

1.1 Sensações e movimento humano

Este curso visa aplicar a neurobiologia às práticas esportivas, assim como às práticas motoras relacionadas à saúde. Desenvolvemos uma estrutura geral e compreensiva sobre neurociência e sua relação com o movimento humano. O propósito é fornecer um meio através do qual profissionais do exercício físico abordem um assunto que tende a ser negligenciado devido à sua complexidade. Entretanto, sua aplicação pode contribuir com a técnica de treinamento, o aprendizado motor e o desempenho atlético, assim como intervenções em saúde através de exercícios adaptados. Este curso introdutório busca facilitar uma compreensão global dos conceitos, estimular os interessados em aprofundar seus estudos posteriormente e em aventurar-se a implementar aplicações específicas.

Relembremos que, o que existe de fato é a neurobiologia. Atualmente, falamos sobre as neurociências como um conjunto de disciplinas cujo objetivo é estudar o cérebro humano e suas aplicações a diferentes dimensões e disciplinas (tais como marketing, tomada de decisões no ambiente de negócios, entre outras). Sendo assim, o que existe realmente é neurobiologia. Deste ponto, exploraremos alguns elementos que nos auxiliam a compreender os motivos não apenas para alguns desempenhos extraordinários, mas também para fracassos esportivos, erros, insucesso em alcançar certos objetivos. Vamos estudar também metodologias existentes, assim como propor novas possibilidades.

1.1.1 Definições e componentes dos sistemas sensoriais

A quantidade e qualidade de informações que nossos diferentes receptores podem coletar é especificamente a base sobre a qual dependem todos os processamentos de informações posteriores. A percepção dificilmente pode ser de uma qualidade mais alta do que aquela fornecida pela informação sensorial. Da mesma forma, é improvável que a representação ideomotora seja melhor do que a percepção. Seguindo o mesmo raciocínio, nossa lógica motora, programação e tomada de decisão motora não serão melhores do que os passos anteriores, muito menos o controle motor, visto que a descarga eferente, ou mesmo motora, parte do córtex cerebral. É por isto que, nos processos de aquisição, aperfeiçoamento, estabilização e variação da

disponibilidade de uma prática voluntária, dependemos fortemente da quantidade e da qualidade de informações que nossos sistemas sensoriais podem fornecer. Assim, vemos que este é o tópico através do qual devemos começar a estudar nosso tema.

Obter informações sobre as condições físicas e químicas dos meios interno e externo do corpo, e as variações apresentadas por estes dados estão entre as funções mais importantes do sistema nervoso. Tais informações são cruciais para manter a homeostase, combater a heterostase e adaptar-se às condições do meio. Há características comuns a todos os sistemas sensoriais em relação tanto à anatomia quanto às funções básicas de seus componentes.

Uma das características mais impressionantes de nosso sistema nervoso é coletar informações dos ambientes interno e externo, precisamente porque a geração de comportamentos que permitem que nos adaptemos ao ambiente (e também que evitemos problemas que possam reduzir nossa chance de sobrevivência), assim como a geração de comportamentos que transformam o contexto e melhoram condições de vida atuais dependem da qualidade e relevância dessas informações e de sua interpretação posterior.

Começemos por definir o **sistema sensorial** como um conjunto de órgãos, vias e centros de processamento neurais especializado em coletar informações sobre os ambientes interno e externo, cuja integração desencadeia etapas posteriores relacionadas à programação motora e sua execução propriamente dita. Na realidade, as contribuições dos sistemas sensoriais são cruciais para os ajustes motores nos quais o movimento é desencadeado pelo córtex cerebral. Elas envolvem um conjunto de estruturas que foram desenvolvidas ao longo de nossa história evolutiva para coletar informações relevantes, necessárias para o desenvolvimento posterior de comportamentos adaptativos.

Componentes de um sistema sensorial

Um sistema sensorial não é composto apenas de receptores, mas de uma série de estruturas que complementam o trabalho dos mesmos. Entre os diferentes componentes de um sistema sensorial estão os receptores. Também há os aferentes, ou rotas de transmissão das informações capturadas por eles, chamadas de vias sensoriais. Além disso, há os centros de comutação neural ou comutação sináptica, ambos pré-medulares e pré-corticais. Tais centros de processamento de informações modificam substancialmente a informação antes que ela tenha acesso ao córtex primário.

Também possuímos áreas de projeção primária no córtex cerebral, onde a informação é inicialmente recebida e continua com processamento

posterior. Adicionamos outras estruturas, tais como os anexos ou parareceptores, que protegem e auxiliam a captura e ampliação do estímulo. Começamos com uma análise dos componentes de um sistema sensorial e como são coletadas informações úteis para a configuração de programas, além do fenômeno do aprendizado motor. Podemos distinguir os cinco componentes a seguir:

- **Receptores:** Estruturas anatômicas histológicas especializadas na recepção e transdução de um estímulo sensorial particular.
- **Parareceptores:** Estruturas anatômicas histológicas associadas ao receptor, que protegem, auxiliam e ampliam a captura de informações.
- **Vias aferentes:** formados por um conjunto de neurônios sensoriais que transmitem informações a centros mais complexos.
- **Centros de integração:** são centros anatômicos dentro dos sistemas nervosos central e periférico que funcionam como relés e interruptores (medula espinha, gânglio da raiz dorsal, tálamo).
- **Áreas de projeção do córtex cerebral:** são áreas específicas do córtex cerebral nas quais a informação sensorial é primeiramente recebida para análise posterior (17, 42, 3, 1, 5, 7).

Figura 1: Componentes do sistema sensorial



Fonte: elaborado pelo autor.

Focaremos nos sistemas sensoriais que fornecem informações de valor para o aprendizado motor, tais como informação proprioceptiva, sensibilidade tátil e hepática, sensação vestibular, visão e audição, além daquelas que contribuem mais na resolução de problemas motores, tanto nos esportes quanto na vida cotidiana.

Os primeiros elementos que compõem os sistemas sensoriais são os receptores, e iniciaremos nossa análise a partir deles. **Receptores** são células não-neurais ou terminais nervosos adaptados e especializados para a coleta inicial de informações, tanto do ambiente externo quanto do ambiente interno. A informação ambiental é transmitida em forma de mensagens de onda ou analógicas, tais como ondas de som ou ondas luminosas; e codificar digitalmente esta informação é uma das funções mais importantes dessas células especializadas. A maneira através da qual nosso sistema nervoso decodifica estes estímulos é precisamente digital. Não são informações analógicas, mas sim digitais que circulam em nosso sistema nervoso. De uma forma bastante similar ao código Morse, nossos neurônios transmitem potenciais de ação em diferentes frequências, isto é, as mensagens neurais formadas consistem numa transformação das informações da natureza em uma espécie de

informações que circula especificamente em nosso sistema nervoso, tanto no central quanto no periférico.

Classificação:

Os critérios para proposição de uma taxonomia são variados, pois dependem do ponto de vista considerado inicialmente. Um desses critérios é a fonte do estímulo, ou a origem desta fonte. Conforme este ponto de vista, a distinção entre **interoceptores** e **exteroceptores** é uma das formas de classificação mais tradicionais. Ao falarmos de interoceptores, nos referimos àqueles receptores que são especializados em reunir informações de nosso ambiente interno. Alguns alegam que há dois tipos de interoceptores: *visceroceptores* e *proprioceptores*; incluídos nos proprioceptores estão não apenas aqueles que fornecem informações dos tendões, músculos e articulações, mas também aqueles que fornecem informações do aparelho vestibular, que detecta a posição de nossa cabeça, sua aceleração, desaceleração e rotações. Alguns inclusive escolhem incluir tato e nocicepção como modos de interocepção. No grupo dos exteroceptores (receptores à distância) encontramos os receptores nos quais a informação não estabelece contato direto com nossas estruturas (tais como visão e audição), e outros como os receptores de contato (paladar, olfato ou tato) onde é necessário impacto. O tato é um sentido que nem todos concordam em incluir, seja como parte dos interoceptores ou dos exteroceptores. Talvez, em última análise, todos os sentidos sejam formas de tato.

- **Interoceptores**

- **Visceroceptores:** reportam sobre os estados de nossos corpos não diretamente relacionados à postura e ao movimento (entre os quais podemos incluir os sistemas que fornecem informações vasculares, cardíacas e respiratórias; também os do trato gastrointestinal e até mesmo dos sistemas endócrino e imunológico, incluindo nociceptores).
- **Proprioceptores:** incluímos não apenas aqueles que fornecem informações sobre tendões, músculos e articulações, mas também os receptores que fornecem informações do aparelho vestibular. Especialmente as fáscias (por exemplo, diferentes sistemas especializados em controlar a postura e o movimento).

- **Exteroceptores:**

- Visão.
- Audição.
- Tato.

- Paladar.
- Olfato.

Outra forma de classificação é baseada na consideração do tipo de estímulo. Partindo desta perspectiva podemos listar **fotorreceptores** (especializados em capturar estímulos luminosos), **mecanorreceptores** (responsáveis por capturar estímulos de contato produzidos por uma deformabilidade imediata), **termorreceptores** (que obtêm informação de temperatura, tanto interna quanto externa), **quimiorreceptores** (que capturam o estado de concentrações de diferentes componentes químicos em nossos corpos), e **eletorreceptores** (que capturam sinais de mudanças em nossos campos elétricos).

- **Fotorreceptores:** são sensíveis ao estímulo luminoso.
- **Mecanorreceptores:** são sensíveis a estímulos de deformação mecânica.
- **Termorreceptores:** são sensíveis a estímulos térmicos (internos e externos).
- **Quimiorreceptores:** são sensíveis ao estado do ambiente interno.
- **Eletorreceptores:** são sensíveis a estímulos elétricos naturais.

Há diversas classificações para os receptores, mas todos eles servem para o propósito de coleta de informações e transformação das mesmas em um tipo de dado capaz de ser processado por nosso sistema nervoso (periférico e central).

1.1.2 Fisiologia sensorial

Princípios da fisiologia sensorial

Neste ponto descrevemos algumas funções inerentes aos sistemas sensoriais que servem para compreender aspectos que influenciam nossas práticas corporais. Conhecer esses aspectos nos permite compreender alguns fenômenos como a hipertonia não-funcional, técnicas de FNP (Facilitação neuromuscular proprioceptiva), dificuldades em capturar informações e aprendizado motor, entre outros. O estudo desses conceitos fornece oportunidades educacionais imediatas para nossas práticas de treinamento.

Todos os sistemas sensoriais possuem um **neurônio aferente**, um **centro de integração** ou **centro de comutação**, assim como uma **área de projeção primária** e uma **via eferente** para modular a atividade. Um neurônio aferente é aquele que transmite informações do receptor aos centros de integração e ao nosso sistema nervoso periférico (SNP). Alguns desses neurônios sensoriais são de interesse particular, tais como os tipos IA, IB e IIA. Eles fornecem informações proprioceptivas ao

sistema nervoso central. A qualidade da informação que eles transmitem (sem negligenciar a tarefa do receptor propriamente dito) condiciona a possibilidade de reconhecimento de nossas posições e, finalmente, regula o controle do movimento.

Os centros de integração pré-corticais são pontos de comutação dos estímulos, onde muitos deles são filtrados antes de continuar sua jornada em direção ao córtex cerebral. Por exemplo, a informação capturada de nosso corpo pelos proprioceptores (intrafusais, complexos de Golgi) é modulada em centros de comutação pré-medulares localizados nos gânglios da raiz dorsal. Enquanto isso, a **medula espinhal** consiste num pequeno cérebro que integra informação e é capaz de modificá-la antes de sua jornada rumo às estruturas superiores. O **tálamo** é outro centro onde a informação é comutada antes de seguir em sua jornada para o córtex cerebral. Observamos que a informação que por fim chega ao córtex cerebral e às áreas de projeção primária é distante daquela que inicialmente modificou o potencial de nossos receptores em repouso.

Elementos da fisiologia sensorial

Para melhor compreender as bases da fisiologia sensorial, é necessário considerar os seguintes aspectos:

- **Estímulo adequado:** É o tipo de informação que torna possível a modificação do potencial de repouso de um dado receptor. Por exemplo, o estímulo adequado dos proprioceptores musculares é a deformação longitudinal das fibras intrafusais, especificamente em sua porção central. Isto não significa que, em certas situações, elas possam responder a outros estímulos. O estímulo adequado para ativar receptores compartilhados é, entre outros, a compressão, que torna possível modificar o estado em que esses receptores são encontrados. Os estímulos adequados para ativar o sistema auditivo são as vibrações do meio aéreo a uma frequência particular, os quais são captados pelo tímpano e transmitidos para o ouvido médio e ouvido interno. Todos os sistemas sensoriais respondem a estímulos adequados que promovem a modalidade sensorial para a qual eles são especializados.
- **Unidade sensorial e campo receptivo:** se refere a todos os receptores que são enervados pelo mesmo neurônio sensorial. Possuímos em nosso corpo, setores nos quais um neurônio sensorial recebe um baixo número de receptores, portanto, necessitamos de maior número de neurônios sensoriais para abranger todo o setor. Nestes setores somos capazes de acessar uma discriminação muito superior sobre informações táteis, precisamente devido a sua maior densidade receptiva. No caso do

tato, por exemplo, possuímos muitos receptores na pele que são enervados por um único neurônio sensorial. Podemos produzir um pequeno experimento, por exemplo, com dois palitos de dentes: se os colocar a uma certa distância entre si e os apertar, você provavelmente sentirá dois estímulos; contudo, se os aproximar mais, você começará a sentir um único estímulo ao invés de dois, e isto se dá porque o estímulo compartilha o mesmo campo sensorial, dessa forma, uma sensação de espetada é gerada ao invés de duas. Os campos receptivos são muito menores em lugares do nosso corpo onde necessitamos de processamento de informação muito mais refinado (por exemplo nas mãos, lábios, dedos), e são muito mais amplos em lugares onde necessitamos coletar menos informações de natureza tátil (panturrilhas, coxas, costas).

- **Transdução e conversão analógico-digital:** Esses são os dois fenômenos mais interessantes a ser explicados. Temos nosso receptor em uma condição chamada de potencial de repouso (estado químico do receptor), o qual corresponde a uma concentração de íons específica: alguns com cargas positivas (cátions), outros carregados negativamente (ânions), todos eles dentro do receptor. Quando uma fonte de energia que é transmitida (naturalmente) de maneira ondulatória ou analógica entra em contato com o receptor, a primeira coisa que é gerada é uma modificação em seu status químico. Isto promove um fenômeno chamado de potencial receptor, que nada mais é do que a modificação de seu potencial de repouso. Este simples evento é o que chamamos de transdução.

Para esse potencial receptor gerar uma carga na forma da mensagem transmitida pelo mesmo neurônio sensorial, ele deve exceder um certo limiar. Quando isto ocorre e ele gera uma modificação no padrão de descarga por unidade de tempo, a conversão do fenômeno analógico digital é acrescida ao fenômeno de transdução. Isto pode resultar na produção de uma mensagem sensorial que irá transitar aos sistemas de relé em nosso SNC (Sistema Nervoso Central). É interessante registrar que há muita informação que chega aos nossos receptores produzindo modificações no potencial de repouso, porém, sem possuir intensidade suficiente para modificar o potencial de repouso do neurônio sensorial e, por isso, falhando em gerar uma conversão digital analógica. Assim, não possuímos acesso cognitivo a tais informações (ultravioleta, infra-vermelho, infra-som e ondas magnéticas). Estas são as mesmas informações que outras espécies *podem* capturar, produzindo identificações, conhecimentos e comportamentos em resposta a tais estímulos.

Um caso que vale ser citado e explicado: nossos proprioceptores estão constantemente emitindo informações para o SNC. Quando há uma modificação no potencial de ação específico dos proprioceptores, a natureza da mensagem muda, aumentando ou diminuindo a frequência por unidade de tempo. Este contraste entre repouso (onde o proprioceptor emite informação) e atividade (onde a modificação do proprioceptor altera a mensagem neural) é o que nos torna conscientes do movimento. O fato de que proprioceptores permanentemente geram informações que são enviadas ao SNC representa um sentido chamado **estatestesia** ou sentido de posição. O fato de os mesmos proprioceptores gerarem mudanças nos potenciais de ação dos neurônios sensoriais permite que eles se tornem cientes da mudança de posição. Isto consiste no que é chamado de sentido cinético ou **cinestesia**. Tanto a estatestesia quanto a cinestesia dependem de informações originalmente coletadas por proprioceptores, dessa maneira, em repouso assim como em movimento possuímos uma descarga permanente de informações para o SNC. Em outras palavras, nossos proprioceptores nunca descansam, e isto consiste numa vantagem biológica evolucionária de sobrevivência. No caso de nosso sistema auditivo, caso não haja estímulos, nenhum potencial de ação é gerado para o SNC.

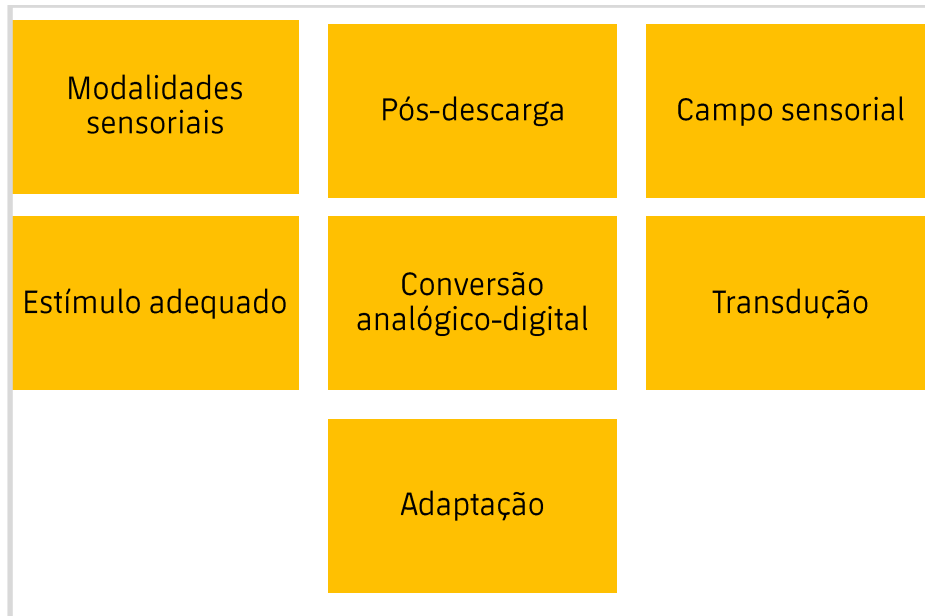
O mesmo se aplica ao caso da visão: se não houver a estimulação de fotorreceptores (através de fótons) para modificar o estado dos cones e bastonetes, não temos informação visual. Mas no caso da propriocepção, seja em movimento ou em repouso, temos uma constante descarga de informação para o SNC, o que diferencia repouso do movimento e posições, assim como pressões, compressões e tensões, que são contrastes entre os potenciais de ação emanando dos proprioceptores e deslocando-se ao longo das vias sensoriais.

- **Pós-descarga:** outro fenômeno interessante na fisiologia sensorial é o que é conhecido como pós-descarga. Depois que um receptor foi modificado em seu potencial de repouso, ele pode recuperar este mesmo estado relativamente rápido. Quando a demora para o retorno ao estado de repouso é maior, a despeito da ausência do estímulo que gerou o potencial de receptor, nós ainda sentimos a presença daquele estímulo, embora ele não tenha mais contato com o receptor. Por exemplo, quando alguém usa um chapéu por muitas horas. Quando o chapéu é retirado se tem a sensação de que ele ainda está na cabeça. Isto se dá, pois aqueles receptores ainda estão descarregando informações relacionadas à deformação dos mecanorreceptores da pele.

- **Adaptação:** é outra propriedade significativa, com consequências importantes para o treinamento. Ela ocorre quando a mensagem neural gerada pela presença de um estímulo não continua, mesmo quando o mesmo estímulo continua a modificar o status do receptor. Esta adaptação dos receptores à presença de um estímulo é um dos maiores riscos que devemos tentar evitar num treinamento de aprendizado motor e de técnicas. A adaptação dos receptores (principalmente proprioceptivos) é um grande perigo para o progresso no desempenho motor e para a disponibilidade variável de gestos. Devido a uma falta de variação de estímulos, os receptores não fornecem mais informações diferenciais para o SNC, e isto pode causar o que é conhecido por estereotipação. Este fenômeno, que induz efeitos indesejados (tais como a incapacidade de romper com a barreira de velocidade, dificuldade em mudar de velocidades, bloqueios no aprendizado motor, estagnação em treinamento de técnicas, dificuldades em captar novos tipos de informação), prejudica a performance esportiva. Em suma, ele causa grandes problemas para a evolução do aprendizado motor. Uma das tarefas mais importantes da intervenção educacional em qualquer prática física é a estimulação de receptores em geral (e particularmente proprioceptores) de modos múltiplos ou variados para evitar a adaptação. Em outros casos, como em reabilitação neurológica, a adaptação dos receptores pode ser uma vantagem.
- **Parâmetro de mensagens neurais:** outro elemento interessante a ser estudado na fisiologia sensorial é o que chamamos de parâmetro de mensagens neurais. A informação em nossas vias aferentes e eferentes circula como potenciais de ação. Ela é uma rede imensa de ligações, e graças à sua conectividade em nível sináptico, os dados são digitalmente transmitidos. As mensagens neurais possuem diferentes componentes: código de frequência, código de tempo, código espacial e código de fase. Como o código Morse, no qual sua variabilidade temporal, silêncios e interrupções variam com o tipo de informação contida. Isso nos permite perceber o mundo, tanto interna quanto externamente. O que circula em nosso sistema nervoso são potenciais de ação, não significados ou imagens. Um dos grandes mistérios da neurobiologia e da filosofia da mente é compreender como conseguimos extrair significados relevantes para moldar nossa conduta, do movimento de tais potenciais de ação, e como conseguimos gerar reações ou respostas emocionais para tais significados. Dizer que nosso sistema nervoso é uma grande rede de cabos, pela qual circulam disparos de potenciais de ação ou mensagens digitais, não é mero reducionismo. Não estamos tentando dizer que humanos são apenas isto, simplesmente admitimos esta realidade e nos perguntamos sobre o imenso

mistério do sentido: como extraímos sentido desse tipo de processamento de informações em nossos cérebros?

Figura 2: Elementos básicos da fisiologia sensorial



Fonte: elaborado pelo autor.

Conclusões e perspectivas

Para concluir, ousamos dizer que a compreensão dos fenômenos dos sistemas sensoriais e seu estudo aprofundado é muito importante quando se trata de administrar decisões relacionadas ao movimento humano. Muitas consequências interessantes podem ser derivadas destas investigações:

- A construção de aprendizado futuro dependerá de nossa capacidade de treinar bem tais canais de acesso à informação.
- O fenômeno da sensação é tão treinável quanto o fenômeno de percepção.
- Dessa maneira, tudo que podemos oferecer em relação ao treinamento e à ativação de canais sensório-perceptuais através da estimulação de vias aferentes de informação até o SNC melhora a qualidade do aprendizado motor posteriormente, especialmente nos estágios iniciais do treinamento psicomotor de uma pessoa (não apenas nos esportes).
- Esse treinamento sensório-perceptual discriminatório favorece, então, todos os processos relacionados à consolidação dos

aspectos benéficos do movimento e à eliminação progressiva de erros com base em uma interpretação pertinente das correções.

- Existe um grande número de consequências educacionais que fluem de tal conhecimento e se relacionam à necessidade de construir estratégias especiais para o treinamento da função sensorial e da função perceptual.

1.1.3 O itinerário do processamento de informação nos sistemas sensoriais.

A cronologia que segue o estímulo ao fazer contato com um receptor envolve a modificação de seu potencial de descanso ou status e a mudança de seus potenciais de ação ou status, estimulando assim os neurônios sensoriais. Então, essas mudanças passam por um centro de comutação e seguem seu caminho até o córtex primário, onde a informação é distribuída entre diferentes neurônios especializados em reagir a características muito particulares do objeto.

Lembre-se também de que as funções motoras são envolvidas em todos os atos sensoperceptivos; há uma ação motora específica para melhorar a qualidade da coleta de dados. Os sistemas sensoriais possuem neurônios motores que são componentes fundamentais que modulam a atividade dos receptores. Isso permite um aumento ou uma restrição da entrada de dados, visando evitar dano às células especializadas em recepção. Em conexão com isto, queremos reforçar a seguinte ideia: todos os sistemas sensoriais possuem funções motoras inerentes, por exemplo, existem habilidades motoras específicas envolvidas na modulação dos sistemas sensoriais, visando melhorar a qualidade do modo de coleta da informação dos ambientes interno e externo. Por exemplo, para que os receptores chamados intrafusais capturem informações sobre o estado do comprimento muscular, nós também possuímos sistemas motores (sistema motor gamma) que ajustam ou calibram o estado do receptor para coletar informações sobre extensão muscular de modo mais exato. A função visual também envolve tarefas motoras que modulam a atividade da íris, abrindo ou fechando a pupila, o que permite a entrada de mais ou menos luz. Por sua vez, também na função visual, possuímos neurônios que modulam a atividade dos músculos extrínsecos ao olho para que estes capturem continuamente, com diferentes cones e bastonetes, o mesmo objeto e, dessa forma, permitam que aqueles que inicialmente o fizeram ressintetizem seus neurotransmissores e sejam capazes de ser usados para processar novas informações. Estes são micro-movimentos gerados para melhorar a qualidade do modo como a informação é coletada. A recepção de

informação não é um fenômeno passivo, e sim uma habilidade motora ativa.

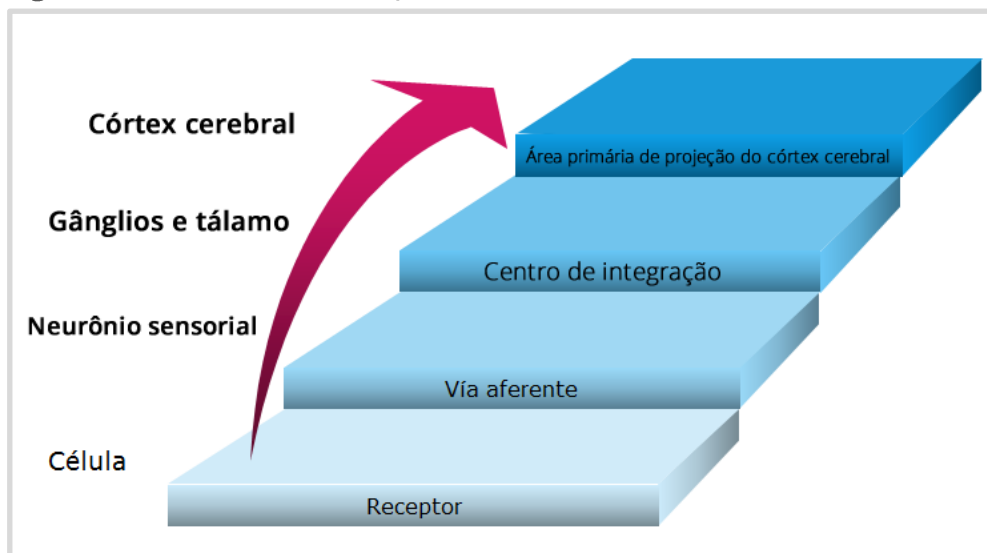
Essas formas de processar informações, ou essas comutações medulares e subsequentemente pós-medulares, possuem um revezamento obrigatório em diferentes núcleos do tálamo, onde a informação é novamente comutada, integrada e também frequentemente alterada, antes de atingir o córtex cerebral. A informação é processada de forma cruzada, ou seja, quando usamos o conjunto de sistemas sensoriais do hemicorpo de alguém, quase todo ele é processado pelo hemisfério sensorial oposto. Por exemplo, nossos sistemas sensoriais do lado direito fornecem informação ao hemisfério cerebral esquerdo e, do mesmo modo, todos os sistemas sensoriais do lado esquerdo fornecem informação ao hemisfério direito do cérebro. Com base no exposto acima, os sujeitos vêm sendo classificados nos últimos anos como homogêneos ou heterogêneos: os homogêneos são aqueles que capturam informação predominantemente de um único hemicorpo, e os heterogêneos são aqueles que o fazem por ambos hemicorpos de uma forma equilibrada. Esta classificação não se relaciona apenas à captura de informação, mas também às ações motoras. Os homogêneos, neste caso, são aqueles que utilizam predominantemente um único hemicorpo nas ações que implicam coordenação motora fina e geral, enquanto os heterogêneos empregam ambos hemicorpos proporcionalmente para tais ações.

Há ainda avaliações para detectar esta dominância, seja para atletas ou outros. A utilidade destes testes varia. A partir deles, pode-se incrementar resultados educacionais para ativar o lado que é menos utilizado, ou otimizar as habilidades do lado dominante. Em nossa prática, quando utilizamos tais avaliações trata-se primariamente de uma tentativa de equilibrar a qualidade do modo como a informação é coletada pelos sistemas sensoriais distribuídos em um dos dois hemicorpos. Isto ocorre especialmente onde o sujeito tende a subutilizar um dos dois, porque entendemos que quanto maior a quantidade de informação coletada do sistema sensorial que é menos empregado, maior nossa capacidade de tomar boas decisões e melhorar a programação motora. Partindo desses fundamentos, a questão subjacente torna-se óbvia, a saber: Ser heterogêneo é mais vantajoso do que ser homogêneo? Esta é uma questão que não podemos responder e algo que pesquisas científicas futuras serão responsáveis por revelar. Podemos, entretanto, referir casos de estrelas dos esportes com ambas características. Existem entre eles quase tantas homogêneas quanto heterogêneas.

A informação é cruzada antes de ser processada no tálamo. Para ilustrar a função do tálamo, podemos usar a analogia de um aeroporto internacional que recebe voos de todo o mundo, e do qual partem voos domésticos para dentro do país. De maneira similar, toda informação

sensorial (exceto o olfato) alcança o tálamo antes de seguir para o córtex primário para sua análise detalhada.

Figura 3: Itinerário da informação



Fonte: elaborado pelo autor.

É precisamente pela quantidade e qualidade de informação que nossos receptores podem colher que a qualidade de toda a atividade de processamento de dados depende. A percepção nunca será melhor em qualidade do que aquilo que os sistemas sensoriais são capazes de fornecer; dessa forma, a representação nunca será melhor do que a percepção e a lógica motora, assim como tomada de decisão e programação motora não serão melhores do que as etapas anteriores. É por isto que no processo de aquisição de melhora, estabilização e disponibilidade variável da prática voluntária, dependemos largamente da informação que nossos sistemas sensoriais são capazes de incorporar ou fornecer. Colher informações dos ambientes interno e externo é uma das grandes características do nosso sistema nervoso, pois a formulação de nossos comportamentos que permitem ajuste ao ambiente depende da qualidade de tais informações e de suas interpretações. Assim, são evitados todos os problemas que podem reduzir nossa chance de sobrevivência de um ponto de vista evolucionário. Os sistemas sensoriais são altamente treináveis, e sua importância consiste no fato de que o processo psicomotor subsequente depende deste estágio de aquisição de informações. Tais sistemas são os canais de acesso a dados cruciais: O resto do processo psicomotor dependerá da capacidade que eles possuem de coletar e transmitir a informação.

Também é importante considerar quais são esses sistemas sensoriais e qual é a sua importância para diferentes esportes, saber como avaliá-los, saber a abordagem educacional básica para treiná-los, estimulá-los em crianças desde cedo, e combater sua involução nos idosos.

As consequências de treiná-los são fundamentadas pela importância da prevenção de lesões com base em seu efeito estabilizador no sistema de articulações, na modulação final de referências sensorimotoras que dá precisão aos gestos, na dosagem de níveis para a aplicação de força em todas as suas expressões e magnitudes, e na auto-detecção de anormalidades funcionais e sua consequente regulação de esforço.

1.1.4 A importância dos processos aferentes para a programação neuromotora, execução e controle de movimentos corretos

A informação que foi colhida pelos receptores e que modificou o status do neurônio sensorial continua sua jornada para os centros de controle. Ela é comutada e finalmente alcança o córtex cerebral, em áreas que chamamos de áreas de projeção primárias ou áreas estriadas, as quais tornaram-se especializadas na recepção dessas informações após processadas por diferentes núcleos geniculados laterais do tálamo e em outras instâncias anteriores. Entre as áreas de projeção primárias nas quais estamos interessados para o processamento de informação e que necessitamos para a programação neuromotora, podemos citar: no lobo occipital, **área 17 de Brodman**; no lobo temporal, **área 41**; no lobo parietal (giro parietal superior), **áreas 3, 1 e 2** para processamento de informações mecânicas, térmicas e algésicas; **área 5** para informações proprioceptivas, e **área 7** para informações vestibulares.

Que características particulares estão presentes nessas áreas de projeção primárias? Há muitos pontos interessantes a se considerar:

- Primeiramente, o tamanho designado a cada parte do corpo em todas as áreas de projeção primárias depende da densidade de receptores naquele setor do corpo. Esta é a razão para a invenção do conceito de um homúnculo cortical para acentuar o fato de que a densidade e o tamanho naquela área de projeção primária se correlaciona ao número de receptores em tais partes do corpo.
- Outra razão é que tais áreas mapeiam a distribuição de receptores no resto de nosso corpo, o que significa dizer que: para tornar-se ciente do mundo interno e externo, e para construir um objeto de percepção, nosso cérebro deve mapear e organizar a distribuição de sistemas de coleta de dados que se encontram nas zonas periféricas do nosso corpo. Nosso cérebro, de certa forma, é também um pequeno mapa responsável pela distribuição dos receptores nas zonas periféricas, e a recirculação das informações captadas destas zonas pelas estruturas do SNC é o que nos permite não apenas estar cientes do mundo externo, mas também produzir o fenômeno de autoconsciência; em suma, a capacidade

de detectar não apenas o que nós percebemos, mas também os mundos interno e externo.

O córtex cerebral possui **6 camadas de fibras nervosas** (molecular, granular externa, piramidal externa, granular interna, piramidal interna e fusiforme). Por sua vez, nas áreas de projeção sensorial primária (listadas acima), os dois pares de camadas iniciais (camadas 2 e 4, que são chamadas de granulares) possuem uma grossura considerável em comparação às demais, por serem áreas onde a informação é recebida.

Um detalhe a ser levado em consideração é que, quando a informação alcança a área de projeção primária, ela não o faz de modo aleatório, mas segue uma via de condução muito específica nas camadas granulares.

Outro detalhe interessante sobre as áreas de projeção primárias: há uma topografia que reflete a distribuição dos receptores nas zonas periféricas. Por exemplo: para cada setor da retina, há um setor correspondente na área visual de projeção primária, ou área 17 de Brodmann, e um conjunto específico de neurônios (os bastonetes da retina correspondem a um setor mais externo da APP (área de projeção primária) e os cones correspondem a um setor mais profundo ou central). Nessas áreas de projeção primárias, o acesso à informação é organizado e a estimulação dos neurônios que as constituem também segue uma ordem específica. A combinação dessas informações entre as camadas granulares também segue uma ordem específica. Há uma ordem estrutural e funcional para captura de informação com maior qualidade.