SÉRIE ATUALIZAÇÕES PEDIÁTRICAS

SOCIEDADE DE PEDIATRIA DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE OFTALMOLOGIA

Oftalmologia Pediátrica

E OS DESAFIOS MAIS FREQUENTES

Coordenadoras

Rosa Maria Graziano
Márcia Keiko Uyeno Tabuse



Atheneu

Oftalmologia Pediátrica

e os desafios mais frequentes

Série Atualizações Pediátricas

- **Aleitamento materno na era moderna – vencendo desafios** *(2021)*
- **O dia a dia do pediatra** *(2021)*
- **Cuidados paliativos na prática pediátrica** *(2019)*
- **Dermatologia pediátrica no consultório** *(2019)*
- **Infectologia nas emergências pediátricas** *(2019)*
- **Medicina do sono** *(2019)*
- **Pneumologia pediátrica no consultório** *(2019)*
- **Puericultura passo a passo** *(2019)*
- **Da queixa clínica à reumatologia pediátrica** *(2019)*
- **Adolescência e sexualidade – visão atual** *(2016)*
- **Atualização em alergia e imunologia pediátrica: da evidência à prática** *(2016)*
- **Do pediatra ao endocrinologista pediátrico: quando encaminhar** *(2016)*
- **Pediatria ambulatorial: da teoria à prática** *(2016)*
- **A saúde mental na atenção à criança e ao adolescente: os desafios da prática pediátrica** *(2016)*
- **Atualizações em terapia intensiva pediátrica – 2ª Edição** *(2014)*
- **Doenças pulmonares em pediatria: atualização clínica e terapêutica** *(2014)*
- **Hematologia e hemoterapia pediátrica** *(2013)*
- **Obesidade no paciente pediátrico: da prevenção ao tratamento** *(2013)*
- **Otorrinolaringologia para o pediatra – 2ª edição** *(2013)*
- **Odontopediatria para o pediatra** *(2013)*
- **Imunizações em pediatria** *(2013)*
- **Oncologia para o pediatra** *(2012)*
- **Gastroenterologia e hepatologia na prática pediátrica – 2ª edição** *(2012)*
- **O recém-nascido de muito baixo peso – 2ª edição** *(2010)*
- **Oftalmologia para o pediatra** *(2010)*
- **Emergências pediátricas – 2ª edição – revisada e ampliada** *(2010)*
- **Atualidades em doenças infecciosas – manejo e prevenção** *(2009)*
- **Organização de serviços em pediatria** *(2008)*
- **Reumatologia para o pediatra** *(2008)*

O presente livro passou por criterioso processo de revisão científica e textual pelos coordenadores, editores e produtores. No entanto, ainda assim, está exposto a erros. Caso haja dúvida, solicitamos ao leitor entrar em contato com a SPSP.

Sociedade de Pediatria de São Paulo
Departamento Científico de Oftalmologia

Série Atualizações Pediátricas

Oftalmologia Pediátrica
e os desafios mais frequentes

Coordenadoras

Rosa Maria Graziano

Márcia Keiko Uyeno Tabuse

Atheneu
Rio de Janeiro • São Paulo
2022

Sociedade de Pediatria de São Paulo
– Diretoria de Publicações –

Diretora: Cléa Rodrigues Leone

Membros: Antonio Carlos Pastorino, Antonio de Azevedo Barros Filho, Celso Moura Rebello, Cléa Rodrigues Leone, Fabio Carmona, Gil Guerra Junior, Luis Eduardo Procopio Calliari, Marina Carvalho de Moraes Barros, Mário Cícero Falcão, Paulo Henrique Manso, Ruth Guinsburg, Sonia Regina Testa da Silva Ramos, Tamara Beres Lederer Goldberg, Tulio Konstantyner

Coordenadora Editorial: Paloma Ferraz
Assistente Editorial: Rafael Franco

EDITORA ATHENEU

São Paulo — Rua Maria Paula, 123 - 18º andar
Tel.: (11) 2858-8750
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Rio de Janeiro — Rua Bambina, 74
Tel.: (21) 3094-1295
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Produção Editorial: *Texto e Arte Serviços Editoriais*
Capa: *Equipe Atheneu*

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

O27

Oftalmologia pediátrica e os desafios mais frequentes / coordenação Rosa Maria Graziano, Márcia Keiko Uyeno Tabuse. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2022.
324 p. : il. ; 24 cm. (Atualizações pediátricas)

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-433-5

1. Oftalmologia pediátrica. 2. Olhos - Doenças - Diagnóstico. 3. Olhos - Doenças - Tratamento. 4. Olhos - Cuidado e higiene. 5. Crianças - Cuidado e higiene. I. Graziano, Rosa Maria. II. Tabuse, Márcia Keiko Uyeno. III. Série.

21-73510 CDD: 618.920977
CDU: 617.7-053.2

Camila Donis Hartmann - Bibliotecária - CRB-7/6472

28/09/2021 28/09/2021

GRAZIANO, R.S.; TABUSE, M.K.U.

Oftalmologia Pediátrica e os desafios mais frequentes. Sociedade de Pediatria de São Paulo – SPSP.

© Direitos reservados à EDITORA ATHENEU — Rio de Janeiro, São Paulo, 2022.

Seção 1

Temas básicos de Oftalmologia

Capítulo 1

Anatomia, fisiologia e processamento visual normal do olho

Roberta Melissa Benetti Zagui

Objetivos do texto

Este é um capítulo de introdução com noções básicas de anatomia, fisiologia e funcionamento do sistema visual para servir como base e consulta para o entendimento dos assuntos abordados no decorrer deste livro.

Introdução

O sistema visual humano é responsável por captar, codificar e processar as informações visuais sobre o mundo que nos cerca. Em um breve olhar, o ser humano pode descrever a localização, o tamanho, a forma, a cor e as texturas dos objetos de seu interesse, e, ainda, se estão se movendo, em qual velocidade e direção. A complexidade desse sistema vai muito além da sua simples comparação com uma máquina fotográfica que registra imagens bidimensionais. O sistema visual humano é capaz de analisar as informações físicas do estímulo luminoso, reconstruir a imagem tridimensional no córtex visual, posicioná-la no espaço e, ainda, integrá-la a outras áreas cerebrais para dar sentido ao que se vê.

A percepção visual normal compreende um processo sensorial construtivo complexo que depende da anatomia e da fisiologia normal dos receptores (olhos) e das vias visuais corticais.

Anatomia e fisiologia

O olho é o receptor visual, que deve captar, focar e transmitir a luz refletida dos objetos para que essa informação chegue de forma adequada à retina, que transformará essa energia luminosa em energia elétrica (potenciais de ação).

O olho é uma esfera imperfeita preenchida por fluidos e composta por três camadas de tecido. A camada mais interna do olho, a **retina**, contém neurônios sensíveis à luz capazes de transmitir a informação luminosa para as áreas visuais centrais. A camada média inclui três estruturas distintas, mas contínuas, referidas coletivamente como **trato uveal**. O maior componente do trato uveal é a **coroide**, estrutura contígua à retina, formada por um leito vascular abundante (importante para a nutrição e o metabolismo dos fotorreceptores da retina) e alta concentração de melanina (pigmento que absorve luz, impedindo o espalhamento de luz através do olho). Ao se aproximar da parte anterior do olho, a coroide se diferencia em um anel de tecido conhecido como **corpo ciliar** que circunda e se liga ao **cristalino** através de múltiplas fibras (**fibras zonulares**). O corpo ciliar tem um componente muscular, importante para o ajuste do poder refrativo do cristalino e um componente vascular (processos ciliares), que produzem o fluido (humor aquoso) que preencherá a parte anterior do olho (câmara anterior). A parte mais anterior do trato uveal é a íris, a porção colorida do olho que pode ser vista através da córnea. A íris é um tecido conjuntivo com uma abertura central (**pupila**) composta de dois tipos de músculos com ações opostas, que permitem que o tamanho da pupila seja ajustado como um diafragma por meio do controle motor neural autônomo (dilatação pupilar: SNAS; contração pupilar: SNAPS), e, assim, controle a entrada de luz dentro dos olhos. Sua superfície posterior é composta por uma camada de células pigmentadas para impedir a passagem de luz além da abertura pupilar. A quantidade de pigmento iriano determina a “cor dos olhos”.

A **esclera** forma a camada mais externa do olho e é composta por um fino, mas resistente tecido de colágeno. Caracteriza-se por uma cor branca leitosa e dá o suporte para a inserção dos músculos extraoculares, assim como tem orifícios que permitem a passagem do nervo óptico e, também, diversos vasos e nervos. É recoberta por uma membrana mucosa transparente e vascularizada chamada **conjuntiva**. Essa estrutura contém células e glândulas para a produção da lágrima, permite e facilita o livre movimento do olho e tem papel importante na proteção do globo. Lesões infecciosas, imunes ou mecânicas ocasionam vasodilatação e reações conjuntivais características, conhecidas como conjuntivites.

Na parte anterior do olho, a esclera se diferencia dando origem à **córnea**, um tecido transparente especializado que permite a entrada e a refração dos raios luminosos recebidos pelo olho. A transição entre as duas estruturas é conhecida como **limbo** (Figura 1.1).

Além da córnea, a luz atravessará outros dois meios transparentes antes de atingir a retina. Na câmara anterior, logo atrás da córnea e na frente do cristalino, está o humor aquoso, um líquido límpido que carrega nutrientes para essas duas estruturas. O humor aquoso é produzido pelos processos ciliares no corpo ciliar e flui para a câmara anterior através da pupila e é drenado por uma estrutura celular na junção da íris com a córnea chamada malha trabecular. A alteração na relação entre produção e drenagem do humor aquoso pode levar ao aumento da pressão intraocular e predispor ao desenvolvimento do glaucoma (Figura 1.2).

O espaço entre o cristalino e a superfície da retina, conhecido como **câmara posterior**, é preenchido por uma substância gelatinosa e transparente chamada **humor vítreo**, que corresponde a 80% do volume do olho. Além de manter o formato e tensão ocular, o vítreo permite a transmissão da luz. Ao longo da vida, acúmulos de debris no vítreo podem interferir na adequada transmissão da luz, causando sombras na retina, o que comumente leva os indivíduos a referirem imagens escuras que se movem junto com a movimentação ocular, conhecidas como "moscas volantes".

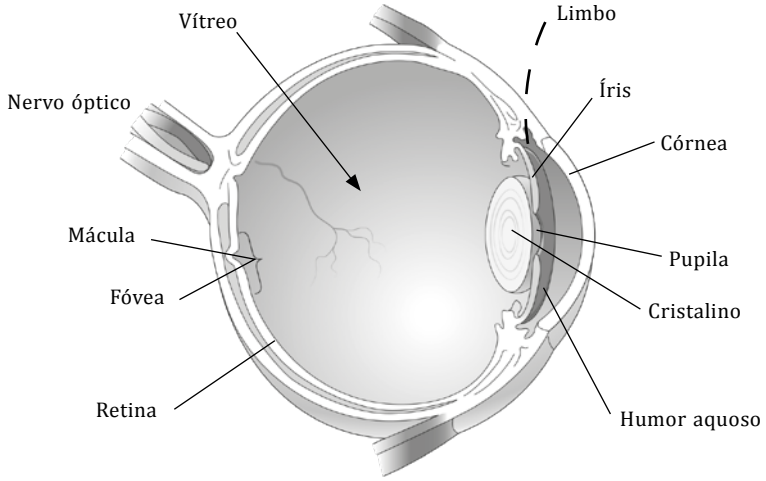

Figura 1.1 – *Diagrama das estruturas do globo ocular.*

Fonte: Adaptada da Apostila de Oftalmologia para graduação da FMUSP.

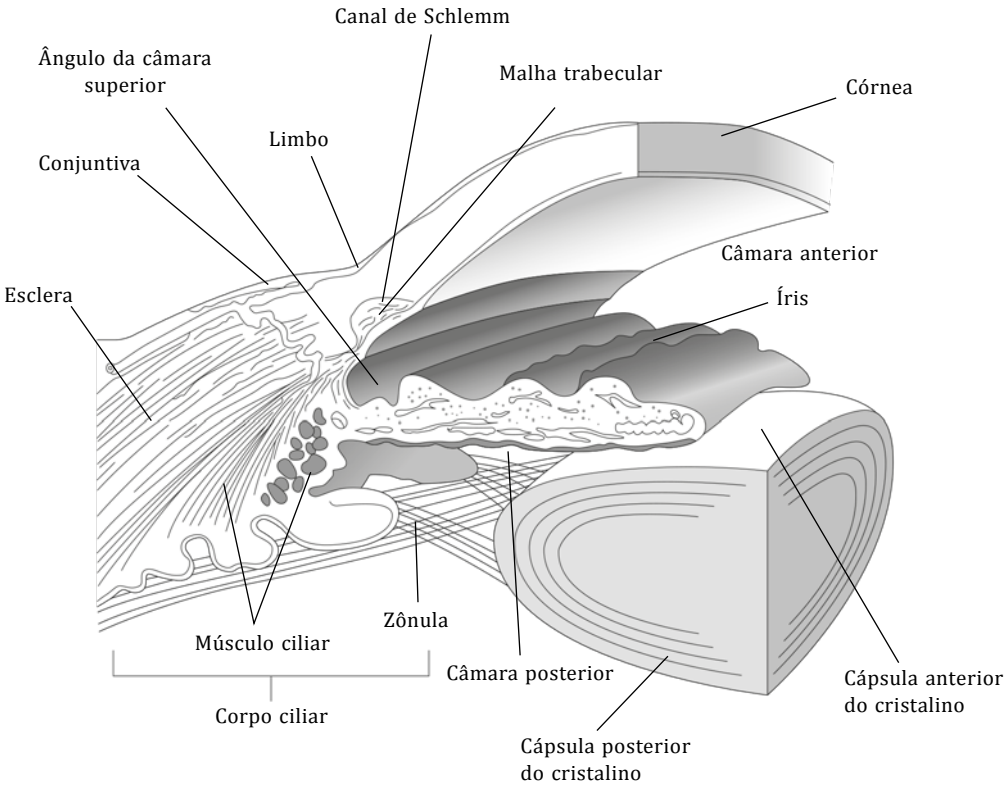

Figura 1.2 – *Diagrama da região do corpo ciliar e do ângulo camerular.*

Fonte: Adaptada da Apostila de Oftalmologia para graduação da FMUSP.

Os olhos humanos são capazes de se mover para buscar um objeto de interesse (movimentos sacádicos) e mantê-lo estável sobre a fóvea (movimento de seguimento). A movimentação ocular é realizada por um conjunto de seis **músculos extraoculares** que se inserem na esclera: músculo reto medial, reto lateral, reto superior, reto inferior, oblíquo inferior e oblíquo superior (Figura 1.3).

A ação de contração e relaxamento desse conjunto de músculos de um olho deve ser exatamente conjugada com o olho contralateral, pois o sistema visual humano prioriza a visão binocular, ou seja, ativamente dois olhos se mantêm alinhados para captar a imagem de um único objeto para que essas duas imagens congruentes possam ser unidas no córtex visual primário e se ter a percepção de um objeto único, tridimensional e adequadamente posicionado no espaço. A quebra do comando inervacional, seja de aferência (via retina-colículo superior), seja de eferência (nervos oculomotores, troclear e abducente), propicia o desalinhamento ocular (estrabismo), que impede a visão binocular normal e a fusão das imagens, podendo resultar em visão dupla (diplopia).

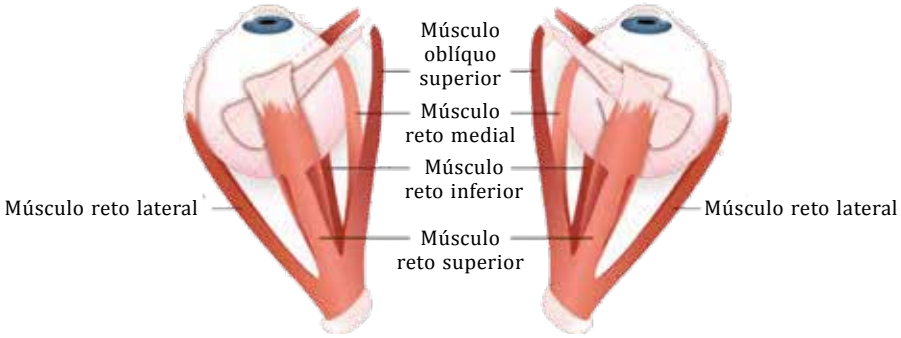

Figura 1.3 – *Músculos extraoculares.*

Fonte: Adaptada da Apostila de Oftalmologia para graduação da FMUSP.

Formação das imagens na retina

A visão normal requer que os meios ópticos do olho sejam transparentes. Tanto a córnea quanto o cristalino são tecidos especializados com nível de transparência encontrado em materiais inorgânicos como o vidro. Por isso, alterações na composição dessas estruturas podem reduzir significativamente sua transparência e ter sérias consequências para a percepção visual. De fato, a catarata (opacidade do cristalino) é responsável por metade das causas de cegueira no mundo.

Além de transmitirem a luz de forma eficiente, a córnea e o cristalino são responsáveis pela **refração** da luz, necessária para a formação de uma imagem focada na camada de fotorreceptores da retina. A córnea é a principal responsável pela refração, o que pode ser notado quando nos lembramos da imagem desfocada que temos ao tentar enxergar submersos em água. A água, diferentemente do ar, tem um índice de refração próximo ao da córnea, e, como resultado, virtualmente se elimina a refração que normalmente acontece na interface ar/córnea, não sendo mais possível focar a imagem na retina, o que impede a percepção final de uma imagem nítida. O cristalino tem poder refrativo muito menor que o da córnea, porém a refração realizada pelo cristalino é dinâmica, permitindo que objetos posicionados a diferentes distâncias do observador possam ser trazidos para o foco correto na retina.

Essa mudança dinâmica no poder refrativo do cristalino é chamada "**acomodação**". Quando o ser humano olha um objeto a distância, o cristalino fica relativamente fino e a lente tem poder refrativo menor de convergência dos raios luminosos. Para a visão de perto, a lente fica mais grossa e arredondada, aumentando o seu poder refrativo. Essas modificações resultam da atividade do músculo ciliar, que circunda o cristalino e se liga a ele por múltiplas fibras radiais (Figura 1.4).

Apesar desse sistema dinâmico do cristalino, nem sempre a imagem pode ser devidamente focada na retina, pela presença de discrepâncias ópticas entre os vários componentes refrativos do olho, ocasionando algum tipo de erro refrativo, conhecido como ametropia (miopia, hipermetropia e astigmatismo) e que exigirá o uso de lentes corretivas adicionais.

Nas crianças, a acomodação é muito efetiva, mas, ao longo dos anos, gradativamente esse mecanismo vai ficando incapaz, levando à dificuldade de enxergar de perto (presbiopia).

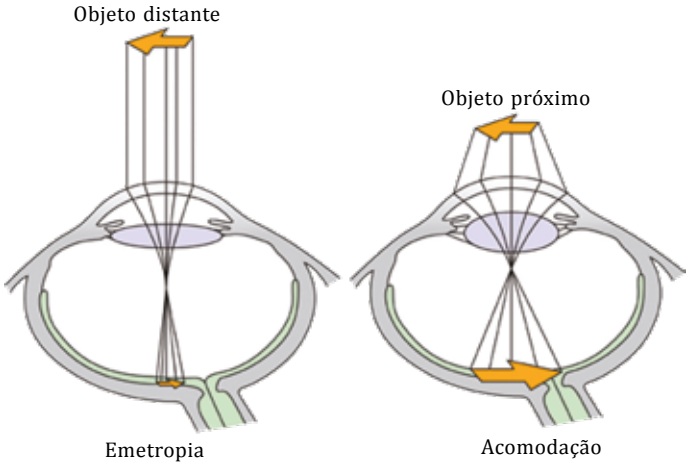

Figura 1.4 – *Acomodação. Processo dinâmico de mudança do formato do cristalino pela contração e pelo relaxamento do musculo ciliar, o que permite o foco adequado de imagens distantes e próximas ao observador.*

Fonte: Adaptada da Apostila de Oftalmologia para graduação da FMUSP.

Processamento visual

Como a visão é um processo cortical, os olhos, ao receberem a informação luminosa do ambiente, deverão conduzi-la até o córtex visual. Dá-se o nome de processamento visual a todo processo de codificação, organização, transmissão e integração da informação visual para obter uma percepção visual final. Diferentemente de outros sistemas sensoriais, o processamento visual tem início no próprio receptor do estímulo, a retina.

Retina

É considerada parte do sistema nervoso central localizada em posição periférica. Sua origem embrionária é comum ao diencéfalo, sendo formada por uma invaginação do tubo neural que dá origem à vesícula óptica (Figura 1.5).

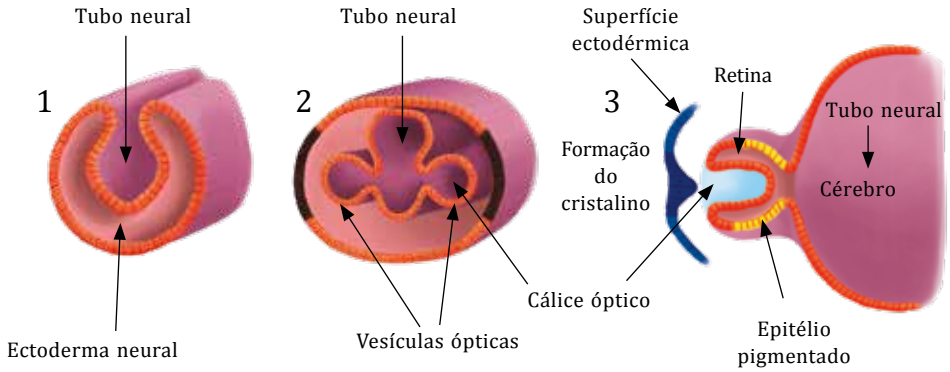

Figura 1.5 – *Formação do olho por meio da vesícula óptica formada do tubo neural e da retina com a invaginação do cálice óptico.*

Fonte: Adaptada de <https://webvision.med.utah.edu/book/part-i-foundations/gross-anatomy-of-the-ey/>.

A retina contém um circuito neuronal complexo com cinco tipos de neurônios especializados: fotorreceptores, células bipolares, células ganglionares, células horizontais e células amácrinas que se distribuem em camadas. Além de converter a atividade elétrica graduada dos fotorreceptores em potenciais de ação que serão conduzidos pelos axônios do nervo óptico até o córtex visual, esse complexo circuito neuronal já processa as informações do estímulo visual no próprio receptor, antes de transmiti-las ao córtex (Figura 1.6).

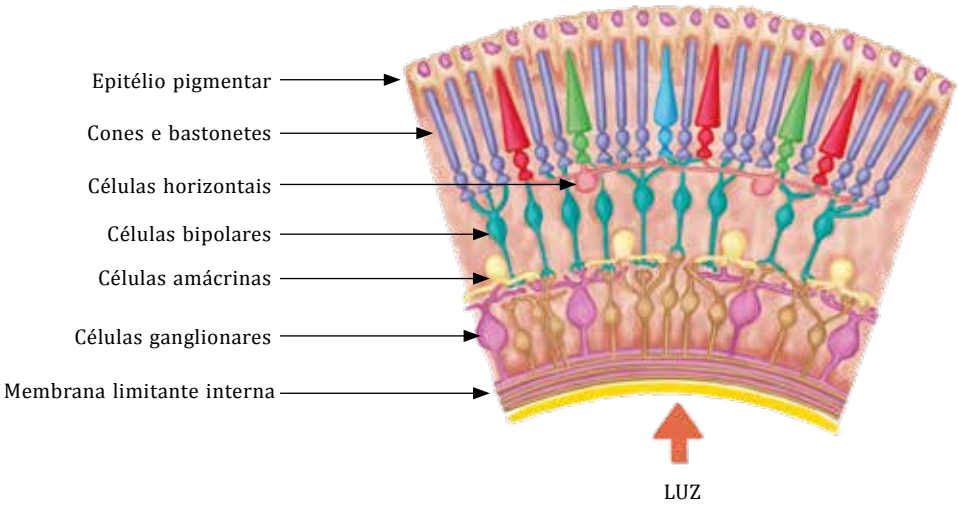

Figura 1.6 – *Diagrama das camadas da retina com seus cinco tipos celulares: fotorreceptores, células bipolares, ganglionares, horizontais e amácrinas.*

Fonte: Adaptada da Apostila de Oftalmologia para graduação da FMUSP.

Existem três tipos de fotorreceptores na retina: cones, bastonetes e as, recentemente descobertas, células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis (ipRGCs).

Os cones são estimulados em condições de alta luminosidade e têm alta capacidade discriminativa (visão de detalhes). A retina humana apresenta três tipos diferentes de cones, estimulados preferencialmente por três comprimentos de onda do espectro luminoso (longo – vermelho, médio – verde e curto – azul), que permitem aos humanos ter a característica visão de cores tricromática.

Os bastonetes são estimulados em condições de baixa luminosidade e, por isso, muito sensíveis à presença de luz, mas tem pouca capacidade discriminativa, além de não distinguirem cor. Por isso, conseguimos "enxergar" no escuro, porém com imagens de baixa nitidez e sem cor.

Esse sistema duplo de fotorreceptores possibilita o sistema visual resolver a necessidade tanto de ser sensível quanto acurado para resolver a cena visual.

As células do tipo ipRGCs são células ganglionares capazes de captar o estímulo luminoso e gerar potenciais de ação, mas, ao contrário dos cones e bastonetes, que levam informações aos centros corticais formadores de imagem, conduzem informações a centros não formadores de imagem (*pretectum*/hipotálamo), que usam a informação luminosa do ambiente para o reflexo pupilar e o controle de funções de homeostase, que dependem do ciclo circadiano.

A disposição dos fotorreceptores na retina humana também determina a capacidade visual característica da espécie. Temos uma área central na retina, onde há somente cones, chamada fóvea, responsável pela alta capacidade discriminativa da nossa visão central. Já na periferia da retina, há uma maior concentração de bastonetes com menos cones, o que caracteriza a visão pouco nítida da periferia do campo visual humano.

O suprimento sanguíneo da retina é derivado da artéria central da retina e da coroide. Os vasos retinianos entram e saem do olho pelo nervo óptico e correm sobre a superfície da retina formando as quatro arcadas vasculares, que nutrem e drenam cada quadrante da retina (Figura 1.7).

Os axônios das células ganglionares correm sobre a retina formando a camada de fibras nervosas da retina e o nervo óptico. Ao saírem do globo ocular, esses axônios tornam-se mielinizados e o nervo óptico é revestido por líquido cefalorraquidiano e protegido por uma bainha contínua com as meninges cerebrais.

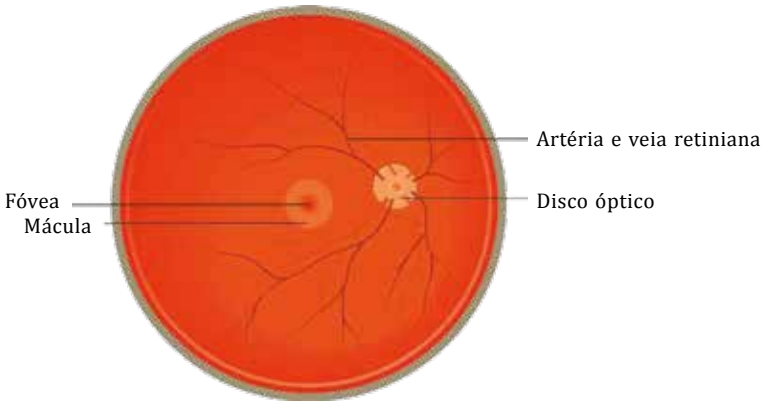

Figura 1.7 – *Retina: imagem obtida durante exame de fundo de olho.*

Fonte: Adaptada da Apostila de Oftalmologia para curso de graduação da FMUSP.

Vias visuais centrais

A informação luminosa proveniente da retina através dos nervos ópticos inicia interações entre múltiplas áreas cerebrais que resultam não somente na percepção visual consciente da cena visual, mas também nos reflexos visuais, como o ajuste do tamanho pupilar (*pretectum*) e o direcionamento dos dois olhos ao objeto de interesse que permite a visão binocular (colículo superior) e na regulação de comportamentos homeostáticos relacionados com o ciclo circadiano (hipotálamo). As vias e estruturas que mediam essa grande quantidade de funções são necessariamente diversas. Destas, a via visual da retina ao corpo geniculado lateral no tálamo e, depois, para o córtex visual primário (via retino-genículo-estriatal) é a mais importante e certamente, a mais estudada, pois é responsável pela formação da imagem.

A organização física dessa via se inicia com os nervos ópticos que se unem no quiasma óptico sobre a sela túrcica. Nesse momento, as fibras nervosas de cada nervo óptico fazem uma decussação peculiar. As fibras nervosas da retina nasal (campo visual temporal) cruzam para o lado oposto do quiasma, e as fibras da retina temporal mantêm seu curso original. Daí tem-se a organização das fibras no trato óptico, que se estende até o corpo geniculado lateral no tálamo, onde há a primeira sinapse cortical. Novas fibras então se distribuem na radiação óptica para alcançarem o córtex visual primário no lobo occipital (Figura 1.8).

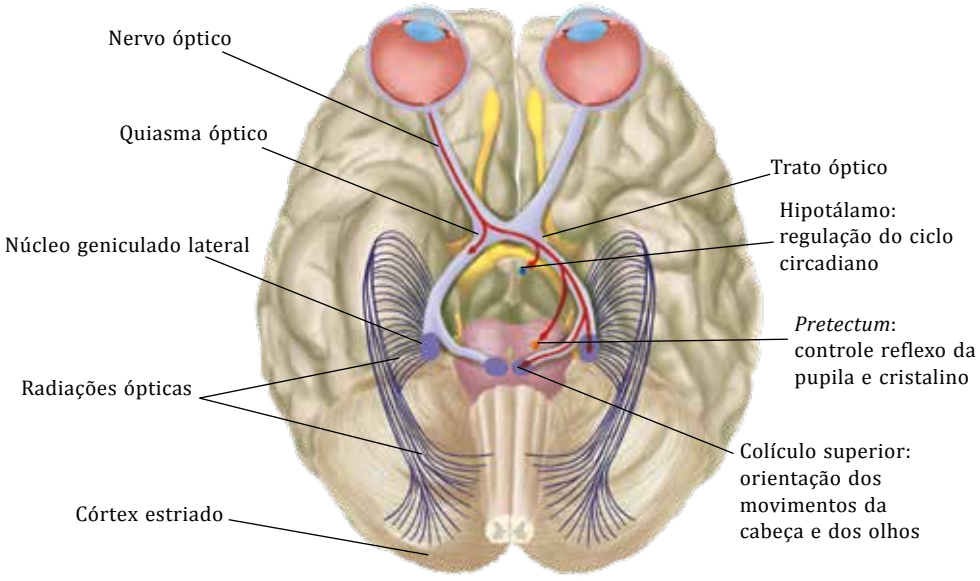

Figura 1.8 – *Informação luminosa distribuída para diversas áreas corticais.*

Fonte: Adaptada de Purves, 2004.

Há também uma organização fisiológica na transmissão da informação. Diferentes tipos de células ganglionares da retina são ativados por características específicas do estímulo de luz recebido – intensidade (luminância), cor (diferenças espectrais), orientação (forma/contorno), movimento e disparidade (profundidade). Células do tipo *midget* formam a via parvocelular, que leva informações de forma e cor do eixo verde-vermelho, células do tipo parasol formam a via magnocelular, que leva informações de luminância, movimento e disparidade, e as células biestratificadas formam a via koniocelular, que leva informações de cor do eixo azul-amarelo. Essas vias formam canais paralelos de informações até o córtex visual primário, local onde há a primeira interação e novas vias e canais de informação serão direcionados a diversas áreas visuais nos lobos occipital, parietal e temporal (áreas extraestriadas). As áreas visuais no lobo parietal são principalmente envolvidas no reconhecimento dos objetos pela análise de suas características de forma e cor (via ventral). Áreas muito específicas e de complexidade crescente dessa via de processamento nos fazem diferenciar desde formas geométricas simples a imagens complexas de objetos, paisagens e faces (Figura 1.9).

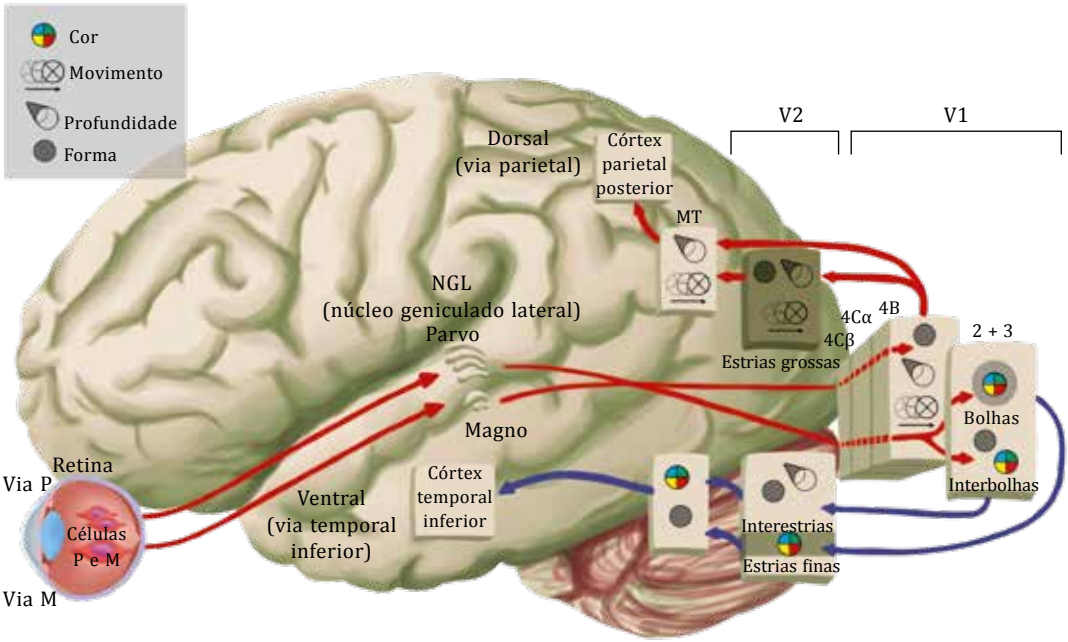

Figura 1.9 – *Via visual desde a retina formando duas vias principais de informação (magno e parvocelular), passando pelo corpo geniculado lateral, córtex visual primário (V1) e córtex visual extraestriado (V2).*

Fonte: Adaptada de Kandel, 2003.

Já as áreas no lobo temporal são as responsáveis por determinar movimento e a localização do objeto no espaço (via dorsal).

Essas duas grandes vias estão interconectadas e se comunicam com áreas cerebrais de processamento superior, como atenção (córtex pré-frontal), memória (hipocampo) e emoções (amígdala), entre outras para integrar informações e permitir a percepção visual normal.

Conclusão

O sistema visual humano é altamente complexo e especializado em captar, conduzir e processar informações luminosas provenientes do mundo que habitamos. Quaisquer alterações nas estruturas e conexões desse sistema levarão a prejuízos ou adaptações na percepção visual final e na forma como o indivíduo enxerga e se relaciona com o mundo.

Pontos de destaque

- A percepção visual normal é um processo sensorial construtivo complexo que depende da anatomia e da fisiologia normal dos receptores humanos (olhos) e das vias visuais corticais.
- A retina é considerada parte do sistema nervoso central localizada em posição periférica.
- Processamento visual é todo processo de codificação, organização, transmissão e integração da informação visual para obter percepção visual final.
- A informação luminosa proveniente da retina estimula múltiplas áreas cerebrais que levam não somente à percepção visual consciente da cena visual (formação da imagem), mas também aos reflexos visuais, como ajuste do tamanho pupilar e direcionamento dos dois olhos ao objeto de interesse, e à regulação de comportamentos homeostáticos relacionados com o ciclo circadiano.

Bibliografia consultada

Dantas AM. Anatomia do aparelho visual. Série Oftalmologia Brasileira. Conselho Brasileiro de Oftalmologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2013.
Kandel ER. Principles of neuroscience. 5. ed. New York: McGraw-Hill; 2003.
Lent R. Cem bilhões de neurônios. 2. ed. Atheneu: São Paulo; 2001.
Purves D. Neuroscience. 3. ed. Sunderland: Sinauer; 2004.