

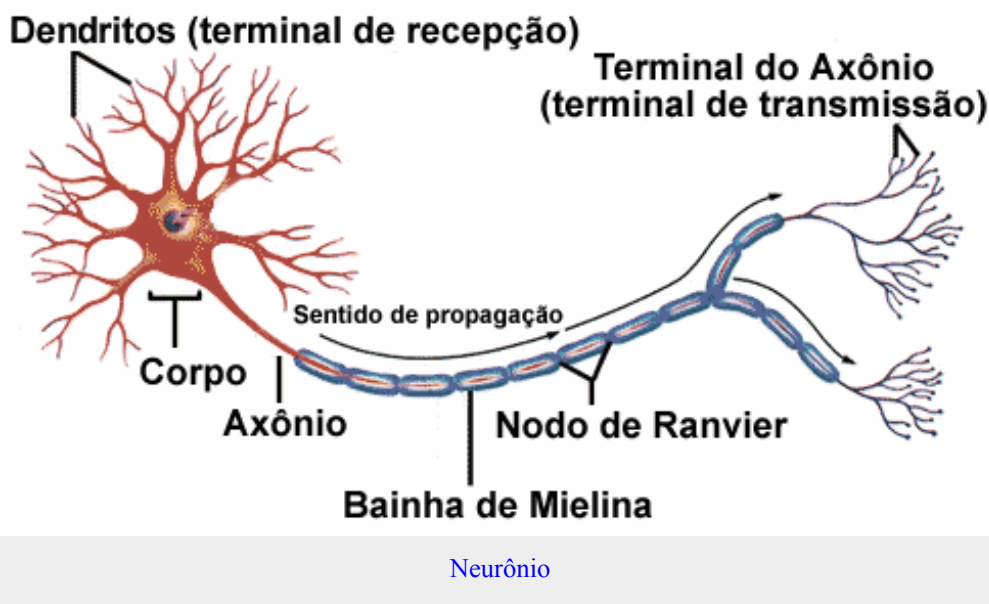
Esta maravilhosa máquina que nos faz humanos: Princípios do funcionamento do sistema nervoso- um texto para educadores-por Elisabete Castelon Konkiewitz

Noções de neurofisiologia



Vamos agora nos arriscar numa tentativa de compreensão de como funciona o nosso sistema nervoso. Existem algumas “leis” de funcionamento que valem para todas as células e para todos os circuitos neurais, sejam eles responsáveis pela motricidade, sensibilidade, pensamento abstrato, sentimento de raiva, etc.

Em primeiro lugar é importante saber que todas as células se comunicam com outras. Seja um estímulo doloroso, ou o comando para a contração de um músculo, ou uma idéia genial_ por trás de todos estes fenômenos está a comunicação entre células nervosas (neurônios). São cerca de 100 bilhões de neurônios, sendo que cada um se comunica com mais de 10.000 outros.



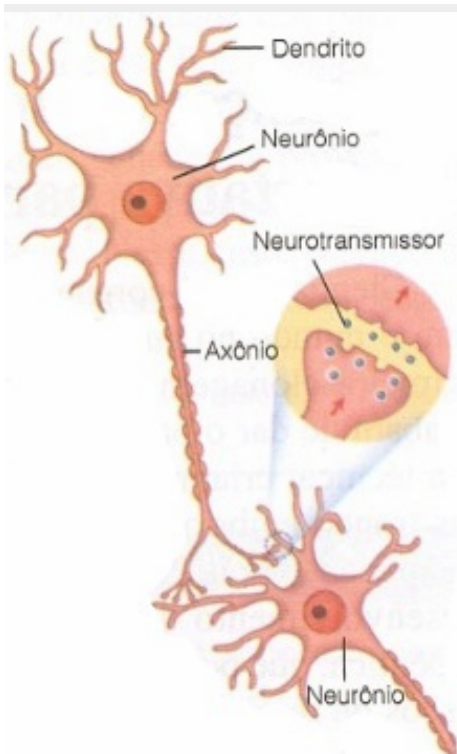
Como veremos adiante com mais detalhes, cada vez que um deles é estimulado, mandará uma mensagem para os outros seus vizinhos, através de impulso elétrico e de mensageiros químicos. Quanto maior a frequência, na qual dois neurônios “conversam um com o outro”, mais “amigos” eles ficam e mais eficientemente trabalham em conjunto. O aprendizado e a memória dependem da formação desta amizade.

sinapse entre dois neurônios

Temos que imaginar este sistema como uma rede, um emaranhado enorme de fios de condução elétrica com vários circuitos paralelos trabalhando simultaneamente.

Um circuito pode ser independente de um outro, mas estar em íntima relação com outros. Assim, por exemplo, os circuitos relacionados à sensação de dor e os circuitos relacionados às emoções influenciam-se mutuamente, ambos, porém, não interferem (pelo menos, não diretamente) no circuito relacionado à compreensão da linguagem.

Como exposto acima, a base da comunicação é elétrica e química. Assim, um estímulo, seja uma picada dolorida, um cheiro agradável, ou uma música, será



sempre levado da periferia (órgão sensorial : pele, olhos, narinas, papilas gustativas, ouvidos) até o SNC por um nervo, que funciona como um fio condutor.

As células receptoras da periferia (por exemplo, as células da retina) têm a capacidade de mudar a sua polarização devido a um estímulo específico. Existem na sua superfície receptores para este tipo de estímulo, os quais, quando estimulados, desencadeiam uma seqüência de fenômenos relacionados à entrada de íons sódio para o interior da célula, tornando-o positivo em relação ao meio extracelular. Este fenômeno é chamado *despolarização*. Quando a despolarização acontece em intensidade suficiente para atingir um limiar de positividade no interior da célula, um mecanismo autônomo e irreversível é desencadeado: de repente uma quantidade enorme de sódio entra na célula até um “ponto de saturação”, quando então os mesmos canais de sódio que se abriram começam a se fechar sozinhos, revertendo todo o processo e trazendo a célula para a sua polaridade inicial de repouso. Neste momento, no entanto, esta despolarização já está se propagando, caminhando ao longo da fibra nervosa e despolarizando outros segmentos, sempre no mesmo sentido. Este potencial capaz de se propagar é o *potencial de ação*.

Quando a fibra nervosa termina e chega o momento de transmitir a mensagem para o próximo neurônio, a transmissão do potencial de ação se encerra, pois os neurônios não estão “grudados” uns nos outros. Existe uma fenda que os separa: a *fenda sináptica*. A comunicação acontece não mais elétrica, e sim quimicamente, ou seja, o neurônio libera na sua terminação uma substância para o interior da fenda sináptica, sendo que o próximo neurônio tem na sua superfície vários

receptores, nos quais esta substância se encaixa. Uma vez encaixada (é como se um pé entrasse no sapato) esta substância faz com que o seu receptor se deforme e desencadeie reações dentro deste próximo neurônio, transmitindo assim a mensagem “para frente”. Esta comunicação química entre os neurônios recebe o nome de *sinapse*. As substâncias são os *neurotransmissores*, dos quais há diversos tipos com as mais diferentes ações, podendo eles ser *excitatórios* ou *inibitórios*. Dopamina, noradrenalina, serotonina, substância p, beta-endorfina, acetilcolina, aspartato, glutamato, glicina, ácido gama-amino-butiúrico (GABA) são apenas alguns exemplos de substâncias que atuam no sistema nervoso como neurotransmissores.

Mas, se a passagem de informação sempre se dá da mesma maneira através do mesmo tipo de impulso elétrico, como pode o nosso SNC saber quando se tratou de um estímulo visual, doloroso, térmico, auditivo, etc?

Isto só é possível, porque cada tipo de estímulo tem a sua via própria e chega ao seu ponto final específico, ou seja, a uma área do cérebro que interpreta tudo que chega até ela como correspondente a este estímulo. Por exemplo, o córtex somatosensorial mostra-se dividido em colunas de células, sendo que os neurônios de uma determinada coluna, quando estimulados, levam sempre a um mesmo tipo de sensação (tato, ou vibração, ou calor, etc) em uma determinada área. Este é o processo de *percepção*.

As diferentes percepções são integradas para, num resultado final, compor a representação de um objeto. Assim, a imagem de um objeto é constituída por vários elementos apreendidos em partes diferentes do cérebro e então unidas como num quebra-cabeça. Por exemplo, a imagem de um rosto: as informações de cor, profundidade, tamanho, distância vão para áreas distintas do córtex visual e de lá para uma segunda região (córtex visual associativo), onde todas elas montam em conjunto a representação mental do objeto visto. Esta representação pode então ir para uma outra instância, onde será elaborada uma resposta a este estímulo visual. Por exemplo, caso se trate da imagem de um leão, as diferentes informações compõem uma representação em forma de imagem visual, que então é, por sua vez, transmitida para uma outra área (córtex associativo têmporo-occipito-parietal), que realiza todo um processo complexo de comparação, no qual a imagem presente é comparada a representações mentais pré-existentes e àquilo que delas se sabe. Somente então é que o leão é apreendido no seu significado como animal selvagem e perigoso. Mas, para que haja a reação de fuga, ainda é preciso que esta informação atinja regiões do cérebro responsáveis pela motricidade. Aqui também ocorre uma *hierarquia* em

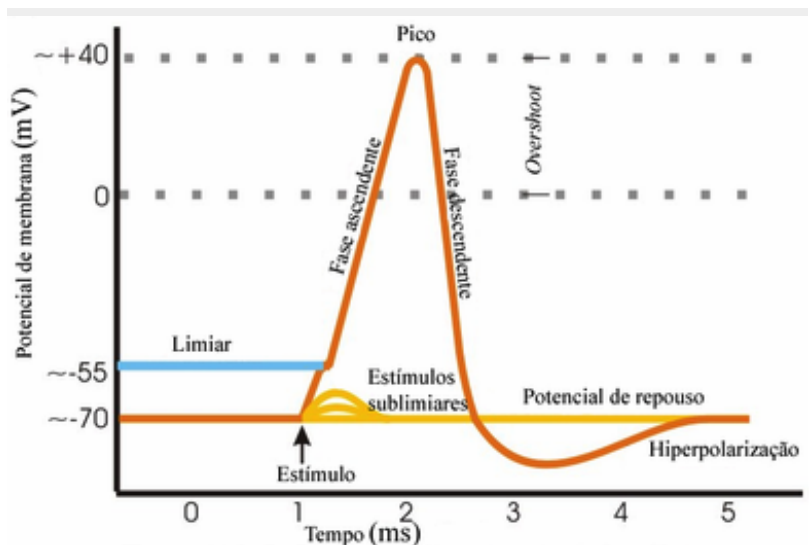
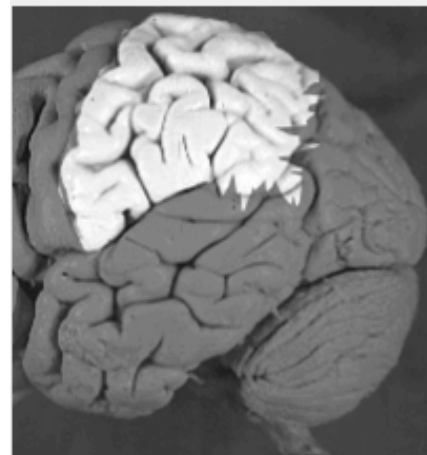
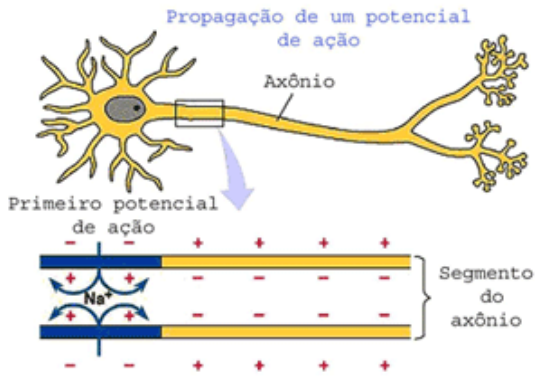


gráfico mostra mudança da diferença de potencial (voltagem) entre o meio intracelular (interior do neurônio) e o meio extra-celular no decorrer do tempo. Ocorre geração do potencial de ação a partir do repouso (despolarização) e depois repolarização.



cortex parietal

termos de complexidade, sendo que algumas áreas são diretamente responsáveis por movimentos musculares, enquanto outras se relacionam com a elaboração de padrões de movimentação. São estas áreas que já têm todo o programa da sequência de movimentos necessária para a corrida, ou o pedalar, ou o nadar, etc.

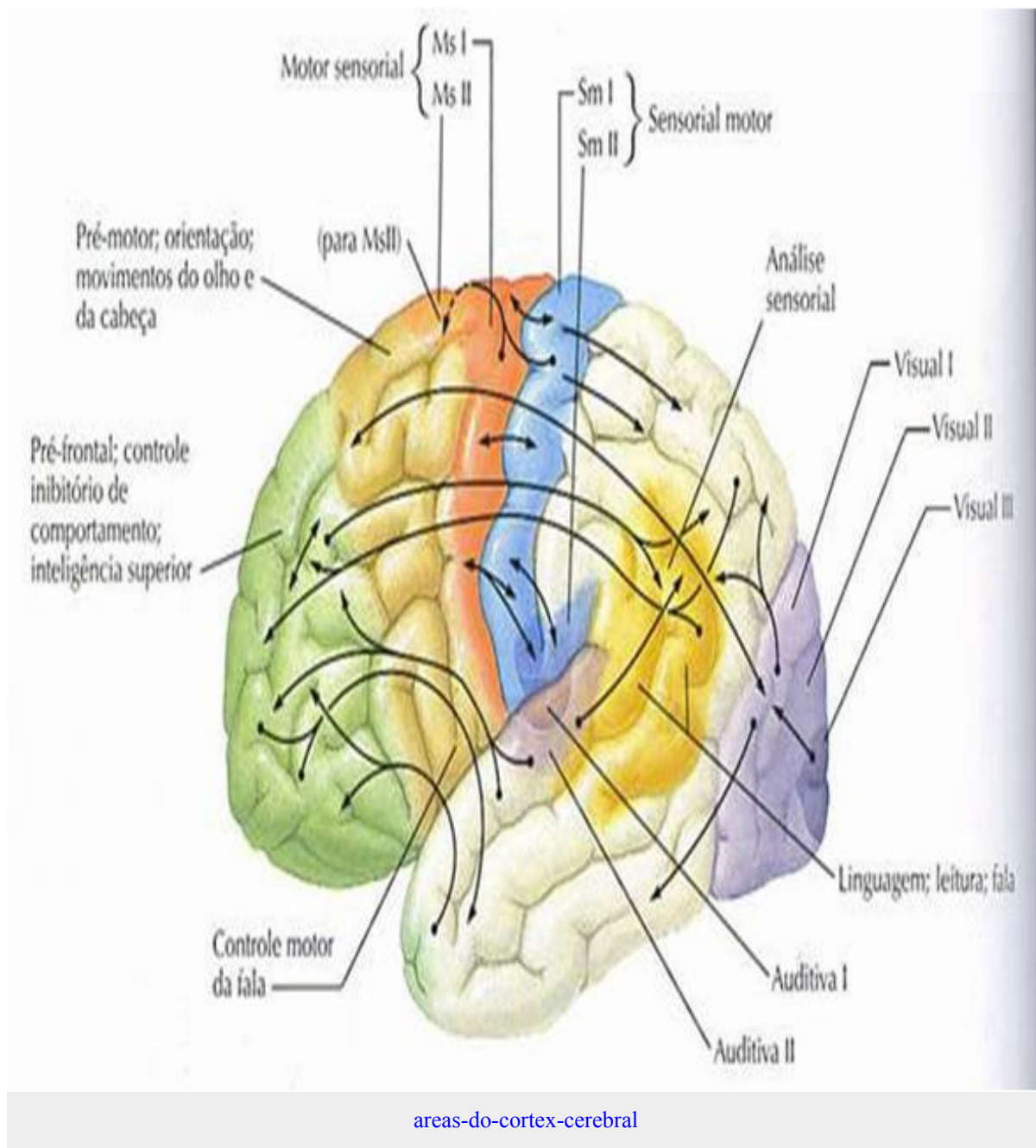
É fascinante ter consciência da velocidade com a qual todas estas informações são transmitidas, de quanto pouco tempo decorre entre a visão do leão e o início da fuga!

Houve neste breve período sensação visual, percepção de objeto, reconhecimento do seu significado e resposta motora adequada.

Concluindo, o córtex cerebral é dividido em áreas. Existem as áreas

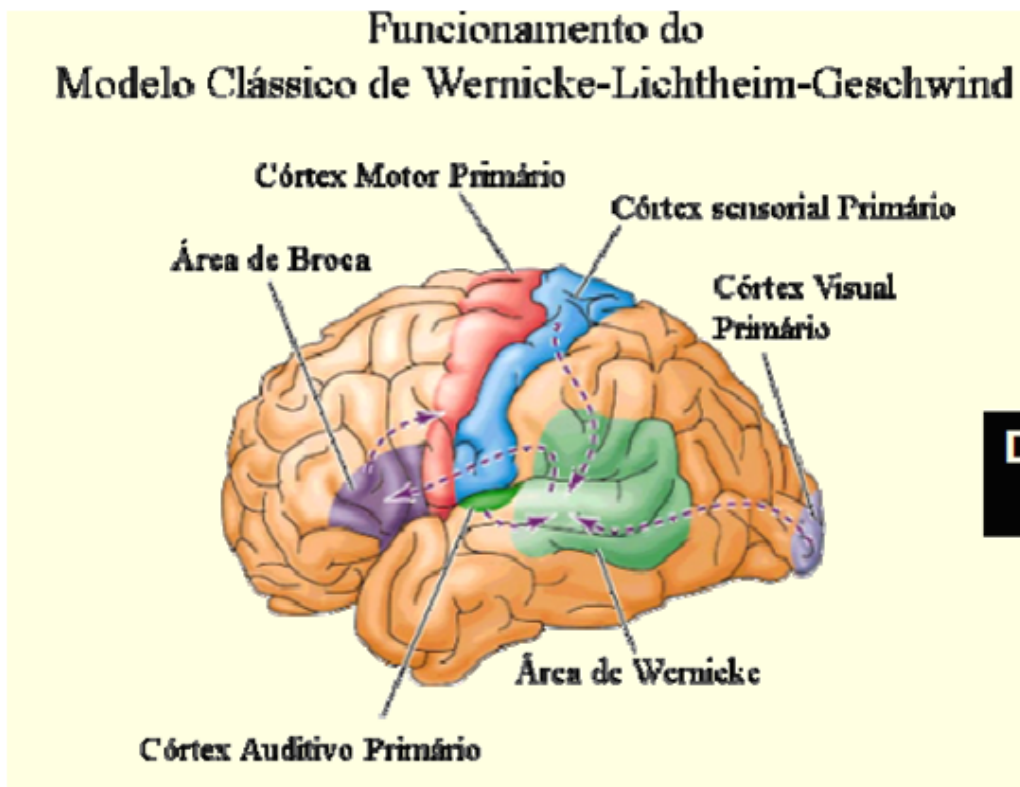
motoras e as sensoriais, que podem ser primárias e secundárias. Assim existe o córtex visual primário e o córtex visual secundário. O primeiro recebe todas as informações visuais e o segundo as reúne. Da mesma forma existe o córtex auditivo primário, onde cada coluna de células reage a uma frequência de som e o córtex auditivo secundário, que reúne as informações auditivas, como ritmo, tonalidade, frequência, melodia, etc. Em relação às áreas motoras, como foi explicado acima, há também uma hierarquia, onde o córtex motor secundário (área motora suplementar, córtex pré-motor) planeja os movimentos e o primário determina sua execução.

O princípio de localização (localizacionismo), ou melhor, da organização modular das funções cerebrais:

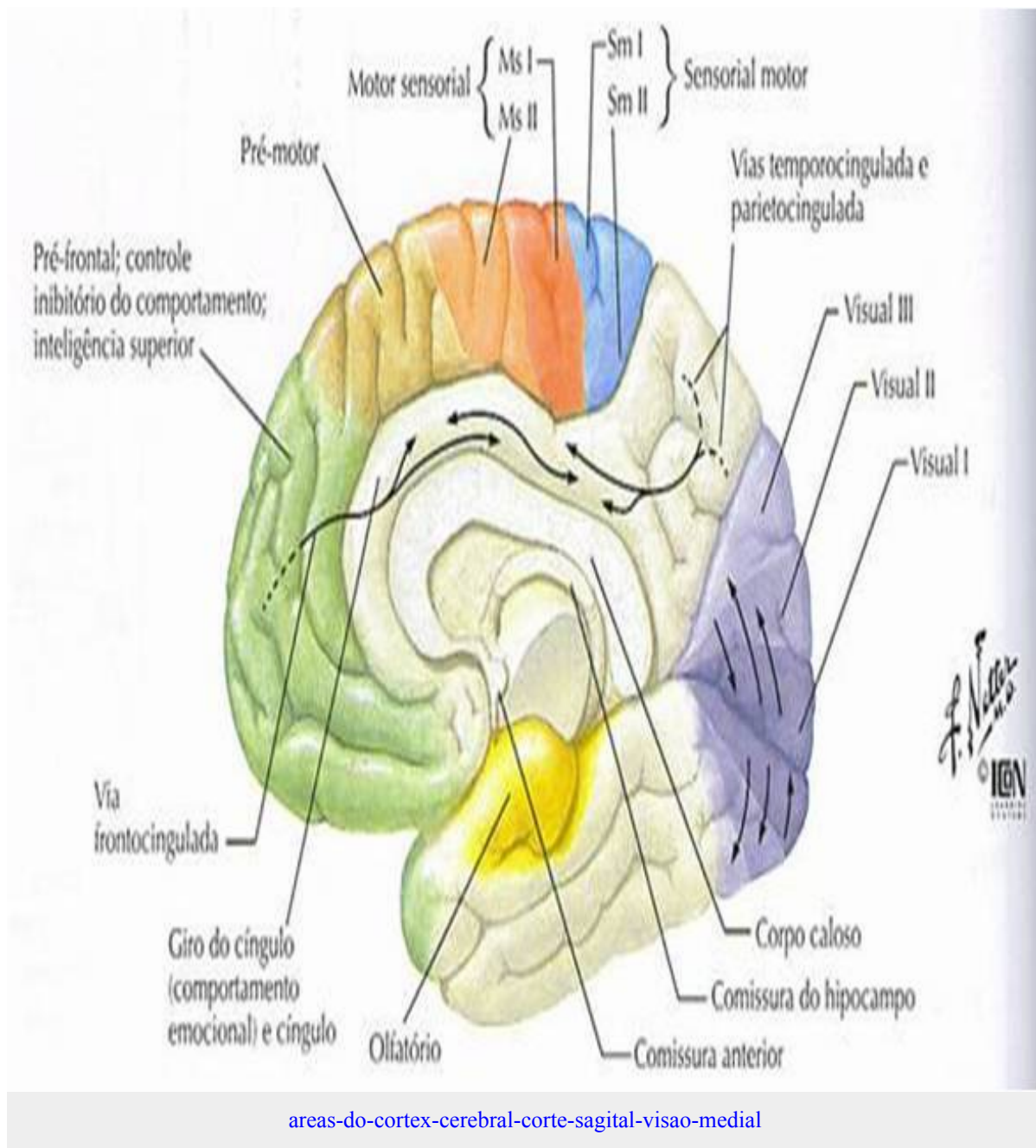


Cada área do SNC tem uma função específica. Mas, atenção! Não existe uma área da linguagem, outra do amor, outra da memória. Como o exemplo acima já mostrou, os processos complexos são divididos em partes. Por exemplo, a linguagem é composta pela compreensão do significado das palavras, expressão verbal, melodia, etc. Com isto cada área estará relacionada a um aspecto da linguagem e é preciso que elas trabalhem simultaneamente e estejam interligadas (conectividade)

Wernicke descobriu que existe uma organização modular da linguagem no cérebro, constituída de centros de processamento em série e em paralelo com funções mais ou menos independentes. Agora reconhecemos que todas as habilidades cognitivas resultam da interação de muitos mecanismos de processamento simples distribuídos em diversas regiões do cérebro. Assim as regiões do cérebro não estão relacionadas com faculdades mentais, mas com operações de processamento elementares. O sistema nervoso é então como uma grande fábrica, dividida em diferentes departamentos, cada um responsável por um tipo de produção. Cada departamento, por sua vez possui várias linhas de montagem, as quais trabalham simultaneamente, mas também sequencialmente. Existe então hierarquia, comunicação entre as partes, mas ao mesmo tempo uma separação e uma especificidade nas tarefas.



A lesão de uma única área **não necessariamente** resulta na perda total de uma faculdade. Mesmo que um comportamento desapareça no início, ele pode retornar parcialmente assim que as partes ilesas do cérebro reorganizem as suas conexões.



Assim não é conveniente representar processos mentais como uma série de ligações em cadeia, porque em tais arranjos o processo entra em colapso quando uma única ligação é quebrada. A comparação melhor e mais realista é pensar nos processos mentais como várias linhas de trem que desembocam num mesmo terminal. Se houver um bloqueio na estação São Joaquim, a sua comunicação com a praça da Sé ficará interrompida, mas seria então possível criar uma nova linha que unisse diretamente a Praça da Sé à Estação Vergueiro. Deste modo, um problema em uma única ligação na via afeta as informações levadas por ela, mas não necessariamente interfere de forma permanente no sistema. As partes restantes do sistema podem sofrer modificações para acomodar o tráfego extra depois do colapso de uma linha.

Hoje sabemos que as funções cognitivas, o desempenho intelectual, não se relacionam com o tamanho, ou o peso do cérebro e sim com a densidade das conexões sinápticas. Assim um grande gênio da matemática pode ter um cérebro de tamanho mediano. O seu córtex parietal (área associada às funções viso-espaciais), no entanto poderá perfazer uma área maior, ou seja, haverá mais neurônios ativos e participantes do processamento de operações matemáticas e estes apresentarão maior número de sinapses entre si, estas serão mais ativas, mais efetivas e terão um nível metabólico mais alto.

Neuroplasticidade, aprendizado e memória:

Como o próprio termo indica, neuroplasticidade é a capacidade do sistema nervoso central de reorganizar-se, remodelar-se, adquirir novas capacidades, novos conteúdos, ou realizar uma função utilizando novos circuitos neuronais.

“Plasticidade cerebral refere-se a alterações funcionais e estruturais nas sinapses como resultado de processos adaptativos do organismo.” (M. L. Brandão).