

Aula

3

SENTIDOS ESPECIAIS

Flavia Teixeira-Silva
Leonardo Rigoldi Bonjardim

META

Apresentar o funcionamento dos órgãos especiais dos sentidos.

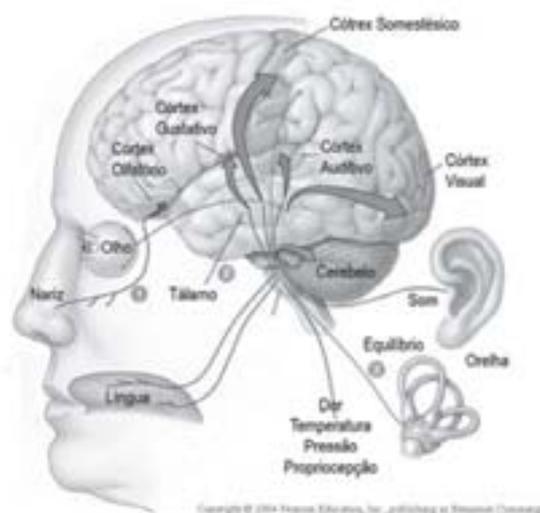
OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- conhecer as principais estruturas de cada um dos órgãos especiais dos sentidos;
- saber localizar as áreas encefálicas de processamento das informações sensoriais especiais;
- saber explicar os mecanismos básicos de transdução de sinais de cada um dos órgãos especiais dos sentidos;
- entender os processos de acomodação visual, percepção de profundidade e visão em cores.

PRÉ-REQUISITO

Conhecimentos de Bioquímica, Biologia Celular e Transmissão Nervosa
Noções de Anatomia (incluindo neuroanatomia)



(Fonte: <http://www.ibb.unesp.br>).

INTRODUÇÃO

Olá, aluno. Nesta aula exploraremos juntos os mecanismos básicos da fisiologia dos sentidos especiais. Você deve estar se perguntando quais seriam esses sentidos e o que haveria de especial neles. Pois bem, até a aula passada, você deve ter visto as sensações somáticas, que incluem tato/pressão, temperatura e dor. Estas sensações podem ser percebidas a partir de praticamente qualquer parte do corpo, tanto em tecidos superficiais, como em tecidos profundos. No entanto, não se pode dizer o mesmo a respeito da gustação, certo? Seria possível sentir o gosto de um alimento simplesmente tocando-o? É claro que não. Para sentirmos o gosto de qualquer substância, precisamos que esta substância entre em contato com nossa língua, um órgão sensorial especial. O mesmo ocorre com os demais sentidos especiais: visão, audição e olfação – todos dependem de órgãos especiais.

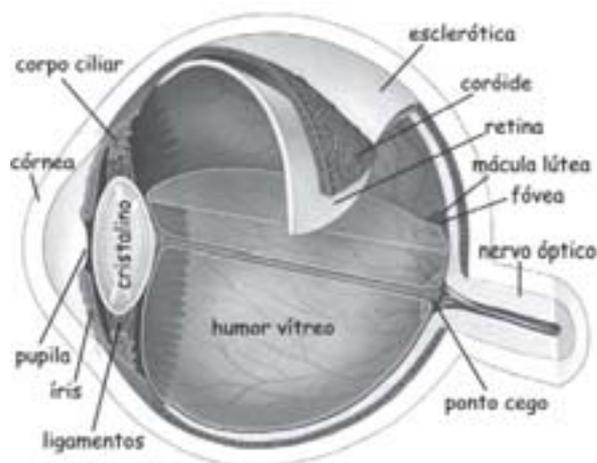
Agora que você já sabe do que se trata nossa aula, vamos explorar o tema.



(Fonte: <http://1.bp.blogspot.com>).

VISÃO: DE OLHO NO OLHO

Os órgãos sensoriais da visão são os olhos. Observe na Fig. 3.1 os principais componentes dos olhos.



A camada mais externa do globo ocular é a **esclera** ou **esclerótica**, o chamado “branco do olho”. É esta camada que dá forma ao globo ocular e protege suas partes internas. A esclera reveste todo o globo ocular. No entanto, na porção anterior do olho, ela torna-se transparente para permitir a entrada de luz e passa a ser chamada de **córnea**. Internamente à esclera, encontramos a **coróide**, que é uma camada rica em vasos sanguíneos, responsável pela nutrição do globo ocular. E, internamente à coróide, está a **retina**, que é o tecido neural, contendo as células receptoras (fotocaptadores).

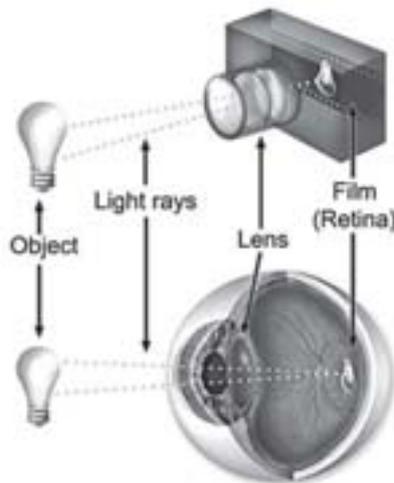
A parte colorida do olho, é chamada **íris**, está localizada atrás da córnea, e nada mais é que um músculo liso, radial, cujo centro é a **pupila**. Agora preste atenção, a pupila – a famosa “menina dos olhos” – não é uma bolinha como muitos pensam, e sim, um orifício, cuja função é permitir a entrada de luz no globo ocular. Assim, através da pupila pode-se enxergar o interior do olho. Você deve estar se perguntando: Então, por que a pupila é sempre preta? É porque o interior do globo ocular é como uma câmara escura, graças à retina, que é rica em melanina.

Imediatamente posterior à íris, fica o **cristalino**, um corpo ovóide, transparente e flexível. Obviamente o cristalino não fica “flutuando” dentro do globo ocular, ele é mantido em posição através do **ligamento do cristalino** ou **zônula**, que por sua vez, está preso ao **corpo ciliar**. Esta última estrutura é um espessamento da coróide, que contém o músculo ciliar - uma faixa circular de músculo liso, que altera a forma do cristalino (como será visto mais adiante).

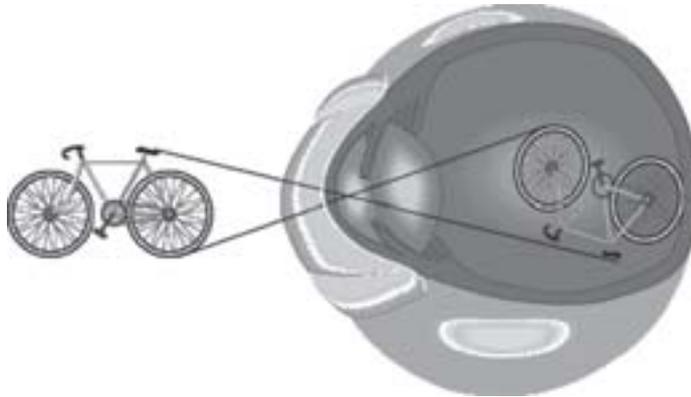
Agora, perceba que o globo ocular divide-se em três câmaras: 1) anterior (em frente à Iris); 2) posterior (entre a íris e o cristalino); e 3) vítrea (atrás do cristalino). As duas primeiras são preenchidas pelo humor aquoso, um líquido claro e fluido, produzido constantemente pelo corpo ciliar. Já a terceira câmara é preenchida pelo humor vítreo, um gel de consistência firme, produzido no período embrionário e nunca substituído. A função do humor aquoso é nutrir a córnea e o cristalino que são avasculares. Já o humor vítreo mantém a retina em contato com a coróide. A pressão intra-ocular é mantida pelo humor aquoso e, em menor grau, pelo humor vítreo.

VISÃO: “FOTOGRAFANDO” COM OS OLHOS

Como você pode observar na Fig. 3.2, o olho e a câmera fotográfica são equivalentes opticamente. Assim como a câmera, o olho tem um sistema de lentes (córnea e cristalino), que permite a focalização da imagem; um sistema de abertura variável (pupila), que controla a entrada de luz; e um filme (retina), onde a imagem é impressa.

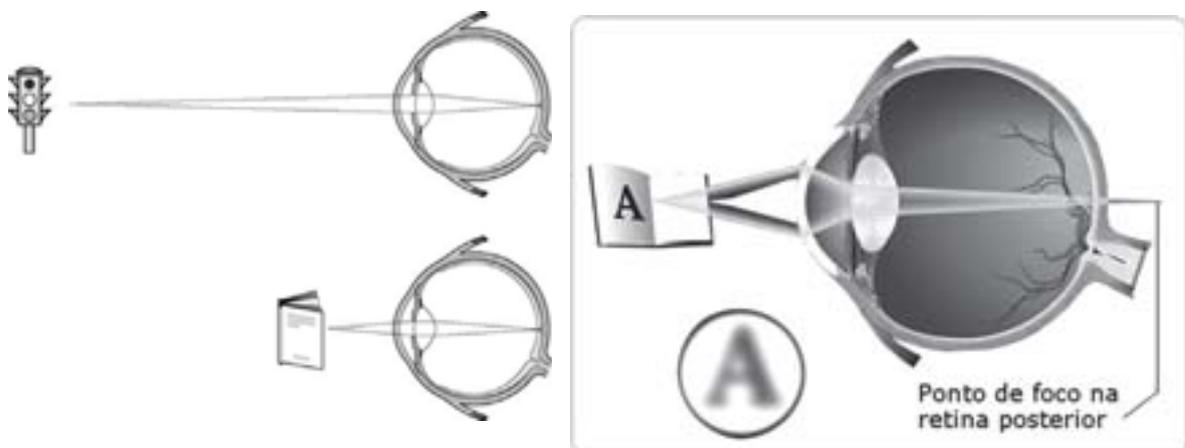


O sistema de lentes é organizado de tal forma que, ao penetrar o globo ocular, a luz atravessa várias interfaces de refração: 1) ar x superfície anterior da córnea; 2) superfície posterior da córnea x humor aquoso; 3) humor aquoso x superfície anterior do cristalino; 4) superfície posterior do cristalino x humor vítreo. Cada uma dessas interfaces possui um poder de refração diferente, que se soma ao próximo. Assim, para facilitar nossa compreensão, podemos considerar o “olho reduzido”, ou seja, podemos imaginar uma única interface com poder de refração equivalente à soma dos poderes das quatro interfaces (59 dioptrias). Como resultado, a imagem formada na retina, será sempre invertida em relação ao objeto (veja Fig. 3.3). Agora, você deve estar pensando: “Por que a gente não vê o mundo de cabeça para baixo?”. É porque o cérebro é responsável por reverter a imagem.

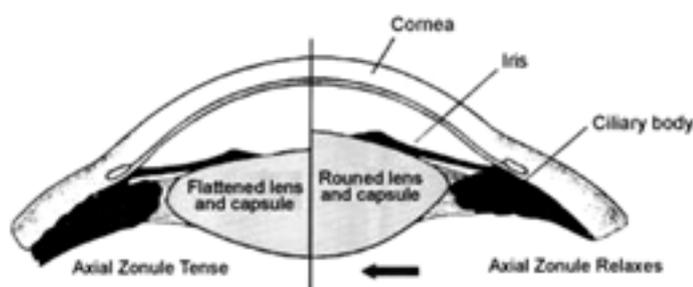


VISÃO: FOCALIZANDO IMAGENS

Talvez você nunca tenha parado para pensar nisso, mas nós somos capazes de enxergar nitidamente objetos localizados a diferentes distâncias. Por exemplo, imagine uma pessoa parada a mais ou menos cinco metros de distância de você. Desde que você não apresente nenhum tipo de problema visual, a imagem dela será nítida. Agora imagine que esta pessoa está caminhando na sua direção. Não é porque ela se aproxima que você começa a enxergá-la toda embaçada, certo? Apesar da distância entre vocês se alterar, a imagem continua nítida. Isso é possível graças a um mecanismo chamado **acomodação**. Nesse mecanismo, a curvatura do cristalino é aumentada. Você deve ter visto em “algum lugar do passado”, que quanto mais convexa for uma lente, maior será seu poder de convergência. Observe a Fig. 3.4. Veja como o cristalino muda de formato, para focalizar um objeto próximo. Tornando-se mais convexo, o cristalino consegue adiantar o ponto de focalização da imagem, que, ao contrário, ficaria atrás da retina, fazendo com que o indivíduo enxergasse uma imagem embaçada, fora de foco (Fig. 3.5).



Mas, como o cristalino é capaz de alterar sua forma? Lembra que o cristalino, além de flexível, estava ligado ao músculo ciliar, através dos ligamentos do cristalino? Pois bem, quando o músculo ciliar está em repouso, os ligamentos do cristalino estão tensionados e, portanto, mantendo o cristalino num formato mais achatado. Assim, um objeto a seis metros de distância do observador é visto nitidamente. Quando a distância entre o objeto e o observador torna-se menor, o sistema nervoso parassimpático contrai o músculo ciliar, tornando os ligamentos do cristalino frouxos e o cristalino mais convexo (Fig. 3.6). Conseqüentemente, a imagem focaliza-se na retina e o objeto é visto com nitidez.



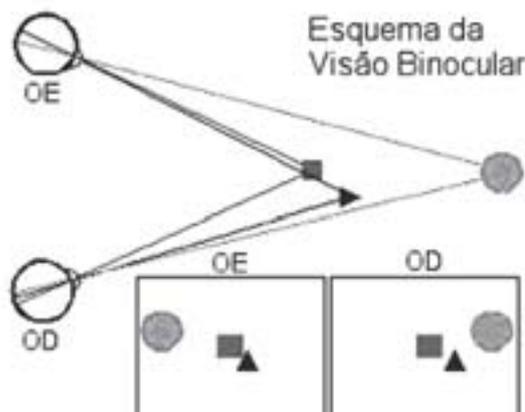
VISÃO: PERCEBENDO PROFUNDIDADE

Outra habilidade visual que nós temos é a imagem em três dimensões. Sem muito esforço, ao olhar para um conjunto de objetos, nós somos capazes de saber quais objetos se encontram mais próximos ou mais distantes de nós. Esta percepção de profundidade nos é possível através de dois mecanismos. O primeiro envolve o conhecimento do tamanho dos objetos, e o segundo envolve a visão binocular (**estereopsia**).

Imagine-se olhando para uma garrafa do seu refrigerante favorito, localizada a uma distância desconhecida. Nesta situação, seu cérebro terá conhecimento do tamanho real da garrafa e do tamanho da imagem da garrafa formada na rua retina, sendo possível inferir a distância em que a garrafa se encontra. O mesmo ocorrerá com outros objetos localizados ao redor da garrafa, dando-nos a idéia de profundidade.

Agora se imagine olhando para um objeto desconhecido, localizado a uma distância desconhecida. Nesta situação não há como inferir a distância do objeto pelo seu tamanho, mas é possível saber se ele se encontra à frente ou atrás de um outro objeto, graças à visão binocular. Isso acontece porque as imagens dos objetos não se formam em pontos correspondentes da retina do olho esquerdo e do olho direito. Quanto mais próximo do observador estiver o objeto, mais à esquerda do olho esquer-

do e mais à direita do olho direito vai ser formar a imagem. Assim, ao olhar para mais de um objeto, mesmo que eles possuam tamanhos desconhecidos, é possível saber qual deles se encontra mais próximo ou mais distante de nós (Fig. 3.7).



VISÃO: TRANSFORMANDO A LUZ REFLETIDA PELOS OBJETOS NUMA IMAGEM MENTAL

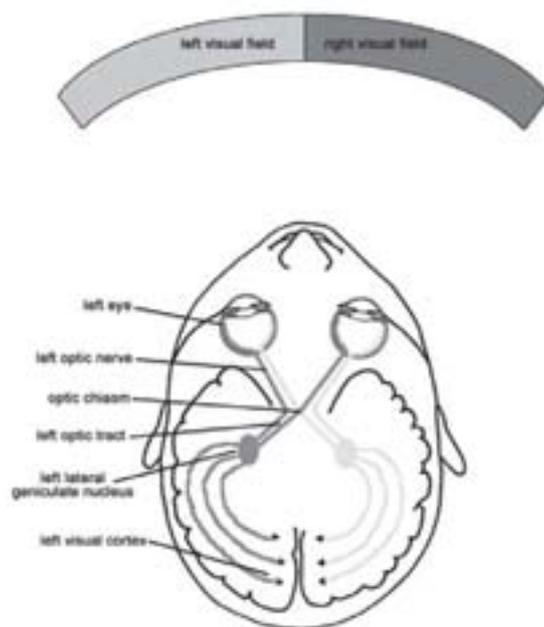
Muito bem, agora você já sabe como a luz refletida pelos objetos chega aos nossos olhos. Mas como a imagem formada na retina chega ao cérebro? A resposta a esta pergunta é particularmente importante, uma vez que nós só temos consciência de qualquer imagem, quando a informação a respeito dessa imagem chega ao nosso cérebro. Lesões do córtex visual podem levar à cegueira, indivíduos com olhos perfeitos!

Vamos começar nossa viagem pela via visual a partir da retina.

A retina possui 10 camadas e, dentre elas, vamos destacar duas: a camada dos cones e bastonetes (células fotorreceptoras) e a camada de células ganglionares (células cujos axônios formam o nervo óptico). Após entrar no globo ocular, a luz atravessa várias camadas transparentes da retina até incidir na camada de cones e bastonetes, responsável pela transdução de sinal, ou seja, transformação da energia eletromagnética em energia elétrica. Esse fenômeno se dá através da isomerização dos **fotopigmentos** localizados na membrana dos fotorreceptores. Existem três tipos diferentes de cones (vermelho, verde e azul), responsáveis pela visão em cores, e um tipo de bastonete, responsável pela visão em preto e branco. Assim sendo, possuímos quatro tipos diferentes de fotopigmentos: os pigmentos dos cones (uma para cada tipo de cone) e a rodopsina. Todos são formados por uma opsina (glicoproteína) e um retinal (derivado da vitamina A). A porção retinal é que absorve a luz, passando de cis-

retinal para trans retinal. É este processo de isomerização que causa, nos fotorreceptores, o Potencial do Receptor. Como consequência, se for atingido o limiar de excitação, um Potencial de Ação surge nas células ganglionares e se propaga através do nervo óptico, em direção ao córtex visual.

Observe o trajeto da informação visual na Fig. 3.8. Perceba que os dois hemisférios cerebrais recebem informações tanto do olho esquerdo quanto do olho direito, o que muda é o campo visual de onde vem a informação. Se um objeto for apresentado a um indivíduo no seu campo visual direito, o hemisfério cerebral que formará a imagem mental desse objeto será o direito. Já se o objeto for apresentado no campo visual esquerdo, o hemisfério esquerdo é que processará a informação. Isso ocorre porque os impulsos nervosos vindos das metades nasais dos dois olhos cruzam no quiasma óptico, enquanto os impulsos vindos das metades laterais dos dois olhos continuam seu trajeto ipsilateralmente.



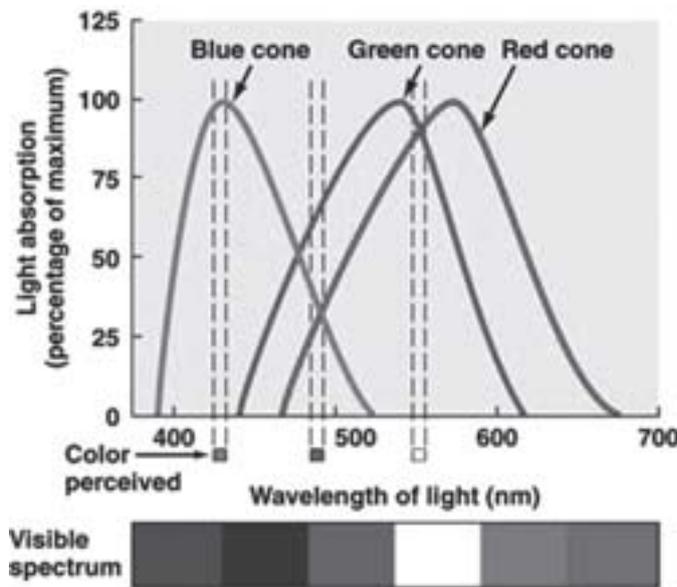
A chegada dos impulsos ao córtex visual primário dá a consciência de se estar vendo alguma coisa. No entanto, a análise dos significados visuais só se inicia no córtex visual de associação (secundário).

Não deixe de observar também que antes de chegar ao córtex visual, os impulsos nervosos passa pelo tálamo (corpo geniculado lateral).

VISÃO: VISUALIZANDO CORES

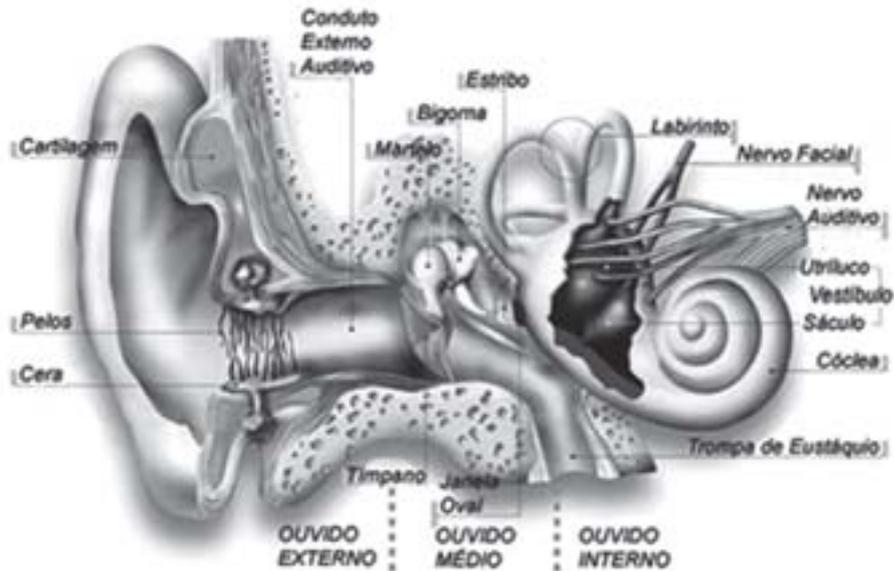
Você deve estar se perguntando: “Se nós temos apenas cones vermelhos, verdes e azuis, como é que enxergamos o amarelo?”

A visão em cores é possível porque cada cone responde a uma faixa de comprimentos de onda. Assim, o cone azul não responde somente à luz azul, mas responde maximamente à luz azul e menos intensamente a outros comprimentos de onda, como o violeta, por exemplo. Alguns comprimentos de onda excitam dois ou três tipos de cones ao mesmo tempo. Veja na Fig. 3.9 que quando uma luz de comprimento de onda em torno de 550nm atinge a retina, os cones verdes e vermelhos são fortemente excitados (cerca de 80% da excitação máxima), enquanto os cones azuis simplesmente não respondem. Dessa forma, as proporções de estimulação dos cones vermelhos, verdes e azuis serão 80:80:0, respectivamente. Nosso córtex visual interpreta essas proporções como a sensação de amarelo.



AUDIÇÃO

Embora muitos considerem a visão como nosso sentido mais importante, o desenvolvimento da comunicação verbal fez com que a audição, em alguns momentos, se tornasse até mais importante que a visão. Tendo isso em mente, nós vamos estudar agora a fisiologia auditiva.



AUDIÇÃO: OUVIDO OU ORELHA?

Para começar, vamos fazer algumas considerações anatômicas a respeito da orelha, ou seria do ouvido? A Nomenclatura Anatômica atual preconiza o termo orelha, considerando ouvido apenas como o participio passado do verbo ouvir. Assim sendo, preste atenção na Fig. 3.10, que representa a orelha, a qual pode ser dividida em três partes:

1. Orelha externa

A orelha externa compreende: a) Aurícula, que é uma cartilagem revestida por pele, e que, na verdade, é o que nós conhecemos como orelha (popularmente falando); b) Meato Acústico Externo, que é um tubo cavado no osso temporal, com mais ou menos 2,5 cm; e c) Tímpano, que é uma membrana que separa o meato acústico externo da orelha média.

2. Orelha média

A orelha média é composta por: a) Ossículos Acústicos (martelo, bigorna e estribo); e b) Janelas Oval e Redonda, que são aberturas cobertas por membrana.

3. Orelha interna

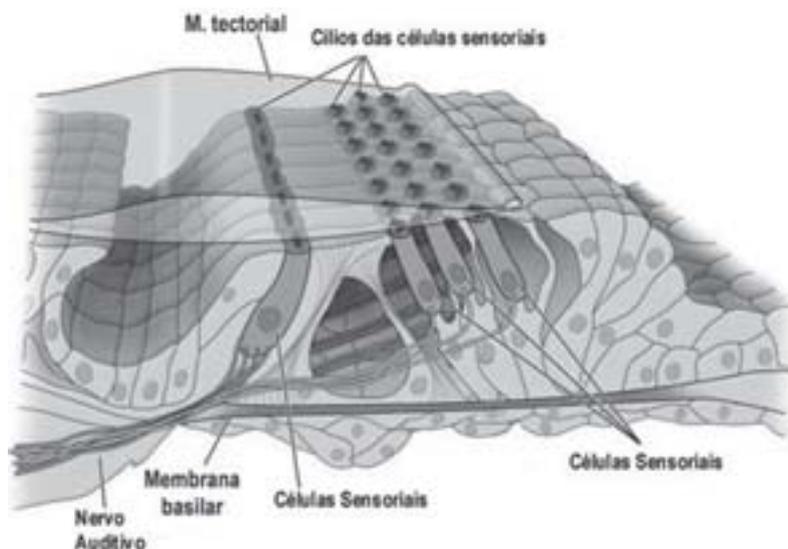
A orelha interna é formada pelo Labirinto, o qual tem uma porção óssea, que são cavidades no osso temporal, onde circula perilinfa, e uma porção membranosa, que está no interior da porção óssea e é preenchida por endolinfa.

O labirinto se divide em **Cóclea** e **Canais Semicirculares**. Aqui, estaremos falando somente da cóclea, já que é essa a parte do labirinto

envolvida na audição. Os canais semicirculares não participam da audição, mas do equilíbrio do corpo.

A porção óssea da cóclea é um tubo espiralado. No seu interior, encontramos duas membranas: a membrana vestibular e a membrana basilar, que divide esse tubo em três partes, conhecidas como rampas ou escalas: rampa vestibular, que começa na janela oval; rampa timpânica, que termina na janela redonda; e rampa média ou ducto coclear, que fica entre as duas primeiras (sem comunicação com elas), forma o labirinto membranoso e é, portanto, preenchido por endolinfa. As rampas vestibular e timpânica são preenchidas por perilinfa e se comunicam no ápice da cóclea, região chamada helicotrema.

No ducto coclear encontramos o órgão receptor do sistema auditivo, o **Órgão de Corti** (Fig. 3.11). É ele o responsável pela transdução de sinal, ou seja, pela transformação da energia mecânica das ondas sonoras, na energia elétrica dos potenciais de ação. O órgão de Corti é composto por células de sustentação e células sensoriais primárias – as células ciliadas, as quais tocam ou se inserem numa membrana chamada tectória.



AUDIÇÃO: CONDUZINDO AS ONDAS SONORAS

Agora você já sabe onde ocorre a transdução de sinal, mas como as ondas sonoras chegam até Órgão de Corti?

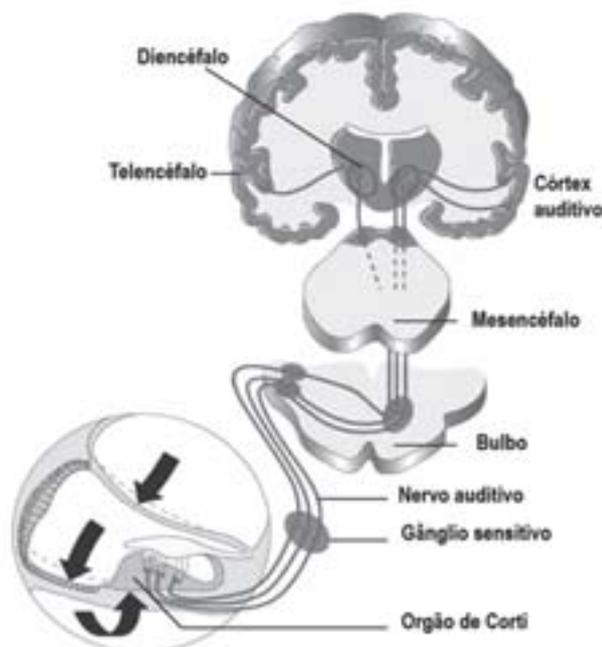
Observe a Fig. 3.10. A aurícula direciona as ondas sonoras para o meato acústico externo. As ondas sonoras incidem sobre o tímpano, provocando sua vibração. A vibração do tímpano é transmitida para os ossículos acústicos, sendo que o estribo transfere a vibração para a janela oval. O movimento da janela oval move a perilinfa da rampa vestibular. A onda de perilinfa passa então para a rampa timpânica, onde é amorteci-

da pela membrana da janela redonda. Antes de terminar, no entanto, essa onda promove uma pressão, na membrana vestibular, que é transferida, através da endolinfa, para a membrana basilar, onde está localizado o órgão de Corti.

TRANSFORMANDO ONDAS SONORAS EM SENSAÇÃO AUDITIVA

Olhe novamente para a Fig. 3.11. Perceba como os cílios das células sensoriais tocam a membrana tectória. Dessa forma, enquanto a membrana basilar se desloca para cima e para baixo, os cílios deslocam-se de um lado para o outro. Quando os cílios inclinam-se numa direção, aumenta a probabilidade de abertura de canais iônicos que levam à despolarização. A inclinação na direção oposta diminui essa probabilidade, levando à hiperpolarização. Ocorre, então, um potencial de receptor alternante, que pode resultar em potenciais de ação nas fibras nervosas auditivas.

Os impulsos nervosos seguem pelo nervo auditivo para o bulbo, de lá vão para o mesencéfalo, então para o tálamo e, finalmente, chegam ao córtex auditivo, onde se tem a consciência de se estar ouvindo algo (Fig. 3.12). Os córtices auditivos primário e de associação (secundário), juntos, são responsáveis pelo reconhecimento de padrões tonais, pela análise de suas propriedades e pela localização do som.



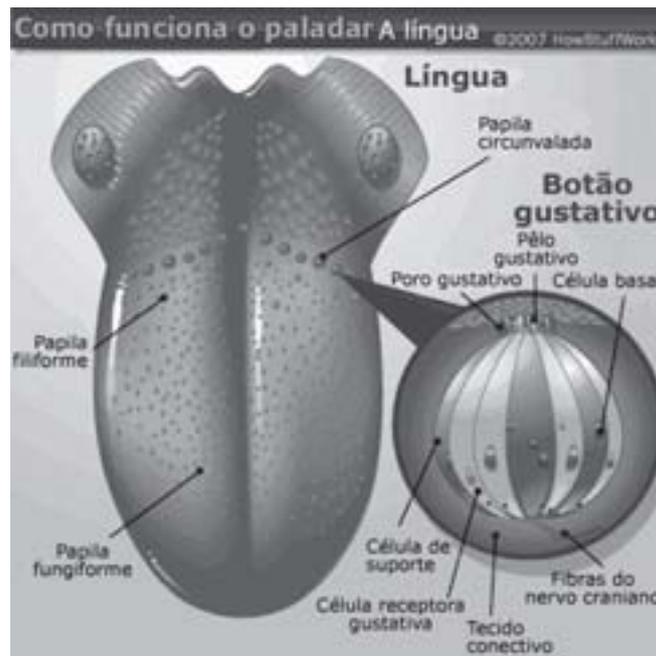
GUSTAÇÃO

A gustação nos ajuda a determinar a natureza dos alimentos que colocamos na boca. Portanto, teve muita importância do ponto de vista evolutivo, já que permitiu que indivíduos dessem preferência a alimentos doces, quando precisavam de glicose, ou que evitassem alimentos azedos, possivelmente estragados.

Nos dias de hoje, o papel da gustação está mais relacionado ao prazer que os alimentos podem proporcionar, mas você deve concordar que nem por isso ela deixa de ser importante, certo?

GUSTAÇÃO: A LÍNGUA NÃO É SÓ PRA FALAR

A língua é, sem dúvida, um órgão extremamente importante para a fala, mas é também um órgão sensorial, onde estão localizadas as papilas gustativas, que por sua vez contém os **brotamentos gustatórios**.



Como você pode ver na Fig. 3.13, o brotamento gustatório é constituído por células de sustentação e células sensoriais ciliadas, organizadas concêntricamente, de maneira a formar um poro central. Os cílios das células ciliadas ficam concentrados na abertura desse poro.

Basicamente, os brotamentos gustatórios são sensíveis a quatro modalidades gustativas: doce, salgado, azedo e amargo, sendo que cada

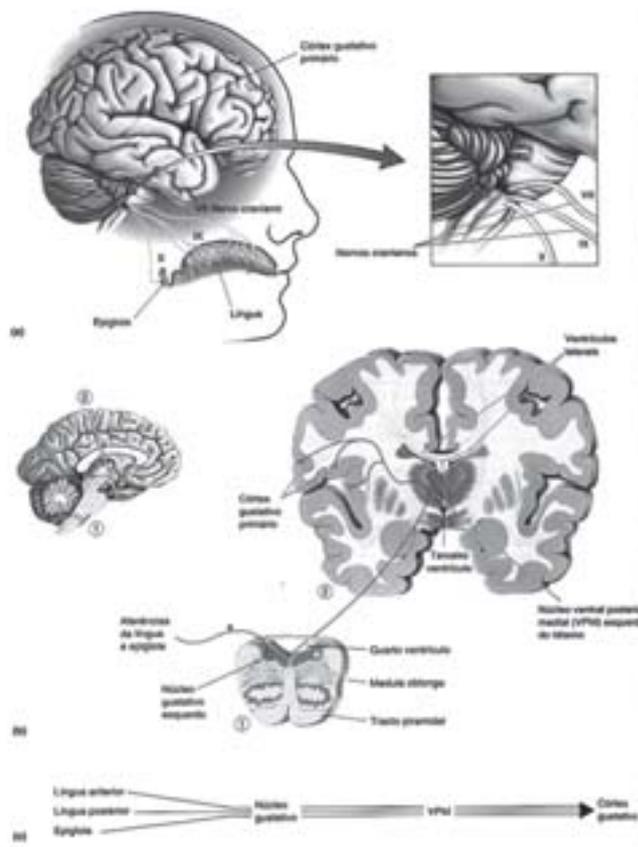
tipo de brotamento gustatório tem uma sensibilidade maior para uma dessas modalidades. Atualmente tem sido proposta uma quinta modalidade gustativa, chamada *umami*, que em japonês significa “delicioso”. O que faz, então, que esses diferentes brotamentos gustatórios sejam estimulados?

A gustação é um sentido químico, portanto, para que tenham qualquer gosto para nós, os alimentos precisam conter moléculas ou íons capazes de interagir com nossos brotamentos gustatórios. Assim, para ser salgado, um alimento precisa conter íons Na^+ , e para ser azedo precisa de íons H^+ . Por outro lado, várias moléculas podem ser doces, como carboidratos e alcoóis, e também várias moléculas podem ser amargas, como cafeína e morfina. E se você alguma vez já precisou tomar Buscopan® em gotas, deve saber que a escopolamina é a “definição de amargo”. Já o gosto *umami* é dado pelo glutamato, e é familiar para aqueles que consomem o popular realçador de sabor Aji No-Moto®.

GUSTAÇÃO: TRANSFORMANDO ESTÍMULOS QUÍMICOS EM SENSAÇÕES GUSTATÓRIAS

Todo íon ou molécula, para ser detectado, deve primeiramente se dissolver na saliva. A saliva, então, penetra no poro do brotamento gustatório, entrando em contato com os cílios das células sensoriais. Assim, ocorre uma associação do tipo “chave fechadura” entre tais íons ou moléculas e as proteínas receptoras que se projetam dos cílios gustatórios, ocasionando mudanças no potencial de membrana da célula sensorial e, conseqüentemente, um potencial de receptor.

Uma vez atingido o limiar de excitação, os impulsos nervosos se propagam pelos VII, IX e X pares de nervos cranianos até o bulbo, de lá para o tálamo e, finalmente, chegam ao córtex gustatório primário, onde se toma a consciência do gosto (Fig. 3.14). O córtex orbitofrontal funciona como córtex gustatório de associação (ou secundário).



GUSTAÇÃO: GOSTO X SABOR

Você se lembra de quando era criança e precisava tomar um remédio ruim? Sua mãe provavelmente dizia: “Tampe o nariz!”. E não é que funcionava! O sabor desagradável deixava de existir.

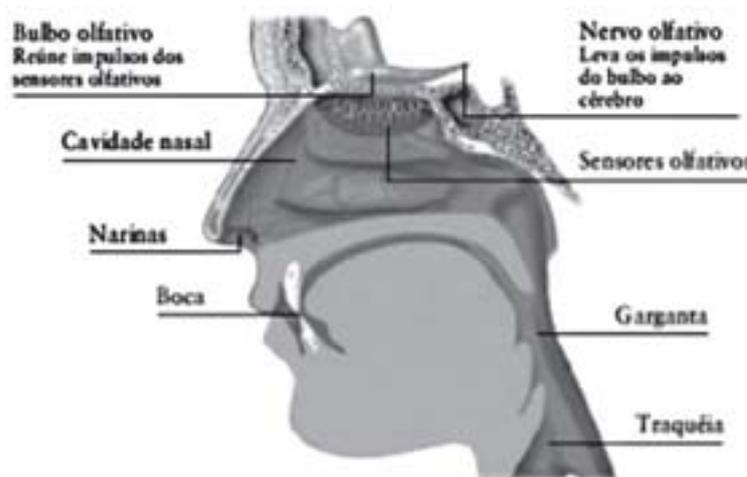
Isto porque o sabor, ao contrário do gosto, é uma sensação composta de gustação e olfação.

OLFAÇÃO

O olfato, assim como a gustação, teve um papel bastante importante no processo evolutivo, ajudando na identificação do alimento, no rastreamento de presas, na detecção de predadores e no reconhecimento de fêmeas receptivas. Hoje em dia, não caçamos nosso próprio alimento, verificamos suas características na etiqueta do supermercado, e somos incapazes de reconhecer pelo cheiro uma mulher no período fértil. Na verdade, nosso sistema olfatório é bem subdesenvolvido em comparação ao de outras espécies, como o cão. Mesmo assim, você vai ver... vale a pena ter!

OLFAÇÃO: NARIZ NÃO É SÓ PARA RESPIRAR

Você deve ter visto a cavidade nasal em anatomia. Lembra-se da concha nasal superior? Pois bem, lá está localizada a **membrana olfatória**, composta por células de sustentação e células ciliadas – os receptores olfatórios (Fig. 3.15). Assim, para ter cheiro, toda substância deve ser volátil e se dissolver no ar que respiramos.



OLFAÇÃO: TRANSFORMANDO ESTÍMULOS QUÍMICOS EM SENSAÇÕES OLFATÓRIAS

Assim como a gustação, a olfação é um sentido químico, ou seja, para serem detectadas as moléculas estimulantes devem associar-se a proteínas receptoras localizadas nos cílios dos receptores olfatórios. Tais cílios estão imersos no muco da cavidade nasal, de forma que, as moléculas odoríferas precisem ter certo grau de lipofilicidade, mas também certo grau de hidrofiliicidade, para dissolverem-se no muco.

A associação do tipo “chave-fechadura” entre as moléculas inspiradas e os receptores olfatórios gera o potencial do receptor, que poderá disparar potenciais de ação.

Os impulsos nervosos gerados atravessam o osso etmóide, através da lâmina crivosa, e chegam ao bulbo olfatório. A partir daí, encaminham-se para o córtex olfatório primário (córtices piriforme e entorrinal), onde se toma consciência do cheiro; para a amígdala, onde se desenvolvem as preferências e aversões, e só então para o tálamo e córtex olfatório secundário (córtex orbitofrontal).

Aqui, é importante que você perceba duas coisas: 1) o olfato é a única modalidade sensorial, cuja consciência independe do tálamo, e 2) o

córtex orbitofrontal serve de córtex de associação tanto para o olfato, quanto para a gustação. Talvez seja nesse ponto em que as informações gustatórias e olfatórias se unam para criar a sensação de sabor.

Para finalizar, vale a pena destacar que o olfato, devido a sua forte associação com o sistema límbico, é o mais evocativo de todos os sentidos. Quantas vezes, ao perceber determinado aroma, imediatamente vieram a sua mente imagens de uma determinada pessoa ou época? Pois é, essa potencial ligação entre olfato e emoções vem sendo explorada por uma ciência chamada aromacologia, cujos estudos poderão validar cientificamente o uso da aromaterapia.

RESUMO

Os sentidos especiais são: visão, audição, gustação e olfação. Os órgãos especiais da visão são os olhos, que, similarmente a uma câmera fotográfica, permitem que a luz refletida pelos objetos “impressionem” nossa retina, que por sua vez transforma a energia luminosa em energia elétrica. Os potenciais de ação assim gerados são conduzidos para o córtex visual, onde tomamos consciência da imagem. Nossos olhos também nos permitem focalizar objetos a diferentes distâncias, graças ao mecanismo de acomodação do cristalino, e perceber profundidade, através da visão binocular. Já a audição tem como órgãos especiais as orelhas, que se dividem em três partes: externa, média e interna. Por meio das orelhas, as ondas sonoras são transformadas em potenciais de ação que percorrem o nervo auditivo até o córtex auditivo, onde é dada a sensação sonora. Alí bem pertinho, no córtex gustatório, sentimos o paladar, cujo órgão especial é a língua. Nela estão localizadas as papilas linguais, com brotamentos gustatórios, responsáveis pela geração de potenciais de ação, a partir da associação química entre suas células sensoriais e as moléculas dos alimentos dissolvidas na saliva. Este mesmo tipo de associação química é necessária para o olfato, mas ocorre entre as moléculas odoríferas e as células sensoriais da membrana olfatória, na cavidade nasal. Os potenciais de ação gerados dessa forma são conduzidos para o córtex olfatório, onde temos a sensação do cheiro, bem como desenvolvemos preferências e aversões a determinados aromas.



AUTO-AVALIAÇÃO



1. Descreva as principais estruturas do olho.
2. Explique o processo de acomodação visual.
3. Descreva como se processa a visão em cores.
4. Descreva as principais estruturas da orelha e o processo de transformação das ondas sonoras em potenciais de ação.
5. Explique como funcionam os sentidos químicos.

PRÓXIMA AULA



Após você ter aprendido a fisiologia sensorial; a próxima aula falará sobre o sistema nervoso motor.

REFERÊNCIAS

- BERNER RM, LEVY MN, KOEPPEN BM, STANTON BA. **Fisiologia**. 5 ed. Editora Elsevier, Rio de Janeiro: 2004.
- COSTANZO, L.S. **Fisiologia**. 3 ed Editora Elsevier, Rio de Janeiro: 2007.
- GUYTON AC, HALL JE. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11 ed. Editora Elsevier, Rio de Janeiro: 2006.
- SILVERTHORN DU. **Fisiologia Humana** - Uma Abordagem Integrada. 2a ed., Editora Manole, São Paulo: 2003.