**Neurociência computacional**

O Sistema Nervoso constitui uma rede de comunicação que permite a um organismo interagir de modo adequado com o meio externo (o mundo fora do corpo) e interno (os conteúdos do corpo) (LIVRO B). Possibilitando a concepção de comportamentos mais elaborados por meio das interações do corpo com o ambiente.

É constituído por um vasto número de processos cognitivos e de ações de controle. O sistema nervoso pode ser designado como um sistema computacional biológico. Ele recebe, a cada minuto, literalmente milhões de bits de informações provenientes de diferentes órgãos e nervos sensoriais e, então, integra-os, com o intuito de determinar as respostas a serem produzidas pelo corpo (LIVRO A, RANHEL).

O sistema nervoso é um complexo formado por vários tipos de tecidos e células, dividido na porção central e periférica, cada uma com as suas subdivisões. Inclui os componentes sensoriais, que detectam eventos ambientais, os componentes integrativos, que processam e armazenam dados sensoriais e outros componentes motores, que geram movimentos e secreções glandulares (LIVRO B).

É por meio das células nervosas, os neurônios, que o sistema nervoso realiza o acoplamento entre as diferentes estruturas do organismo. A comunicação entre as estruturas sensoriais e dos componentes motores aumentam a capacidade de comportamento que um organismo pode desenvolver no ambiente. Ao receber um estímulo, sua estrutura sensorial será capaz de levá-lo até um dos componentes motores que poderá ou não produzir uma resposta (MAGELA). Neste contexto, é importante compreender as bases do funcionamento do sistema nervoso que serão apresentadas nas seções subsequentes.

**Estrutura Neuronal**

O sistema nervoso é constituído basicamente de dois tipos de células: os neurônios e as células gliais. Os neurônios são considerados a unidade básica do sistema nervoso, enquanto as células gliais pertencem a uma classe de células não-neurais e são responsáveis por realizar funções como agregação e sustentação dos neurônios (LENT).

De acordo com LIVRO IZICH existem apenas 10¹¹ neurônios ou menos no cérebro humano, uma quantidade muito menor que das células glias e demais células não-nervosas. Entretanto, neurônios são as únicas células capazes de transmitir sinal elétrico a grandes distancias. Eles são responsáveis pela recepção e transmissão dos estímulos nervosos.

A figura 2 mostra a estrutura de um neurônio típico encontrando no corpo humano. Eles são anatomicamente divididos em três partes principais: soma ou corpo celular, dendritos ou árvore dentrítica e axônio ou árvore axônica. A primeira parte possui funções básicas como armazenamento do material genético e produção de proteínas e de outras moléculas necessárias para a sobrevivência da célula.

Os dendritos são responsáveis pela recepção dos estímulos nervosos. São numerosos prolongamentos ramificados. O grande número de dendritos é útil à célula nervosa, pois permite multiplicar a área disponível para receber estímulos aferentes. Diferentemente dos dendritos cada neurônio tem apenas um axônio. Sua função é o envio de estímulos eferentes, pulso conhecido como potencial de ação ou spike, dirigidos às outras células de um circuito neural. A propagação de um potencial de ação termina na porção final do axônio estimulando as vesículas sinápticas, que por sua vez liberam substâncias químicas, chamadas neurotransmissores, nas sinapses, com os dendritos das células seguintes. (CHAVES)

A informação no sistema nervoso é transmitida principalmente na forma de potenciais de ação que se propagam por uma sucessão de neurônios, um após o outro. Cada potencial pode ser: bloqueado, transformado em uma sequencia de pulsos repetitivos ou pode ser integrado a outros pulsos e gerar padrões complexos em neurônios sucessivos. Estas três funções podem ser chamadas de funções sinápticas de um neurônio.

Existem dois tipos de sinapses: as elétricas e as químicas. As sinapses elétricas, encontradas no sistema nervoso em pequeno número, são caracterizadas por canais que conduzem eletricidade de uma célula para a próxima. Em contraste, quase todas as sinapses utilizadas para transmissão de sinais no sistema nervoso central da espécie humana são as sinapses químicas. Nestas estruturas, um neurônio secreta neurotransmissores em seu terminal, que por sua vez, atuam nas membranas receptoras do neurônio seguinte, para promover a inibição, excitação ou modificar, de outra maneira, a sensibilidade desta célula. (GUYTON)

As sinapses químicas possuem uma característica extremamente importante, os impulsos nervosos são sempre transmitidos em uma única direção, ou seja, a partir do neurônio que secreta o neurotransmissor, chamado de neurônio pré-sináptico, para o neurônio no qual o neurotransmissor age, o neurônio pós-sináptico.

**Teoria da Seleção de Grupos Neuronais**

Gerald M. Edelman formulou a Teoria de Seleção de Grupos Neuronais (TNGS) (Edman) para explicar a organização dos neurônios funcionalmente em níveis hierárquicos, em que os níveis funcionais mais elevados coordenariam conjuntos de funções nos níveis mais baixos. (EDELMAN, 1987 e CLANCEY,1997).

Para Edelman, o desenvolvimento neurobiológico básico do cérebro é epigênico. Isto significa que a rede e a topologia das conexões neurais desenvolvem-se na fase embrionária através de atividades neurais competitivas, e não são pré-estabelecidas geneticamente. Ao observar o sistema nervoso pode-se notar que o mesmo possui um comportamento circular, ou seja, o estado de cada célula neural depende do estado de todas as demais células neurais. Assim, o estado da rede, constituído das células neurais do sistema nervoso, é obtido pela correlação entre todas elas.

As ativações neurais emergem como circuitos completos, dentro das coordenações já existentes (seqüências de ativações neurais no tempo), e não através de caminhos isolados entre subsistemas periféricos. Edelman propõe que "não há um software envolvido nas operações do cérebro” (EDELMAN, 1992). Isso significa que, para cada nova categorização, conceitualização e coordenação perceptual, novos componentes de hardware surgem de maneira completamente nova, modificando a população dos elementos físicos disponíveis para a ativação e a recombinação futura. Esse rearranjo físico do cérebro não é produzido por um processo de compilação de software (que produz uma tradução das descrições lingüísticas) ou isomórficas às manipulações semânticas e lingüísticas. Estruturas diferentes podem produzir o mesmo resultado. Assim, o que existe é um indeterminismo no nível global.

A TNGS estabelece que as sinapses das células neurais localizadas na área cortical do cérebro gera uma hierarquia de clusters que são denotados por: grupos neuronais (clusters de 50 a 10.000 células neurais fortemente acopladas), mapas locais (clusters reentrantes de grupos neuronais) e mapas globais (clusters reentrantes de mapas neurais). De acordo com essa teoria, um grupo neuronal é a unidade mais básica na área cortical do cérebro, de onde os processos de memória emergem. Sendo assim, o grupo neuronal não é formado por um único neurônio, mas por um conjunto de neurônios. Cada um desses clusters (grupos neuronais), é um conjunto de neurônios localizados e fortemente acoplados, que começam o seu processo de desenvolvimento na fase embrionária e continuam até o início da vida, i.e. eles são estruturados durante a filogenia e são responsáveis pelas funções mais primitivas nos seres humanos, ou seja, os grupos neuronais não são adaptáveis, o que significa que eles são difíceis de se alterar.

Segundo Edelman um grupo neuronal é um conjunto de células neurais que disparam na mesma frequência. Em um grupo neuronal as células neurais estão fortemente conectadas sendo as suas sinapses constituídas em sua grande maioria na fase de formação do indivíduo.

Também, de acordo com (HEBB, 1949) quando dois neurônios de lados distintos de uma sinapse são ativados sincronicamente, ocorrerá um fortalecimento desta sinapse. Porém, se os neurônios são ativados assincronamente, a sinapse é enfraquecida ou mesmo eliminada. Portanto, um fator decisivo para a formação de grupos neuronais é a apresentação de sincronismo nas sinapses realizadas pelos neurônios da rede.

Um grupo neuronal é constituído de 50 a 10.000 neurônios sendo que um grupo é especializado em uma determinada função como por exemplo: realizar movimentos com o braço para esquerda, outro para direita, um para visão de cores, outro para visão de movimentos, etc. Esta especialização dos grupos neuronais pode ser usada para a criação das estruturas internas de um agente de software, tais como os sensores e os efetores, responsáveis pela manutenção do acoplamento do agente com o ambiente.

Imediatamente depois do nascimento, o cérebro humano começa rapidamente a criar e a modificar as conexões sinápticas que se estabelecem entre os grupos neuronais. De acordo com essa proposição, Edelman sugere uma analogia baseada na teoria da seleção natural de Darwin e nas teorias darwinianas de dinâmica populacional. O termo darwinismo neural poderia ser usado para descrever um processo físico observado no desenvolvimento neural, em que sinapses realizadas entre os diferentes conjuntos (grupos neuronais) são fortalecidas, enquanto as sinapses não utilizadas são enfraquecidas, fazendo surgir uma estrutura física de segundo nível chamada mapa local na TNGS. Cada um desses arranjos de conexões entre clusters dentro de um dado mapa local resulta em alguma atividade intergrupo que produz uma memória de segundo nível, ou seja, a memória de segundo nível poderia ser vista como uma correlação das memórias de primeiro nível. Esse processo de acoplar estruturas menores, através de interconexões sinápticas entre os neurônios de grupos neuronais diferentes, a fim de gerar estruturas maiores, poderia ser repetido recursivamente. Conseqüentemente, novos níveis hierárquicos de memória emergiriam através das correlações apropriadas das memórias dos níveis mais baixos (EDELMAN, 1987).