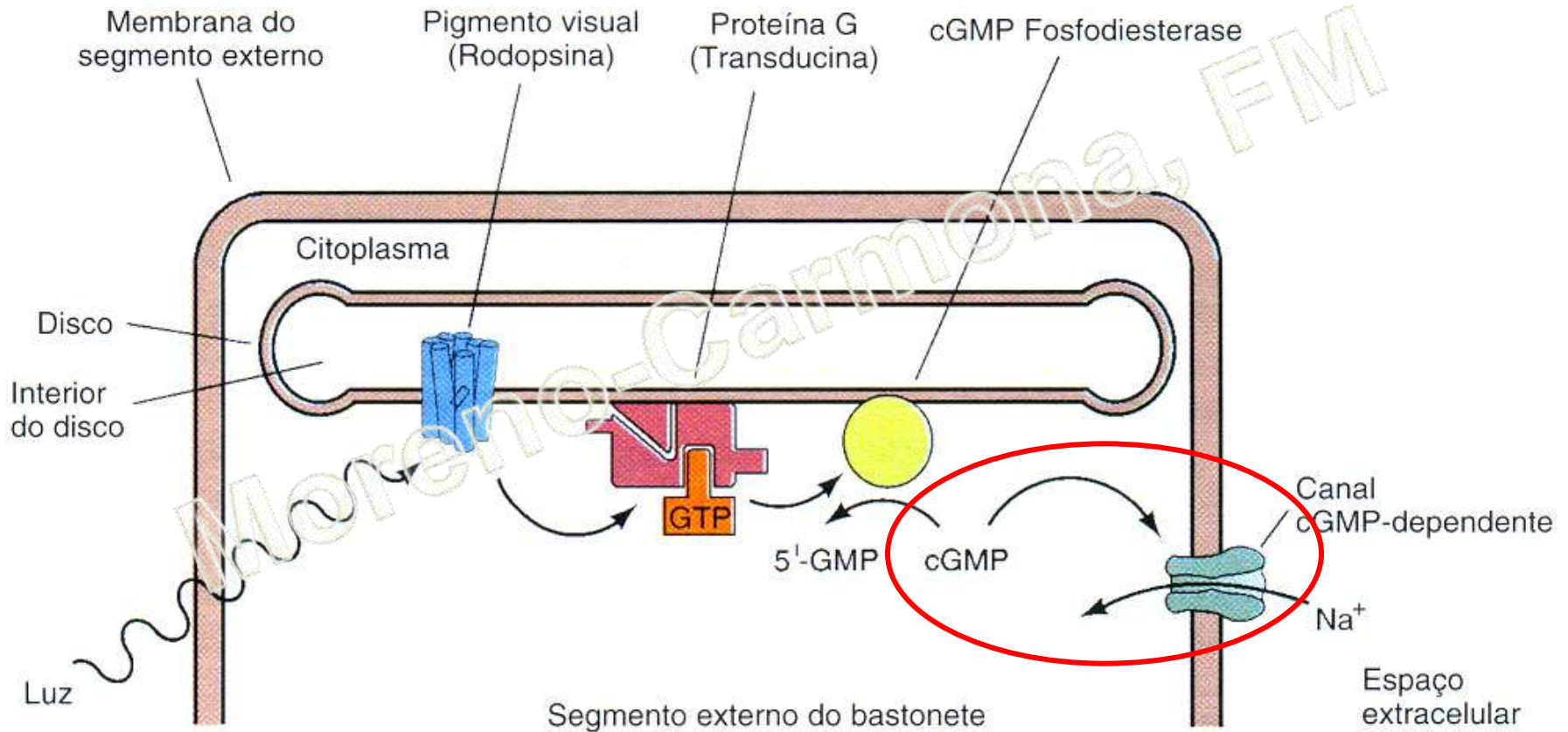
O pigmento ativado estimula uma proteína G



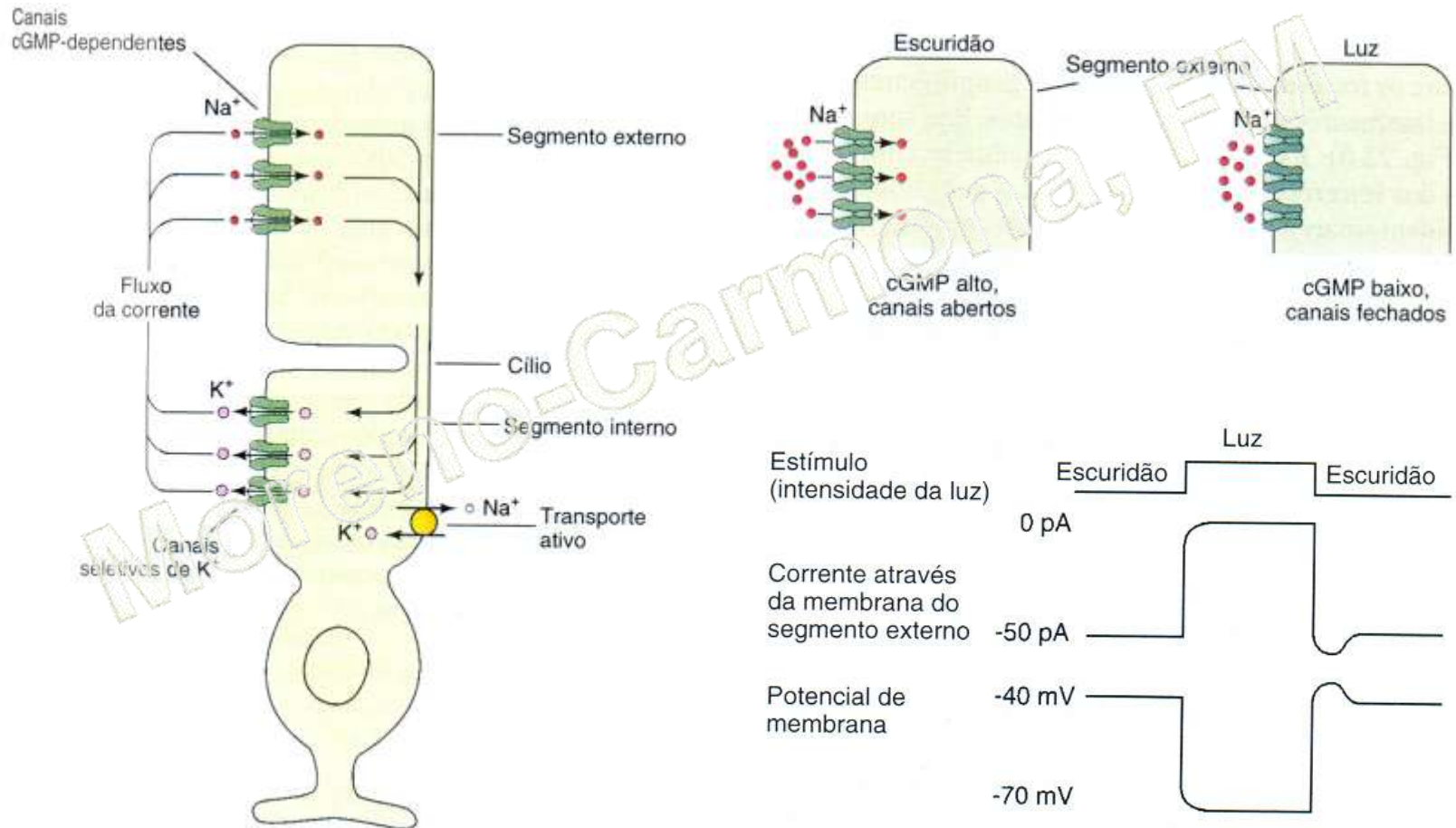




[GMPc] → Fechamento dos canais cGMP dependentes



Corrente do escuro



ERG

Componentes:

- ❖ Onda a: negativa (cones e bastonetes)
- ❖ Onda b: positiva (células bipolares, células Müller)
- ❖ Onda c: positiva (células epitélio pigmentar)

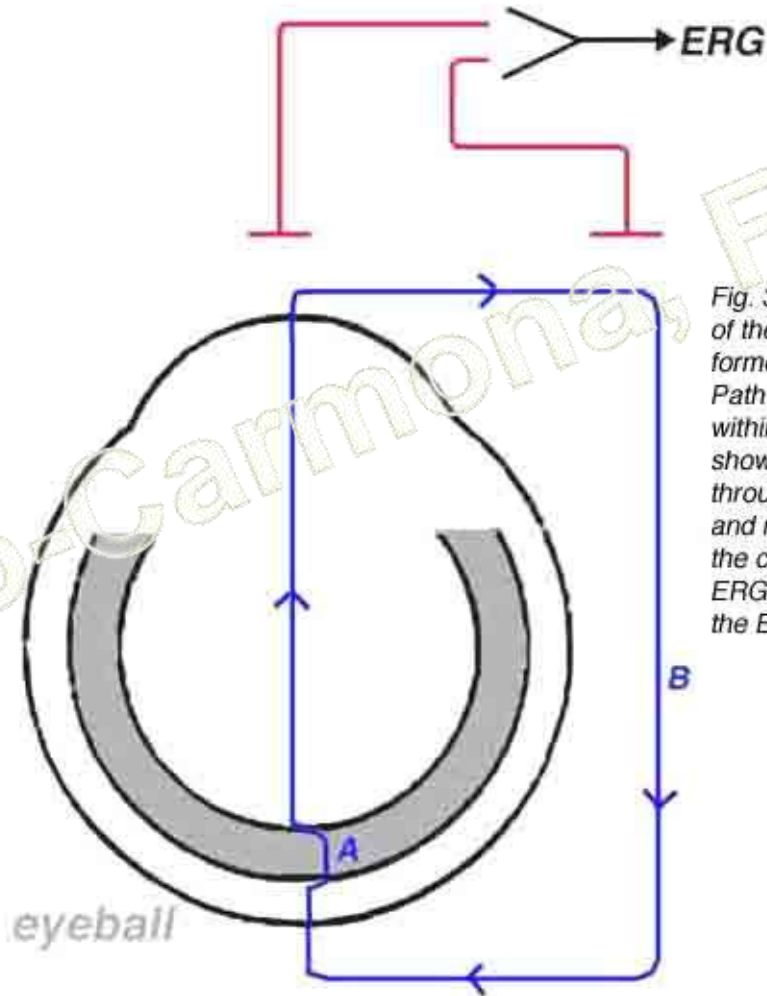


Fig. 3a. A schematic representation of the extracellular currents that are formed following light stimulation. Pathway A represents local currents within the retina, while pathway B shows the currents leaving the retina through the vitreous and the cornea and returning to the retina through the choroid and the pigment epithelium. ERG recording in human is done along the B path.



A 'Saída' da Retina

- ❖ Como a RETINA modifica e processa os sinais provocados pela luz nos fotorreceptores antes de enviá-los a centros superiores?

CGR

❖ CGR

❖ NO

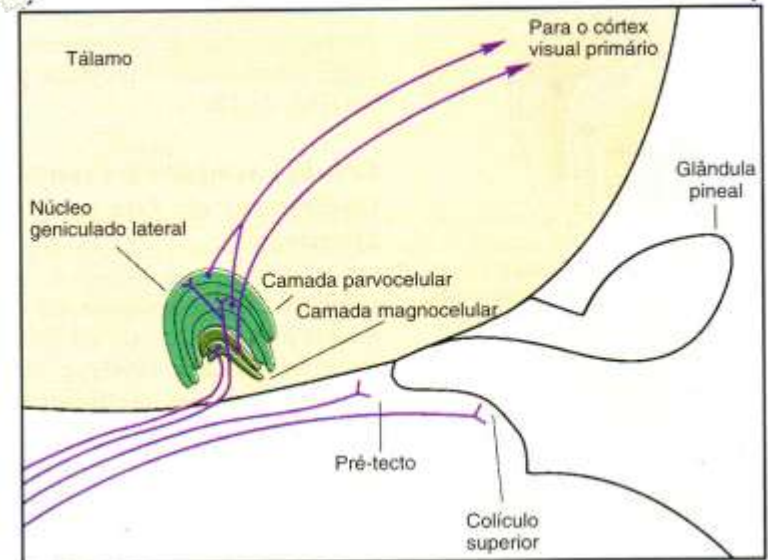
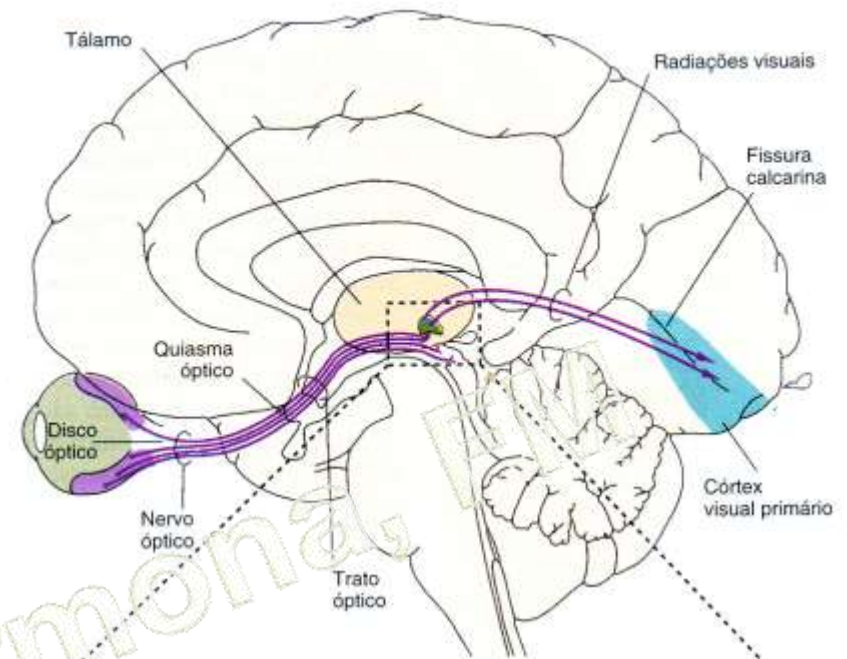
❖ NGL (Tálamo)

❖ Pré-tecto

❖ Colículo Superior

❖ Radiação óptica

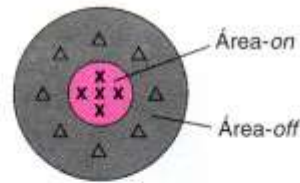
❖ Córtex visual primário (V1)



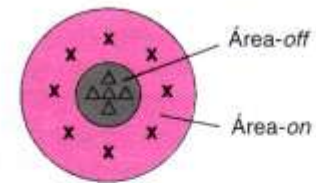


- ❖ A atividade das CGR é modulada pelos interneurônios:
 - ❖ Células bipolares
 - ❖ Células horizontais
 - ❖ Células amácrinas
- ❖ As entradas para uma CG sempre se originam a partir dos mesmos fotorreceptores numa área circunscrita da retina: CAMPOS RECEPTIVOS DAS CGR

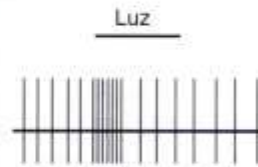
A Células ganglionares do centro-on



B Células ganglionares do centro-off



1
Ponto
central



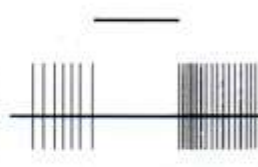
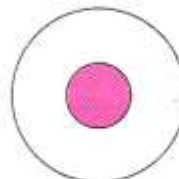
2
Ponto
periférico



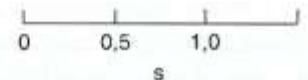
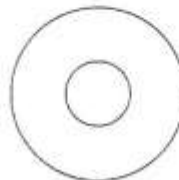
3
Iluminação
central



4
Iluminação
do anulo



5
Iluminação
difusa



❖ Por que as
CGR têm
essa
organização
ON-OFF?



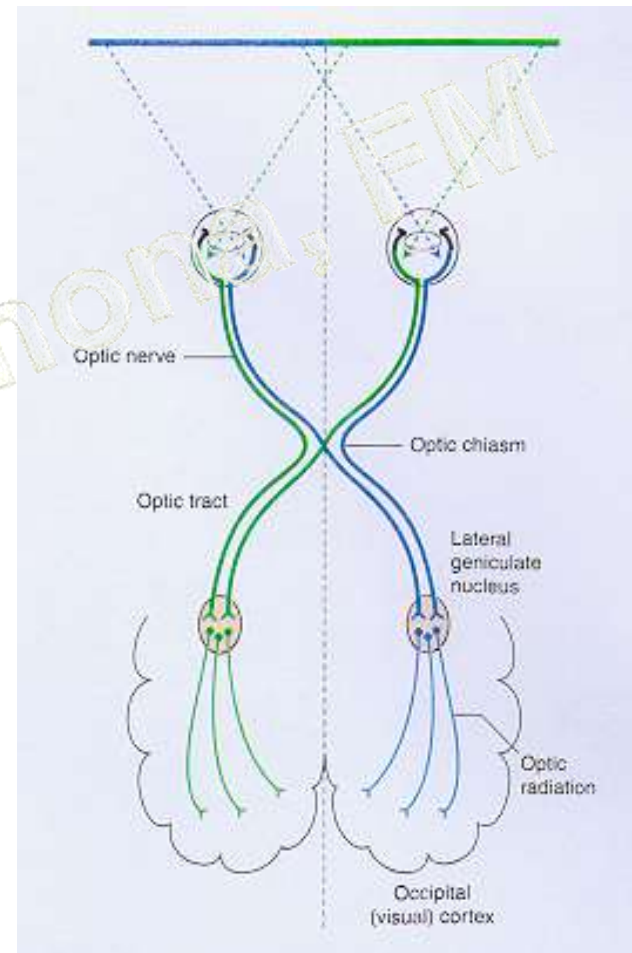
- ❖ Desta forma elas são mais sensíveis ao contraste da entrada visual do que à intensidade absoluta da luz incidente...
- ❖ A maior parte das informações úteis numa cena visual está contida no padrão dos contrastes...
 - ❖ Percepção do brilho
 - ❖ Percepção da cor...
- ❖ Centro-ON: sinalizam rápidos aumentos da intensidade luminosa
- ❖ Centro-OFF: sinalizam diminuições rápidas de iluminação

- ❖ As CGR estão sempre excitadas (ON ou OFF) portanto quem modula a informação são as células bipolares...



Percepção da forma e do movimento

- ❖ A imagem retiniana é uma inversão do campo visual (decussação)
- ❖ Uma complicação adicional é que o cristalino inverte a imagem visual sobre a retina...O cérebro ajusta essa inversão)





Para Saber...

- ❖ Percepção Visual: processo criativo
- ❖ 3 vias paralelas processam informações sobre profundidade, forma, movimento e cor
- ❖ A retina contém a camada receptiva do olho
 - ❖ Cones
 - ❖ Bastonetes
- ❖ Fototransdução: cascata de eventos
 - ❖ Corrente do escuro



Para Saber...

- ✿ A saída de informação da retina se dá por meio das CGR
 - ✿ CGR têm um centro e um ânulo antagônico
 - ✿ CGR são especializadas na detecção do contraste
- ✿ Os interneurônios transmitem os sinais dos fotorreceptores para as CGR (células horizontais, bipolares e amácrimas)



Para Saber...

- ❖ As informações importantes para a visão fluem da retina para o NGL
- ❖ Do NGL tais informações fluem para o Córtex Visual primário
 - ❖ Vias paralelas
 - ❖ Desconstrução do campo visual em segmentos: forma e movimento (vias parvo e magno)
 - ❖ Processamento da cor: bolhas (não têm sensibilidade à orientação)



Referências:

- ❖ KANDEL, E.R.. et al. Fundamentos da neurociência e Comportamento. Guanabara-Koogan, 1997.
- ❖ DOWLING, J.E. The Retina: an approachable part of the brain. Cambridge. London.1987.



Quem quiser saber mais!



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