

Fisiologia

2 Sistema Nervoso



Vias aferentes

OS SISTEMAS SENSORIAIS

Os sistemas sensoriais compõem parte das vias aferentes do sistema nervoso periférico e podem ser classificados em três funções principais: sentir o ambiente externo, sentir o ambiente interno e perceber a movimentação e o posicionamento do corpo.

A percepção é feita por células sensoriais especializadas, através de mecanismos que envolvem a abertura e o fechamento de canais iônicos e a ativação de receptores capazes de captar os diferentes estímulos externos ou internos. Os receptores destas células podem ser classificados funcionalmente em exteroceptores, interoceptores e proprioceptores. Os receptores podem também ser classificados segundo o tipo de energia que eles são capazes de integrar. Nesse caso, podemos diferenciá-los em fotorreceptores, mecanorreceptores, quimiorreceptores, termorreceptores, nociceptores, eletroceptores e magnetorreceptores. O funcionamento de alguns desses receptores será mais bem explicado no próximo capítulo, que abordará as vias neuronais relacionadas aos sentidos.

Sistema sensorial - Gustação

O processo da gustação

O sentido da gustação desenvolveu-se como uma importante ferramenta na percepção da qualidade de um determinado alimento. O número de substâncias reconhecidas pelos receptores gustativos presentes na língua (veja a animação 14) é enorme, mas acredita-se que sejamos capazes de reconhecer apenas cinco tipos de sabores básicos: salgado, azedo (ácido), doce, amargo e umami (gosto do aminoácido glutamato). Apesar deste número reduzido de sabores, os diferentes padrões de ativação dos receptores gustativos induzidos pelos diferentes sabores permitem ao cérebro diferenciar, por exemplo, o gosto de uma laranja do de um morango (Figura 2.20).

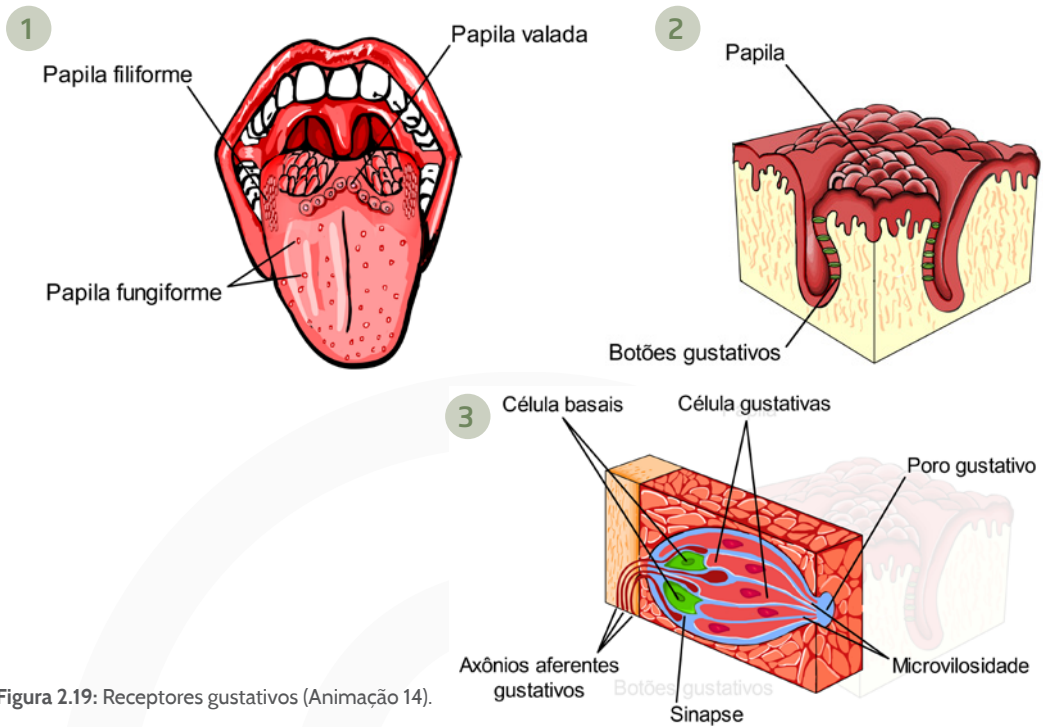


Figura 2.19: Receptores gustativos (Animação 14).

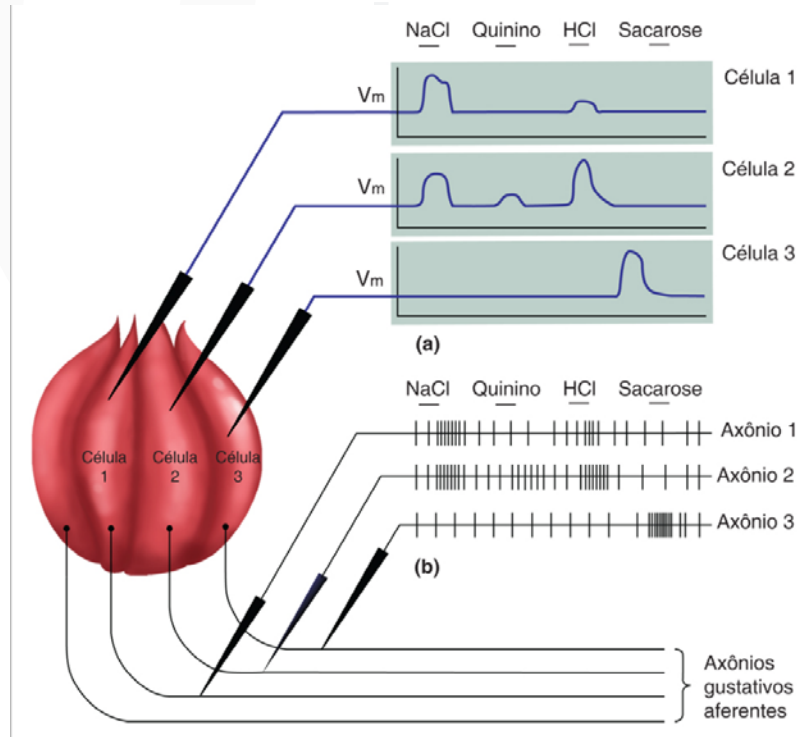


Figura 2.20: Diferentes padrões de ativação.

As informações percebidas pelos receptores gustativos dos botões centrais na língua seguem pelos axônios gustativos primários, presentes nos nervos cranianos facial, glossofaríngeo e vago, daí para o núcleo do trato solitário do bulbo do tronco encefálico. De lá, a informação segue para o tálamo e depois para o córtex cerebral (Figura 2.21).

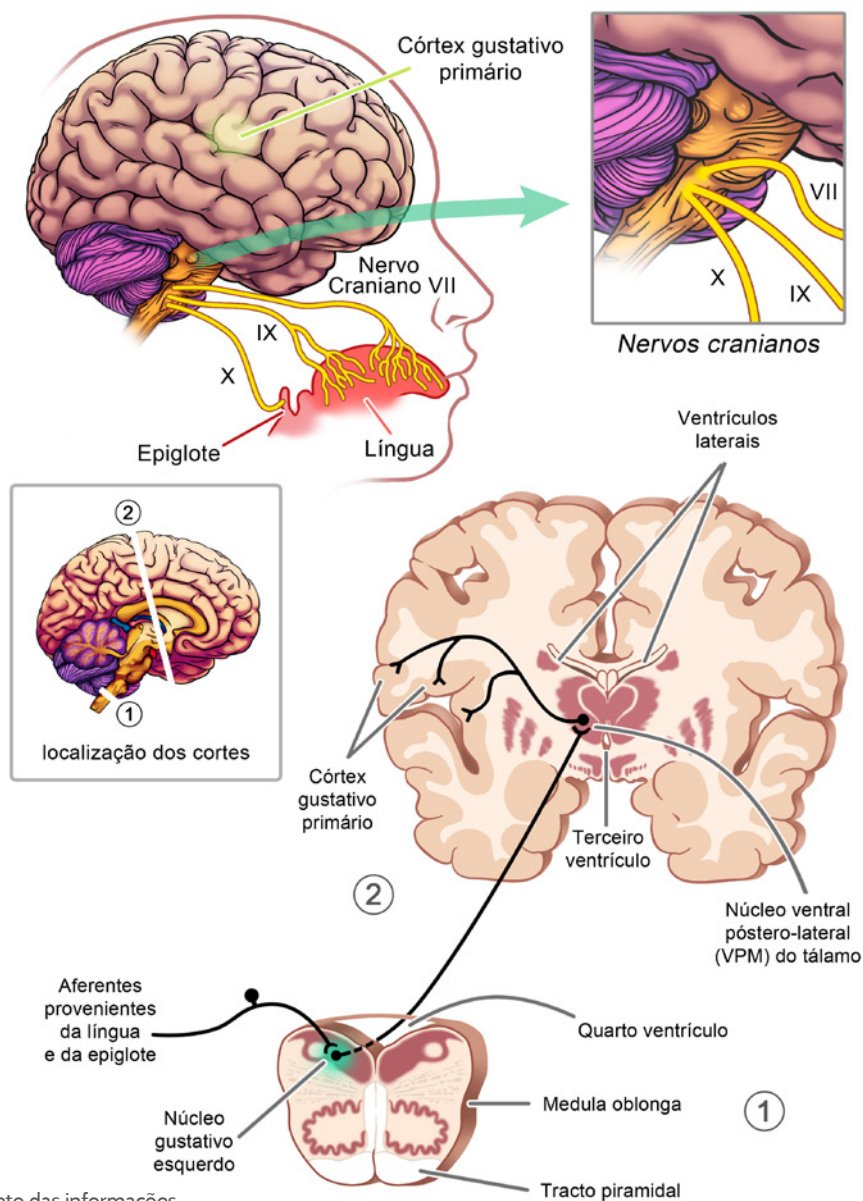


Figura 2.21: Trajeto das informações.

Sistema sensorial - Olfacção

O processo da olfação

O sentido do olfato é o responsável pela transdução das moléculas químicas, presentes no meio externo, em informação percebida como odor. A percepção de odores é importante tanto como um mecanismo de alerta sobre substâncias ou lugares nocivos quanto na identificação de alimentos.

A percepção das diferentes substâncias químicas é feita por receptores presentes nas células receptoras olfativas do epitélio olfativo, localizado no alto da cavidade nasal. Os axônios destas células projetam-se para os bulbos olfatórios em porções especializadas, denominadas glomérulos olfatórios. As aferências olfativas chegam a diversas estruturas encefálicas, tais como o córtex olfativo e estruturas vizinhas no lobo temporal. Ao contrário dos demais sistemas sensoriais, a informação sensorial atinge o córtex de modo

direto sem passar antes pelo tálamo. Contudo, a percepção consciente do odor parece ser mediada por uma via iniciada no tubérculo olfatório que, ao passar pelo núcleo frontal do tálamo, se projeta para o córtex orbitofrontal.

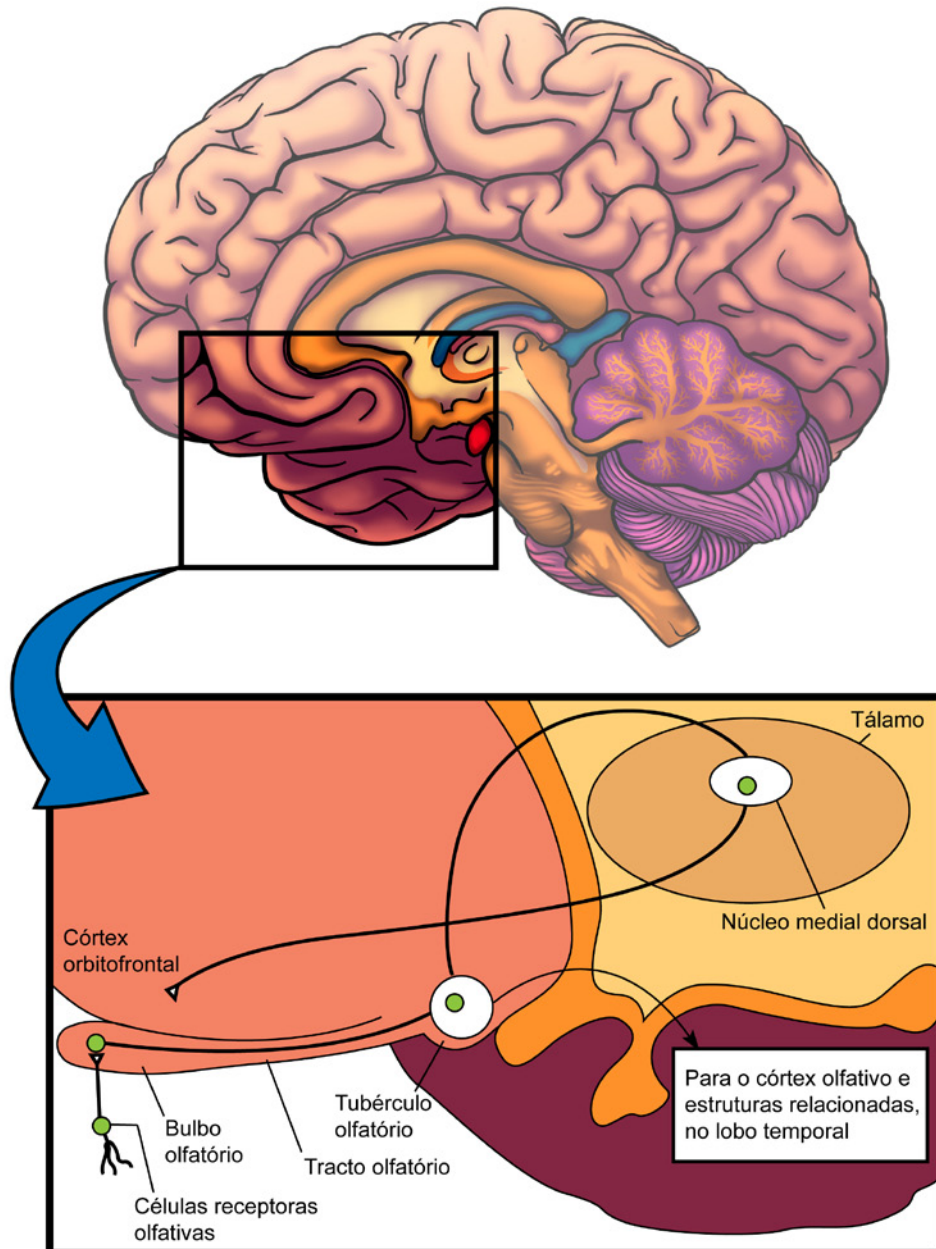


Figura 2.22: Início da percepção consciente do odor. Axônios do trato olfatório ramificam e entram em muitas regiões do próencefalo, incluindo o córtex olfativo. O neocórtex é atingido apenas por uma via que faz a sinapse no núcleo medial dorsal do tálamo.

Existem mais de trezentos genes que codificam proteínas receptoras olfativas em humanos, capazes de responder a diferentes estímulos odoríferos, mas com preferências diferentes. Cada célula receptora expressa apenas uma proteína receptora, e células semelhantes projetam-se para um mesmo glomérulo olfativo, de modo que existe uma separação espacial, no bulbo olfatório, dos tipos de estímulos odoríferos. Assim como na gustação, a percepção de diferentes sabores se dá pela interpretação, no córtex, da ativação diferencial específica das várias populações de células receptoras.

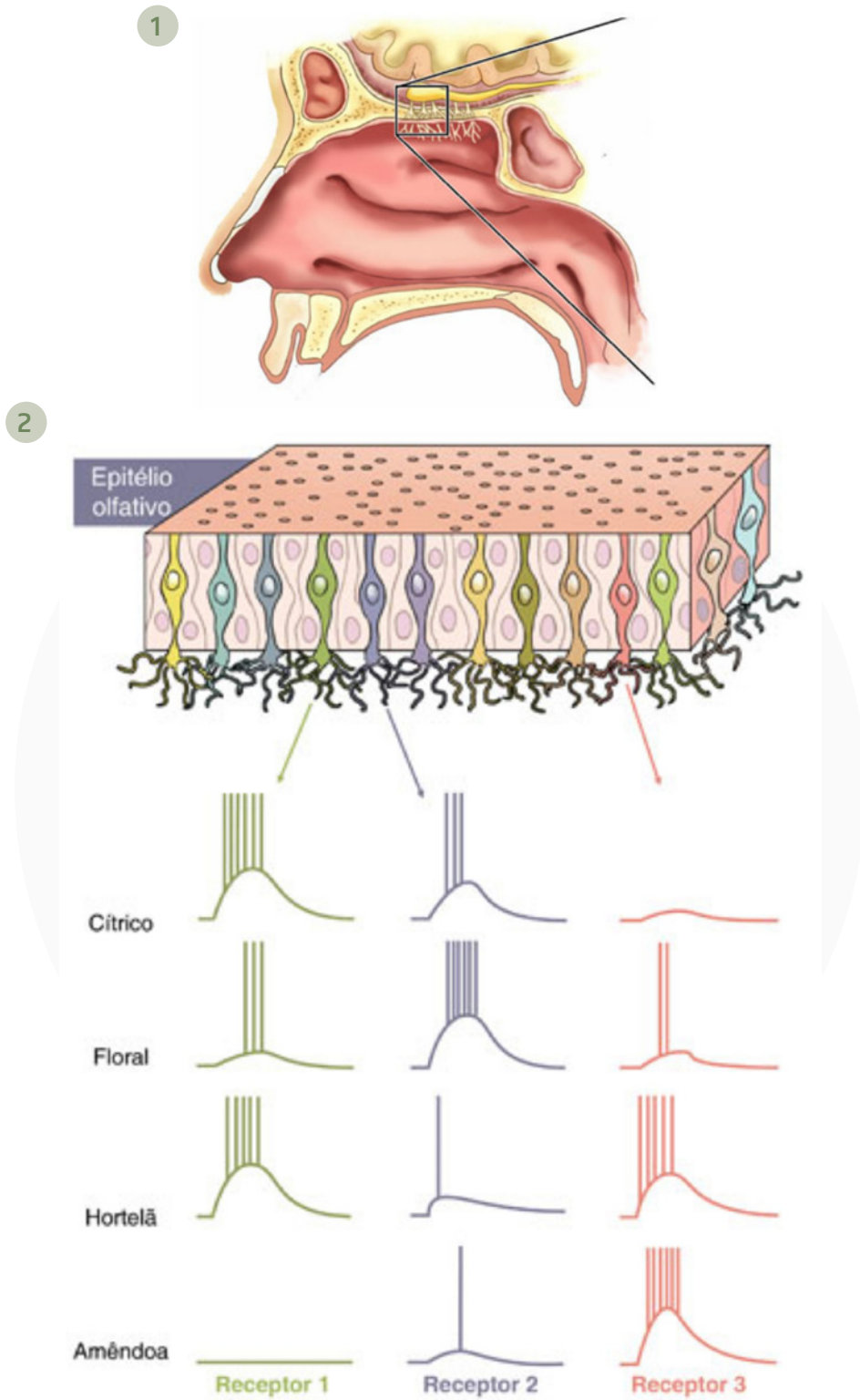


Figura 2.23: Populações de células receptoras responsáveis pelos sabores (Animação 15) - figuras 1 e 2.

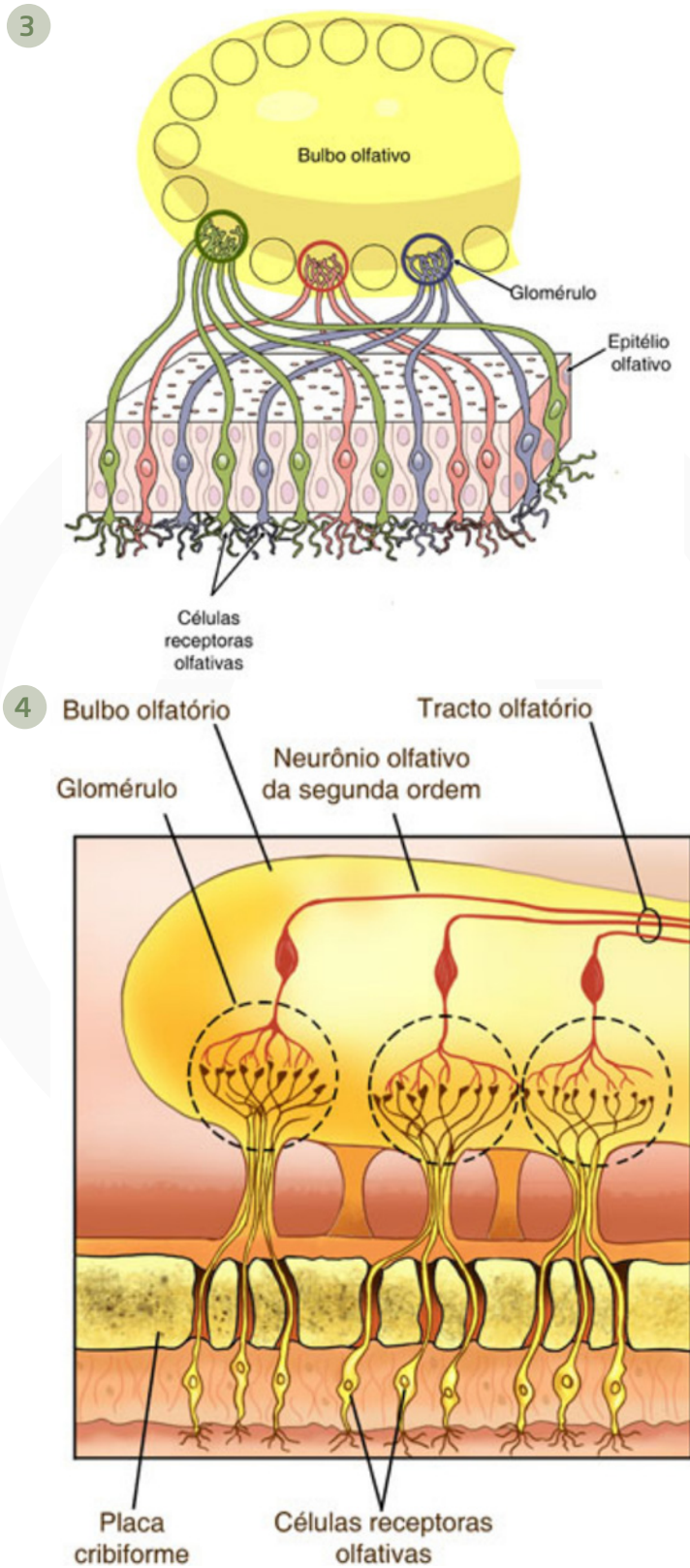


Figura 2.23: Populações de células receptoras responsáveis pelos sabores (Animação 15).

Sistema sensorial - Visão

O processo da visão

O sistema visual é o responsável pela obtenção de informações do ambiente externo a partir da percepção da energia eletromagnética, emitida na forma de ondas, da luz do ambiente. A percepção da energia luminosa é feita por fotorreceptores especializados, presentes em uma estrutura denominada retina, localizada no fundo dos olhos. O olho humano (Figura 2.24) pode ser comparado a uma câmera fotográfica, que coleta raios de luz emitidos ou refletidos por objetos no ambiente, e os focaliza na retina (animação 16), que por sua vez, os converte em atividade neural (animação 17).

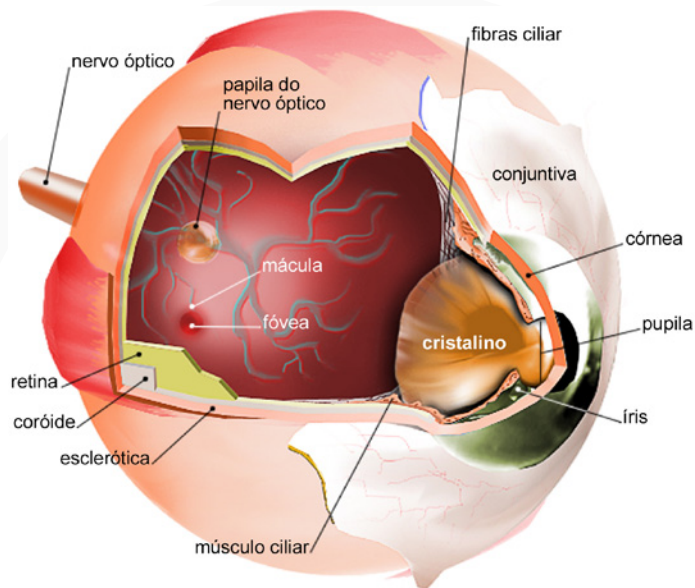
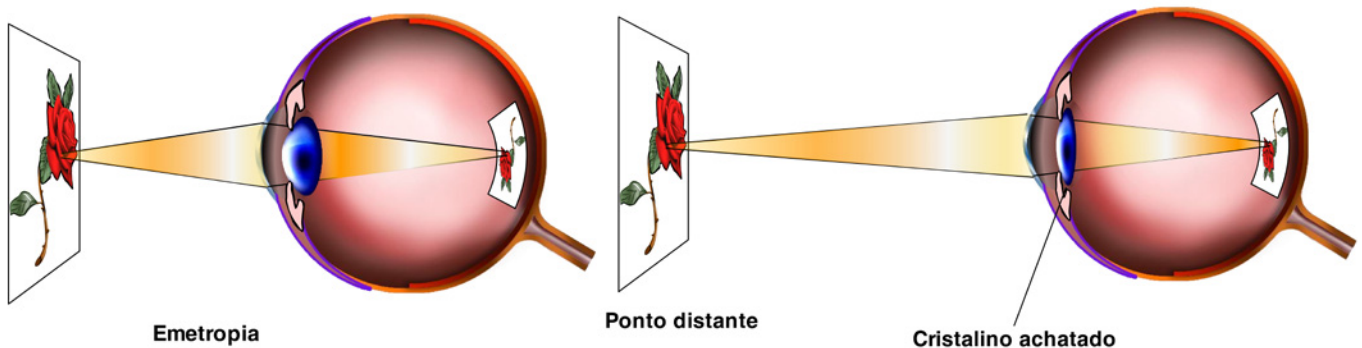


Figura 2.24: Olho humano.

Focalização da imagem na retina

Focalização da imagem na retina.



Emetropia

Ponto distante

Cristalino achatado

Figura 2.25: Coleta raios de luz emitidos por objetos no ambiente e correção através de lentes de problemas comuns de visão (Animação 16).

Estrutura da retina

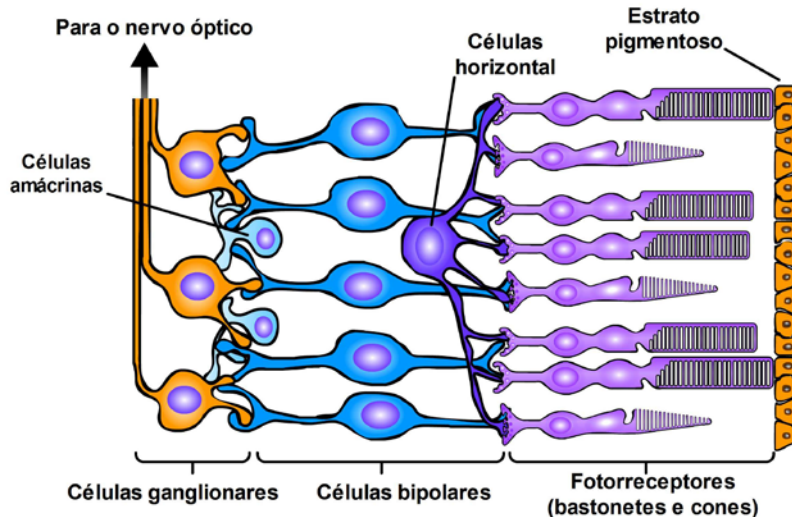


Figura 2.26: Conversão da luz para atividades neurais (Animação 17)

A retina é parte integrante do sistema nervoso e a sua porção laminar é composta de diversos tipos celulares. A informação luminosa captada pelos receptores localizados nas células especializadas - cones e bastonetes - segue para as células bipolares e, então, para as células ganglionares. As células amácrinas e horizontais modulam as respostas das células bipolares e ganglionares por meio de conexões laterais.

Os axônios das células ganglionares formam uma via neural chamada projeção retinofugal. Esta projeção começa pelos nervos ópticos que, primeiramente, convergem no quiasma óptico e, então, divergem na forma de tractos ópticos. Uma parte dos axônios deste tracto estabelece conexão com células do hipotálamo, principalmente com os neurônios do relógio biológico central localizado nos núcleos supraquiasmáticos. No entanto, a maior parte dos axônios ópticos inerva o núcleo geniculado lateral do tálamo que, por sua vez, envia projeções para o córtex visual primário ou estriado. Do córtex estriado partem projeções para diversas regiões do córtex, responsáveis pelo processamento da informação visual, sendo as mais importantes e conhecidas o feixe dorsal em direção ao lobo parietal e o feixe ventral em direção ao lobo temporal. Enquanto o primeiro feixe é aparentemente importante na análise do movimento visual e para o controle visual da ação, o segundo feixe parece estar envolvido na percepção do mundo visual e no reconhecimento de objetos (veja a animação 18).

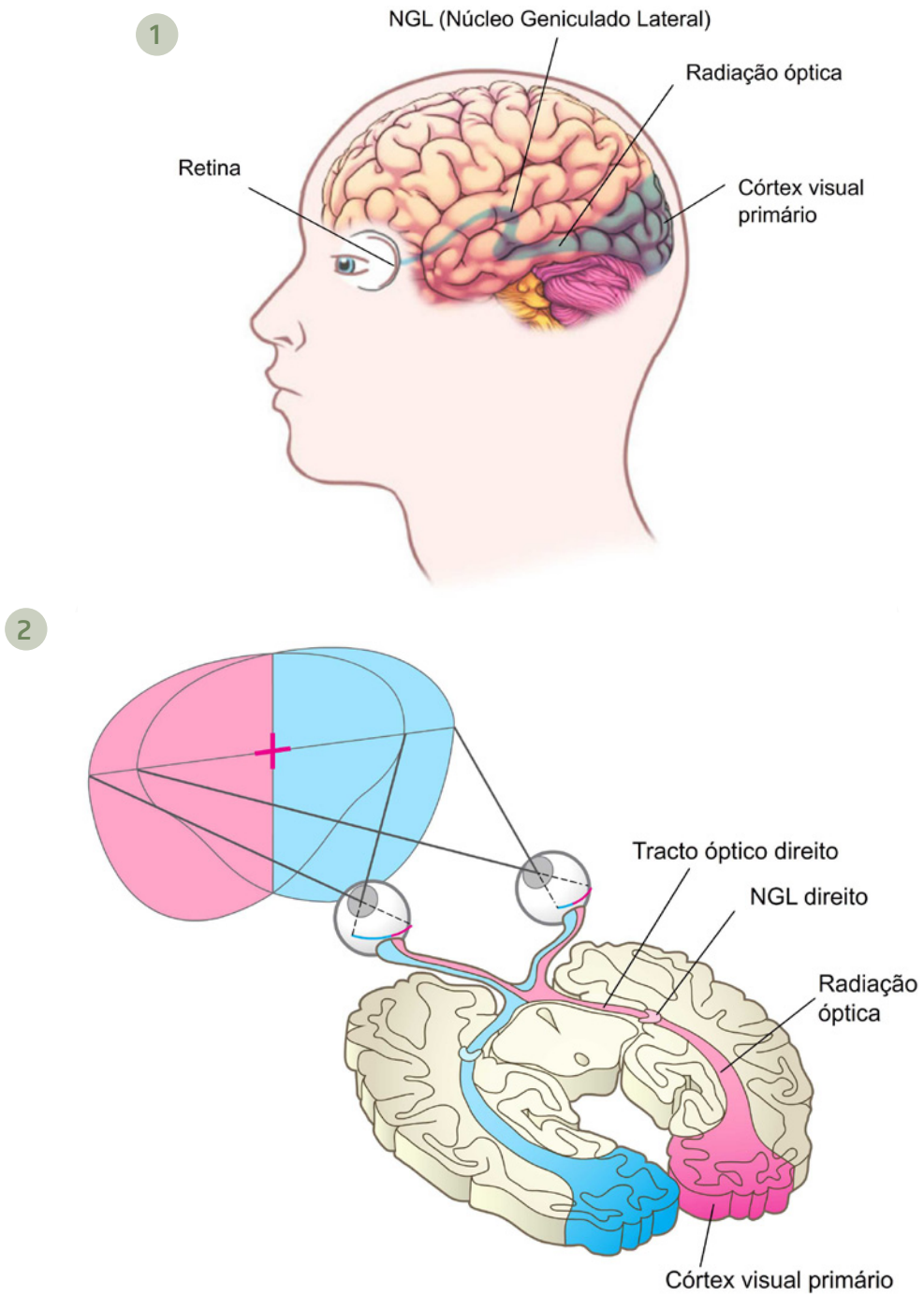


Figura 2.27: Estrutura da retina (Animação 18).

Sistema sensorial - Audição

O processo da audição

A recepção e a tradução da informação sonora (animação 19) em atividade neural são feitas pelo ouvido, o qual pode ser subdividido em ouvido externo, médio e interno (Figura 2.28). O ouvido externo é composto pelo pavilhão (orelha) e pelo canal auditivo, e é por onde os sons do meio ambiente são captados e canalizados até a membrana timpânica (tímpano) do ouvido médio. O som faz o tímpano vibrar e movimentar uma série de pequenos ossos (ossículos) denominados martelo, bigorna e estribo. A movimentação dos ossículos é transmitida, via interação estribo e janela oval do ouvido interno, aos fluidos da cóclea. Na cóclea, estão localizados a membrana basilar e o órgão de Corti, responsáveis pela transdução da energia mecânica do som em atividade neuronal (animação 20). Próximo à cóclea estão localizados os componentes do sistema vestibular, responsáveis pelo sentido do equilíbrio (animação 21).



Acesse no ambiente virtual, a animação 19 que mostra um alto falante vibrando e criando padrões de compressão de ar.

Informação complementar: o sentido da audição permite a captação das variações de pressão das moléculas de um determinado meio fluido. As vibrações das cordas vocais, a queda de uma árvore ou o bater das asas de um inseto geram variações periódicas de ciclos de alternância de ar comprimido e rarefeito. Sendo cada ciclo definido pela distância entre dois trechos de ar comprimidos sucessivos, a frequência (cuja unidade é denominada hertz –Hz) de um determinado som é caracterizado pela quantidade de ciclos gerados por segundo. O ouvido humano é capaz de perceber frequências sonoras que vão de 20 (sons graves) até 20.000 (sons agudos) Hz. O volume de um determinado som é dado pela intensidade, ou seja, pela diferença de pressão entre os trechos de ar comprimido e rarefeito, quanto maior for esta diferença, mais alto será percebido um determinado som.

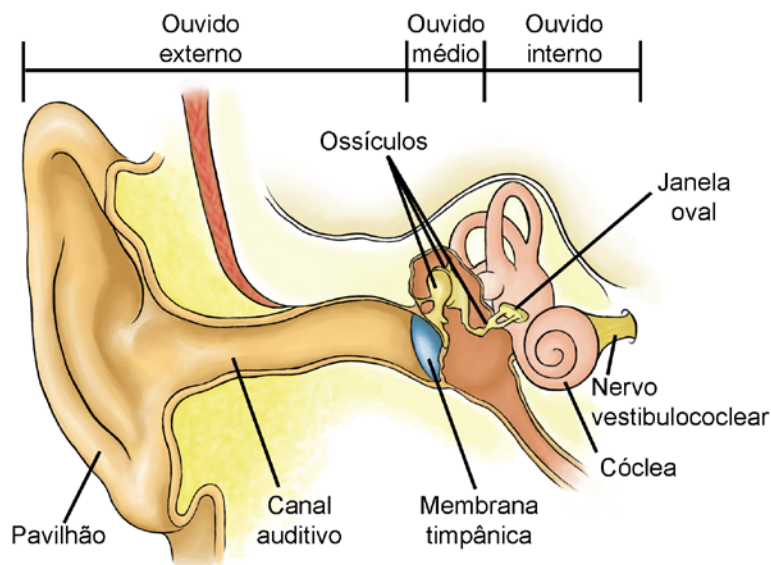


Figura 2.28: Subdivisões do ouvido.

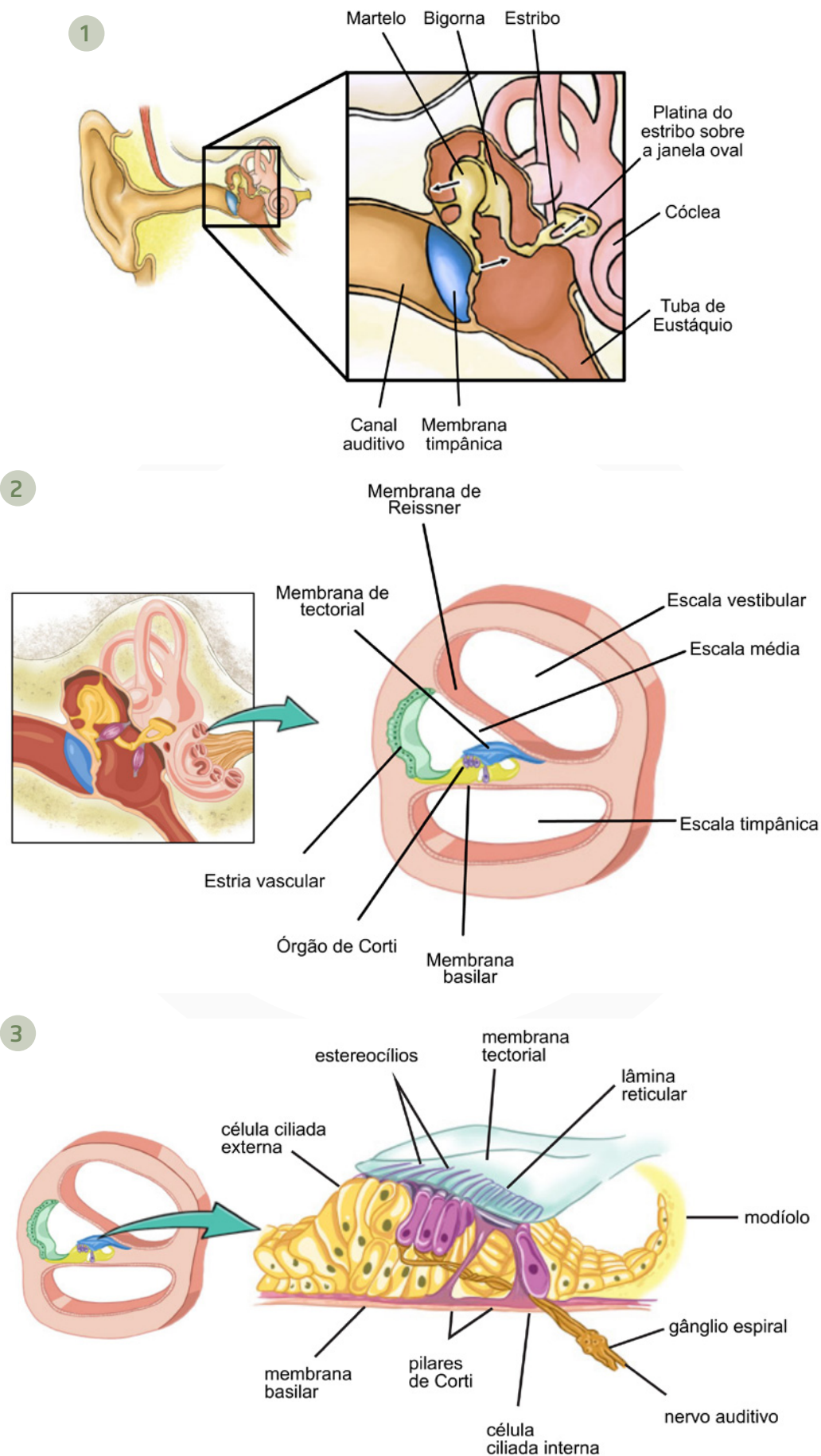
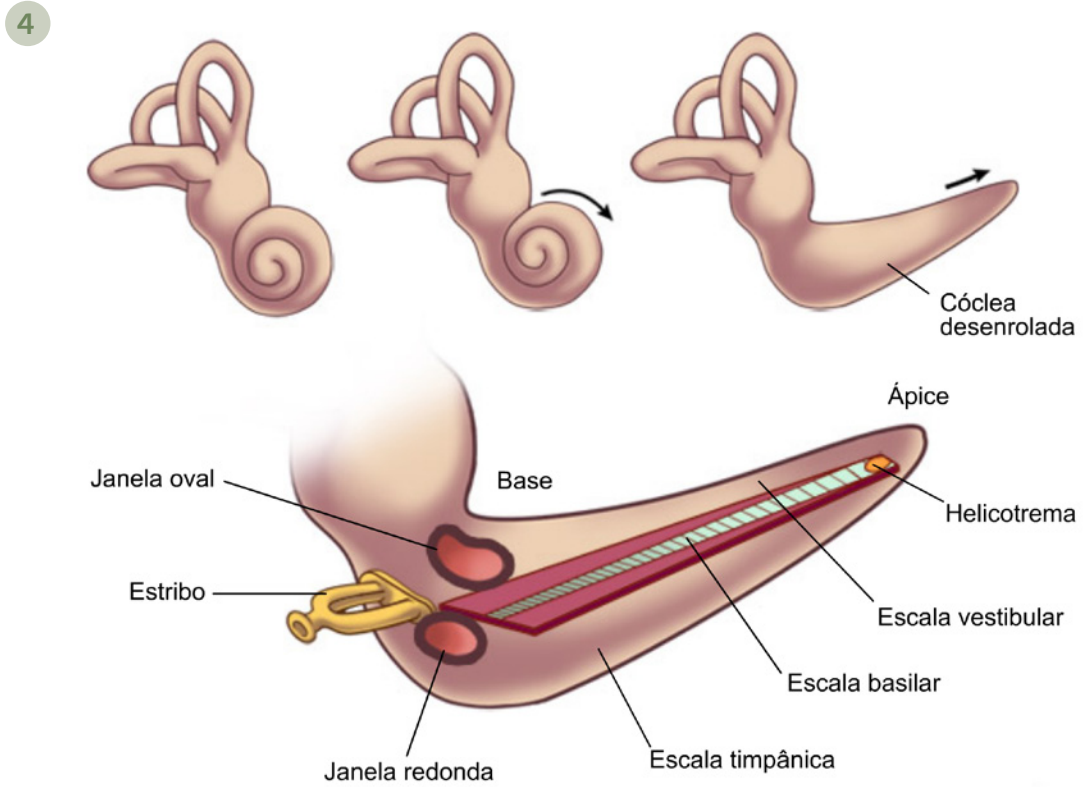


Figura 2.29: Subdivisões do ouvido e detalhamento das estruturas. (Animação 20) - Figuras 1 a 3.



5 **A) Orelha externa e média**

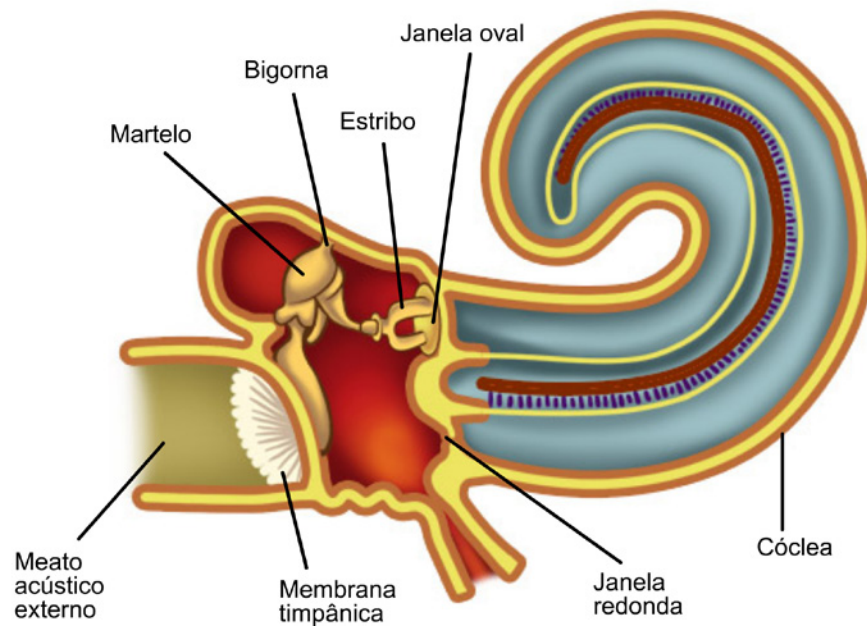
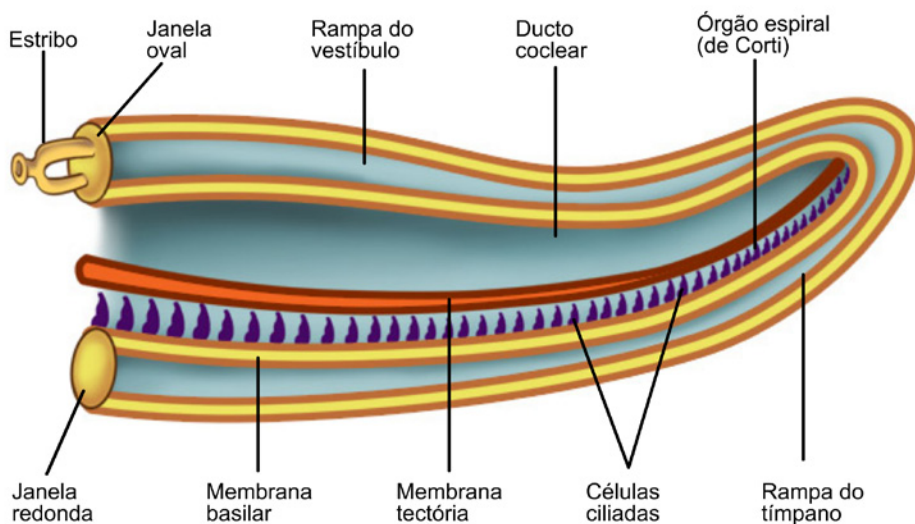
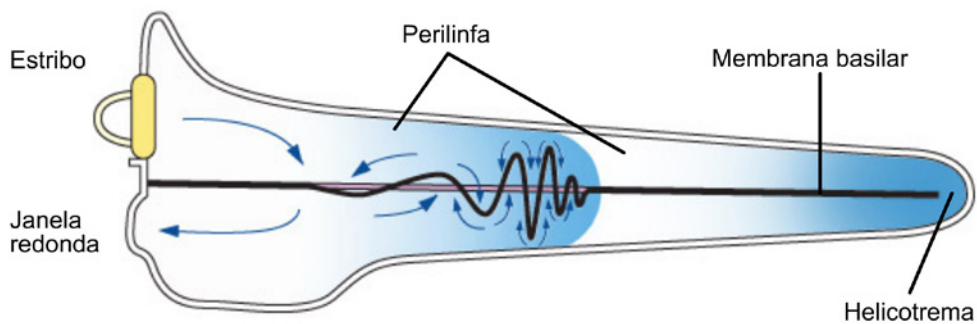


Figura 2.29: Subdivisões do ouvido e detalhamento das estruturas. (Animação 20) - Figuras 4 a 5.

6 B) Cóclea (desenrolada para melhor visualização)



7



8

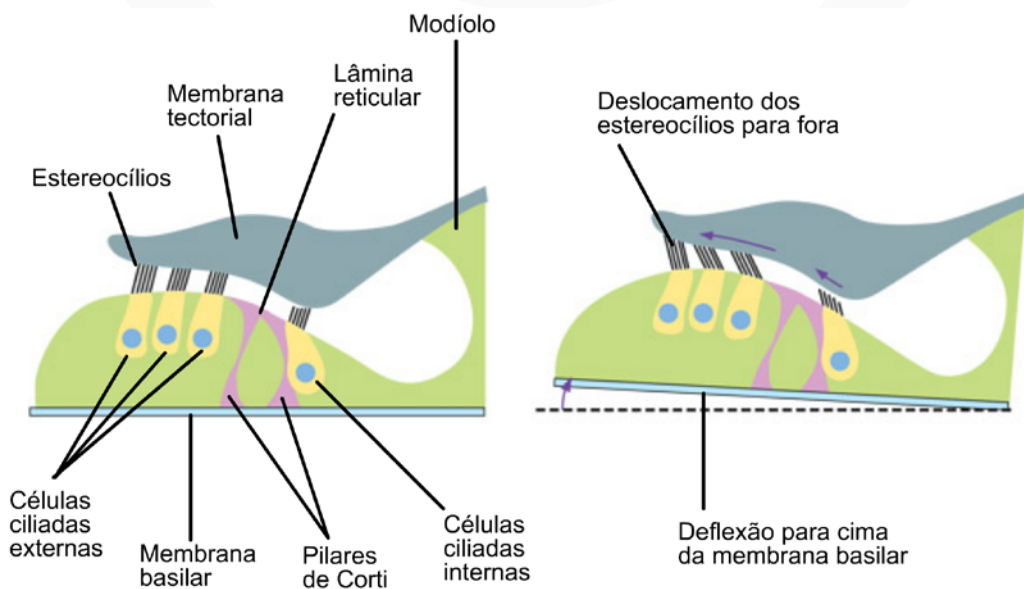


Figura 2.29: Subdivisões do ouvido e detalhamento das estruturas. (Animação 20) - figuras 6 a 8.

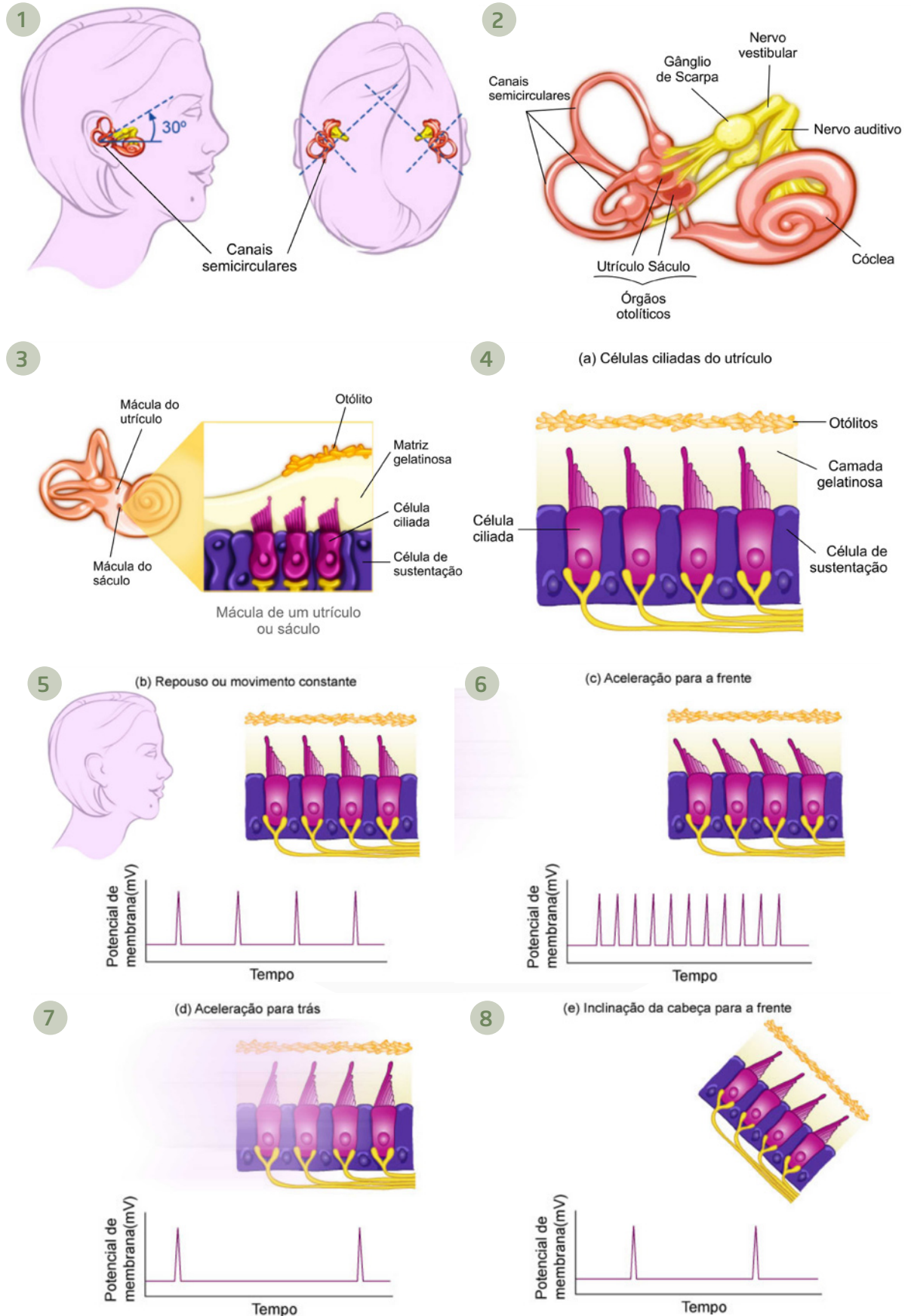


Figura 2.30: Sistema vestibular. (Animação 21).

No órgão de Corti, estão localizadas as células ciliadas, que possuem estruturas denominadas estereocílios, conectadas à membrana basilar. A movimentação dos estereocílios induz a despolarização das células ciliadas que fazem sinapse com neurônios do gânglio espiral; os axônios de suas células bipolares entram no nervo vestibulococlear, o qual se projeta aos núcleos cocleares dorsal e ventral do bulbo. A informação sonora segue, então, por uma via que passa, sequencialmente, pela oliva superior do tronco encefálico, colículo inferior do mesencéfalo, núcleo geniculado medial do tálamo e, por fim, pelo córtex auditivo. Acompanhe o esquema abaixo:

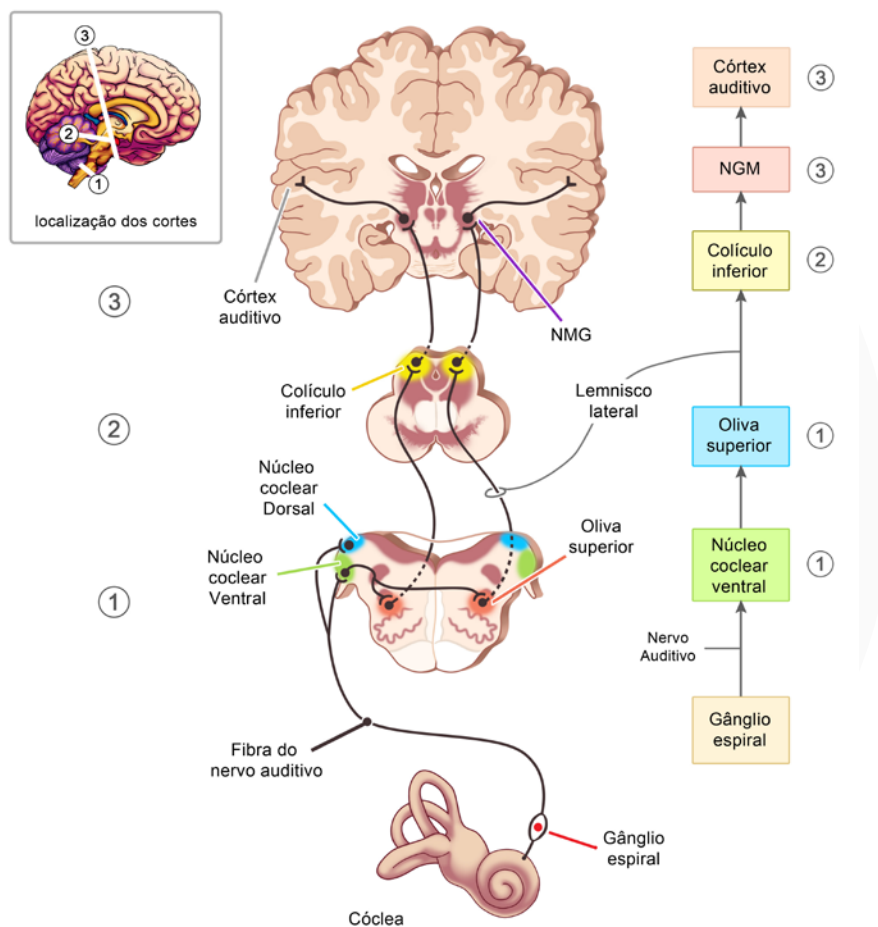


Figura 2.31: Vias auditivas.

Sistema sensorial - Tato

O processo do tato

O tato é o sentido pelo qual nós percebemos o toque. Na verdade, o tato é apenas uma das modalidades sensoriais associadas ao sistema sensorial somático que, além da percepção do contato, também é o responsável pela percepção de temperatura, dor e do reconhecimento proprioceptivo das diferentes partes do corpo.

A maioria dos receptores do sistema sensorial somático é constituída de mecanorreceptores, sendo os presentes na pele os responsáveis pela percepção do contato. No centro destes

receptores, existem axônios não mielinizados, que apresentam canais iônicos mecanossensíveis. Existem quatro tipos de mecanorreceptores descritos na pele, com diferentes velocidades de adaptação e diferentes tamanhos de campos receptivos (Figuras 2.32 e 2.33), de modo que a estimulação diferencial destes receptores seja traduzida na forma de sensações táteis diferentes.

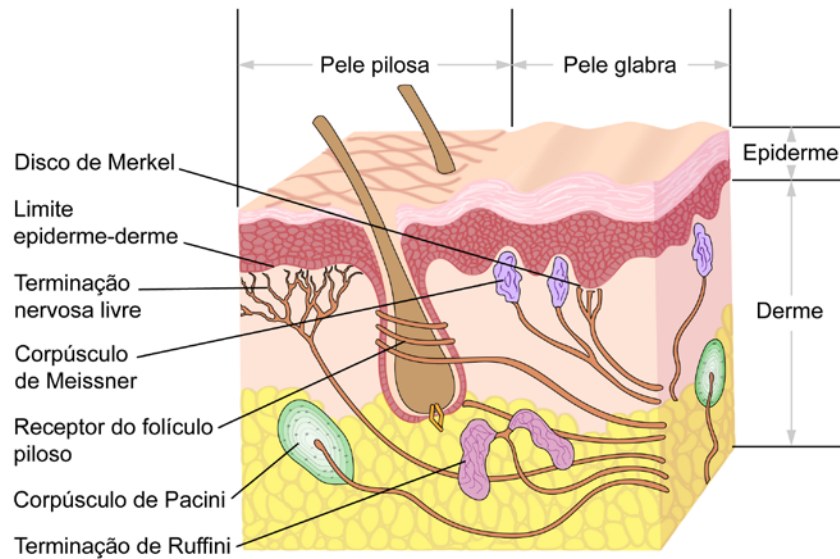


Figura 2.32: Mecanorreceptores.

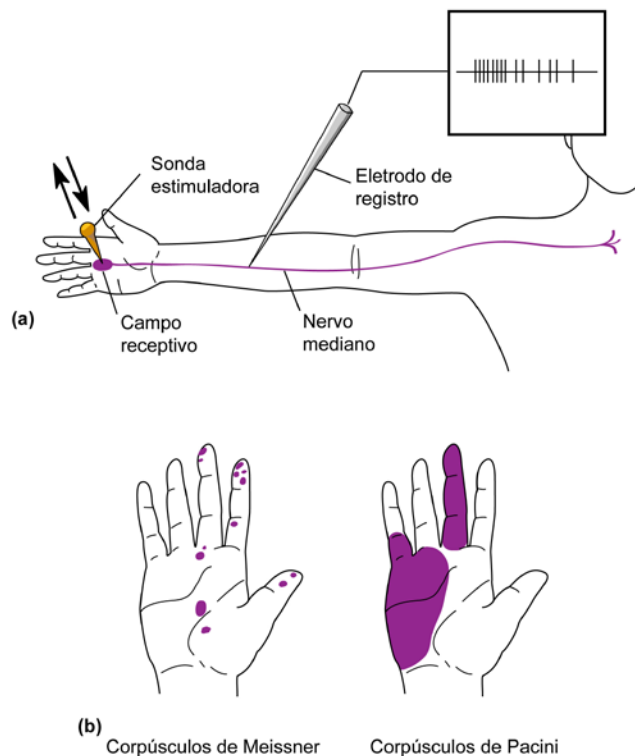


Figura 2.33: Diferentes tipos de Mecanorreceptores.

Os axônios aferentes primários do sistema sensorial somático formam uma vasta rede, que percorre os nervos periféricos, e são os responsáveis pelo transporte da informação sensorial para o SNC. Os nervos espinais são constituídos por pares de raízes ventrais (transporte de informação do SNC para a periferia) e dorsais (transporte de informação da periferia para o SNC), que se repetem 30 vezes ao longo da medula espinal que, por sua vez, é subdividida em quatro grupos: cervical, torácico, lombar e sacral. A porção da pele inervada pelas raízes dorsais (esquerda e direita) de um único segmento forma um dermatomo, de modo que haja uma correspondência direta entre um determinado dermatomo e o segmento espinal correspondente.

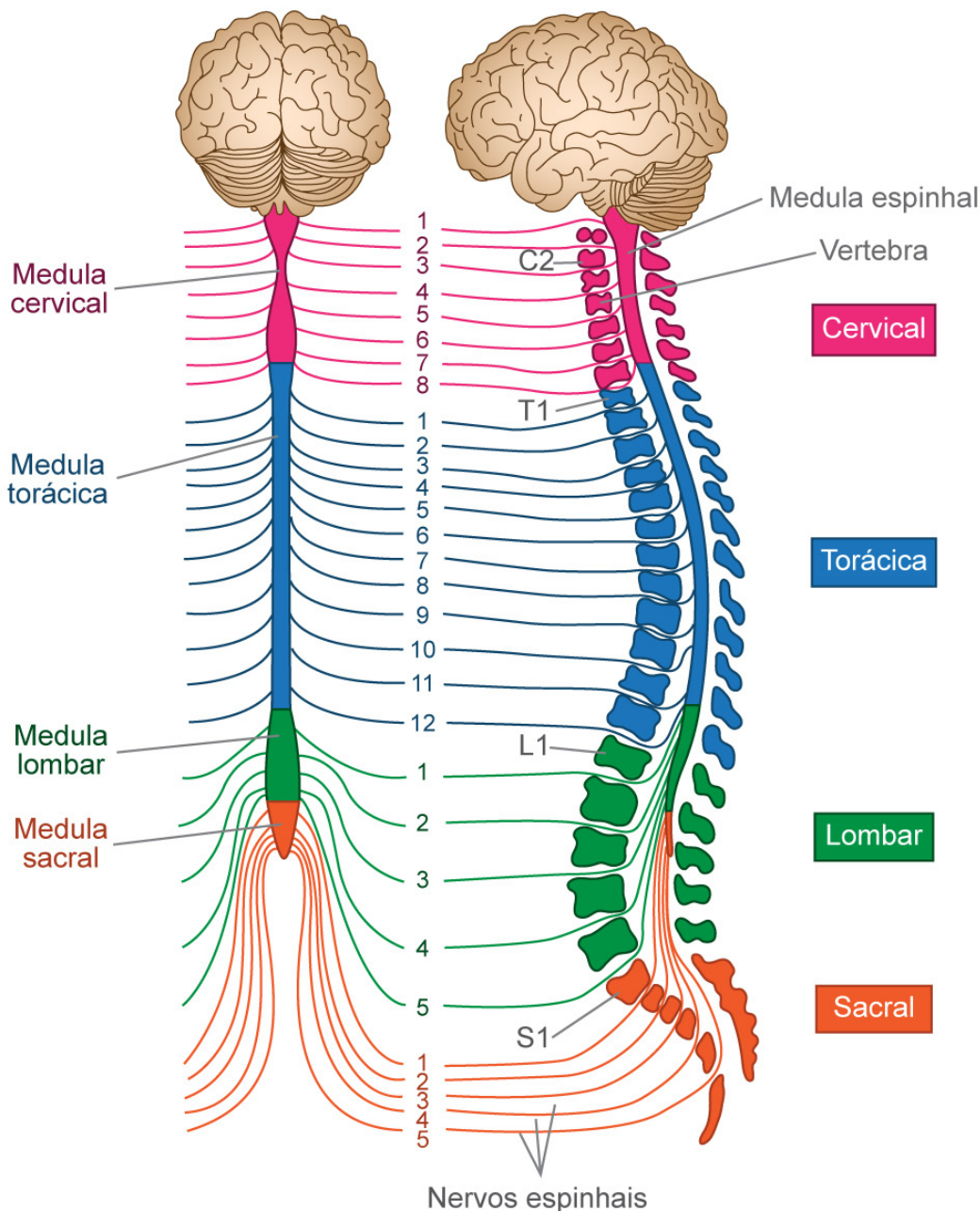


Figura 2.34: Nervos espinais.

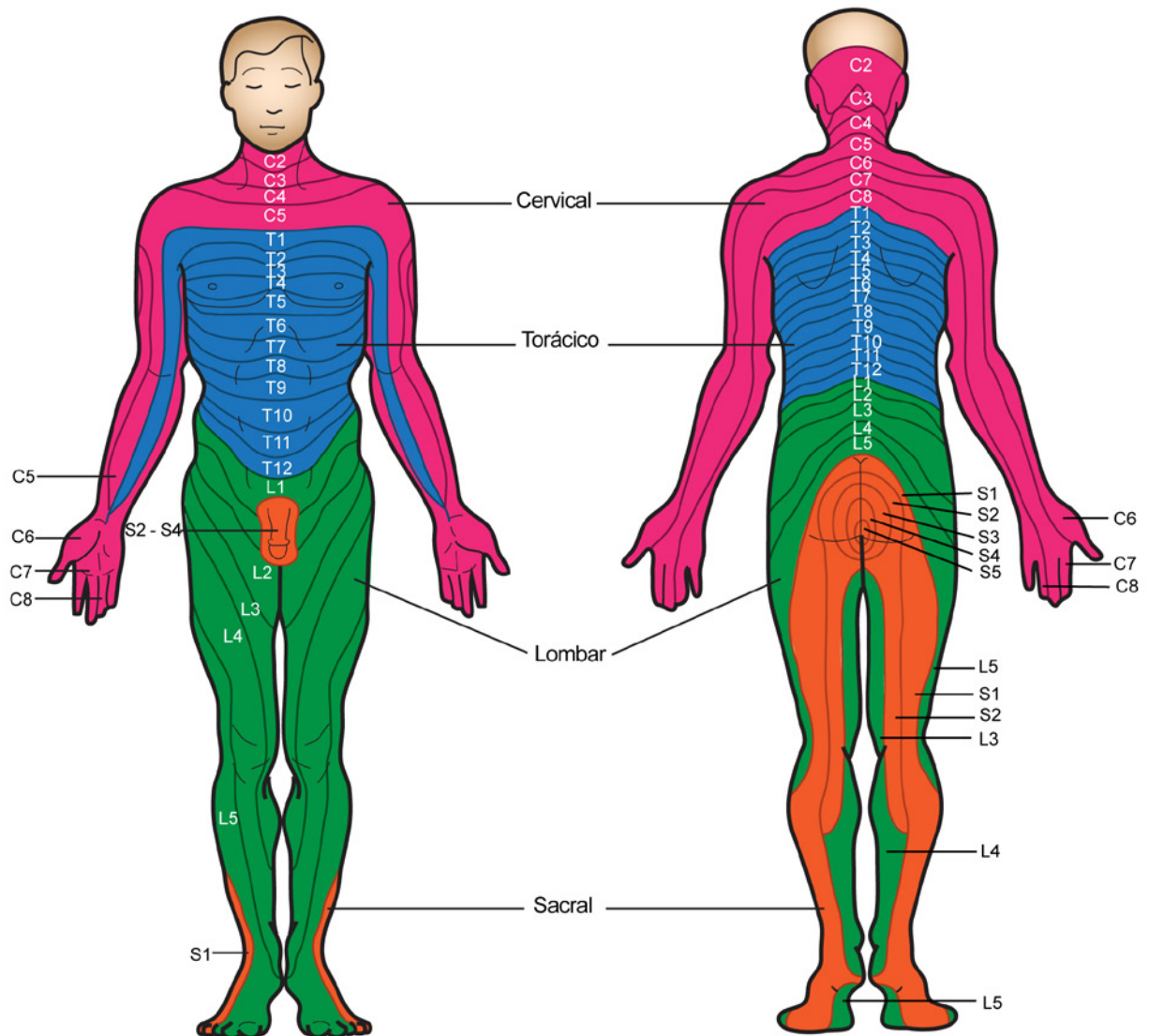


Figura 2.35: Nervos espinais - correlações no corpo humano.

A informação sobre tato segue para o cérebro por vias distintas das que concernem à percepção de dor e temperatura, e é denominada via coluna dorsal-lemnisco medial. Os axônios transportadores das informações táteis (e da posição dos membros) terminam ipsilateralmente (do mesmo lado do corpo) nos núcleos da coluna dorsal situados no limite da medula espinhal e o bulbo. A partir deste ponto, a informação segue, via um trato de substância branca denominado lemnisco medial, para o bulbo ventral e medial contralaterais e, em seguida, para o núcleo ventral posterior (VP) do tálamo. Por fim, a informação segue do núcleo VP para o córtex somatossensorial primário.

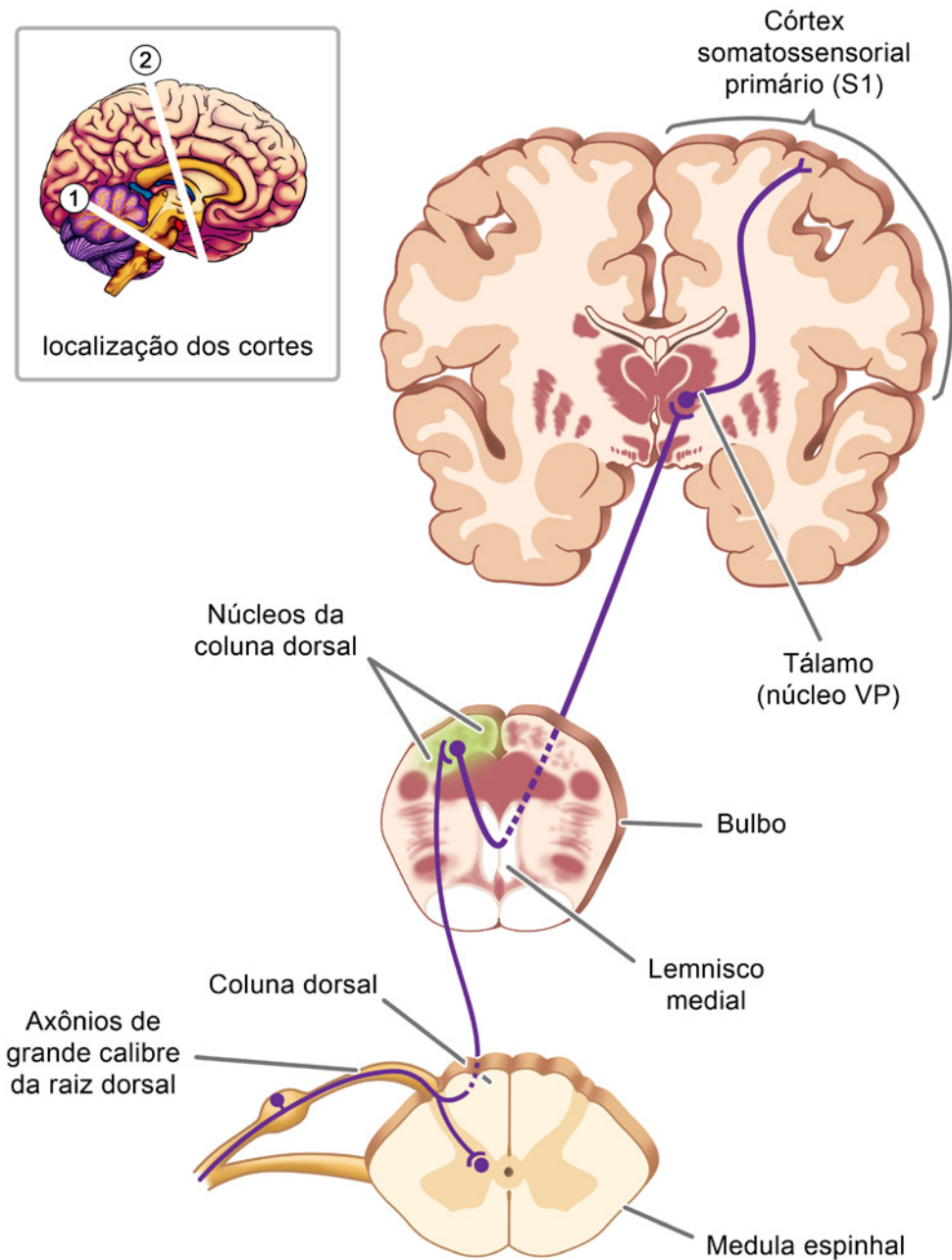


Figura 2.36: Via colúmbica dorsal-lemnisco medial.

Em relação às sensações somáticas da fase, a informação segue por um caminho distinto, a via táctil trigeminal, composta pelo nervo trigêmeo que envia projeções para o núcleo trigeminal ipsilateral da ponte (análogo ao núcleo da coluna dorsal) que, por sua vez, envia projeções para o núcleo VP contralateral do tálamo. A partir deste núcleo, a informação segue para o córtex somatossensorial do lobo parietal.

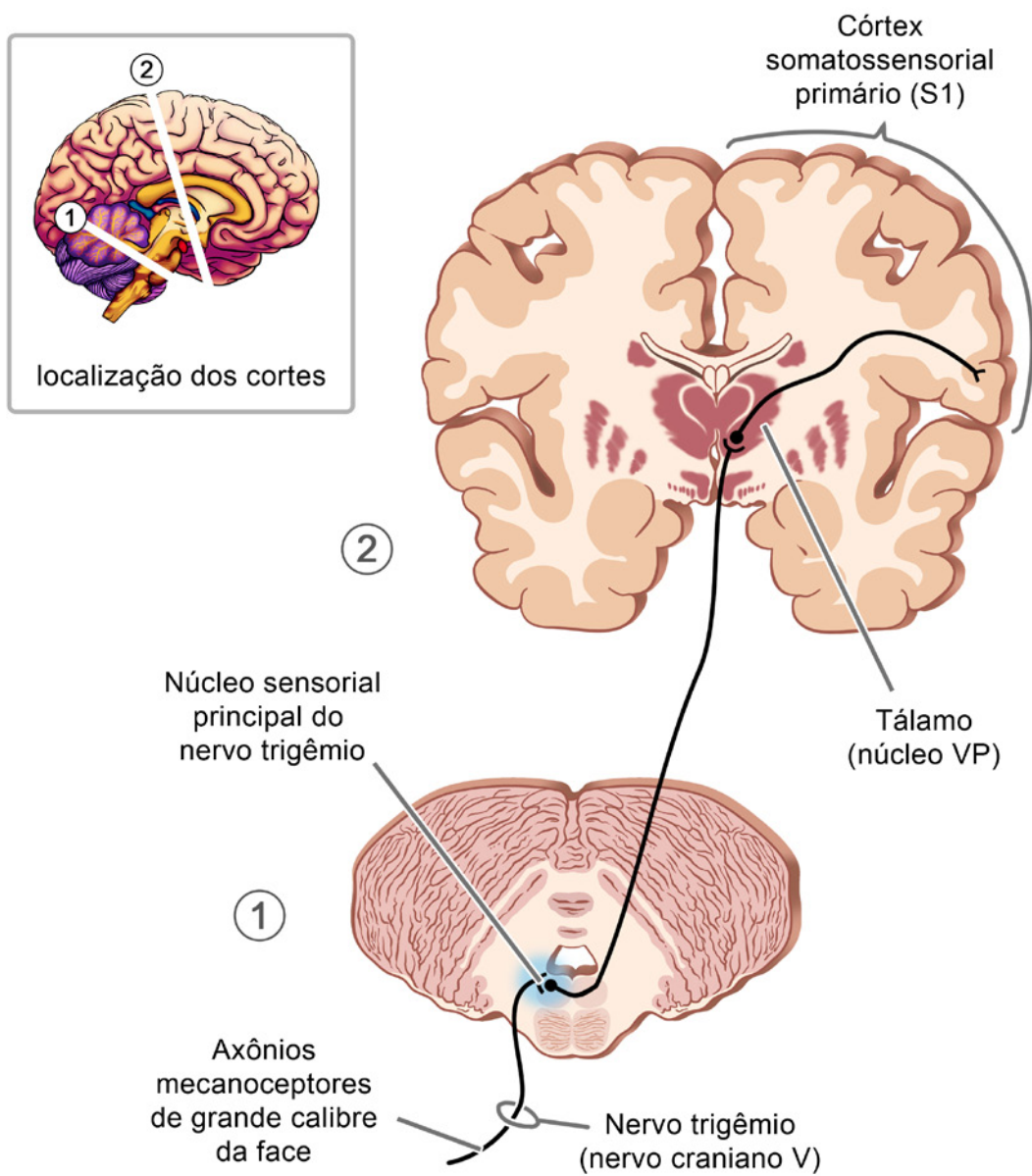


Figura 2.37: Via tátil trigeminal.



Atividades

Acesse o ambiente virtual e realize as atividades propostas. Esta semana teremos:

Texto Online

Enquete

Fórum

Bom trabalho!

Vídeos

SISTEMA NERVOSO: CONSIDERAÇÕES GERAIS.

