Ser Humano e Educação em Ciências

4 Função da Percepção (Parte II) - Sistema Sensorial

Sistema Sensorial

A atividade desta semana é a continuação do processo de controle corporal e percepção do mundo externo pelo nosso organismo. Como vocês devem se lembrar, na semana passada, trabalhamos um pouco do conhecimento sobre como o nosso cérebro integra as respostas obtidas das diversas partes do corpo, e também vimos um pouco das subdivisões do sistema nervoso e suas atuações no processo de funcionamento do corpo humano. Iniciamos ainda o estudo das sensações do mundo à nossa volta, com a análise da visão. Assim, continuando esse processo, esta semana trabalharemos os outros órgãos especiais dos sentidos, bem como os estímulos percebidos por cada um deles e a integração dessas informações pelo cérebro.

Ao longo da evolução, os organismos foram se tornando mais e mais eficientes em perceber o ambiente à sua volta e também em interpretar esse ambiente da maneira que melhor lhes servisse. Em organismos multicelulares, diversos grupos de células se especializaram em perceber o ambiente e as mudanças que acontecem. Alguns organismos desenvolveram órgãos sensoriais e sentidos diferentes daqueles a que estamos acostumados, como a linha lateral nos peixes, que percebe a movimentação na água; ou as fossetas loreais, presentes em algumas cobras, que conseguem perceber o calor de suas presas. Em humanos, os principais sentidos que temos para percepção do mundo exterior são os sentidos de visão, audição, tato, olfato e paladar. Trabalharemos um pouco sobre cada um desses sentidos, seus estímulos e receptores, além dos órgãos responsáveis por sua percepção, exceto a visão, já trabalhada na semana passada.

Agora, antes de iniciarmos nossas atividades, reflita um pouco sobre as seguintes questões: Existem diferentes tipos de receptor para perceber os estímulos do ambiente? Quais são os estímulos percebidos pelos nossos órgãos sensoriais? Como esses estímulos são percebidos e como acontece a integração deles no SNC?

Olfato

Nesta próxima etapa, vamos trabalhar cada um dos sentidos e seus órgãos sensoriais. Assista agora aos vídeos na ordem indicada e leia o texto a seguir sobre o funcionamento do olfato e do paladar.
Olfato e Paladar parte 1 Olfato e Paladar parte 2 Olfato e Paladar parte 3

Quem de nós nunca sentiu um cheiro e se lembrou de uma pessoa, um lugar ou uma situação? O nariz possui entre 10 milhões e 100 milhões de receptores olfativos, que percebem as diferentes partículas no ar e levam o estímulo até o cérebro, onde a presença dessas partículas é interpretada com diferentes cheiros. Ocasionalmente, quando esses estímulos chegam ao cérebro, podem estimular o sistema límbico, provocando respostas emocionais ou memórias. Tudo começa com a chegada de substâncias químicas até os receptores olfativos, presentes no nariz.

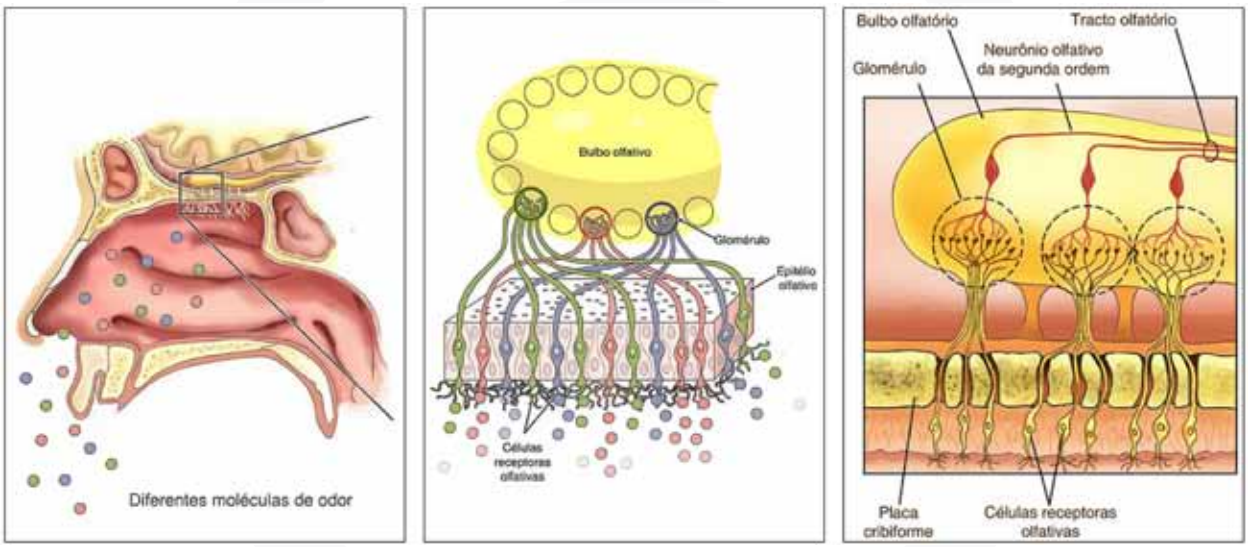

Fig. 1: Células olfativas

Os receptores olfativos são neurônios genuínos, com receptores próprios que penetram no sistema nervoso central. Quando os estímulos chegam até esses receptores, eles passam diretamente ao bulbo olfativo, que os transporta até o centro olfativo, que decodifica e interpreta essas informações. Atualmente, a hipótese mais aceita é a de que existem alguns tipos básicos de células olfativas, cada uma com receptores para um tipo de odor. Os milhares de tipos diferentes de cheiros que uma pessoa consegue distinguir resultariam da integração de impulsos gerados nos diferentes receptores estimulados pelos diferentes cheiros. Interessante notar que a intensidade do cheiro vai depender da quantidade de receptores que forem estimulados ao mesmo tempo e isso sempre vai depender da quantidade de moléculas odoríferas presentes no ambiente. Entretanto, a intensidade de um cheiro nunca é a mesma por grandes quantidades de tempo. Perceba, por exemplo, que quando você chega a um lugar, como uma cafeteria, em um primeiro momento, o aroma de café torrado é intenso e marcante. Entretanto, após alguns segundos, você não mais percebe o aroma, a não ser que preste muita atenção nele. Isso acontece devido à adaptação dos receptores olfatórios. Cerca de 50% deles sofrem o processo de adaptação no primeiro segundo após o contato com as moléculas odoríferas, deixando de responder ao seu contato.

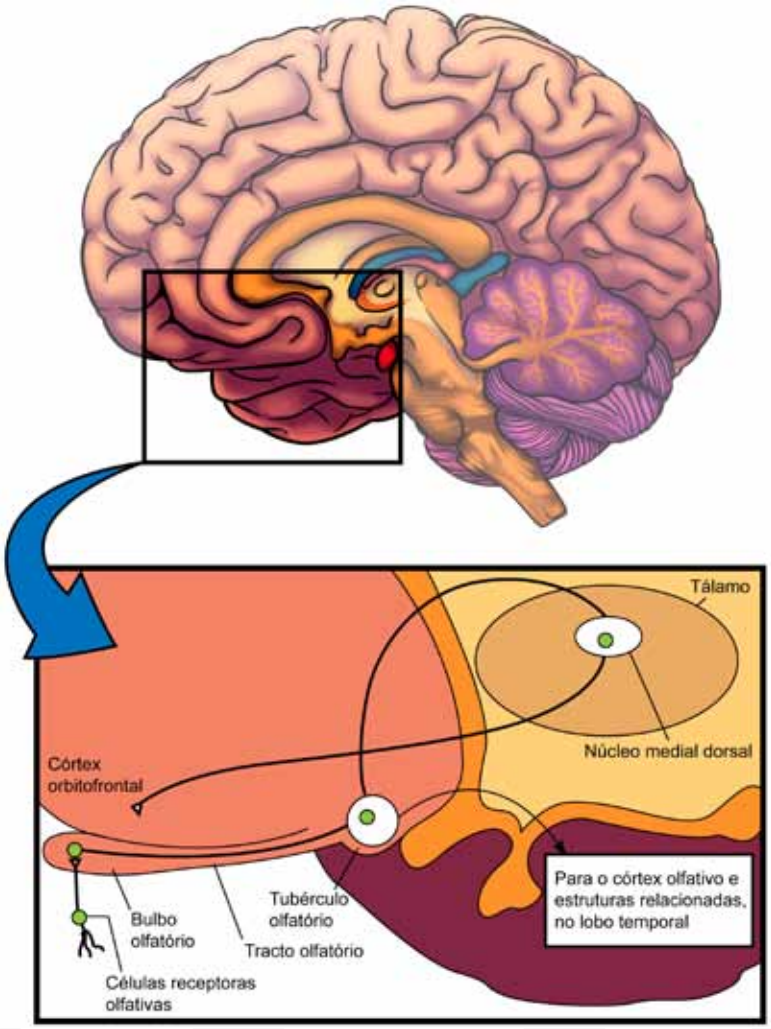

Fig. 2: Caminho do estímulo do olfato

Para saber mais sobre o tema, leia a reportagem Os Mistérios do Cheiro, no site da FAPESP.

Paladar

O paladar, ou a percepção de gostos, é um sentido muito mais simples do que o olfato. Enquanto no olfato podemos sentir mais de 10.000 cheiros diferentes, o paladar trabalha somente com quatro sabores primários, que são o amargo, azedo ou ácido, doce e salgado. Os demais sabores, como café, chocolate etc., nada mais são do que combinações dos sabores primários com estímulos aos receptores olfatórios e também relacionados à textura dos alimentos. A mistura das sensações gustativas com as sensações olfatórias se dá pela passagem dos aromas da boca para a cavidade nasal. É por isso que, quando as pessoas estão gripadas ou resfriadas, reclamam que não conseguem sentir o gosto dos alimentos perfeitamente. Com a presença de grandes quantidades de muco junto aos receptores olfatórios, as moléculas não conseguem se ligar aos receptores e, por sua vez, a integração das sensações fica comprometida.

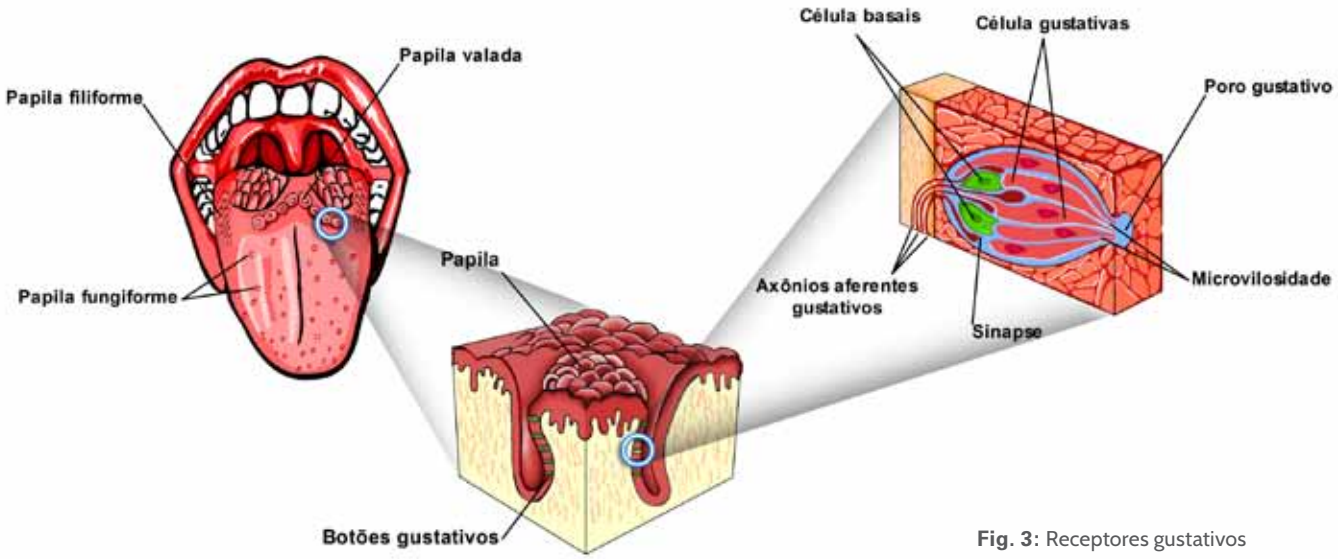

Fig. 3: Receptores gustativos

Os receptores gustatórios, que são em número aproximado de 10.000, estão localizados principalmente na língua, embora sejam também encontrados no céu da boca, na garganta e na epiglote. Durante a mastigação, substâncias saporíferas componentes dos alimentos se dissolvem na saliva e entram em contato com agrupamentos de quimioceptores presentes nas papilas gustativas. Uma vez em contato com as substâncias, as células sensoriais estimulam as terminações nervosas ligadas aos botões gustatórios, que por sua vez levam o estímulo até a região cerebral responsável pelos gostos, que decodifica a informação e a interpreta como um gosto diferente.

Diferentemente do que se acreditava anteriormente, não existem áreas definidas na língua que sejam responsáveis pelos diferentes sabores. Todos os receptores de todas as partes da língua conseguem responder aos sabores primários. Mas, se todas as substâncias são percebidas por todos os receptores, como sentimos os diferentes sabores dos alimentos? A hipótese mais aceita é a de que cada sabor diferente de alimentos desencadeia diferentes padrões de impulsos nervosos, desencadeados toda vez que os alimentos estimulam as papilas. Além disso, apesar de cada célula gustatória poder responder a cada um dos quatro sabores primários, a intensidade com que cada célula responde a cada estímulo pode variar.

Antes de passarmos para a próxima atividade desta semana, responda ao seguinte questionário:

Questionário

1. Como você percebe os diferentes cheiros? Que tipo de resposta seus receptores olfativos desencadeiam?
2. Se a língua percebe somente quatro tipos básicos de sabor, como percebemos tantos gostos diferentes?
3. Você passou o final de semana na praia e comeu uma paella, que lhe pareceu extremamente saborosa. Ao retornar à sua cidade natal, encontra uma filial do mesmo restaurante em que comeu a paella e resolve repetir a dose. Entretanto, mesmo sabendo que a paella é preparada com os mesmo ingredientes e seguindo a mesma receita, o gosto não parece ser o mesmo. Explique o que aconteceu e por que o gosto não é o mesmo.

Audição

Assista agora aos vídeos na ordem indicada e leia o texto a seguir sobre o funcionamento da Audição e sua relação com o Equilíbrio corporal.
Audição e Equilíbrio parte 1 Audição e Equilíbrio parte 2 Audição e Equilíbrio parte 3

Antigamente chamada de ouvido, atualmente a denominação utilizada para as partes relacionadas com a audição é orelha. Este é o órgão responsável pelo sentido da audição e pelo equilíbrio do corpo e está dividido em 3 partes: **orelha externa**, **orelha média** e **orelha interna**.

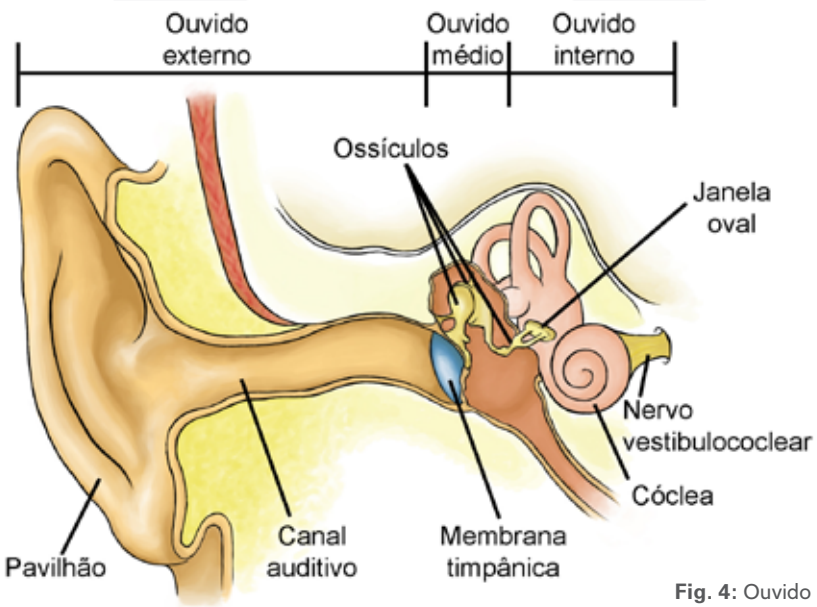

Fig. 4: Ouvido

A **orelha externa** consiste no **pavilhão da orelha**, que é a parte visível e desempenha um pequeno papel na coleta de ondas sonoras e no seu direcionamento para o **meato acústico interno**, que contém alguns pelos e glândulas de cera, que impedem o acesso de micro-organismos e poeira, protegendo as estruturas mais internas. Ainda fazendo parte da orelha externa, na parte interna do meato acústico, encontramos a **membrana timpânica**, cuja função é vibrar de acordo com a chegada de ondas sonoras, que serão propagadas para as outras partes do aparelho auditivo.

A **orelha média** começa na membrana timpânica e consiste, em sua totalidade, de um espaço aéreo – a cavidade timpânica – no osso temporal. Dentro dela estão três ossículos articulados entre si, cujos nomes descrevem sua forma: **martelo**, **bigorna** e **estribo**. Esses ossículos encontram-se suspensos na orelha média através de ligamentos. A vibração da membrana timpânica faz os ossículos vibrarem também, amplificando e transmitindo essas vibrações para a orelha interna. A orelha média comunica-se também com a faringe, através de um canal denominado **tuba auditiva**, cuja função é a de equilibrar a pressão interna da orelha com a pressão atmosférica. Podemos perceber essa sensação quando descemos ou subimos uma serra em velocidade muito grande. A mudança da pressão atmosférica causa uma sensação de "entupimento" do canal auditivo. Como as

tubas auditivas têm sua abertura facilitada pela deglutição, os atos de comer, mastigar ou engolir auxiliam na ambientação das orelhas à pressão externa.

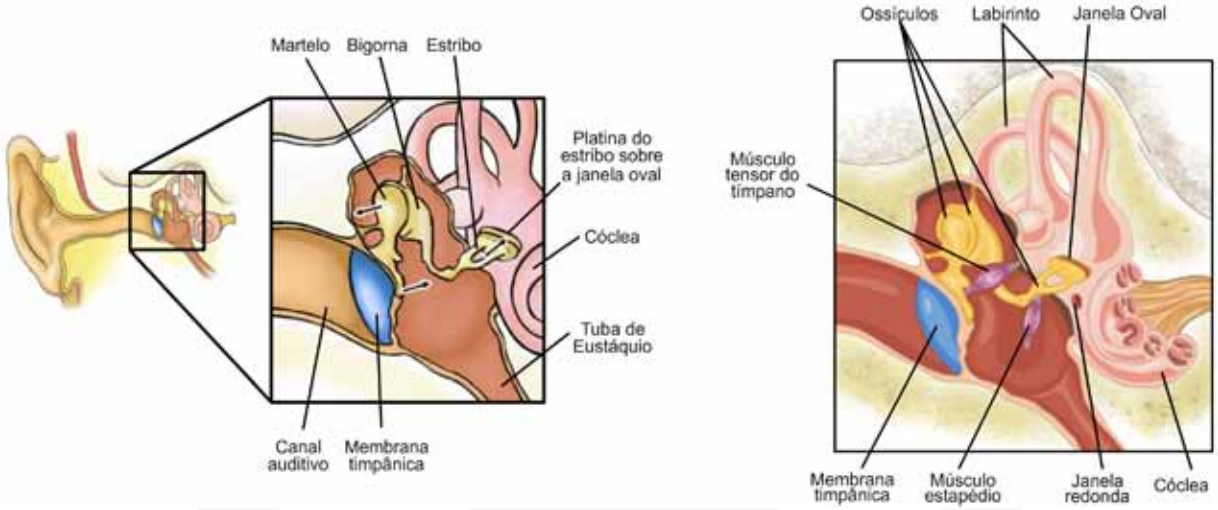

Fig. 5: Estruturas do Ouvido

A **orelha interna** é um labirinto membranoso, cheio de fluidos, conhecido como aparelho vestibular. É aqui que se encontram receptores especializados na captação de estímulos mecânicos. Os principais componentes do aparelho vestibular são a **cóclea**, responsável pela audição, e o **sáculo**, **utrículo** e os **canais semicirculares**, responsáveis pelo equilíbrio.

A audição funciona da seguinte maneira: o pavilhão da orelha direciona as ondas para o meato acústico externo, atingindo a membrana timpânica e fazendo-a vibrar. A área central da membrana timpânica está conectada com o martelo, que vibra e transmite a vibração para a bigorna, que por sua vez transmite a vibração para o estribo. Quando o estribo vibra, ele movimenta uma parte da cóclea - a janela oval - para dentro e para fora, transmitindo a vibração para os fluidos internos da cóclea. Essa vibração é percebida pelos mecanoceptores, que geram estímulos que são levados ao cérebro, decodificados e interpretados como sons diferentes. A intensidade com que ouvimos cada som está relacionada à intensidade de vibração da membrana timpânica e, consequentemente, do resto do sistema.

Equilíbrio

Conforme mencionado anteriormente, os órgãos responsáveis pelo equilíbrio, que incluem o sáculo, utrículo e ductos semicirculares, estão localizados na orelha interna e são denominados aparelho vestibular. Esses órgãos são responsáveis por dois tipos de equilíbrio: o **equilíbrio estático**, que se refere à manutenção da posição do corpo em relação à força da gravidade, e o **equilíbrio dinâmico**, que é o controle da posição do corpo em resposta a movimentos repentinos, como aceleração e desaceleração.

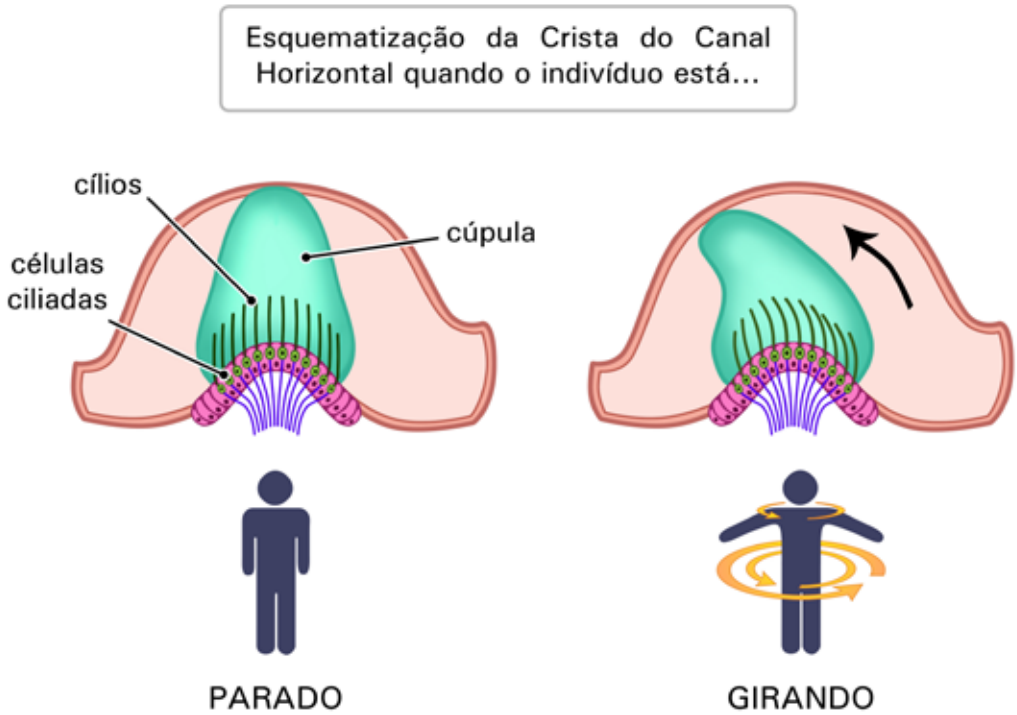

Fig. 6: Movimento no ouvido interno

O funcionamento do controle do **equilíbrio estático** funciona da seguinte forma: as paredes do sáculo e do utrículo contêm pequenas regiões espessas chamadas máculas, que são orientadas perpendicularmente uma em relação à outra, fornecendo informações sobre a posição da cabeça no espaço. Nas máculas, existem células ciliadas recobertas por uma substância gelatinosa que contém cristais de carbonato de cálcio. Quando a cabeça é inclinada, a gravidade puxa esses cristais para baixo, modificando a posição dos cílios, desencadeando um estímulo que se propaga até o cérebro e é decodificado como uma mudança na posição da cabeça.

Já o **equilíbrio dinâmico** está relacionado aos canais semicirculares da orelha média, que são cheios de um fluido e que contêm, na sua base, uma estrutura chamada crista ampular. Os três canais semicirculares estão posicionados em ângulos de 90 graus em relação aos outros e estão nos três planos do espaço. Movimentos repentinos deslocam o aparelho vestibular, sendo que o líquido interno, por inércia, tem seu deslocamento retardado, deslocando a crista ampular na direção oposta. O movimento da crista ampular desencadeia um estímulo nervoso, que é transferido para o encéfalo. De posse dessa informação, a formação bulborreticular (da porção inferior do tronco cerebral) pode corrigir qualquer desequilíbrio, antes mesmo que ocorra.

Se rodopiarmos a uma velocidade constante, o líquido no interior dos canais semicirculares passa a se mover em consonância com os canais, o que diminui a pressão sobre as células sensoriais. Se pararmos bruscamente de rodopiar, o líquido dos canais semicirculares continuará a se mover devido à inércia, estimulando as células sensoriais. A sensação de tontura que sentimos resulta do conflito de duas percepções: os olhos informam ao sistema nervoso que paramos de rodopiar, mas o movimento do líquido dos canais semicirculares da orelha interna informa que nossa cabeça ainda está em movimento.

Além de transmitir estímulos nervosos à formação bulborreticular, os canais semicirculares e as máculas enviam informações ao cerebelo, que prevê quando vai ocorrer um

estado de desequilíbrio. Isso permite que estímulos corretivos apropriados sejam enviados à formação bulborreticular, principalmente antes de acontecer o desequilíbrio, de forma a evitá-lo, em vez de corrigi-lo depois de ocorrido. Pessoas que não possuem cerebelo não têm capacidade de previsão e, como resultado, executam todos os movimentos lentamente a fim de evitar quedas.

Antes de passar para a próxima atividade, responda ao questionário proposto sobre Audição e Equilíbrio.

Questionário

1. Descreva o caminho das ondas sonoras, desde sua origem até sua interpretação pelo cérebro.
2. Como seu cérebro percebe e interpreta a posição da sua cabeça em relação ao ambiente e ao resto do corpo?
3. Qual a importância do equilíbrio para todos os seres vivos? Como essas informações são integradas com o sistema locomotor?

Tato

Agora, para fechar o ciclo de conhecimentos sobre os sentidos, assista aos vídeos abaixo na ordem indicada, leia o texto e realize a atividade indicada.

Tato parte 1 Tato parte 2 Tato parte 3

Diferentemente dos outros sentidos, que contêm órgãos específicos responsáveis por sua percepção, os receptores do tato estão espalhados por todo o corpo ao longo da pele. Uma vez que toda a superfície cutânea é provida de terminações nervosas capazes de captar estímulos térmicos, mecânicos ou dolorosos, a pele é suficientemente sensível para discriminar um ponto em relevo com apenas 0,006mm de altura e 0,04mm de largura quando tateado com a ponta do dedo. Essas terminações nervosas ou receptores cutâneos são especializados na recepção de estímulos específicos. Não obstante, alguns podem captar estímulos de natureza distinta. Cada receptor tem um axônio e, com exceção das terminações nervosas livres, todos eles estão associados a tecidos não neurais. Dessa maneira, podemos encontrar na pele diversos tipos de receptores ligados ao tato, como receptores de pressão (mecanorreceptores, responsáveis pela sensação de toque), temperatura (termorreceptores, responsáveis pela percepção de frio e calor) e de dor (chamados nociceptores).

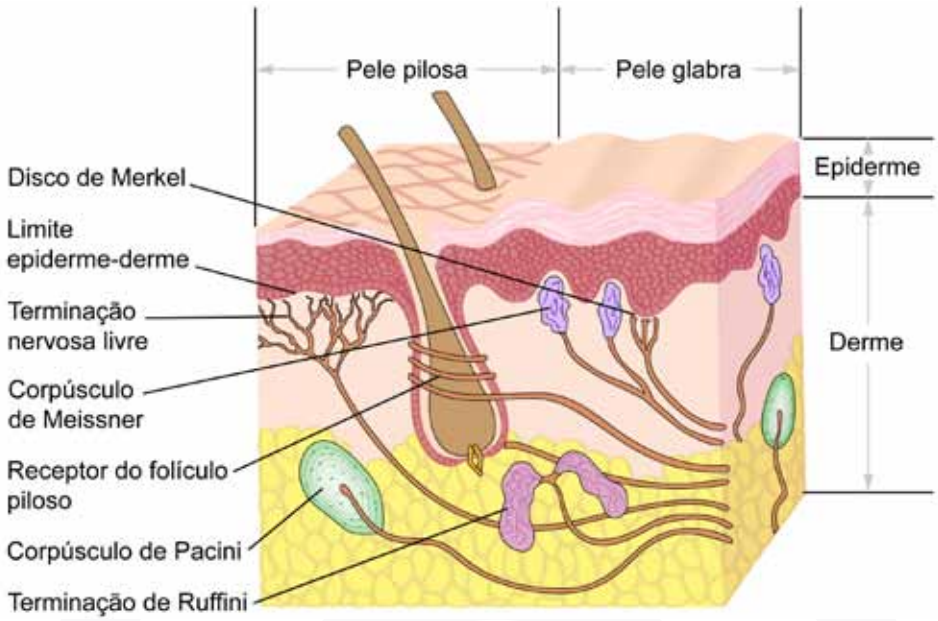

Fig. 7: Mecanorreceptores

Atividades

Blog

Descreva uma atividade prática para ser desenvolvida durante uma aula, utilizando materiais simples, sobre a percepção do ambiente pelos Sistemas Nervoso e Sensorial. Na sua descrição de cada atividade deve constar também o público-alvo, o objetivo da atividade e a lista de materiais utilizados. Depois visite o blog de mais dois colegas e faça uma análise das atividades que ele propôs.

Fonte: CEPA