

PSE1545 – Psicologia Sensorial

Audição 01

Profa. Dra. Daniela M. O. Bonci

Departamento de Psicologia Experimental
Instituto de Psicologia - USP

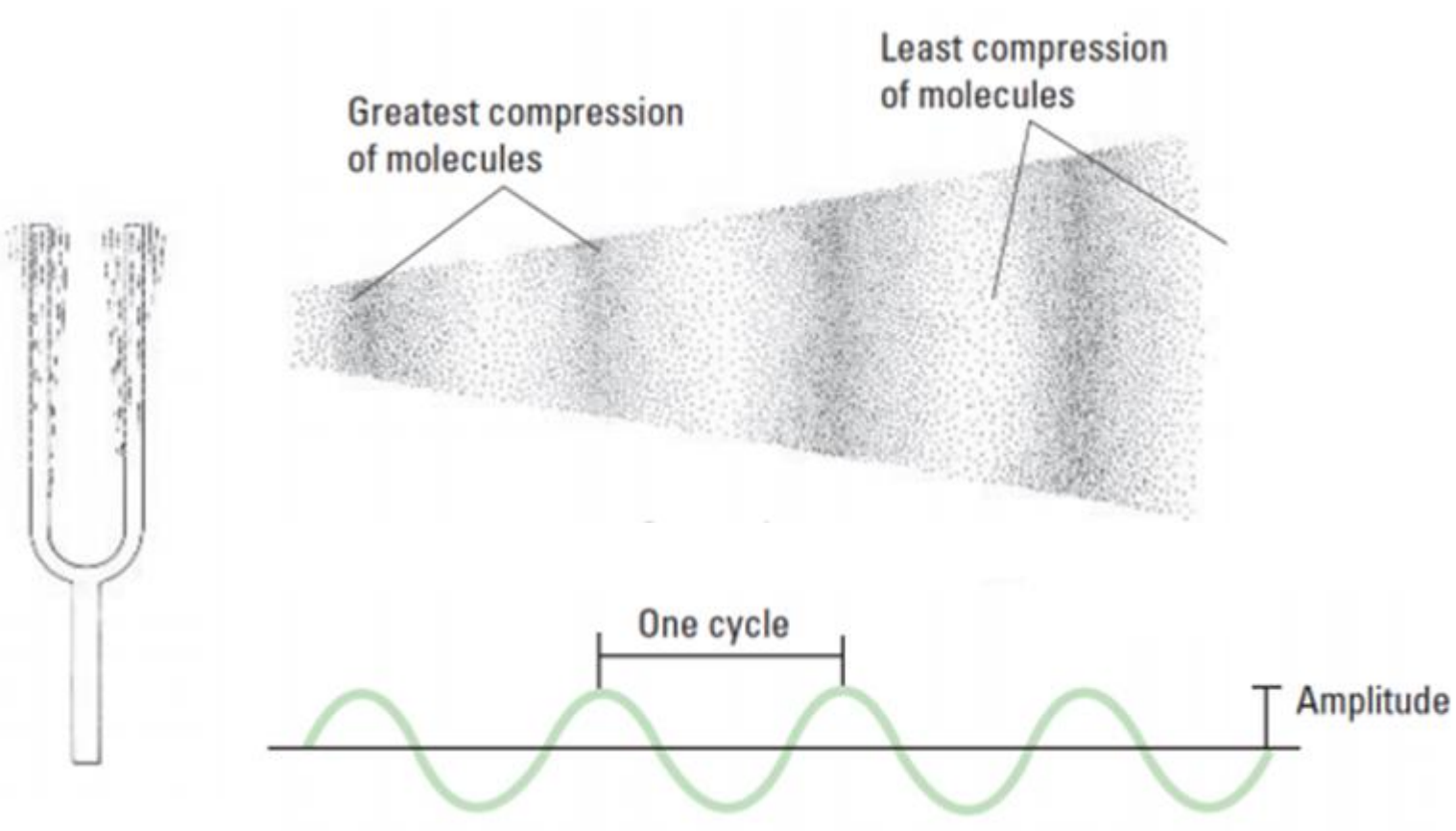
O que é o som?



- ✓ Nós ouvimos sons que são produzidos pelos objetos que vibram e fazem com que as moléculas do ar movimentem-se.
- ✓ Som é a percepção de perturbação vibratória do ambiente (vibrações do ar que somos capazes de perceber).

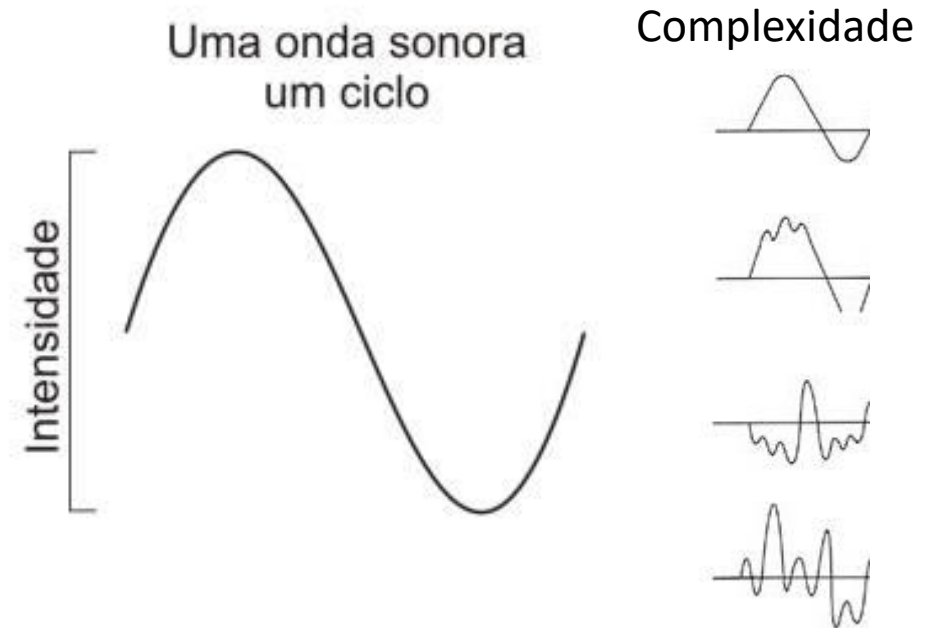


O Estímulo



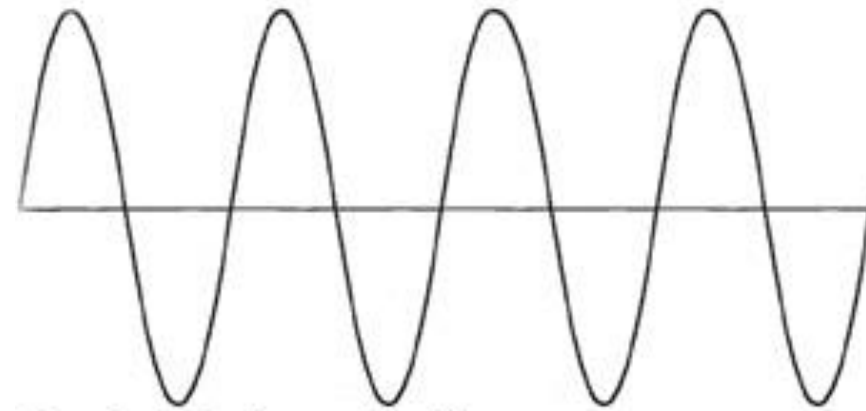
- ✓ Os sons variam em três dimensões perceptuais que correspondem a três dimensões físicas.

Dimensão Física	Dimensão Perceptual
Amplitude (intensidade)	Volume
Frequência	Tom
Complexidade	Timbre

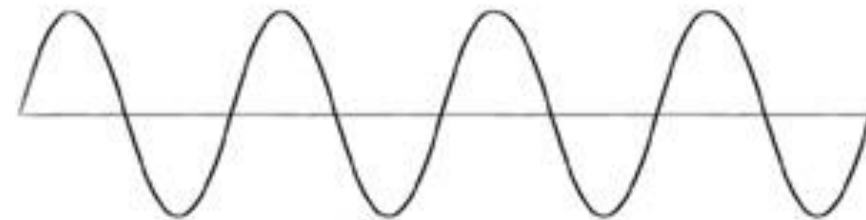


1. Amplitude (intensidade) e Volume

A amplitude é uma grandeza proporcional à energia sonora (proporcional também à nossa percepção de intensidade ou volume do som).



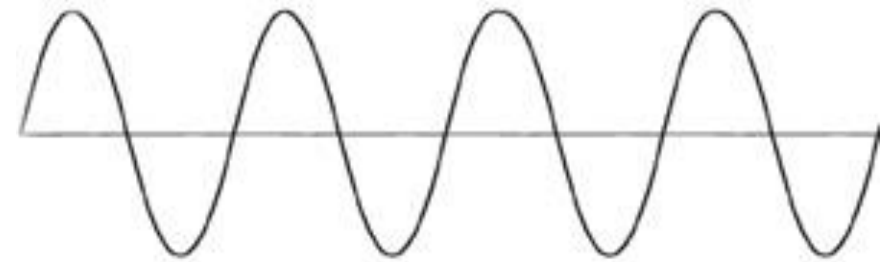
Som forte (maior amplitude)



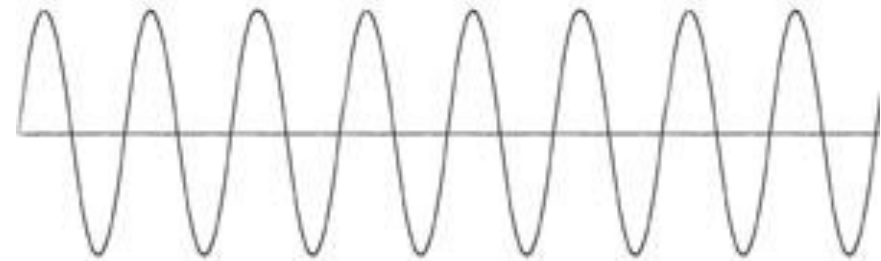
Som fraco (menor amplitude)

2. Frequência e Tom

A tonalidade de um estímulo auditivo percebida por nós é determinada pela frequência da vibração, medida em Hertz (Hz) ou ciclos por segundos.



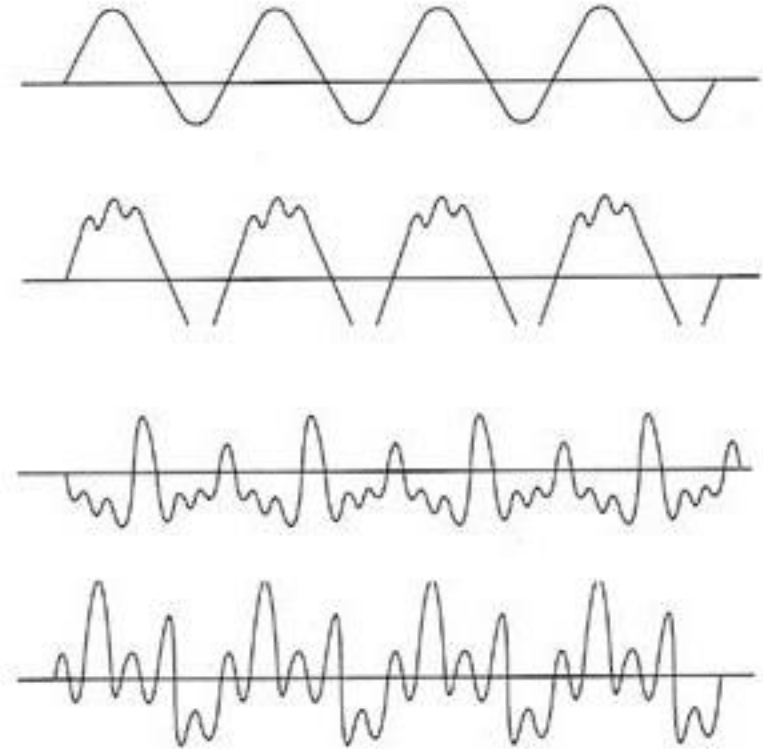
Som baixo (grave)



Som alto (agudo)

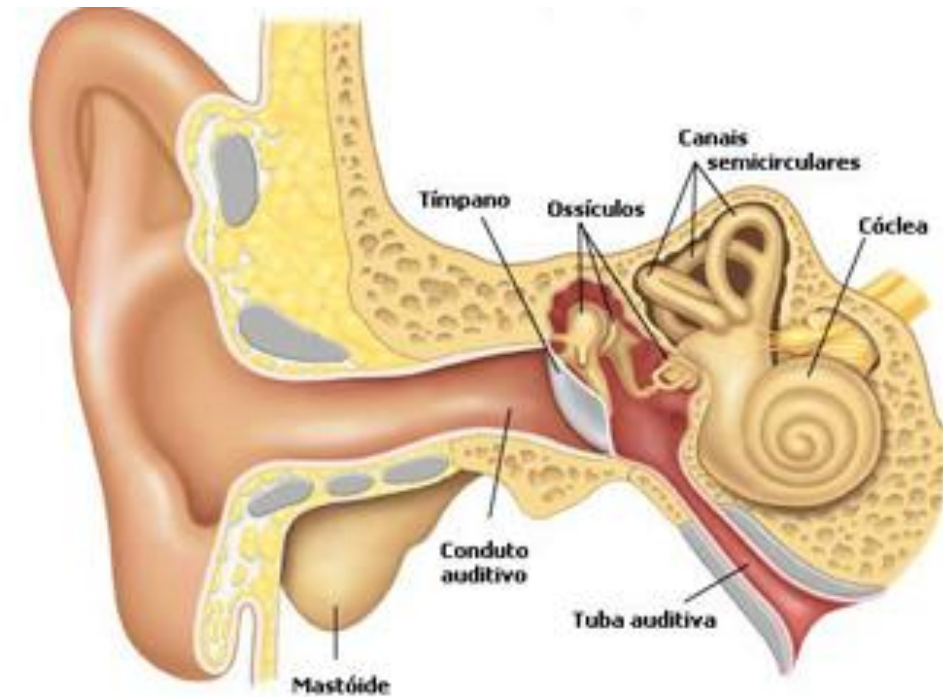
3. Complexidade e Timbre

O timbre fornece distinção sobre a natureza de um som particular, por exemplo o som de um oboé ou de um apito de trem. Os estímulos acústicos naturais são complexos consistindo de várias frequências diferentes de vibração.



Sons com timbres diferentes

A orelha capta a energia mecânica, a transmite aos órgãos receptores e, após ser transduzida em sinal elétrico, será analisada pelo sistema nervoso.



Conseguimos ouvir todos os sons??



Faixa de Frequência de sons

O sistema auditivo humano é capaz de perceber sons entre 20 e 20.000 Hz.

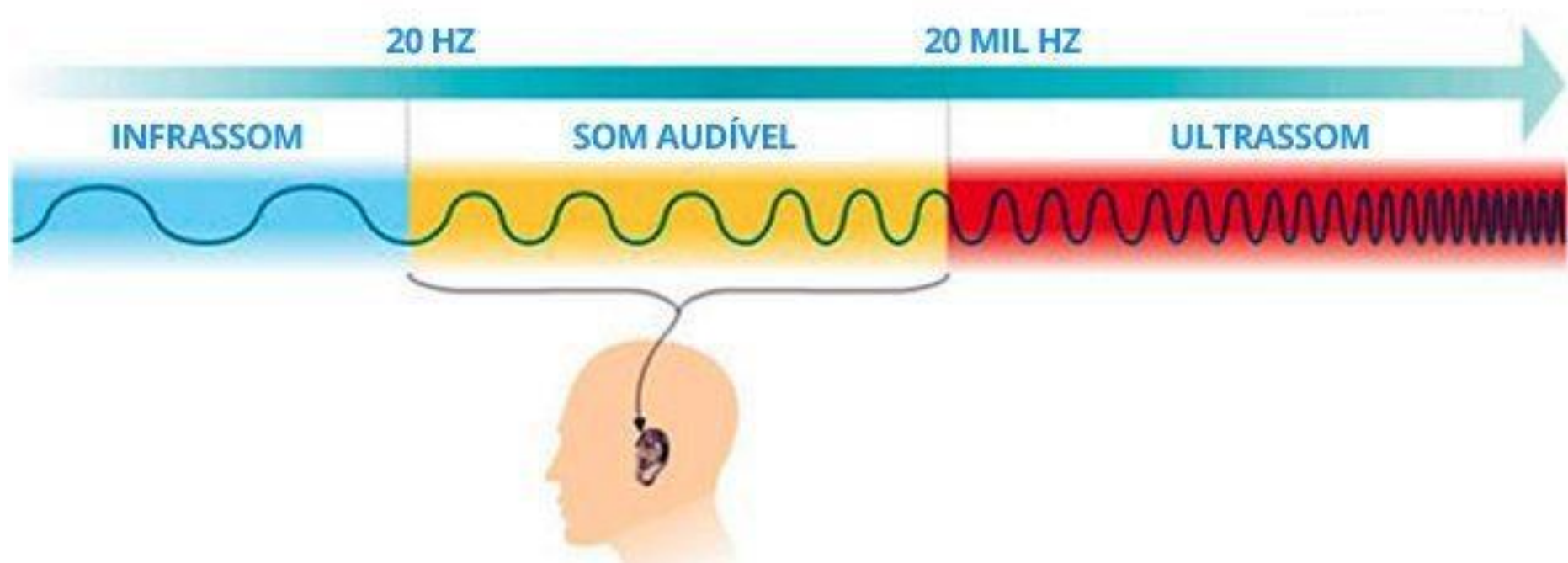
Essa faixa perceptível é chamada

ESPECTRO AUDÍVEL.



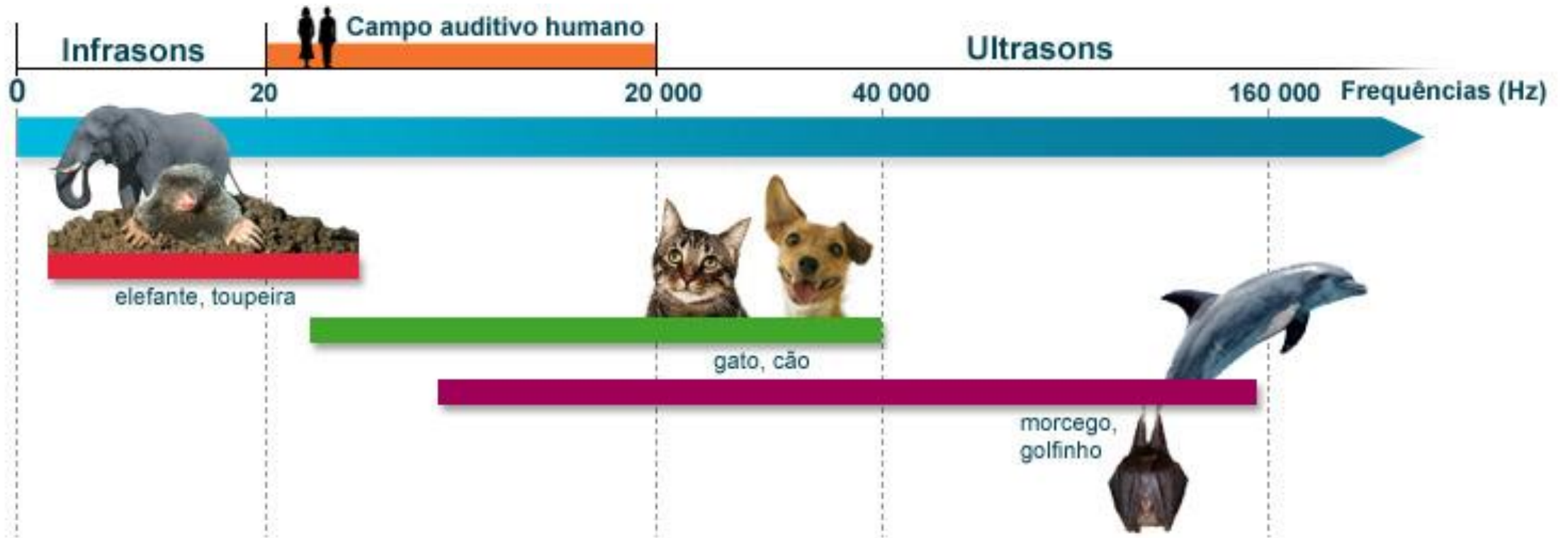
Faixa de Frequência de sons

- 20 Hz e 20.000 Hz.

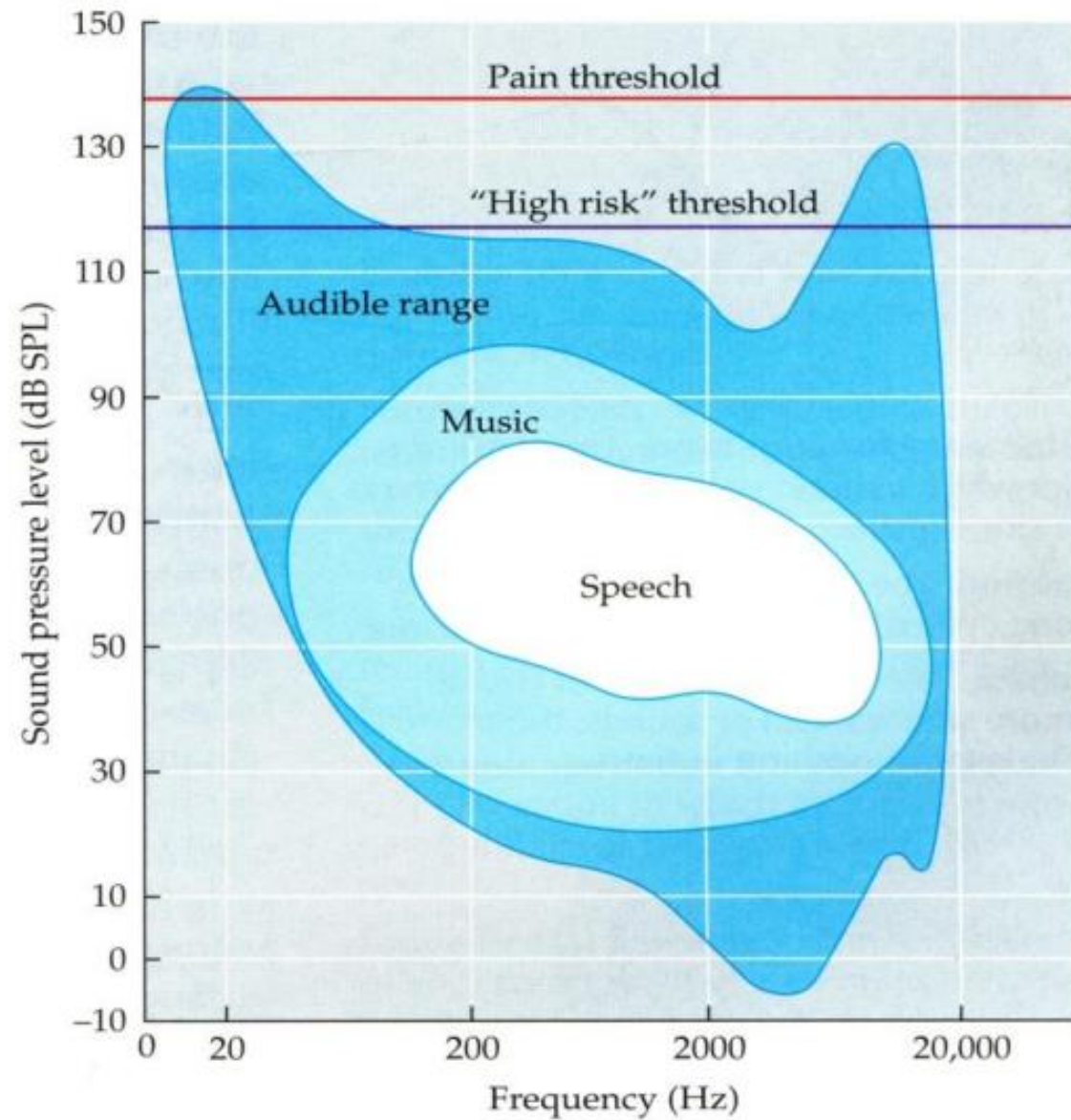


Faixa de Frequência de sons

- 20 Hz e 20.000 Hz.

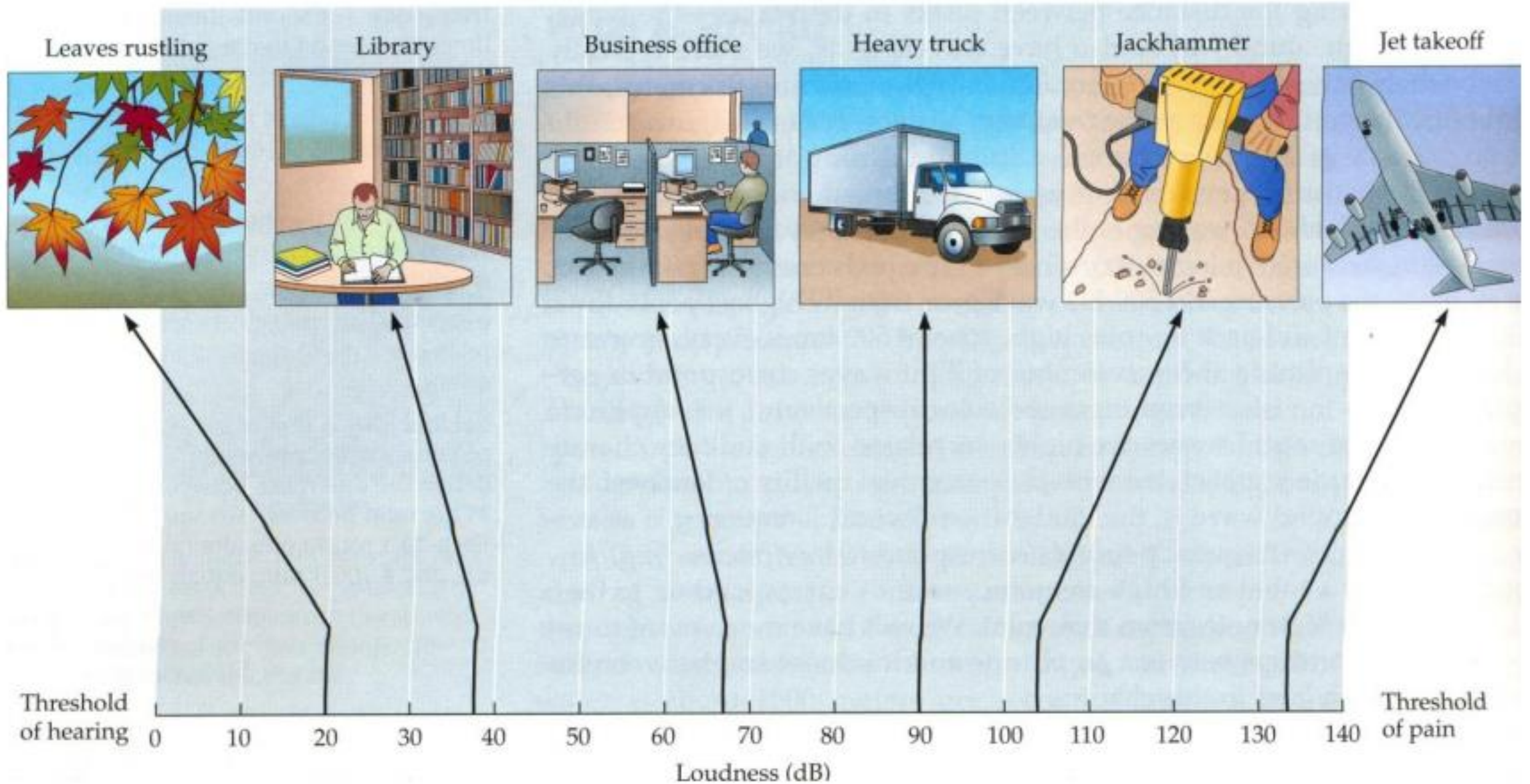


Extensão da audição humana

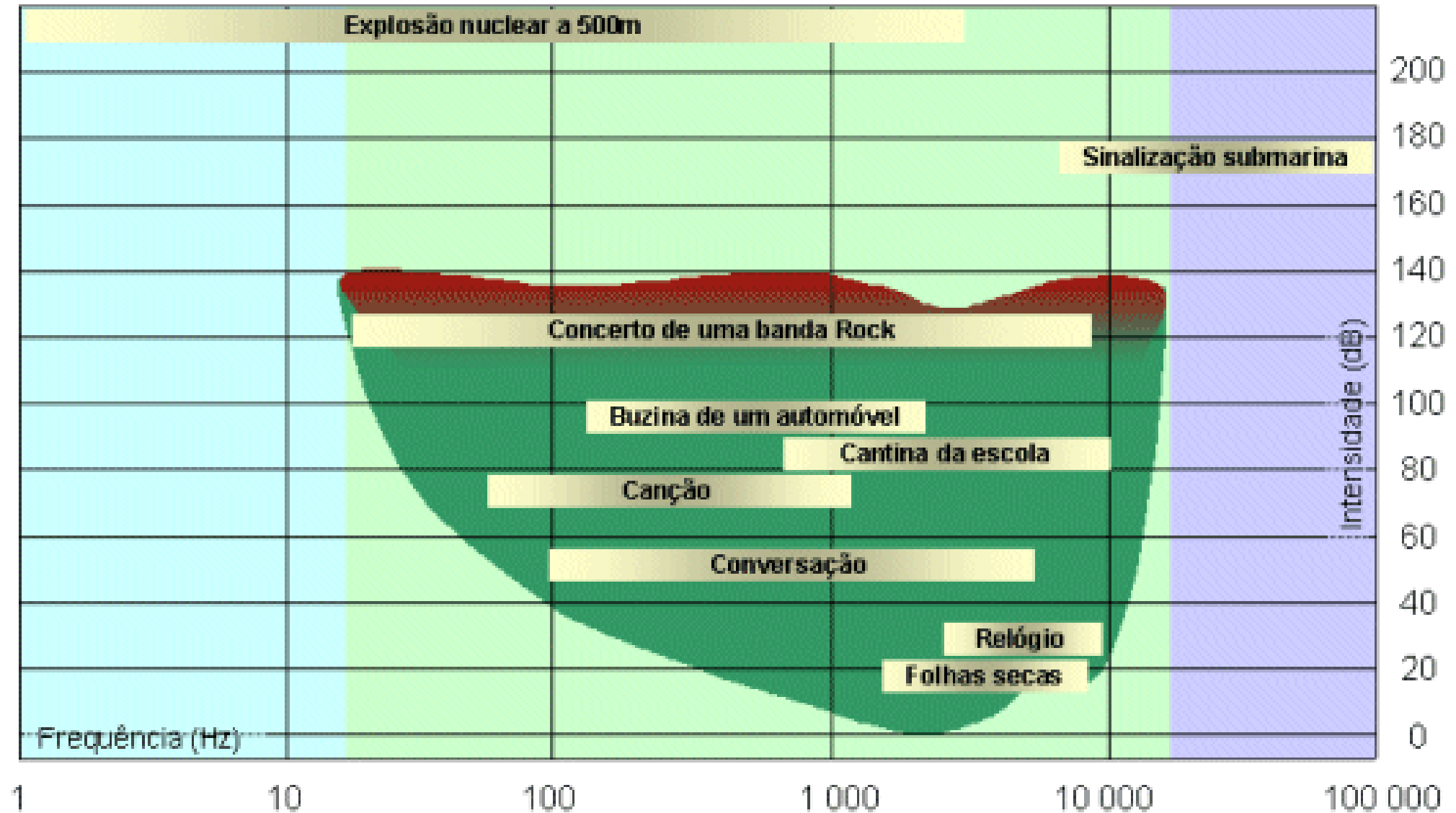


Fogos de artifício
variam de 150 a 175dB

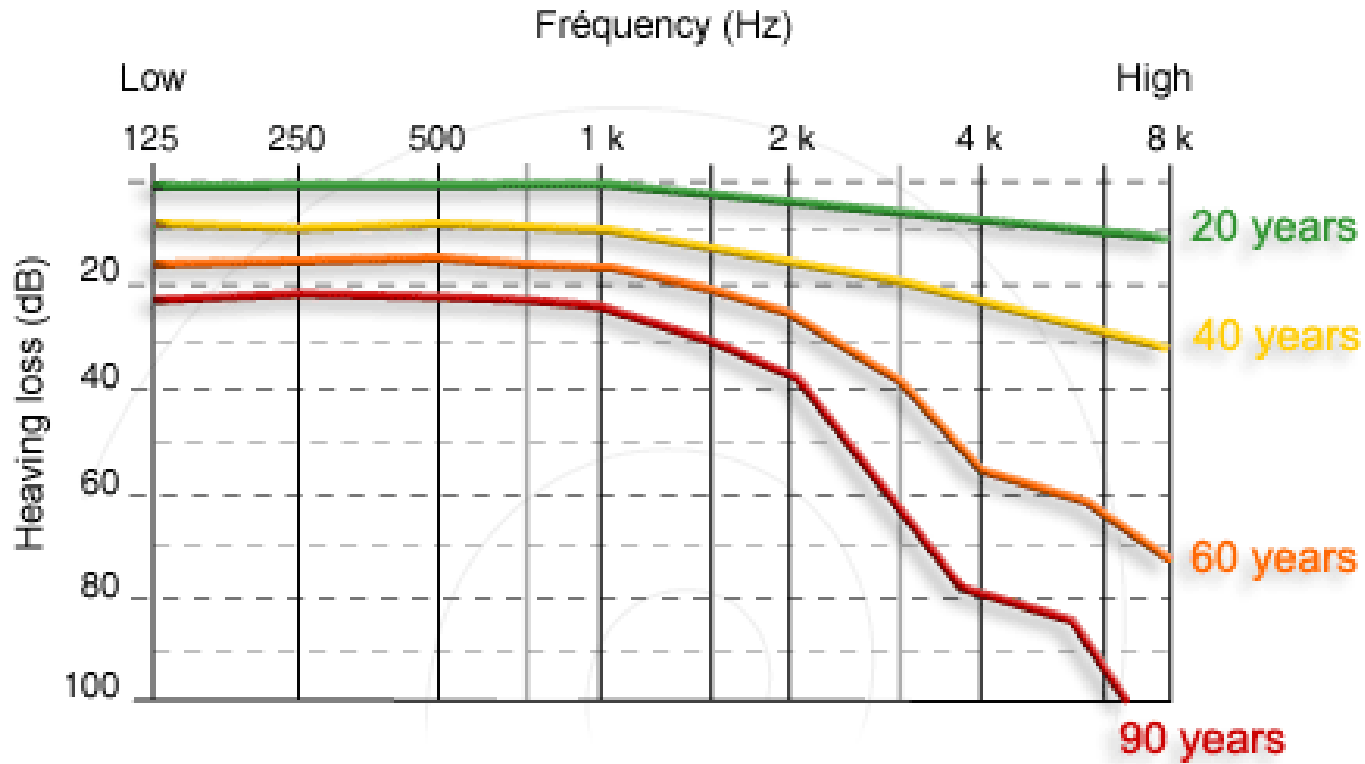
Níveis de Sons Ambientais



Níveis de Sons Ambientais

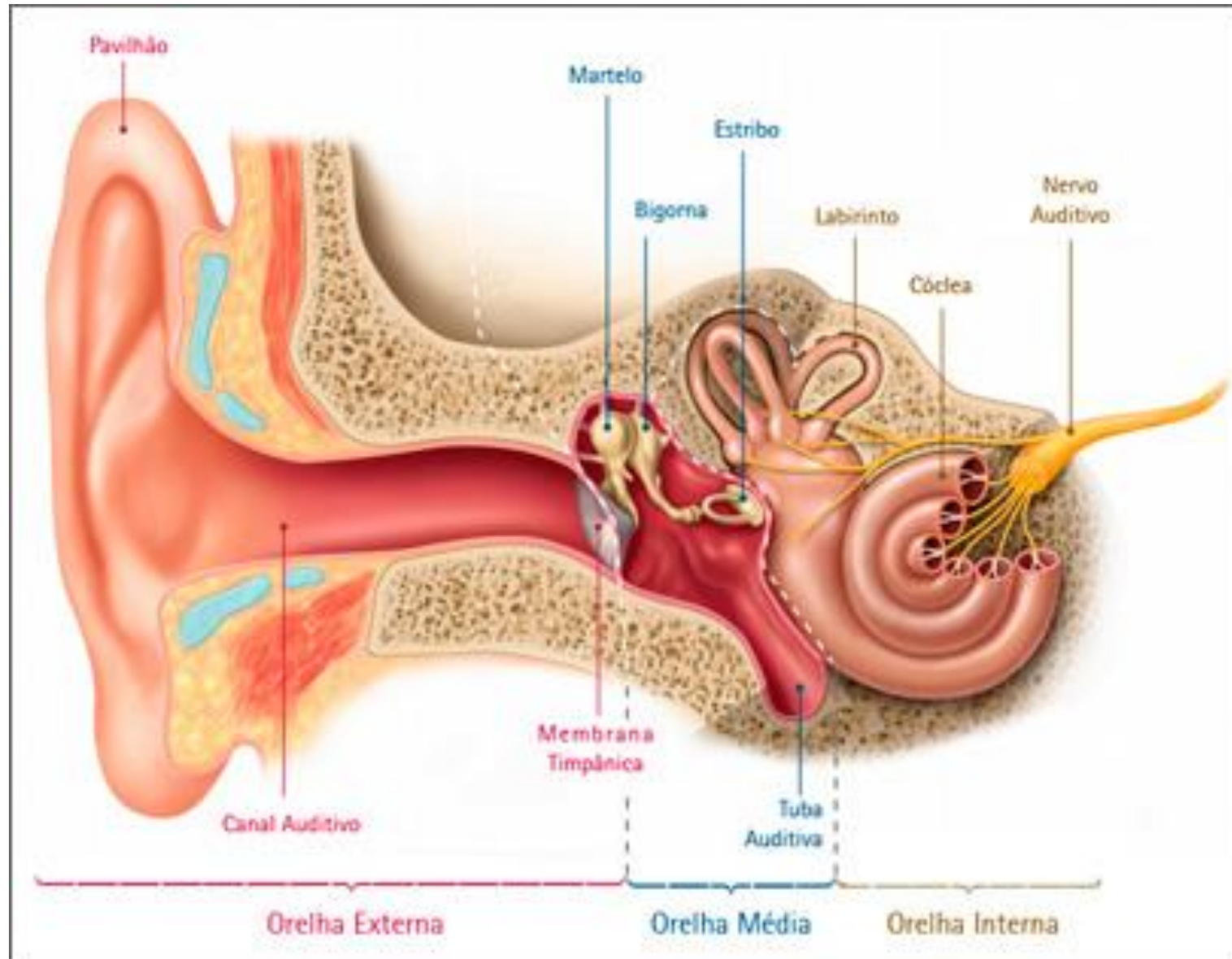


Audição x Idade



<http://hearinglosspill.com/high-frequency-hearing-loss/>

Aparelho Auditivo



Orelha - Estrutura

Orelha Externa – coleta ondas sonoras e as canaliza para o interior

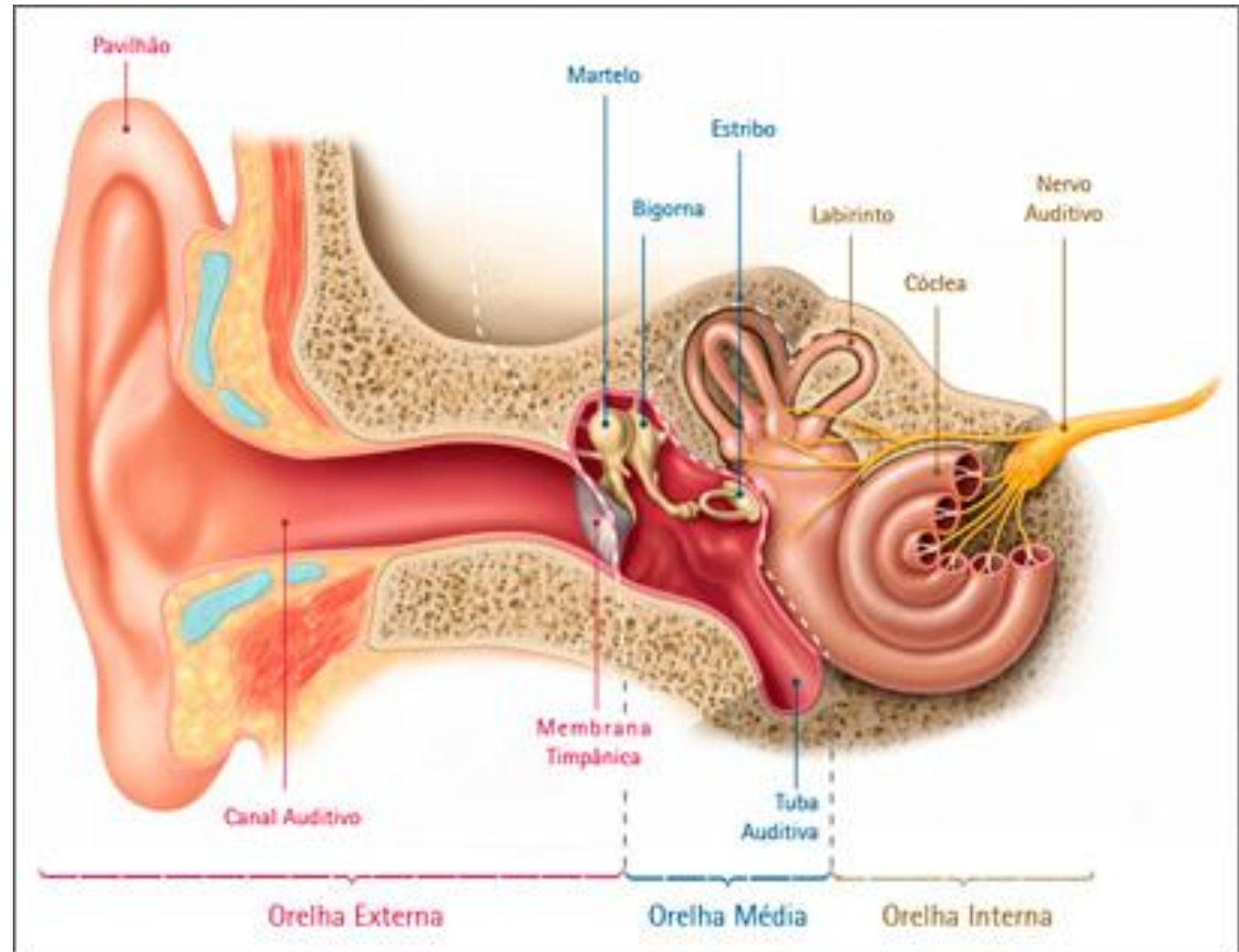
- Pavilhão
- Meato acústico
- Membrana timpânica

Orelha Média – pequena cavidade preenchida com ar entre a membrana timpânica e a orelha interna

- Parte anterior – tuba auditiva ou Tuba de Eustáquio, conecta a orelha média com a parte superior da faringe;
- Ossículos: martelo, bigorna e estribo (garantem amplificação mecânica).

Orelha Interna

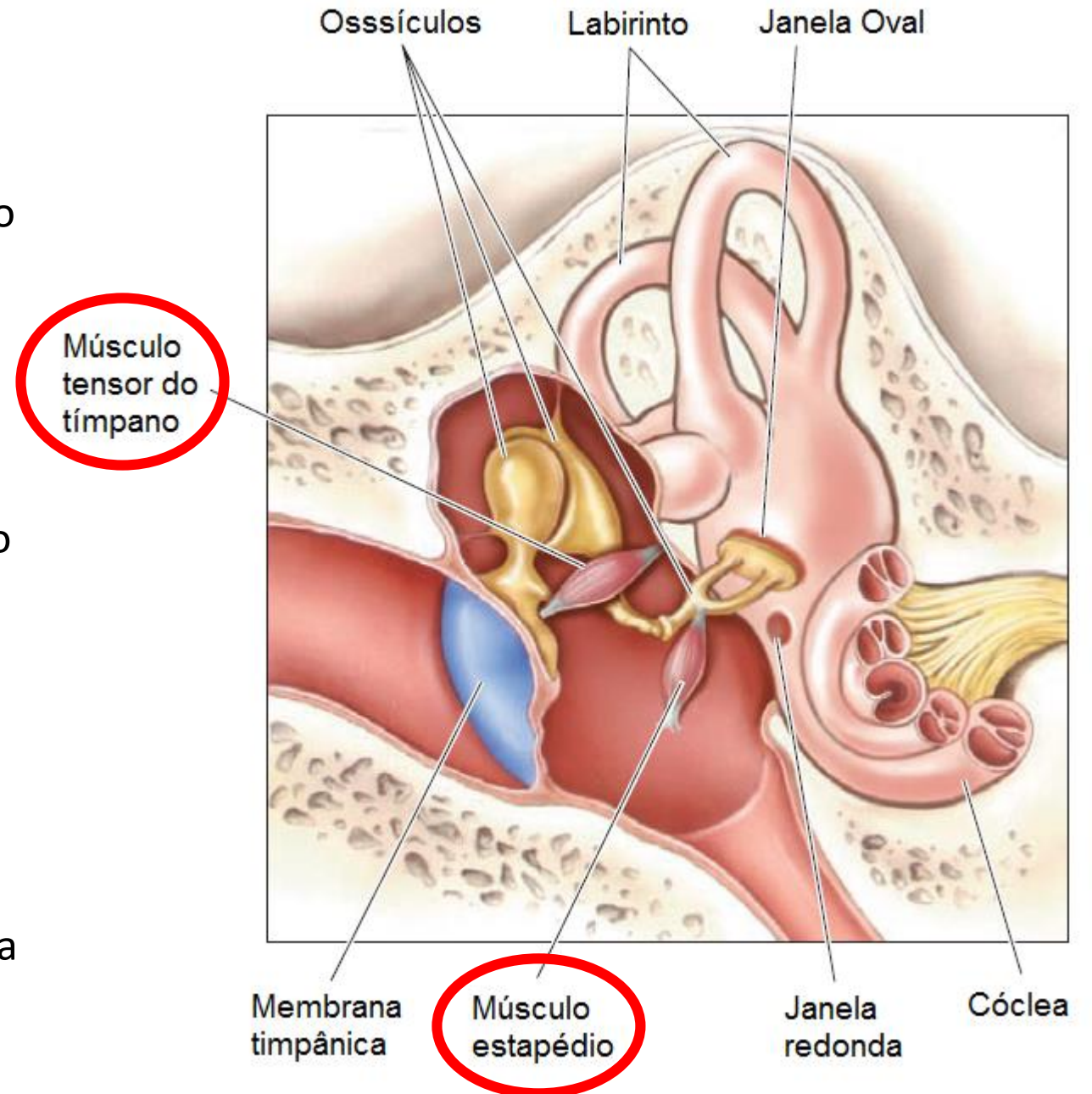
- Parte anterior - Cóclea
- Órgão de Corti – membrana basilar, células ciliadas e membrana tectorial.



Reflexo de Atenuação

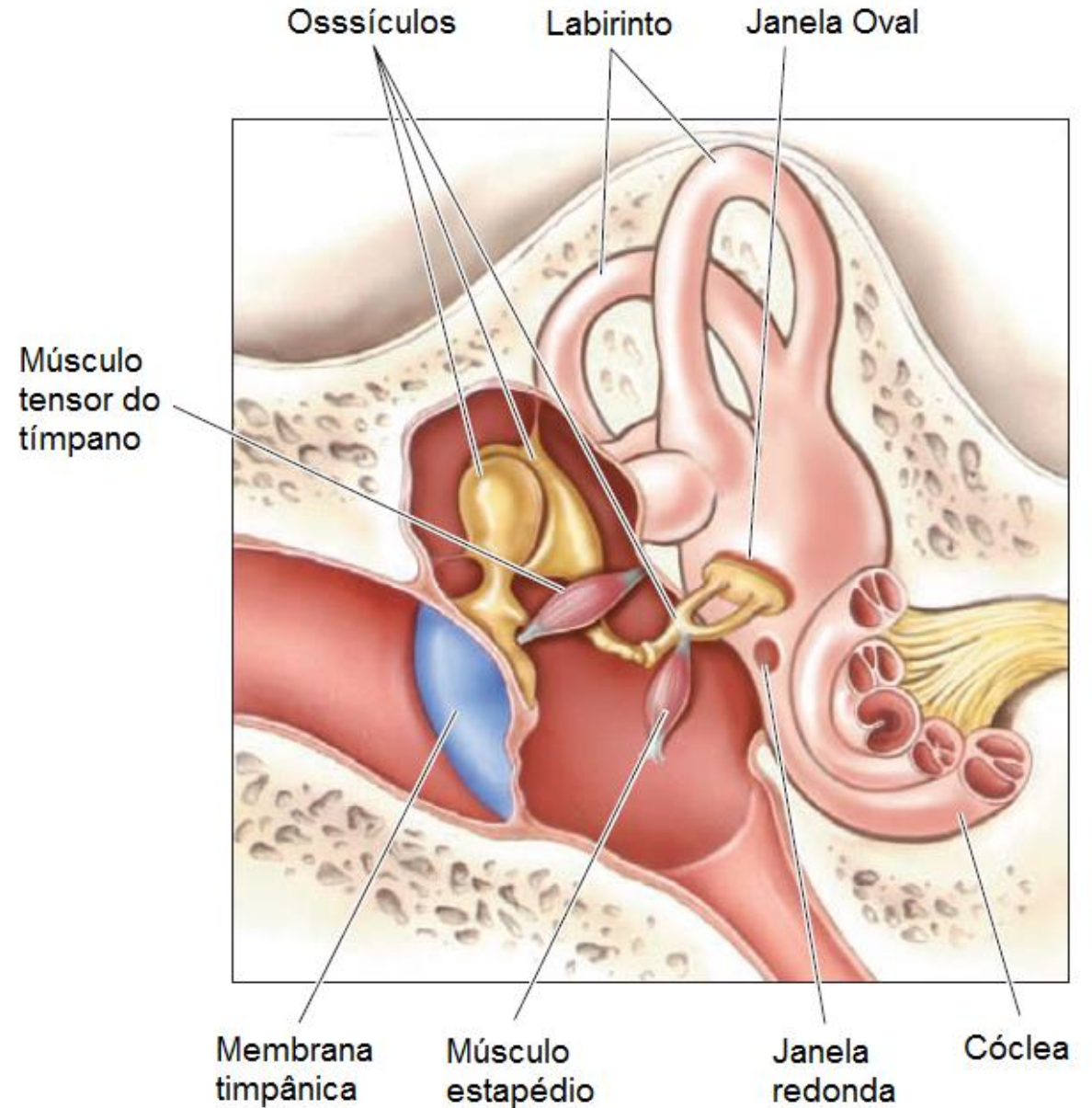
Dois músculos ligados aos ossículos tem um efeito significativo sobre a transmissão do som ao ouvido interno:

- ✓ **Músculo tensor do tímpano:** ancorado no osso da cavidade da orelha média por uma extremidade e ligado ao martelo pela outra;
- ✓ **Músculo estapédio:** se estende desde o ponto de fixação ao osso da cavidade da orelha média até o estribo.



Reflexo de Atenuação

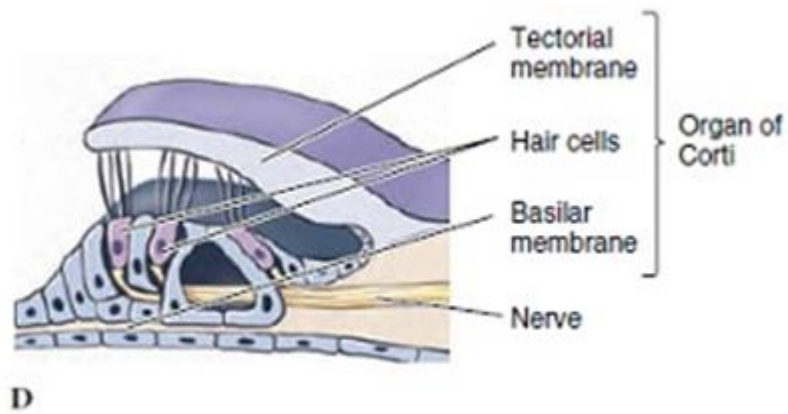
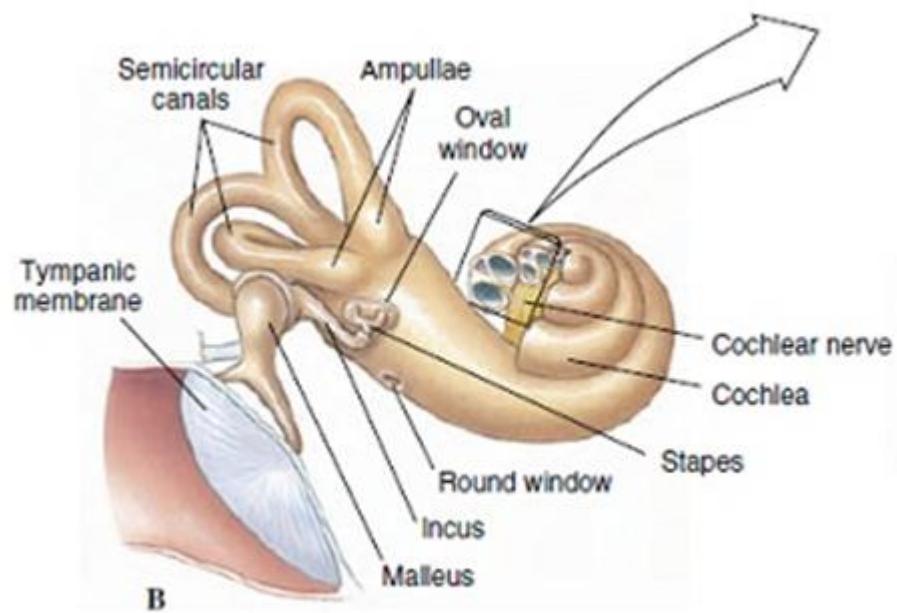
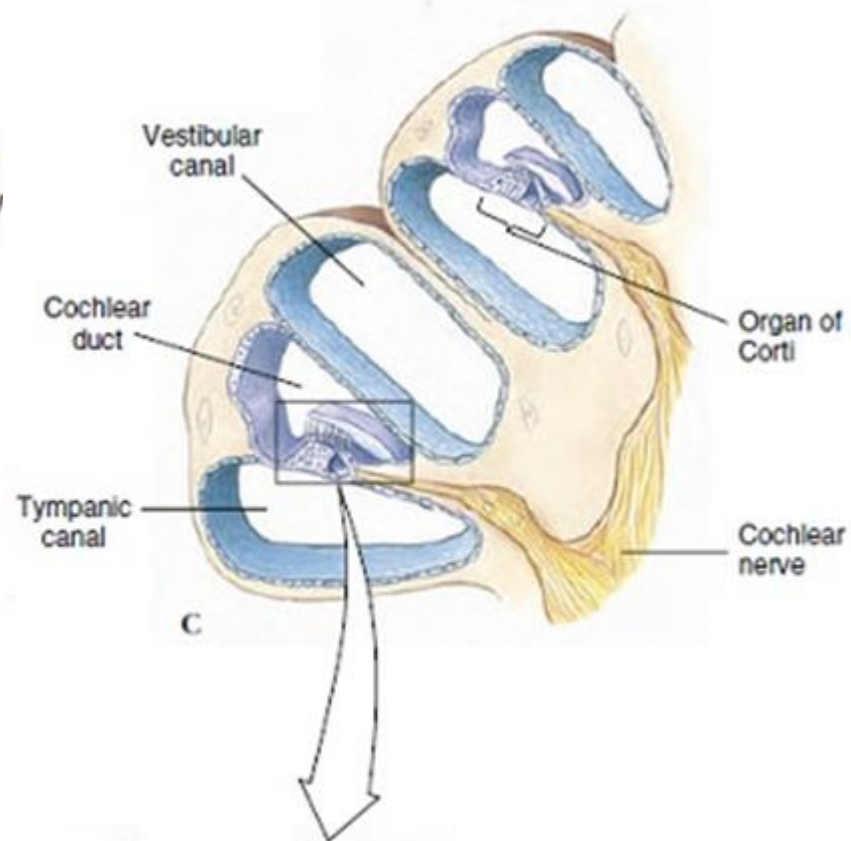
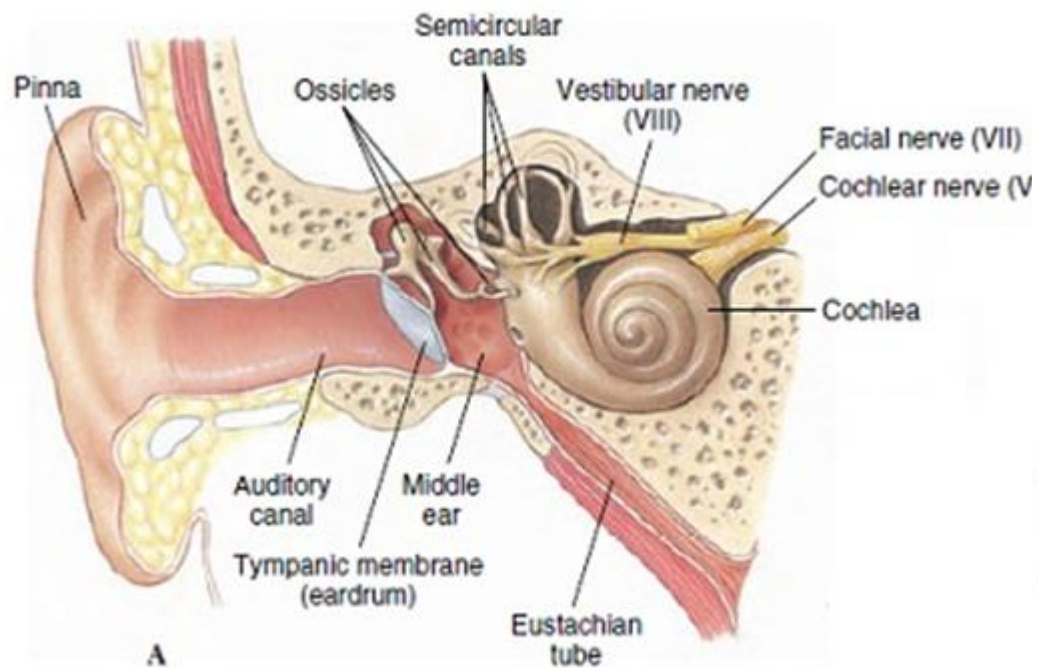
- ✓ Quando esses músculos se contraem, a cadeia de ossículos torna-se muito mais rígida e a condução do som a orelha interna fica muito diminuída;
- ✓ Um som barulhento faz com que esses músculos se contraíam, uma resposta chamada de **reflexo de atenuação**.



Reflexo de Atenuação

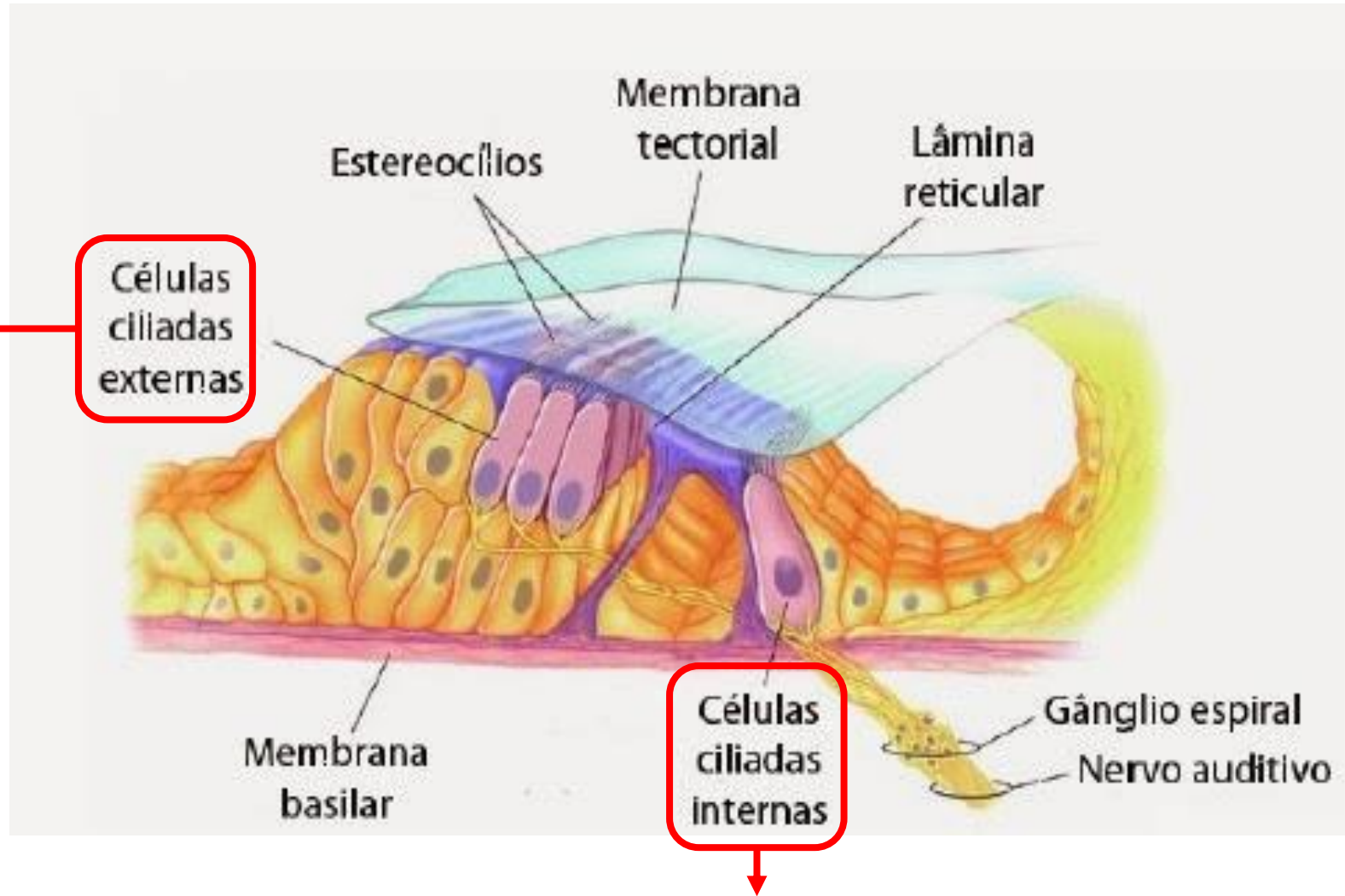
Funções:

- ✓ Adaptar a orelha a sons continuados de alta intensidade = sons de maior volume que poderiam saturar a resposta dos receptores na orelha interna, estariam reduzidos a um nível de baixa saturação devido ao reflexo de atenuação, aumentando a faixa dinâmica que podemos escutar;
- ✓ Proteger a orelha interna dos sons barulhentos que poderiam danificá-lo – porém, possui um retardo de 50 a 100 ms em relação ao tempo em que o som alcança o ouvido, não oferecendo muita proteção contra sons intensos muito repentinos; o prejuízo pode ocorrer antes que os músculos se contraíam. Por isso, uma forte explosão ou a música no fone de ouvido pode prejudicar a cóclea.



Órgão de Corti

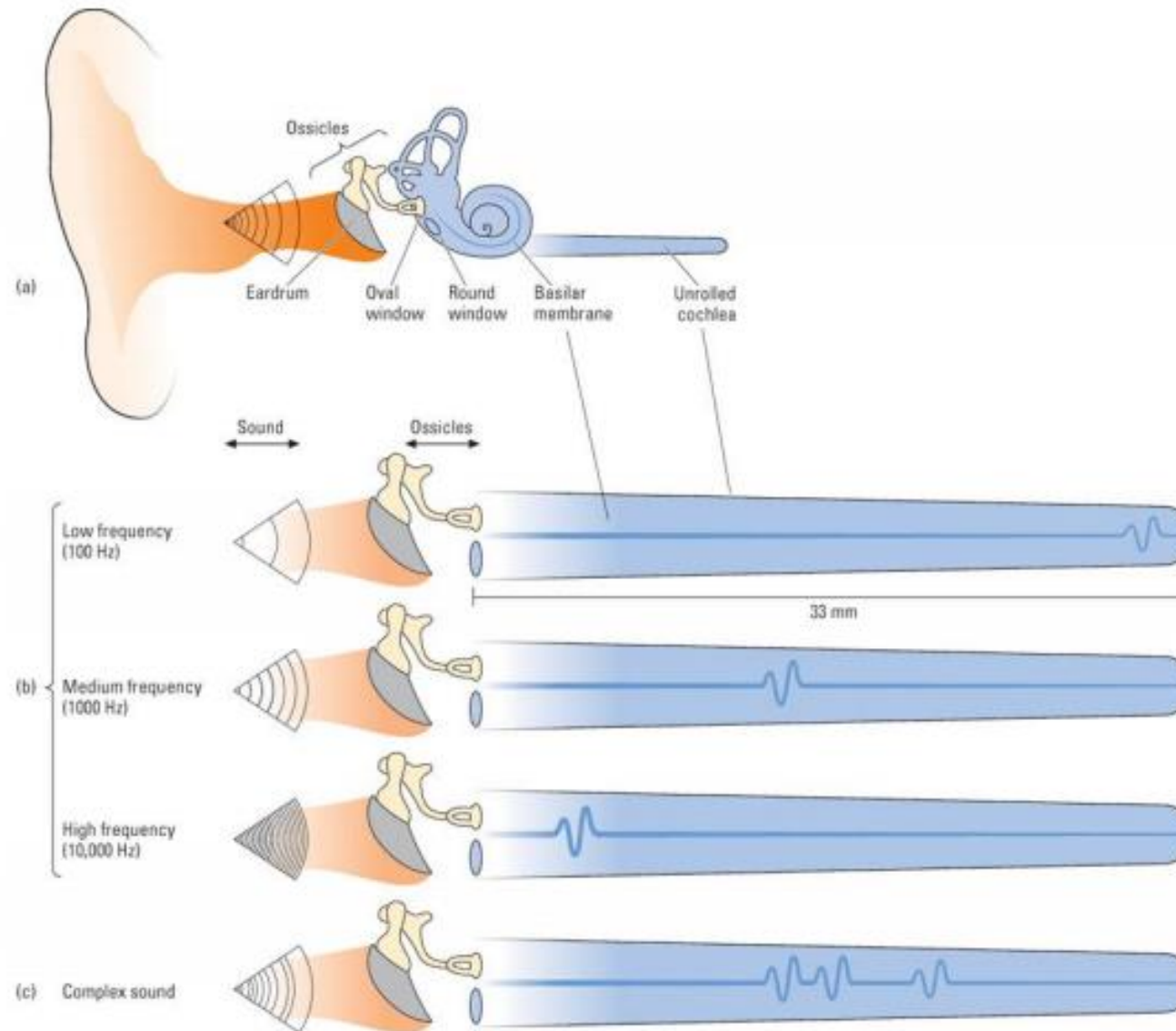
Atuam como pequenos motores que amplificam o movimento da membrana basilar durante os estímulos sonoros de baixa intensidade.



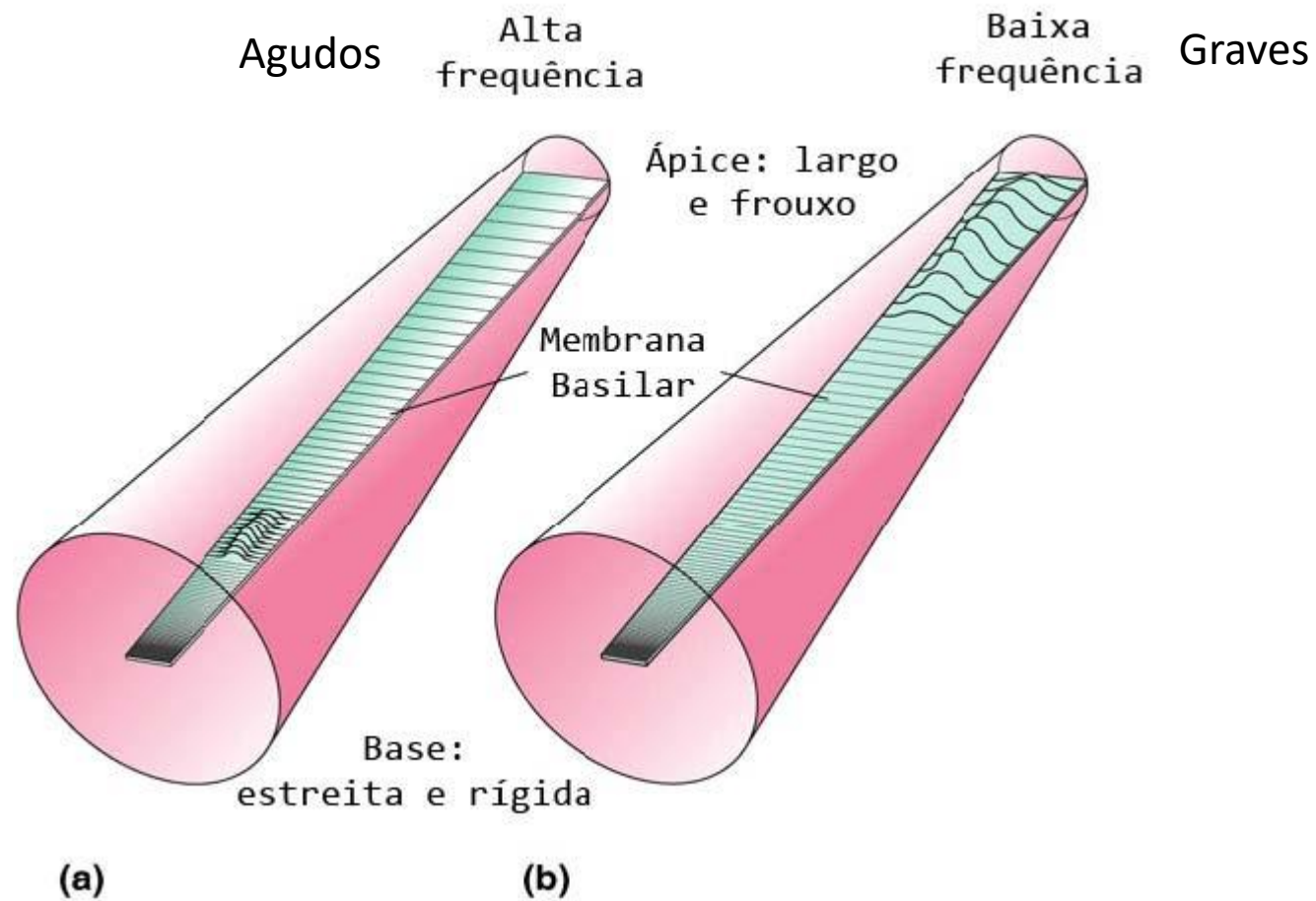
A maior parte da informação que deixa a cóclea provém das células ciliadas internas

Vídeo

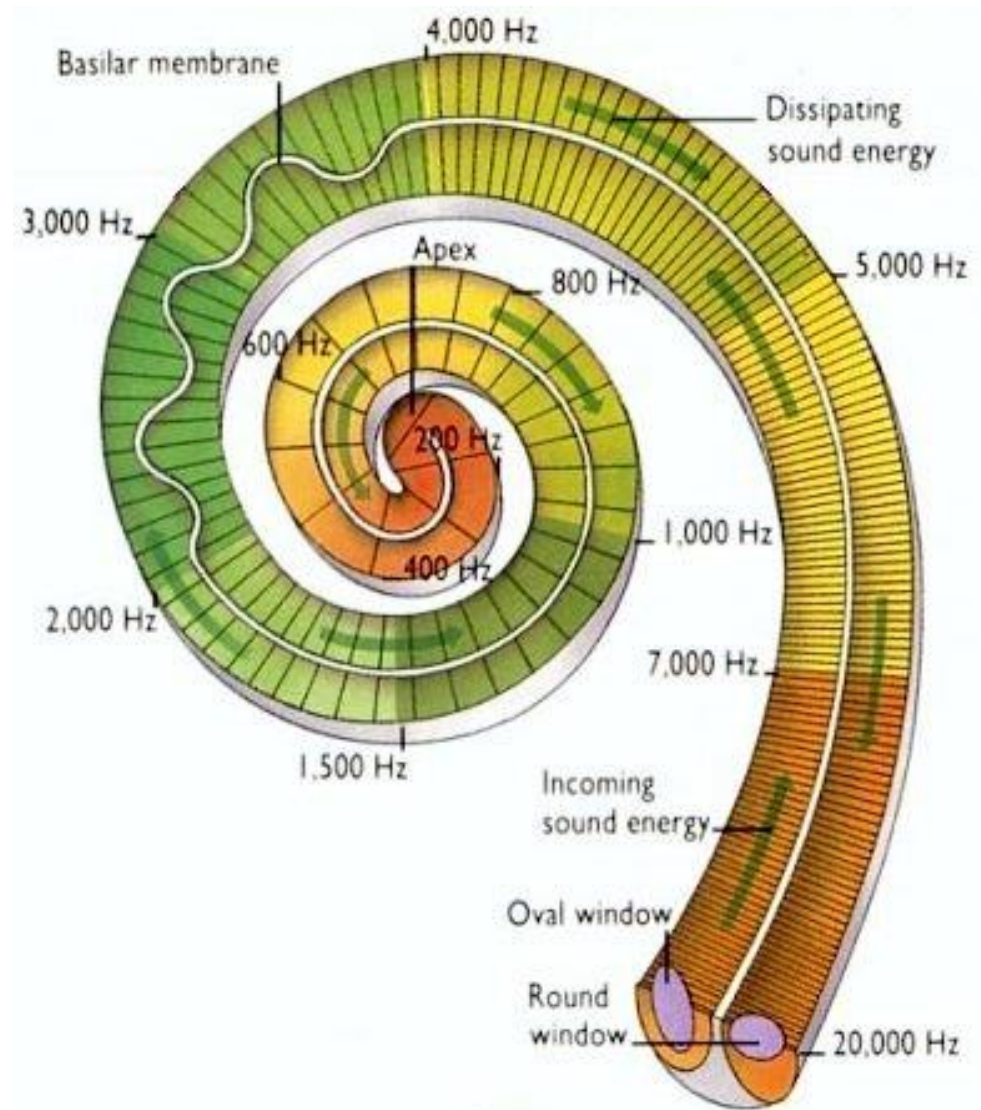
Organização tonotópica



Organização tonotópica

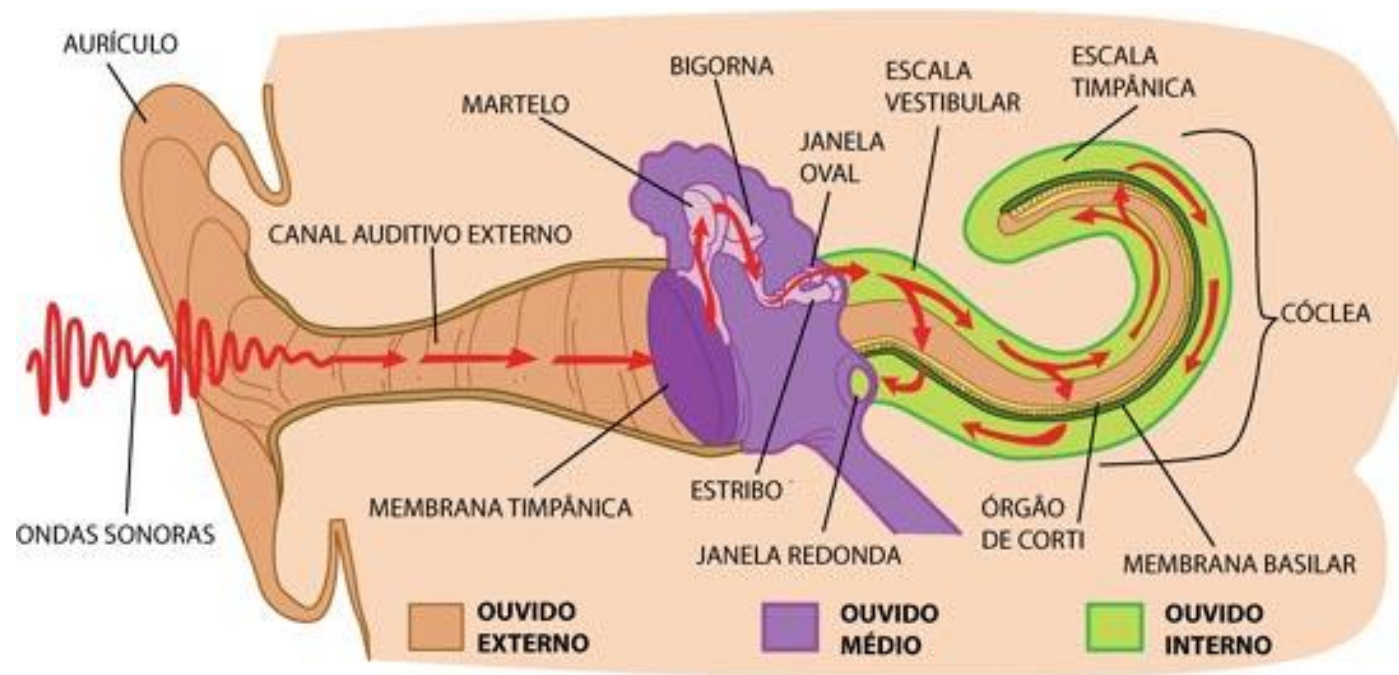


Organização tonotópica



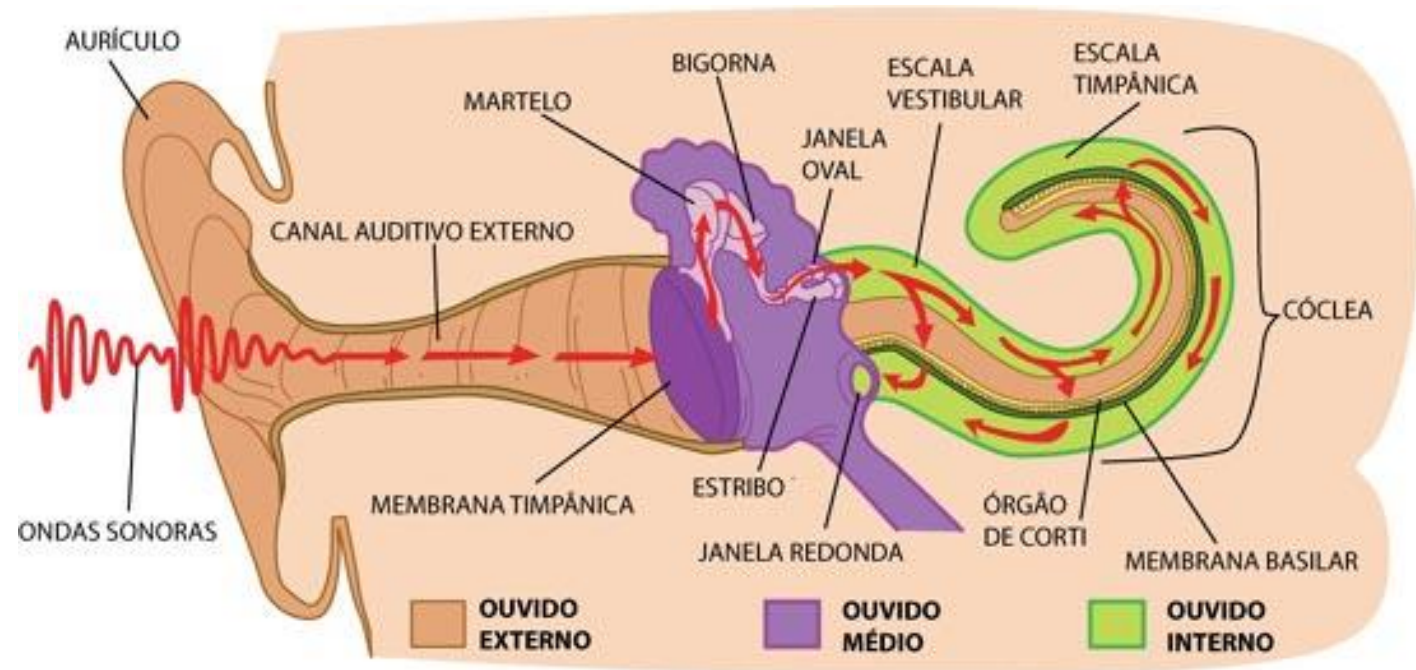
Transdução

- A energia sonora no ambiente chega até ao tímpano pelo canal auditivo, parte da orelha externa.



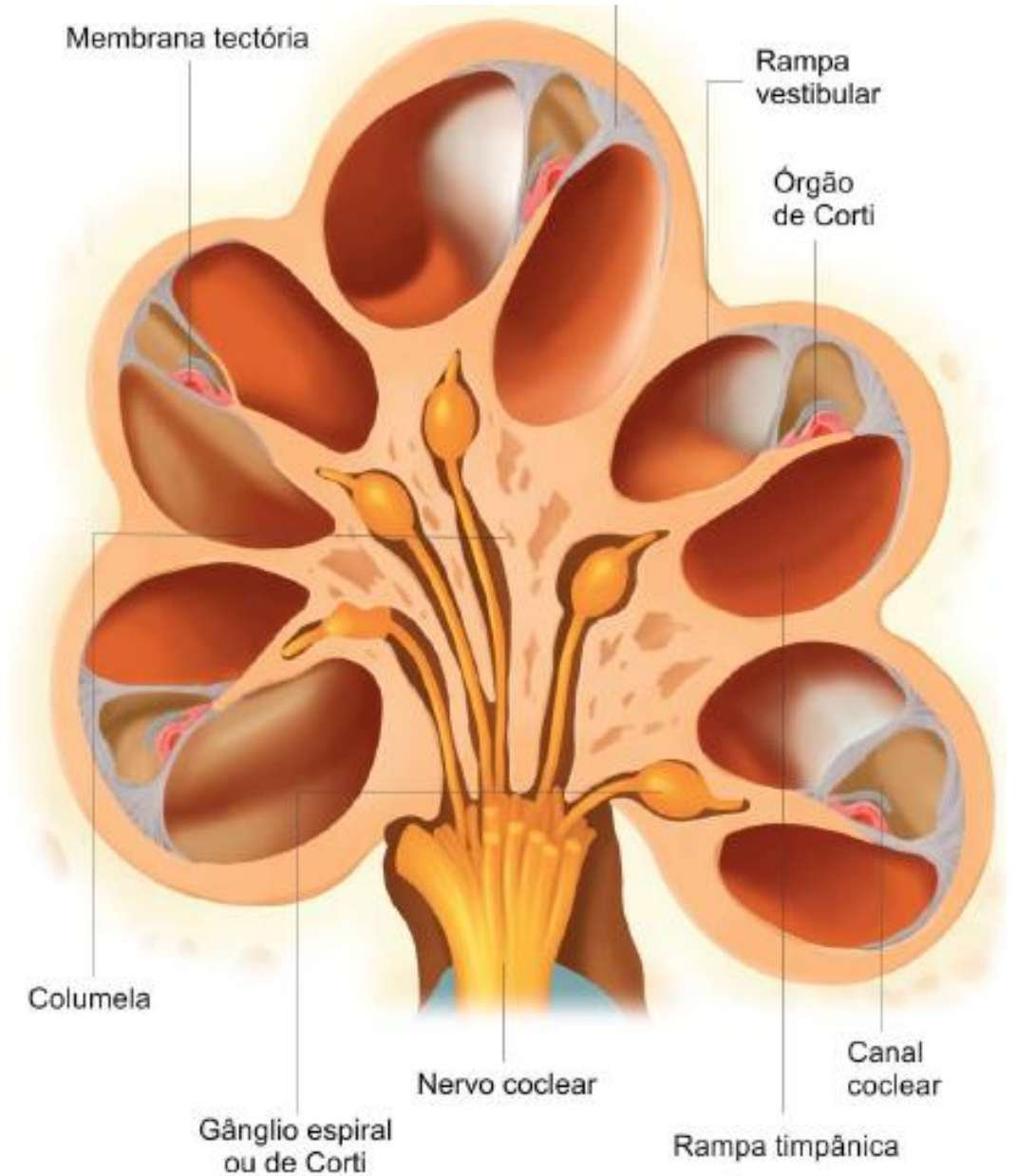
Transdução

- Essa energia é transmitida pelo tímpano aos ossículos da orelha média (martelo, bigorna e estribo), que farão a transmissão para a janela oval na cóclea.



Transdução

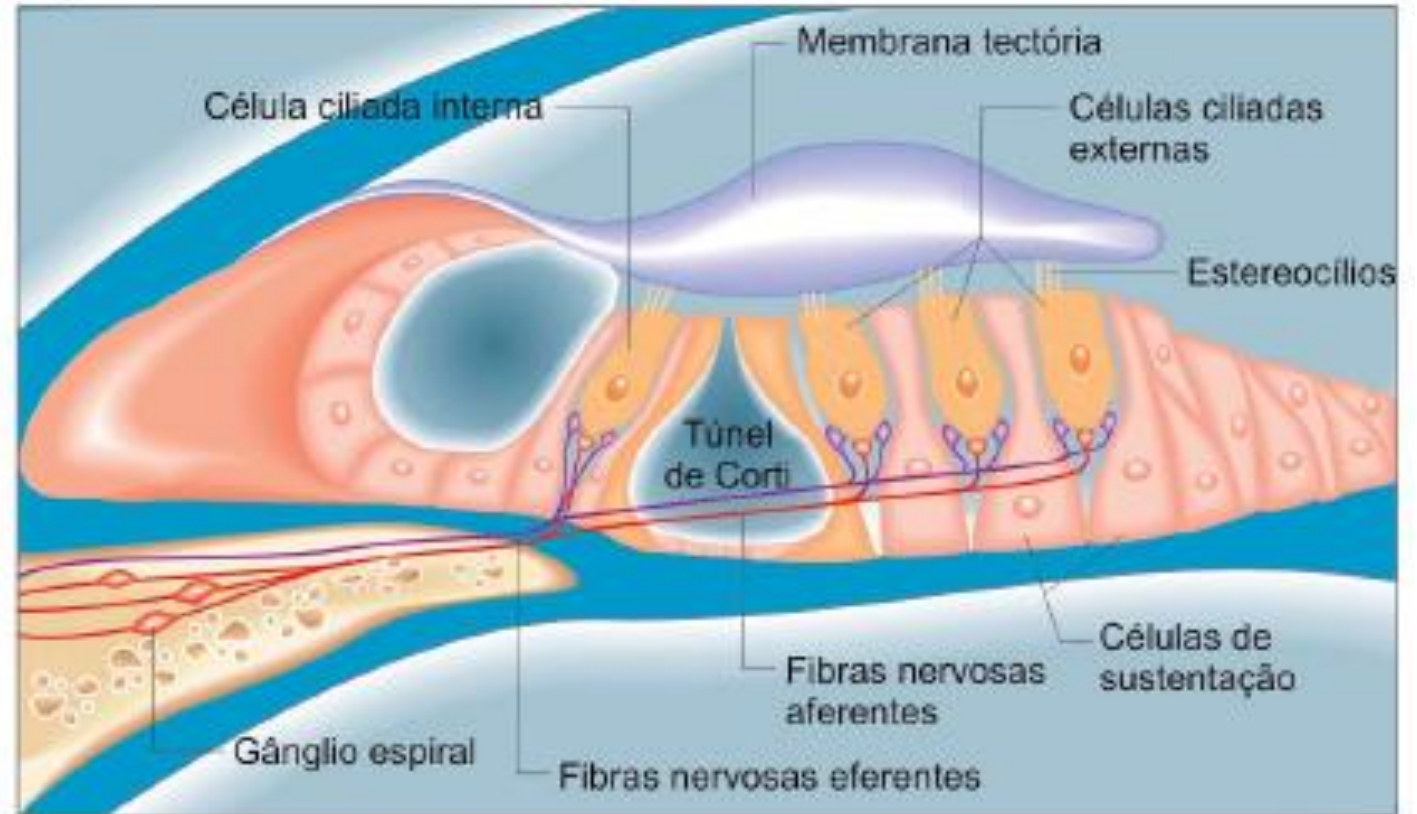
- Os mecanorreceptores, responsáveis pela transdução da energia sonora em impulsos nervosos, localizam-se no órgão de Corti.



Transdução

- Os mecanorreceptores, encontram-se imersos na membrana tectorial, uma estrutura rígida e fixa.

Órgão de Corti



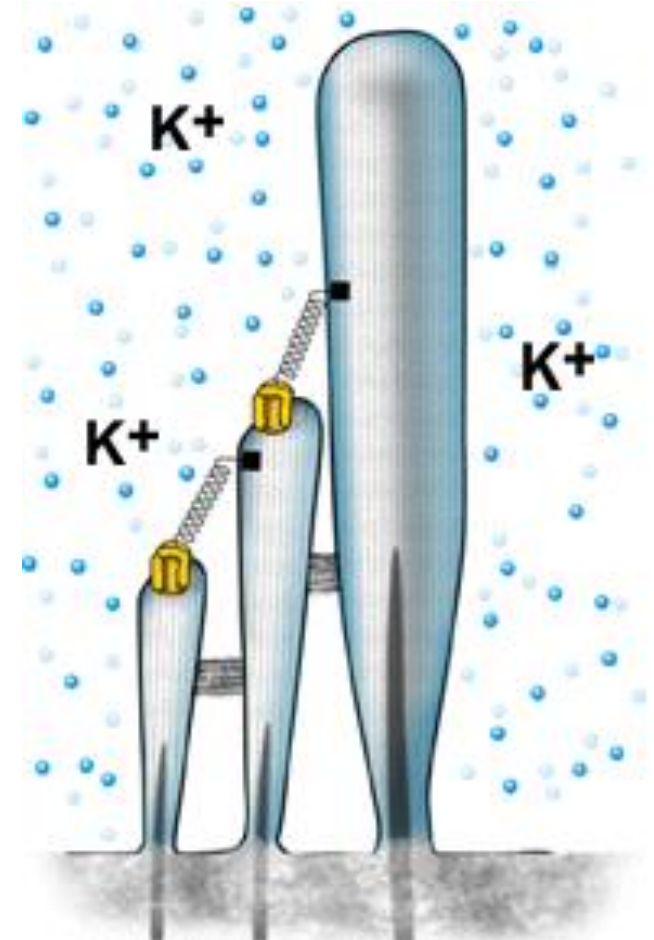
Transdução

- Alteração na atividade eletrofisiológica modula a quantidade de neurotransmissor liberado na fenda sináptica e, a resposta dos neurônios ganglionares que integram o nervo coclear.



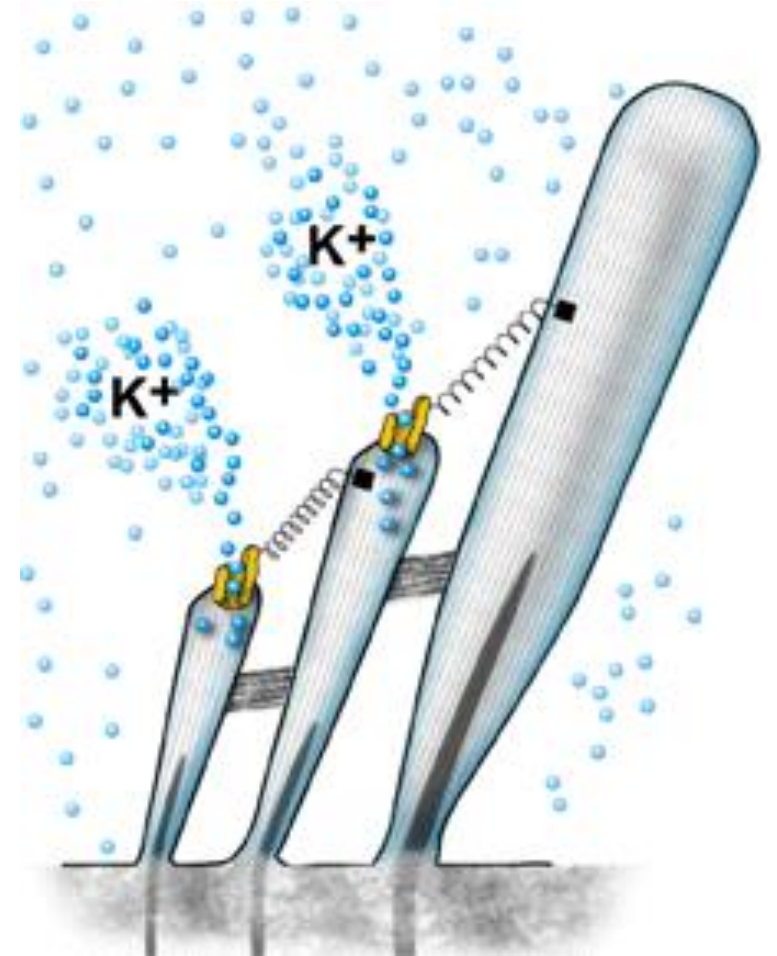
Transdução

- Os cílios possuem canais iônicos de potássio que encontram-se parcialmente abertos em repouso - mesmo na ausência de som o nervo coclear possui uma taxa basal de disparos de potenciais de ação.

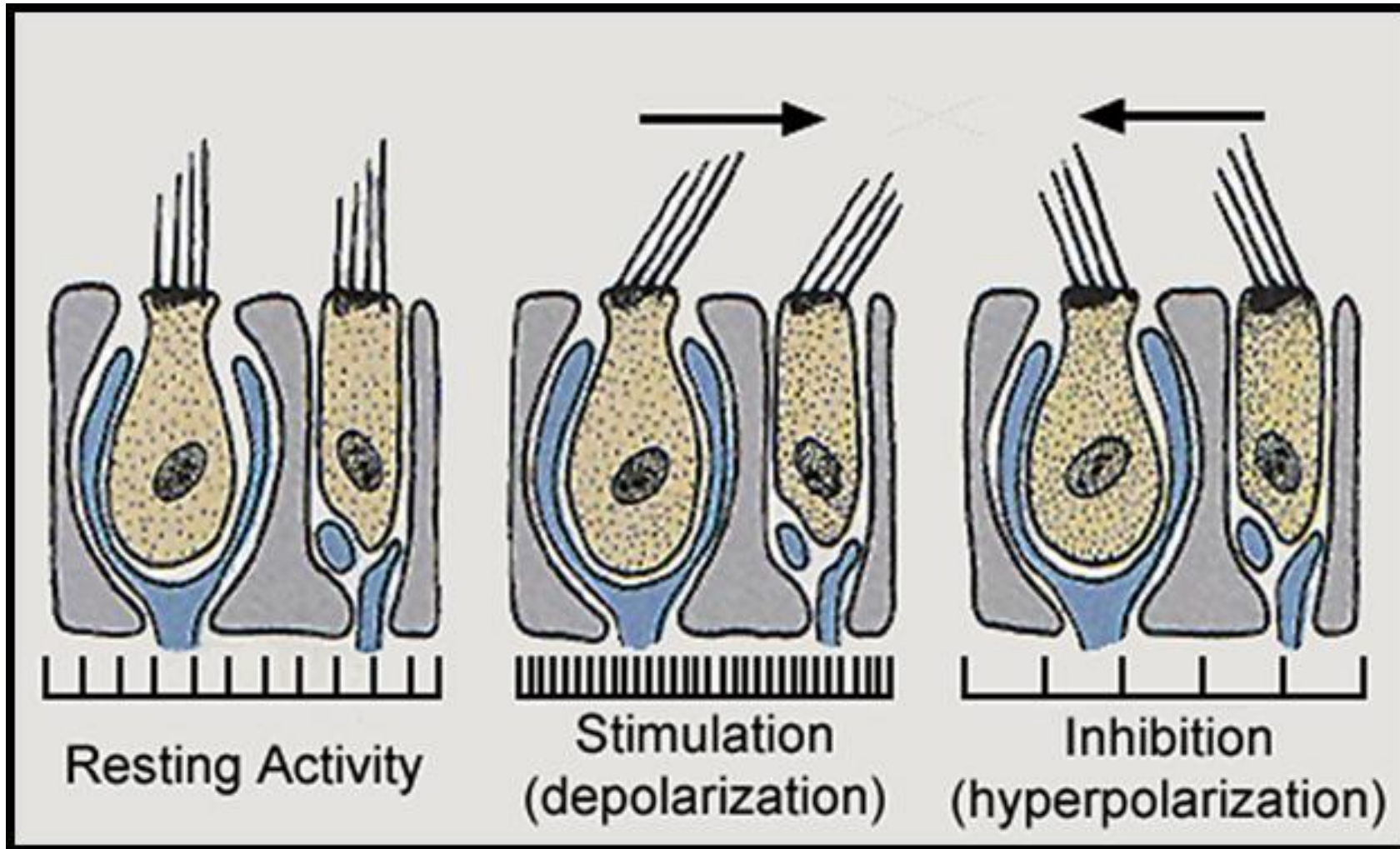


Transdução

- O movimento dos cílios – bidirecional
 - Influxo de potássio (de um lado).
 - Fechamento dos canais (do outro).



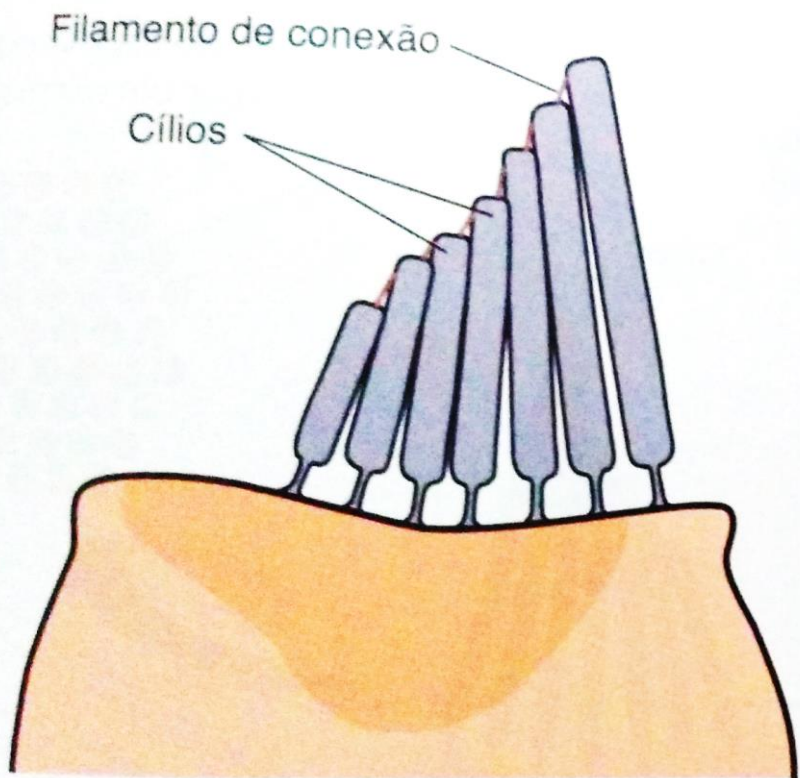
Transdução



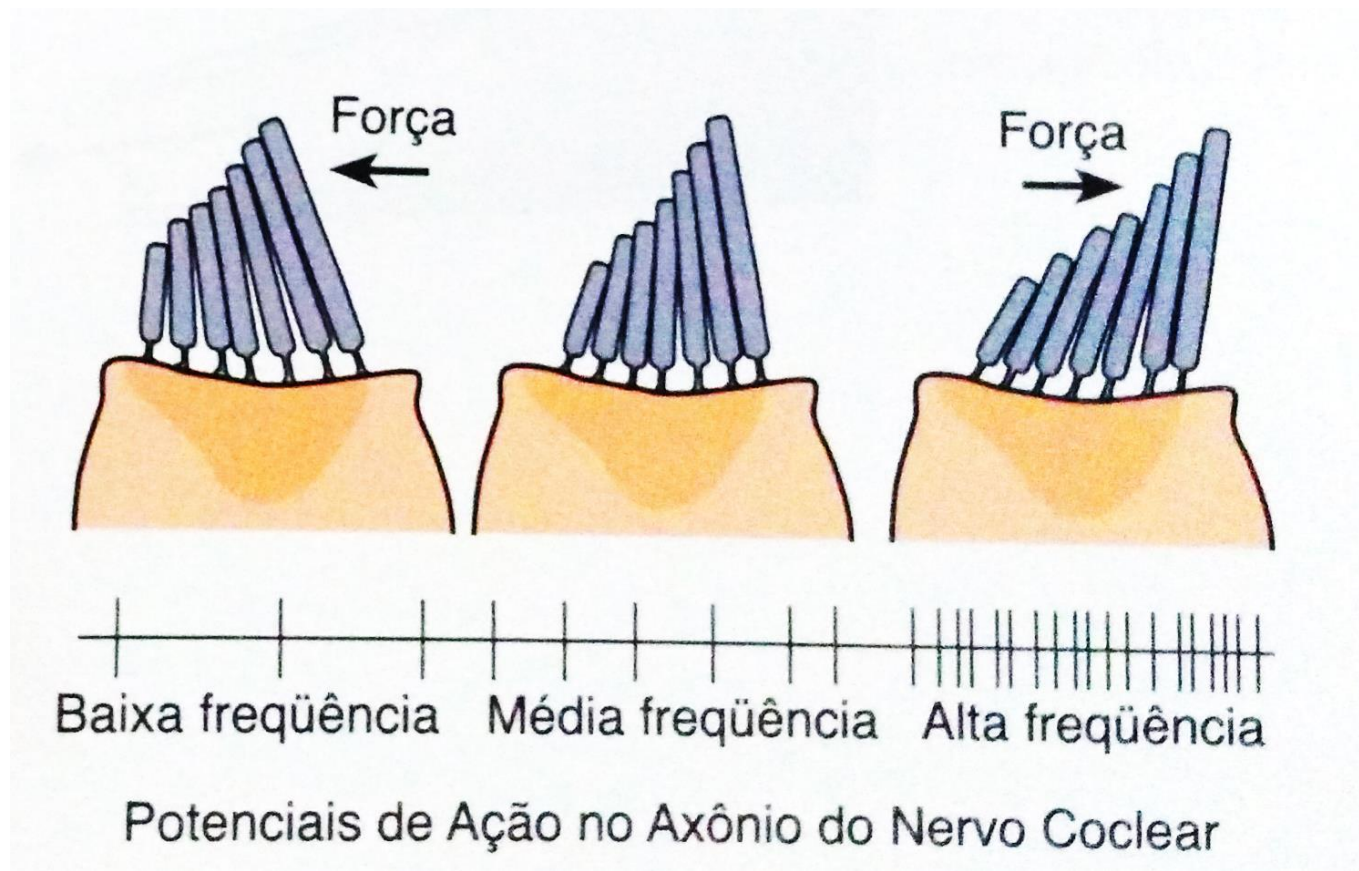
Transdução

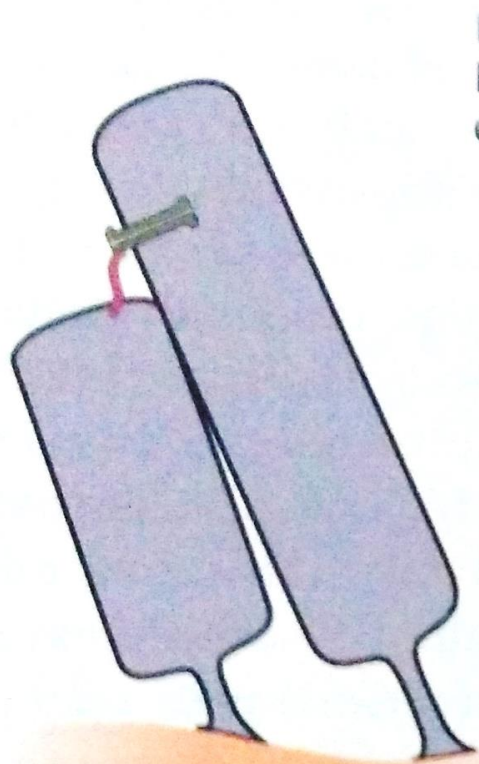
- Essas alterações modulam a quantidade de neurotransmissor liberado na fenda sináptica e, a resposta dos neurônios que integram o nervo coclear.



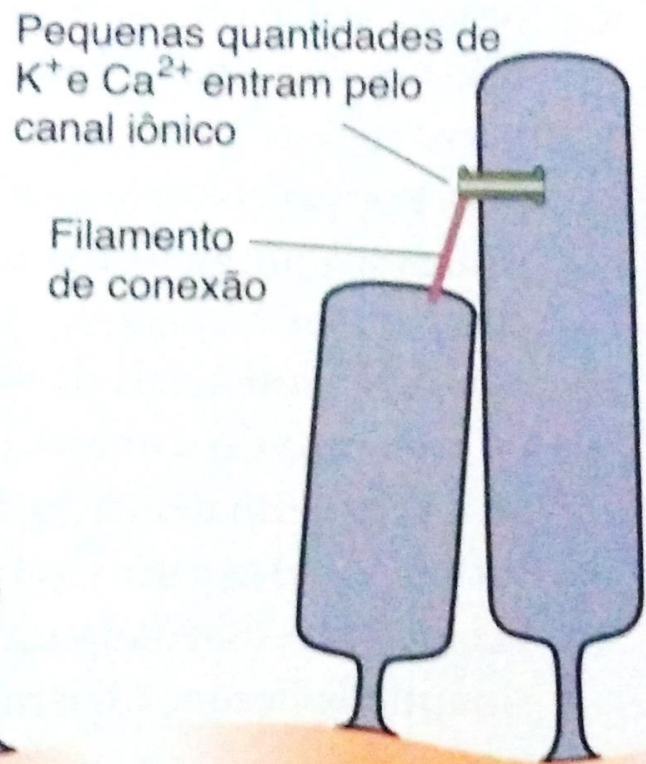


(a)



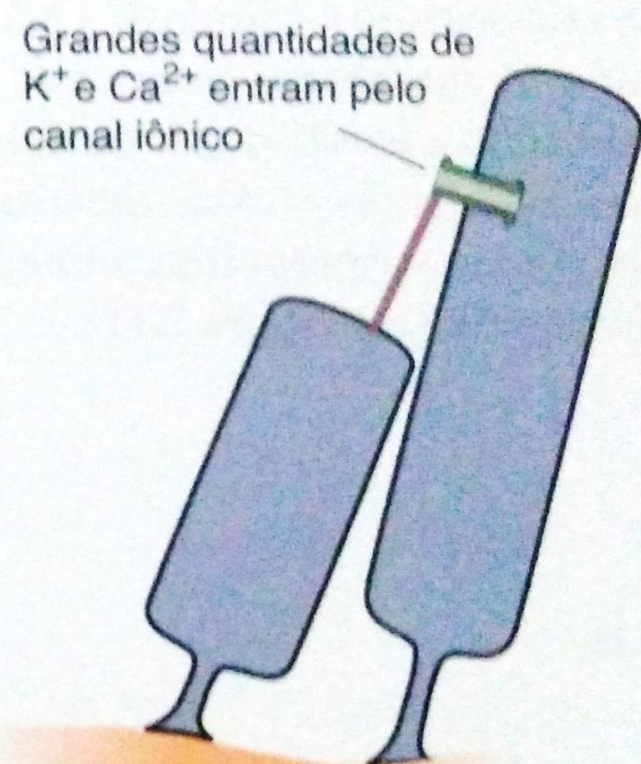


Probabilidade de abertura = 0%



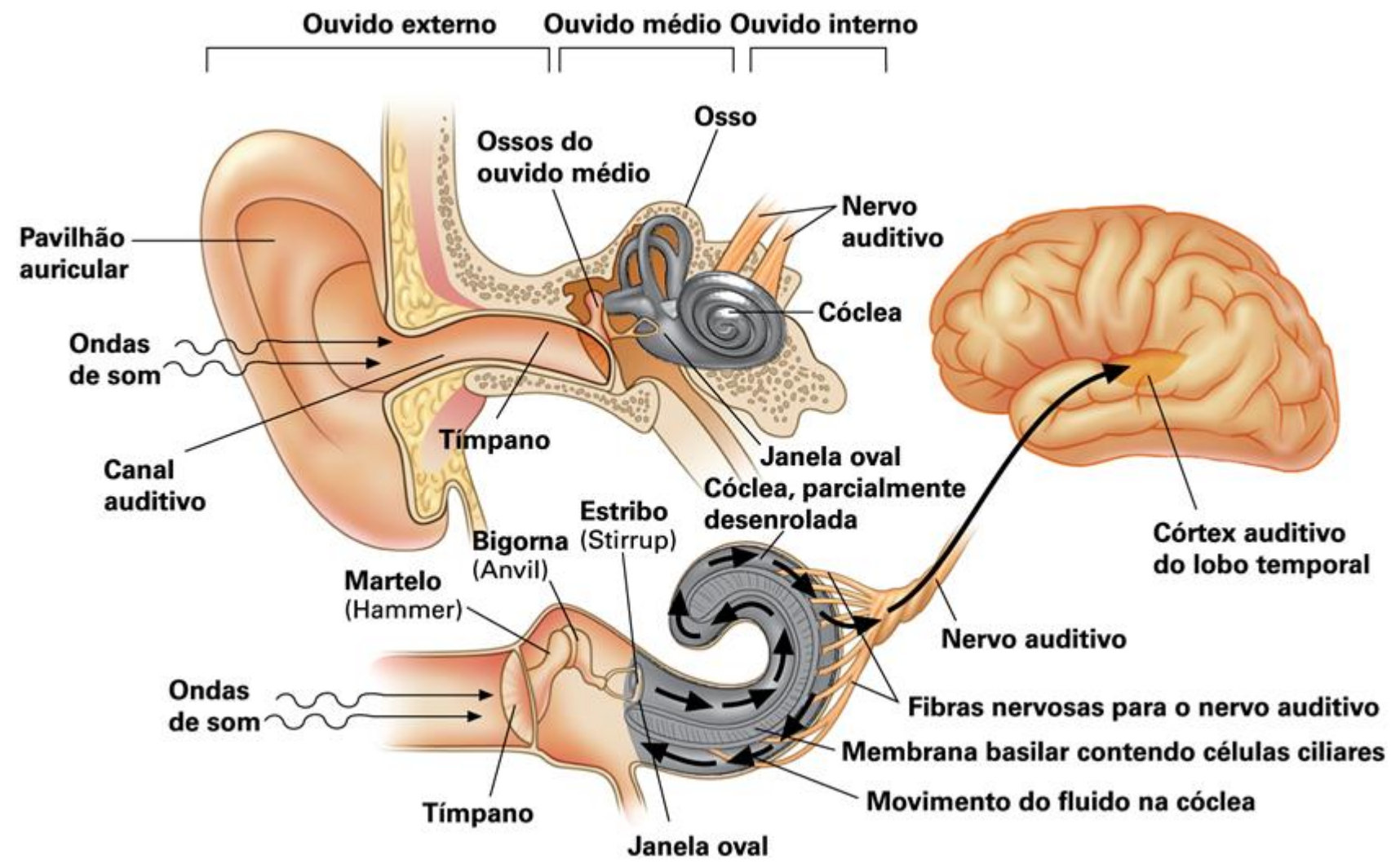
Probabilidade de abertura = 10%

(c)

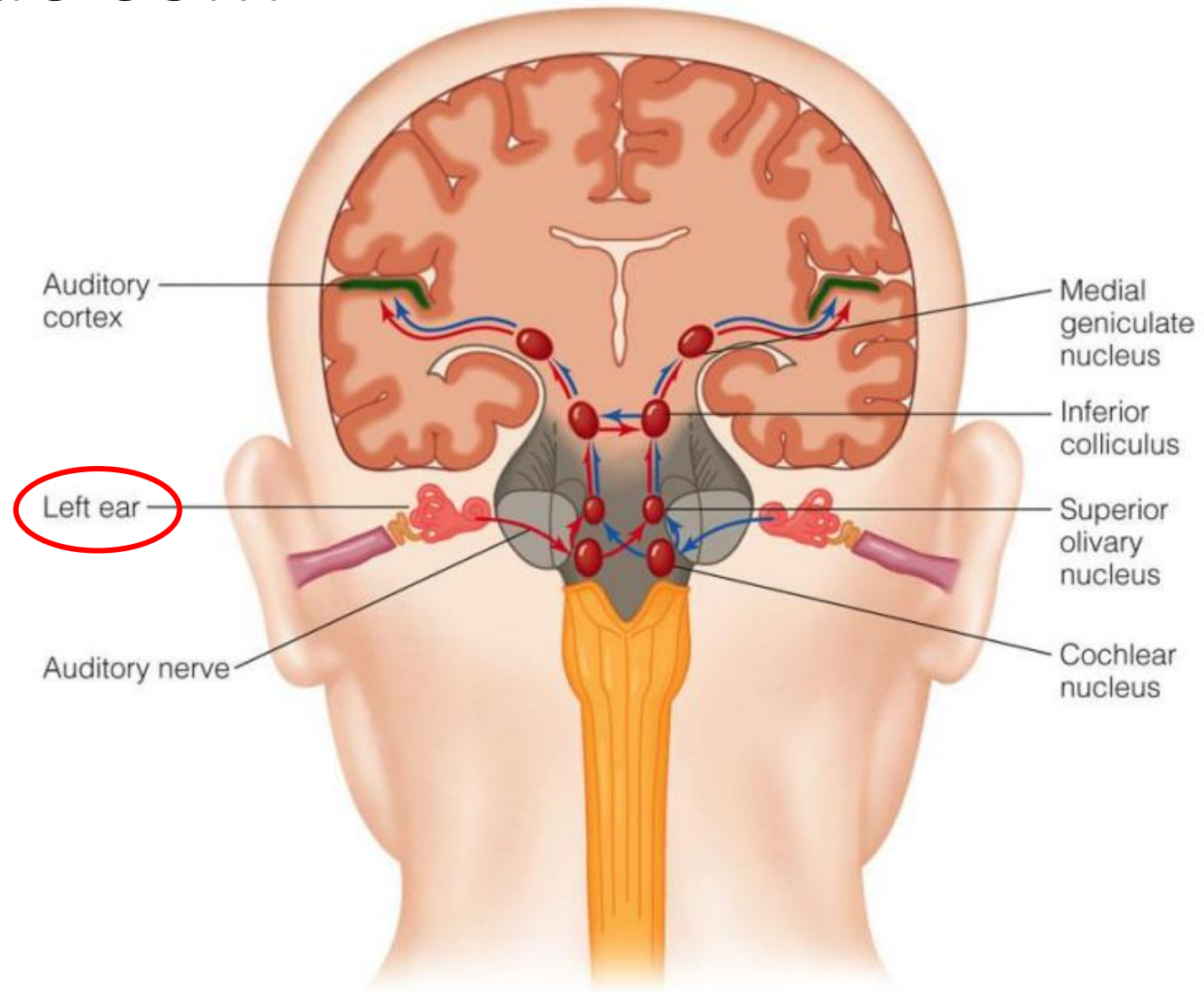


Probabilidade de abertura = 100%

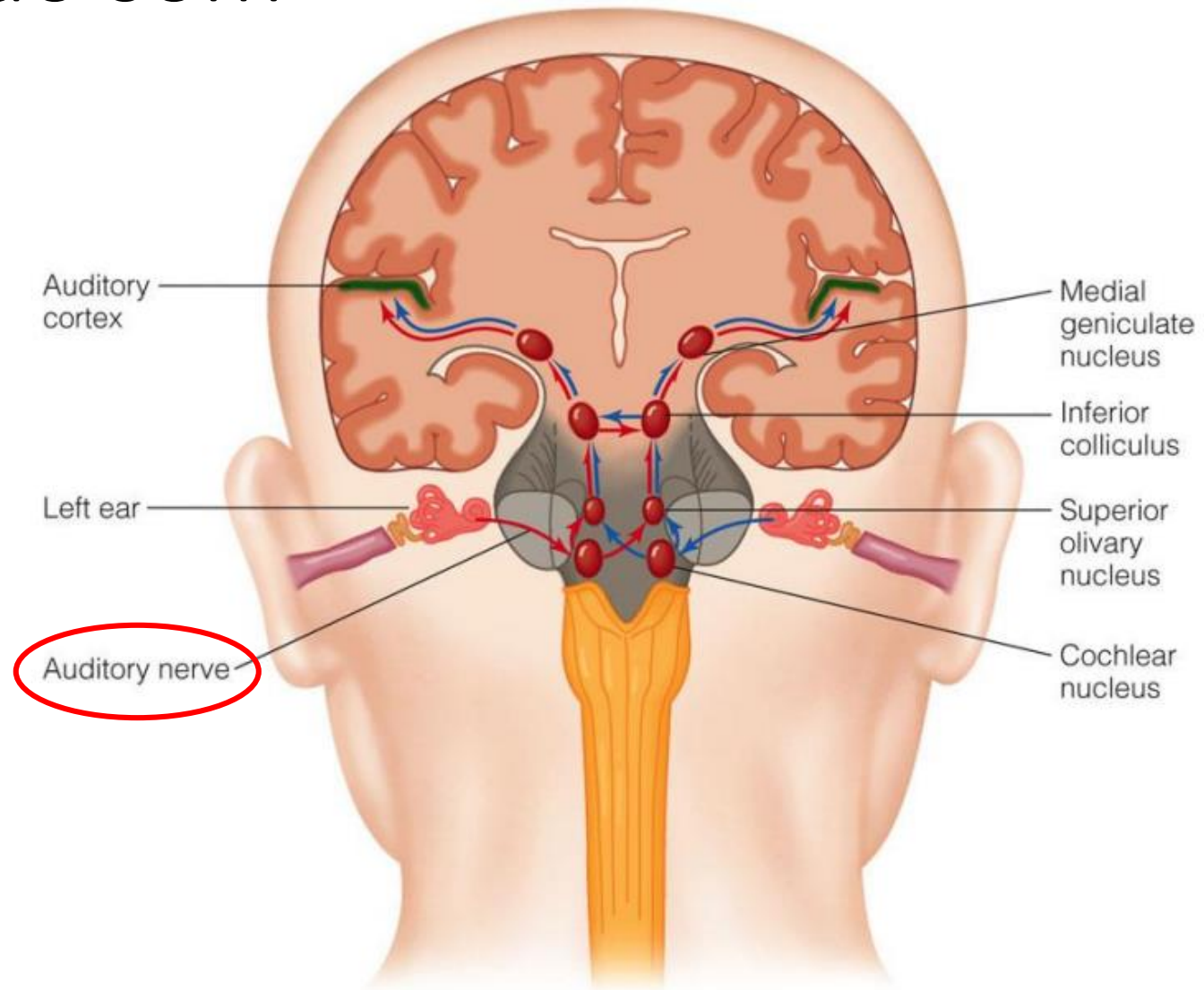
Caminhos do som



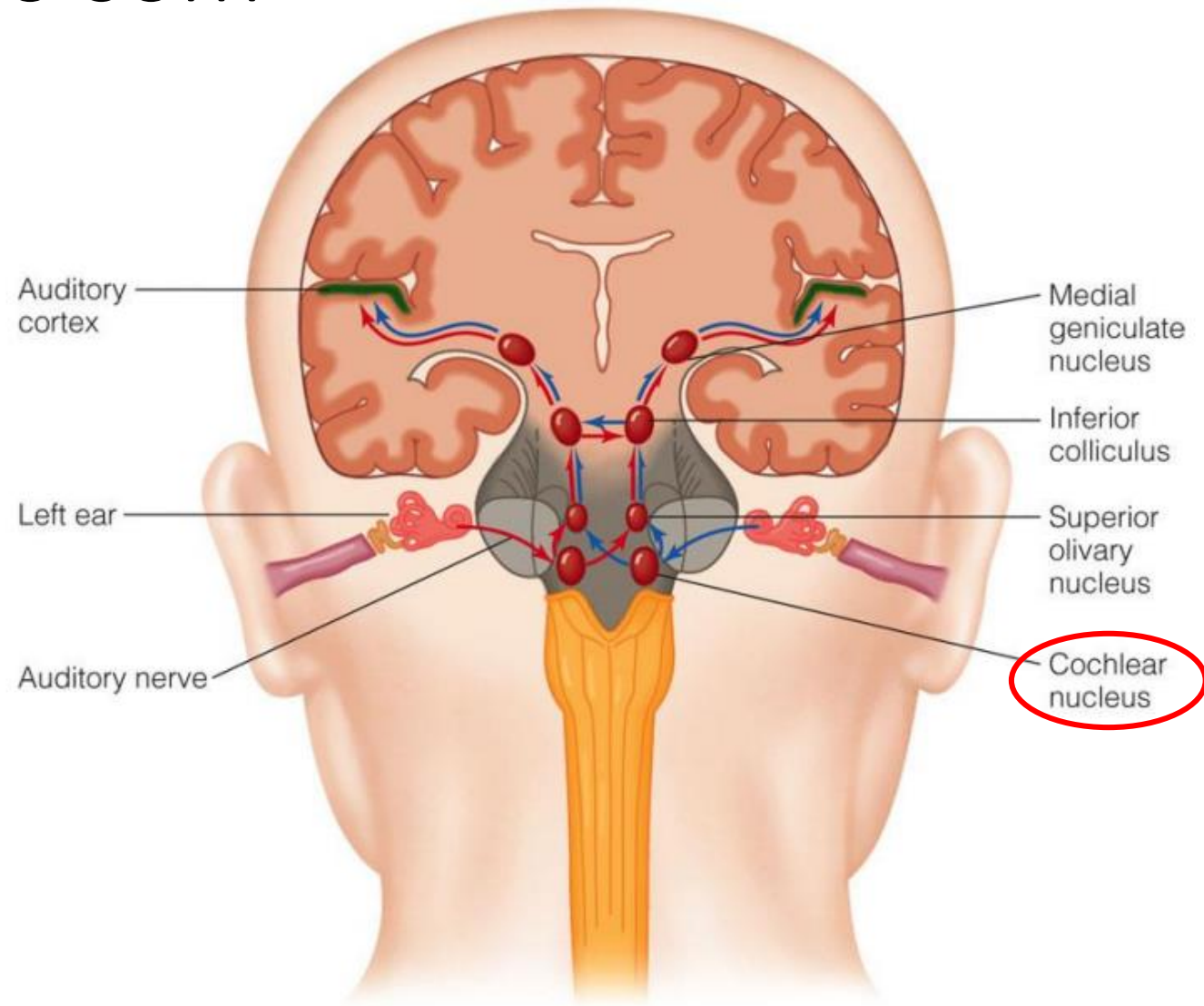
Caminhos do som



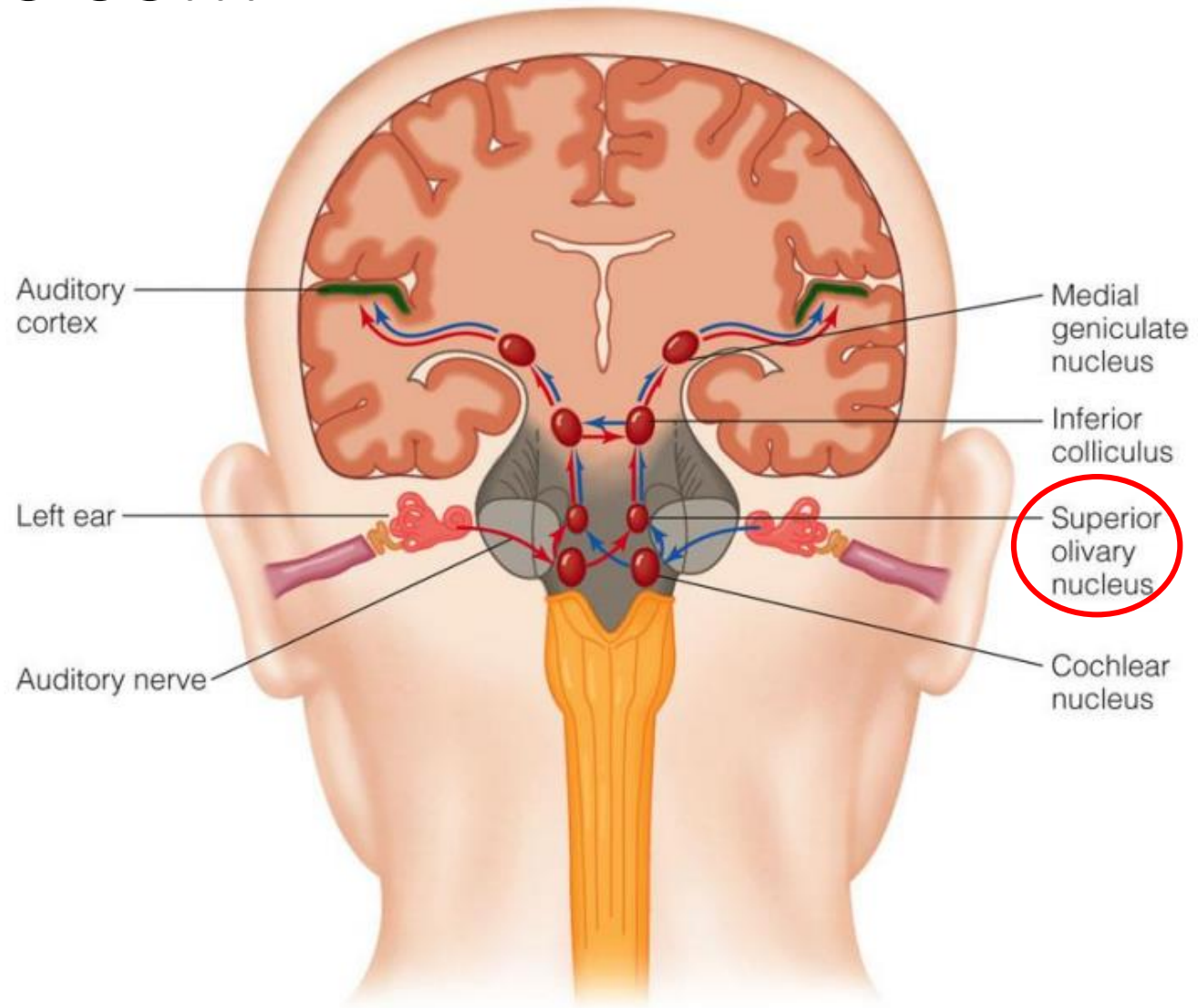
Caminhos do som



Caminhos do som

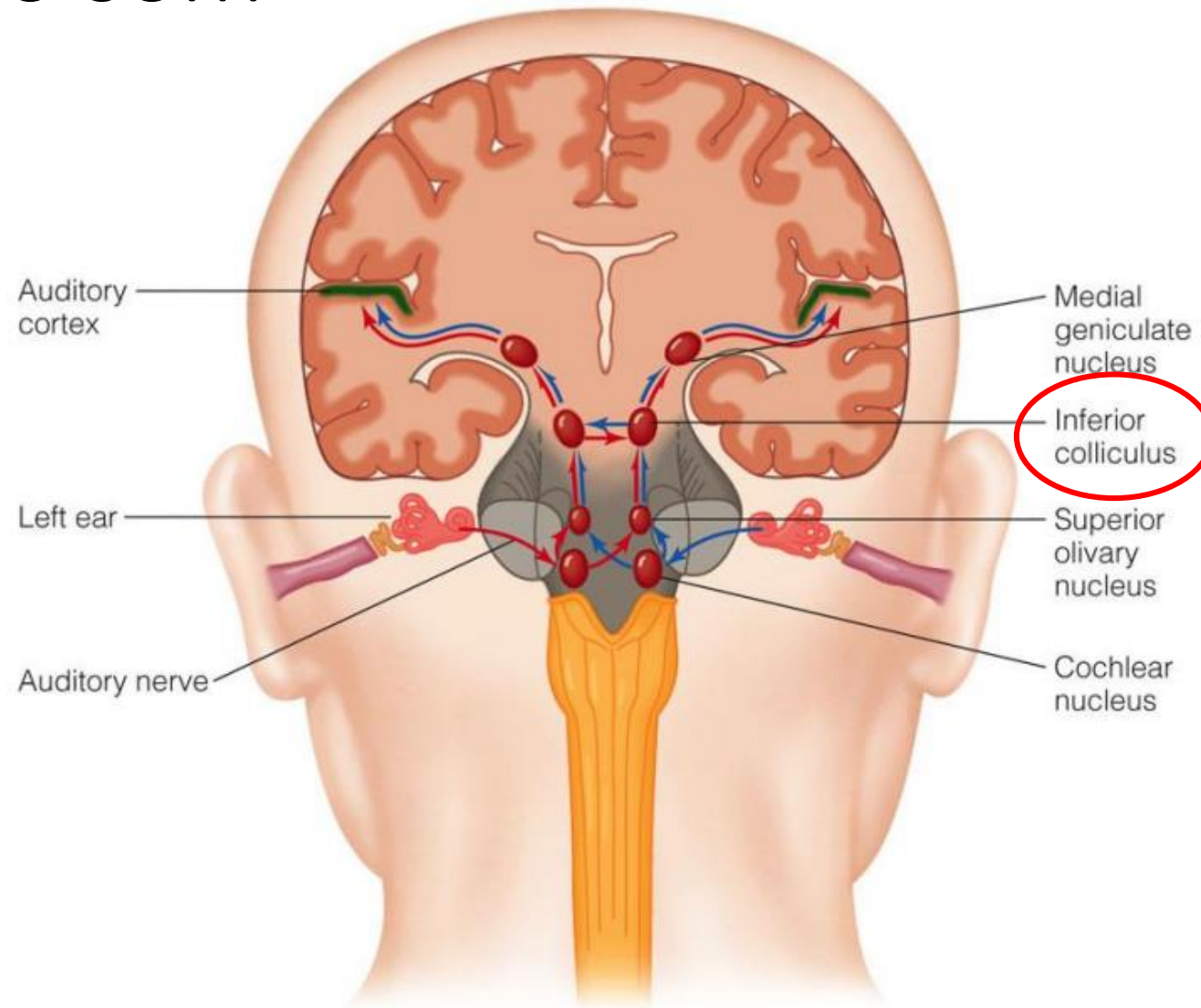


Caminhos do som

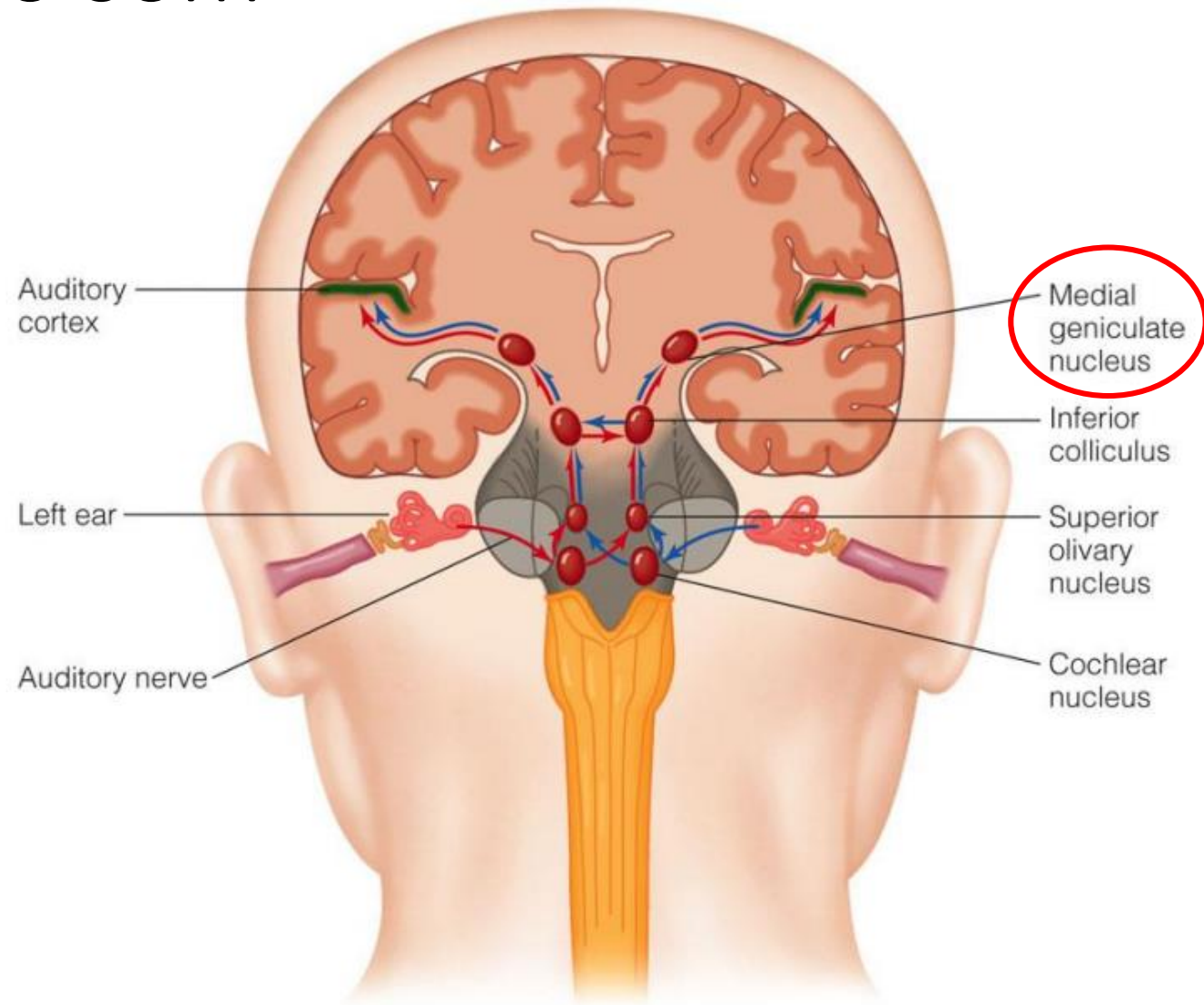


- ✓ Decussação de 80% das fibras
- ✓ Localização sonora

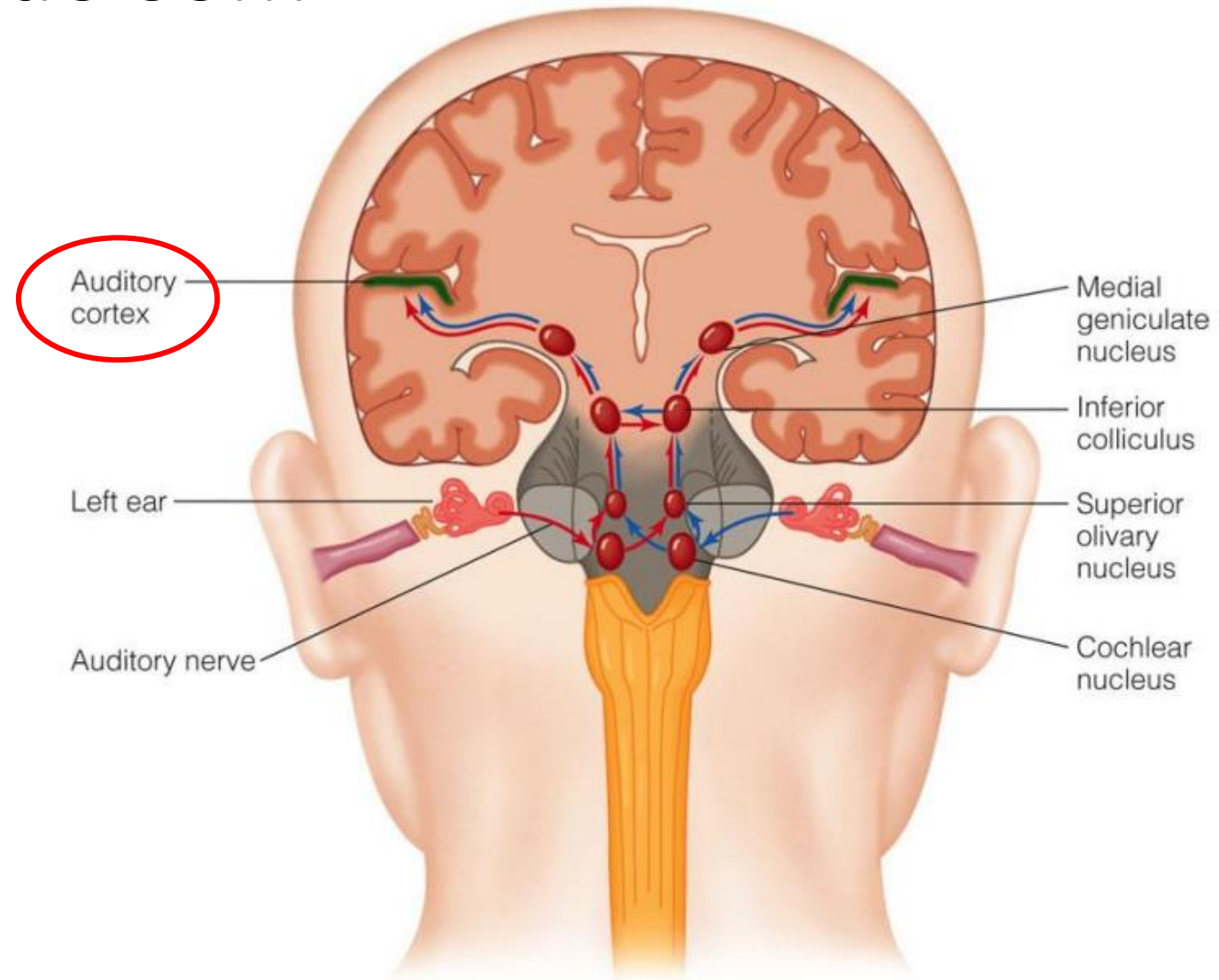
Caminhos do som



Caminhos do som

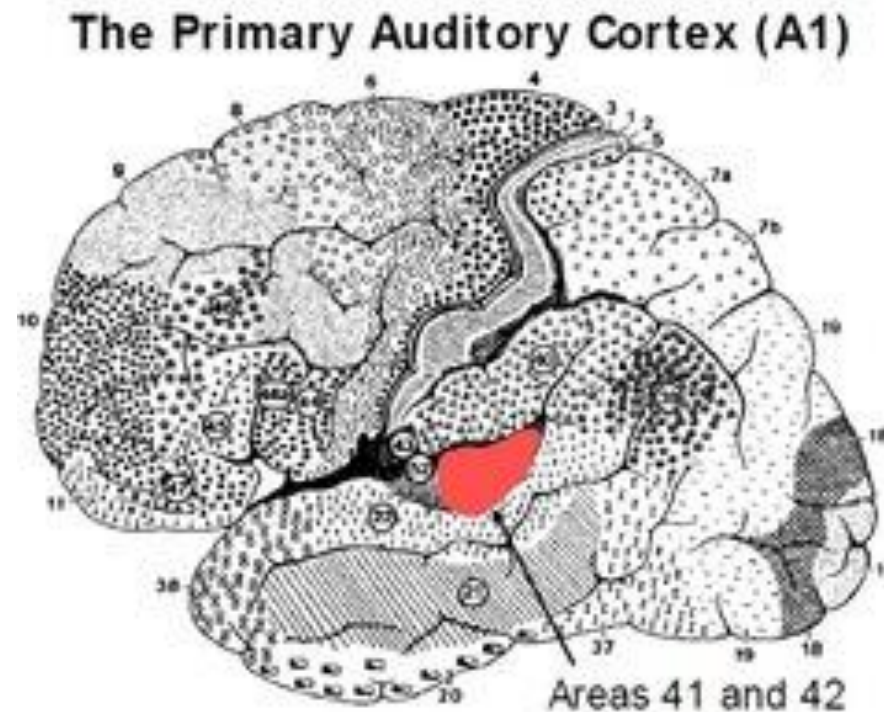


Caminhos do som



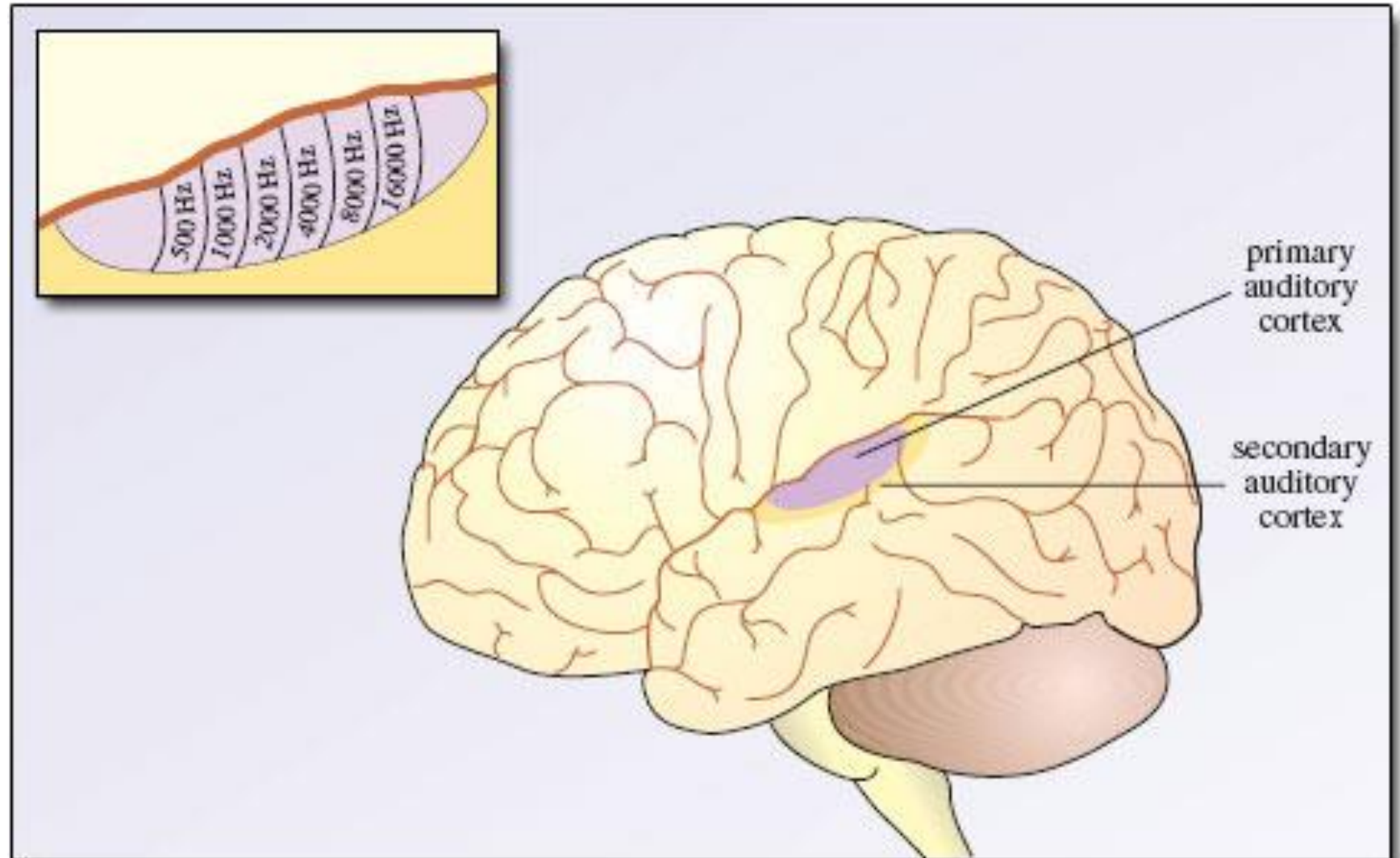
Organização da Área Auditiva Primária

- A área auditiva primária pode ser identificada na área 41 de Brodmann.



Organização tonotópica para frequências é mantida no córtex auditivo primário

Mapa tonotópico preciso, ou seja, a superfície receptora está representada por completo no córtex auditivo primário.



Surdez

- São várias as causas de surdez, desde traumatismos, infecções, substâncias tóxicas até o enrijecimento das estruturas do ouvido médio devido à idade.



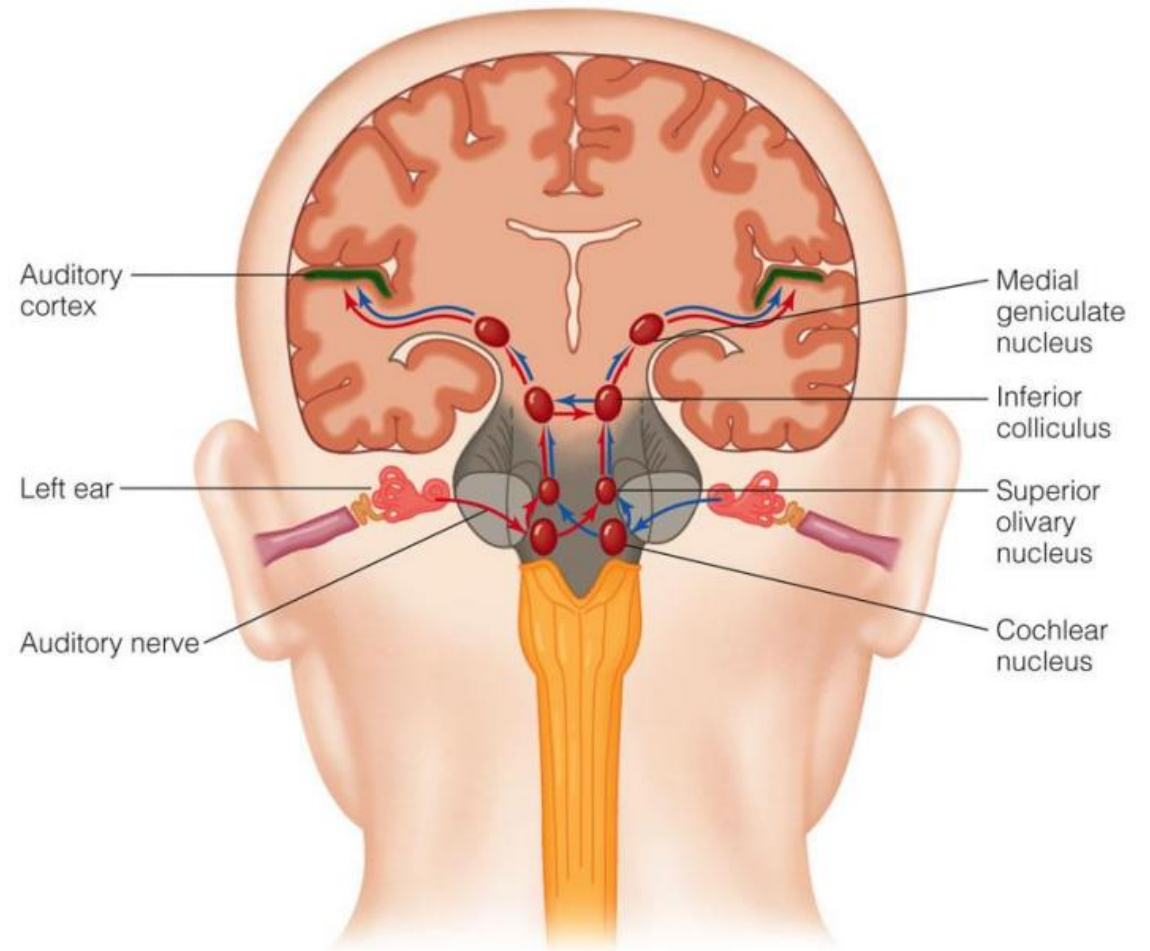
Surdez

A surdez pode ser classificada em:

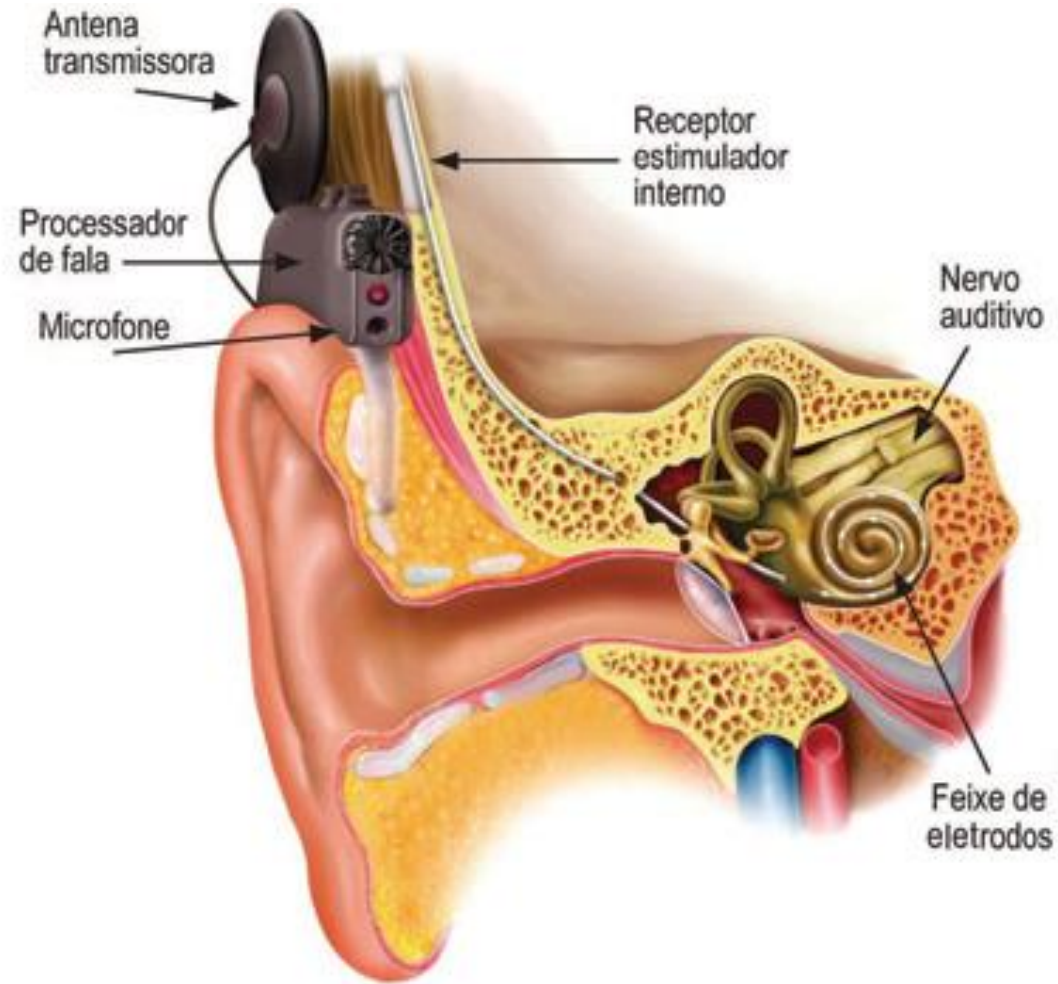
- **surdez de condução:** resultante de uma perturbação na condução do som do ouvido externo à cóclea. Causada por excesso de cera no ouvido ou doenças mais graves dos ossículos;
- **surdez neural:** associada com perdas de neurônios, tanto do nervo auditivo quanto das células ciliadas da cóclea. Causada por tumores, drogas como antibióticos, exposição a sons altos.

Surdez

- Surdez unilateral: a causa geralmente está nas estruturas do ouvido ou nervo auditivo;
- depois das primeiras sinapses, as fibras auditivas são distribuídas aos dois lados do cérebro, produzindo sintomas bilaterais.



Implante Coclear

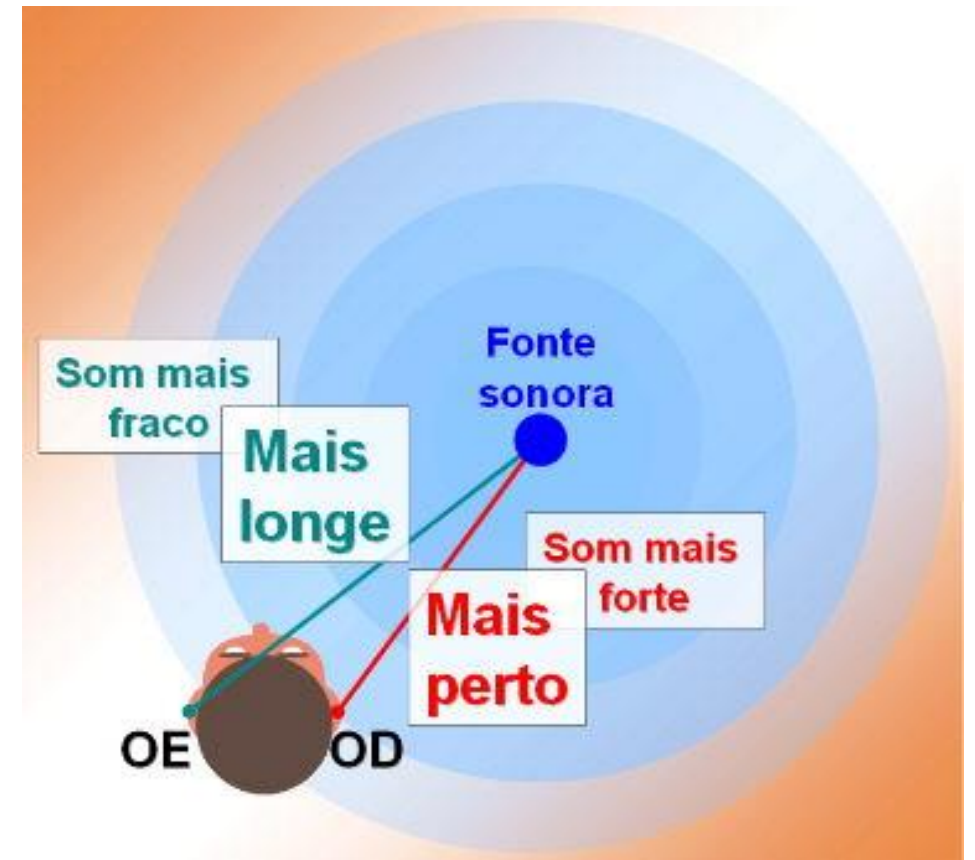


Para casos de surdez unilateral com preservação da cóclea.

Localização da fonte sonora

A audição humana utiliza vários indicadores para localizar uma fonte sonora no espaço:

- ✓ **no plano horizontal** utiliza as diferenças de sinal que chegam de ambos os ouvidos (indicadores binaurais).
- ✓ **no plano vertical**, os indicadores principais utilizados são indicadores monaurais, que resultam da modificação do som pelo tronco, pela cabeça e pelo ouvido externo do ouvinte.



- ✓ **Avaliação de Distância:** quando uma fonte se encontra em movimento, a intensidade do som varia. Se ela se aproxima, a intensidade aumenta, pelo contrário, diminui à medida que se afasta.
- ✓ O ser humano realiza instintivamente pequenos movimentos da cabeça que lhe permitem criar novos indicadores binaurais e monaurais, e assim, identificar com melhor precisão a fonte sonora.



Referências Bibliográficas

- ✓ Gerard Tortora & Bryan Derrickson, *Corpo Humano Fundamentos de Anatomia e Fisiologia*, 8º Edição, Editora Artmed, 2012;
- ✓ Neil R. Carlson, *Fisiologia do Comportamento*, 7º Edição, Editora Manole, 2004;
- ✓ Mark Bear, Barry Conors, Michael Paradiso, *Neurociências Desvendando o Sistema Nervoso*, 2º Edição, Editora Artmed, 2002.