

NEUROCIÊNCIA E APRENDIZAGEM

Neurociência é a área multidisciplinar de conhecimento que analisa o sistema nervoso para entender as bases biológicas do comportamento.

Floyd E. Bloom -The Scripps Research Institute - La Jolla, California

“ ... a aprendizagem é um processo mental que envolve o processamento de informação e a sua passagem da memória de curto prazo para a de longo prazo. Neste processo, o conhecimento prévio do aluno e a construção de sentido tem um papel determinante em toda a aprendizagem”.

(Doolittle, 2002, p. 2).

Objetivos

No final deste capítulo o formando deverá ser capaz de:

- Compreender como o sistema nervoso tem influência sobre a aprendizagem
- Fornecer bases teóricas e práticas sobre o conhecimento da anatomia e funcionamento do sistema nervoso
- Compreender as funções cognitivas no processo de aprendizagem
- Instrumentalizar a prática pedagógica com subsídios neurocientífico

SISTEMA NERVOSO

CONCEITO

Sistema nervoso é a parte do organismo que transmite sinais entre as suas diferentes partes e coordena as suas ações voluntárias e involuntárias. O tecido nervoso surge com os vermes, cerca de 550 a 600 milhões de anos atrás. ([Wikipédia](#))

O grande desafio da ciência é compreender a base biológica da consciência e dos processos mentais pelos quais percebemos, agimos, aprendemos e lembramos. Um passo evolutivo importante foi a fusão entre o estudo do comportamento - a ciência da mente e a ciência neural - a ciência do cérebro.

Existe diferença entre cérebro e mente?

- O cérebro é uma estrutura localizada no interior do crânio, que pode ser visualizado e manipulado. Sua arquitetura é caracterizada por diferentes células, substâncias químicas como neurotransmissores, hormônios e enzimas.

A mente representa a essência do homem, que emerge da existência de funções mentais que permite a ela pensar e perceber, amar e odiar, aprender e lembrar, resolver problemas, comunicar-se através da fala e da escrita, criar e destruir civilizações. Assim, sem o cérebro, a mente não pode existir, sem a manifestação comportamental, a mente não pode ser expressada.

O sistema nervoso coordena todas as atividades orgânicas, integra sensações e ideias, conjuga fenômenos da consciência e adapta o organismo às condições de momento. Seu substrato morfológico e funcional é o arco reflexo e sua constituição permite que estímulos deflagrem respostas adequadas a cada um destes estímulos. Ex. estímulos táteis (carícia) podem resultar em um sorriso.

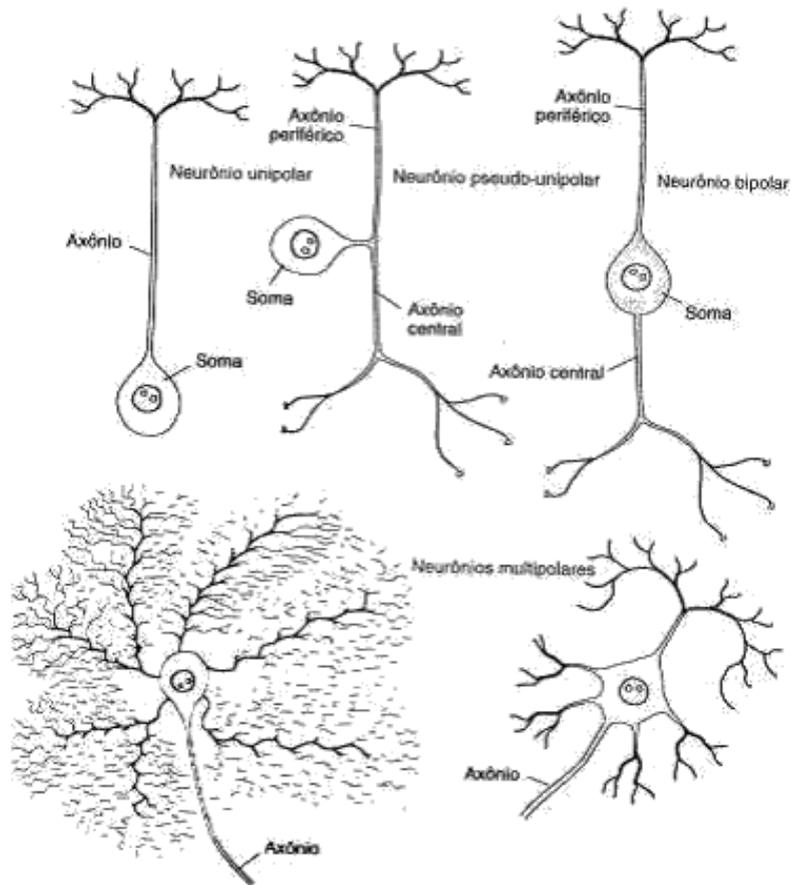
Os neurônios representam a unidade morfológica e fisiológica do sistema nervoso. São caracterizados por serem capazes de gerar e conduzir energia eletroquímica (impulso nervoso). Morfologicamente podemos distinguir nos neurônios as seguintes regiões:

Corpo celular (soma/pericário) - é a “fábrica” do neurônio, o centro metabólico da célula. Contém diversas estruturas imersas no citoplasma, dentre elas o núcleo que representa o arquiteto da célula, onde estão os genes, consistindo de DNA, o qual contém a informação básica para manufaturar todas as substâncias químicas neurotransmissoras. Em geral do corpo celular originam-se dois tipos de prolongamentos: o axônio e os dendritos.

Axônios - Geralmente cada neurônio possui apenas um único axônio, que conduz impulsos do corpo celular em direção a outro neurônio ou para um órgão efeto. Os sinais elétricos conduzidos pelos axônios são denominados de potencial de ação ou *impulso nervoso* e podem percorrer distâncias de alguns milímetros a mais de um

metro. Os axônios de muitos neurônios são envolvidos por uma bainha de mielina. A mielina protege e isola o axônio, prevenindo a interferência entre axônios à medida que elas passam ao longo dos feixes e aumenta a velocidade de transmissão do impulso nervoso.

Dendritos - geralmente são estruturas curtas que se ramificam como galhos de uma árvore e representam o principal aparato para recepção de sinais de outras células nervosas. Eles funcionam como “antenas” do neurônio e são cobertas por milhares de sinapses.



CLASSIFICAÇÃO

De acordo com o número de prolongamentos associados ao corpo celular os neurônios são classificados em:

- **Unipolares:** um único prolongamento a partir de um polo do corpo celular (soma)
- **Bipolares:** tem dois prolongamentos em polos diferentes do corpo celular, sendo que os dendritos levam informação para a célula e o axônio transmite essa informação para outras células.
- **Pseudo-unipolar:** o prolongamento que emerge do corpo celular se divide em dois, ambos atuando como axônios, um dirige-se para a periferia (pele, músculos) e o outro dirige-se para a medula espinal.
- **Multipolares:** tem apenas um axônio e muitos dendritos. Representam o tipo de neurônio mais comum do sistema nervoso nos mamíferos.

Bainha de mielina - A bainha de mielina é um revestimento que envolve alguns tipos de neurônios e é formada a partir da célula de **Schwann**. A mielina tem por função proteger o neurônio e, principalmente, fazer com que o impulso nervoso se propague com mais velocidade pelo axônio. Um neurônio sem mielina conduz o impulso com velocidade de no máximo 2 m/s (cerca de 7 km/h, velocidade de uma pessoa caminhando rapidamente), enquanto que um neurônio com mielina pode conduzir seu impulso nervoso com velocidade de até 120 m/s (mais de 430 km/h). Dessa forma, de acordo com a presença de bainha de mielina, os neurônios se classificam em **mielinizados (mielínicos) e amielínicos**.

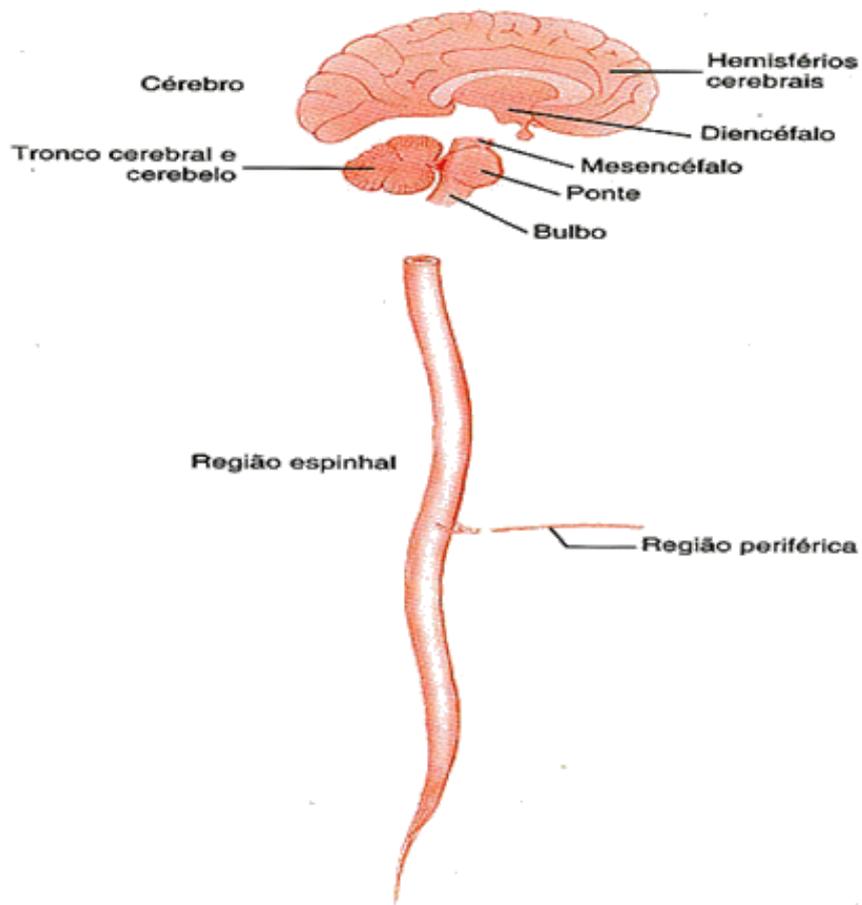
O processo de mielinização acontece desde a vida intrauterina e se completa após o nascimento durante a fase de crescimento e desenvolvimento da criança.

Para se ter uma ideia da importância da mielina, basta observar que enquanto não se alcança um determinado grau de desenvolvimento do processo de mielinização neuronal não se aprende a falar ou a andar. A estimulação durante essa fase é de importância crucial para esse processo.

De acordo com a sua função os neurônios podem ser classificados em:

- **Neurônio sensorial (aférente)** - recebe estímulos sensoriais do meio ambiente e do próprio organismo, transformam estes estímulos em impulsos nervosos e enviam-no ao sistema nervoso central. A região responsável pela captação do estímulo é denominada de terminação nervosa sensitiva (receptor), que pode ser sensível a diferentes
- tipos de estímulos: tato, pressão, dor, posição, tensão muscular, concentração química, luz e outros estímulos mecânicos.
- **Neurônio motor (eferente)** - conduz impulsos nervosos do sistema nervoso central para um órgão efetor (músculo ou glândula) através de estruturas denominadas de botões sinápticos (terminais).
- **Neurônio de associação (interneurônio)** - o corpo deste neurônio está sempre dentro do SNC, e constitui a maior parte da substância cinzenta do SNC e seus axônios mielinizados formam grande parte da substância branca. Apresentam várias formas e tamanhos.

Muitos estão diretamente relacionados à entrada de impulsos aferentes e outros, à saída de impulsos eferentes. Outros, servem para integrar estímulo sensorial com centros mais elevados a fim de conduzir resposta motora mais apropriada.



SINAPSES

CONCEITO

Os neurônios entram em contato com outros neurônios, principalmente através de suas terminações axônicas, passando-lhes informações. Os locais de conexões são denominados **sinapses**. As sinapses podem ocorrer entre neurônios (axônio e corpo; axônio e dendrito; axônio e axônio) e podem ocorrer também entre neurônios e células não neuronais denominada de órgão efector que podem ser as células musculares (esqueléticas, lisas e cardíacas) e células secretoras (glândulas).

O impulso nervoso move-se ao longo do axônio, e quando alcança o terminal axônico do neurônio pré-sináptico, vesículas contendo substância química (neurotransmissor) são liberadas. Estas substâncias provocam reação no neurônio pós-sináptico que pode ser excitado (capaz de deflagrar o impulso nervoso) ou inibido (não é capaz de gerar impulso nervoso). A capacidade para integrar, coordenar, associar e modificar os impulsos aferentes e alcançar uma resposta motora desejada está diretamente relacionada ao número de sinapse realizada no interior do cérebro e da medula espinal.

Sistema Nervoso Central Encéfalo

- Cérebro
 - Telencéfalo
 - Diencefalo
- Cerebelo
- Tronco Encefálico
 - Mesencéfalo
 - Ponte
 - Bulbo

Medula Espinal

Sistema Nervoso periférico

- Gânglios motores e sensitivos
- Nervos motores e sensitivos
- Terminações nervosas Sensitivas e motoras

O sistema nervoso consiste de uma parte central, denominada sistema nervoso central (SNC), formado pelo encéfalo e pela medula espinal que estão alojados no interior do crânio e coluna vertebral respectivamente. As estruturas que se encontram fora do

crânio e da coluna vertebral constituem o sistema nervoso periférico, formado pelos nervos, gânglios e terminações nervosas.

A medula espinal é a parte mais caudal do SNC. Estende-se desde a base do crânio até a primeira vértebra lombar, e portanto não percorre todo comprimento da coluna vertebral. A medula espinal recebe informações sensoriais da pele, das articulações e dos músculos do tronco e dos membros e, por sua vez, contém neurônios motores responsáveis pelos movimentos voluntários e reflexos. Também recebe informações sensoriais dos órgãos internos e tem aglomerados de neurônios que controlam muitas funções viscerais. No interior da medula espinal, os grupos sensoriais que recebem entradas da periferia e os grupos de células motoras que controlam grupos específicos de fibras motoras não ficam misturados aleatoriamente.

Os sensoriais ficam agrupados na coluna posterior, os motores somáticos na coluna anterior; e os motores viscerais na coluna lateral.

Tronco encefálico: estrutura do SNC com funções vegetativas vitais. É constituído de bulbo, ponte e mesencéfalo. Sendo que o bulbo continua-se com a medula espinal e o mesencéfalo continua-se com o diencéfalo. Recebe informações sensoriais da pele e das articulações da cabeça, pescoço e face, e contém os neurônios motores que controlam os músculos da cabeça e do pescoço. Também está relacionado com os sentidos especializados, como a audição, a gustação e o equilíbrio. Participa da regulação da respiração e da pressão sanguínea. As entradas sensoriais e as saídas motoras do tronco encefálico são conduzidas pelos 12 pares de nervos cranianos. Apresenta uma agregação mais ou menos difusa de neurônios de tamanhos e tipos diferentes, separados por uma rede de fibras nervosas que ocupa a parte central do tronco encefálico denominada de **Formação Reticular**. A formação reticular constitui juntamente com o diencéfalo o Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA), que tem ação ativadora sobre o córtex cerebral.

O cerebelo recebe entradas sensoriais da medula espinal, informações motoras do córtex cerebral, e entradas a respeito do equilíbrio dos órgãos vestibulares do ouvido interno. A convergência de todas essas entradas torna o cerebelo capaz de coordenar o planejamento, a cronologia e os padrões de atividade dos músculos esqueléticos durante o movimento. O cerebelo também desempenha importante função na manutenção na manutenção da postura e na coordenação dos movimentos da cabeça e dos olhos.

Diencéfalo: Relacionado com funções vegetativas e cognitivas. O tálamo, processa e distribui quase todas as informações sensoriais que vão para o córtex cerebral. Está relacionado com a ativação do córtex cerebral, motricidade e com comportamento emocional.

O hipotálamo desempenha inúmeras funções, como regulação do sistema nervoso autônomo, regulação da glândula hipófise, regulação da fome e da sede, participa do comportamento emocional, e da ativação do córtex cerebral (SARA).

Telencéfalo: é constituído por dois hemisférios cerebrais que se comunicam através de feixes de axônios. Os hemisférios cerebrais formam, de longe, a maior região do encéfalo. São constituídos pelo córtex cerebral, pela substância branca subjacente (principalmente axônios mielinizados e células da glia) e três aglomerados de substância cinzenta denominados de núcleos: gânglios da base; hipocampo e

amígdala. Na maior parte os hemisférios cerebrais direito e esquerdo constituem imagens em espelho um do outro. Apesar de cada hemisfério ter funções especializadas, ambos estão conjuntamente implicados em funções perceptivas, cognitivas, e com funções motoras superiores, bem como na emoção e na memória.

Córtex cerebral: é a superfície altamente enrugada do hemisfério cerebral, onde pode-se distinguir os sulcos (depressões) que separam regiões elevadas (giros). Os sulcos maiores são geralmente (sulco lateral e central), e podem ser usados para dividir o córtex em quatro lobos: frontal; parietal; temporal e occipital.

Todas as parte do córtex estão relacionadas com o armazenamento de experiências (memória), troca de impulsos com outras áreas corticais (associação) e a transmissão dupla de impulsos (aférentes e eférentes) com áreas subcorticais.

O lobo frontal (a) está relacionado com funções intelectuais tais como o raciocínio e o pensamento abstrato; comportamento agressivo e sexual; fala (área de Broca - a), linguagem e iniciação do movimento, tanto treinado quando postural. A área rotulada como (giro pré-central) inicia especificamente o movimento

treinado, e os impulsos desta área motora são conduzidos, ao longo do tractocorticospinal, diretamente aos neurônios motores dos nervos cranianos/espinais.

O sulco central é considerado a divisão anatômica entre as áreas motoras anteriormente a as áreas sensoriais posteriormente.

O lobo parietal está relacionado com o reconhecimento de estímulos sensoriais específicos; o paladar; a habilidade de usar símbolos como meio de comunicação (linguagem) e a habilidade de desenvolver ideias e as respostas motoras necessárias para levá-las a termo. O giro pós-central recebe impulsos aferentes ligados à dor,tato, pressão, tensão muscular e posição das articulações de receptores

de todo o corpo. Quando o impulso alcança esta área torna-se consciente, e o indivíduo torna-se capaz de discriminá-lo.

O lobo temporal está relacionado ao olfato e á linguagem; ao comportamento emocional (incluindo raiva, hostilidade e comportamento sexual. A área recebe impulsos aferentes relacionados à audição.

O lobo occipital , especialmente a área específica rotulada está relacionada com o recebimento de estímulos visuais do trato óptico.

Funcionalmente falando, os dois hemisférios, em especial com relação ao córtex não são iguais; ou seja, eles não são imagens especulares um do outro.

De modo interessante, a maioria dos tratos longos que vão ou vêm do córtex (de outras área também) de neurônios sensitivos e motores respectivamente, cruzam para o lado oposto. Assim, grande parte dos receptores do lado esquerdo são representados do lado direito do córtex, e dos impulsos motores que se original do lado esquerdo geram atividade muscular no lado direito do corpo.

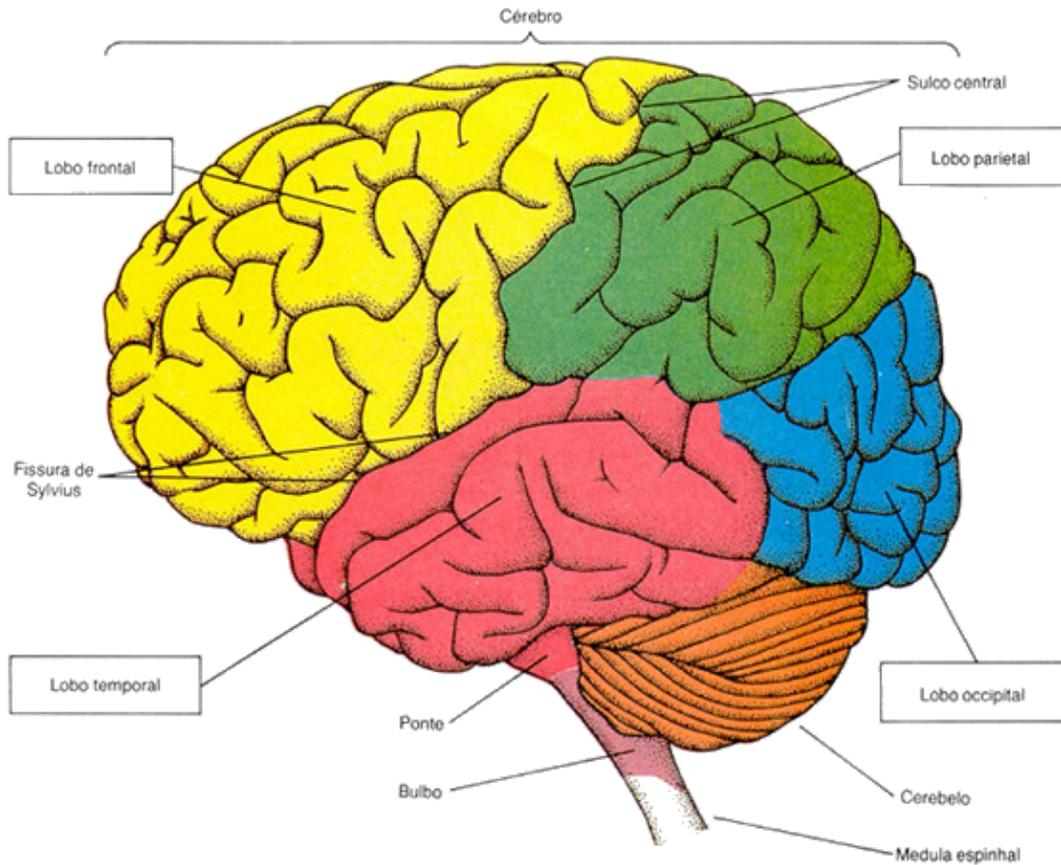
ÁREAS PRIMÁRIA	SENSORIAIS SECUNDÁRIA	TERCIÁRIA
Podem ser denominadas também de área de	Podem ser denominadas também de áreas de associação	Podem ser denominadas também de área de associação. Recebem e

<p>projeção. São áreas do córtex que recebem ou dão origem a fibras relacionadas diretamente com a sensibilidade e com a motricidade.</p> <p>Função: têm-se consciência das características sensoriais do objeto, sua forma, dureza, tamanho.</p> <p>Ex: Sensorial (giro pós-central) Motora (giro pré-central).</p>	<p>interpretativas. localizadas no córtex adjacentes às áreas primárias. Função: ocorre a interpretação, ou seja, as características sensoriais são comparadas com o conceito do objeto existente na memória do indivíduo, o que permite a sua identificação.</p>	<p>Estão integradas as informações sensoriais já elaboradas por todas as áreas secundárias e são responsáveis também pela elaboração das diversas estratégias do comportamento. Está relacionado também com o pensamento e memória.</p> <p>Ex: área pré-frontal; áreas límbicas (hipocampo).</p>
--	---	--

ÁREAS CORTICAIS	FUNÇÃO	LESÃO
Área visual primária	Visão de sinais luminosos, linhas brilhantes, cores e outras visões simples.	Cegueira
Área de associação visual (área secundária)	Interpretação do que está vendo	Redução acentuada na interpretação do que se vê, incapacidade de reconhecer o significado das palavras (cegueira verbal ou alexia)
Área auditiva primária	Sons simples, porém não distingue sons inteligíveis	surdez
Área de associação auditiva	Compreensão do significado das palavras ou de outras experiências auditivas.	Perda da capacidade do entendimento das palavras e outras experiências auditivas mesmo quando se ouve bem.
Córtex sensorial primário (giro pós-central)	Aspectos simples das sensações (formigamento na pele, dormência, graus leves de sensações térmicas)	Depressão da sensação sensorial somática.
Área de associação sensorial somática	Percepção espacial para as distintas partes do corpo, interpretação das experiências sensoriais somáticas.	Perda da percepção espacial do corpo, diminuição da capacidade de interpretação das experiências sensoriais somáticas.
Área terciária ou interpretativa geral hemisfério dominante	Interpretação dos significados complicados	Incapacidade para ordenar as palavras ouvidas em pensamentos coerentes;

das distintas experiências sensoriais.

incapacidade para perceber a mensagem contida em palavras escritas; dificuldade de compreensão em níveis mais elevados dos significados das experiências sensoriais somáticas; alterações severas do pensamento e da memória. A perda desta área, no adulto, resulta em vida próximo a demência.



ÁREAS RELACIONADAS COM A LINGUAGEM

A linguagem verbal é um fenômeno complexo do qual participam áreas corticais e subcorticais. No entanto, o córtex cerebral tem o papel mais importante, e na maioria dos indivíduos as áreas corticais da linguagem se localizam apenas no lado esquerdo. Admite-se a existência de duas áreas corticais para a linguagem: uma anterior e outra posterior, ambas de associação. A área anterior da linguagem corresponde à área de Broca e está relacionada com a expressão da linguagem. A área posterior da linguagem situa-se na junção entre os lóbulos temporal e parietal e corresponde à área de Wernicke. Está relacionada basicamente com a percepção da linguagem.

A área de Wernicke comunica-se com a área de Broca através feixes de axônios. Lesões destas áreas dão origem a distúrbios de linguagem denominados afasias. Nas afasias, as perturbações da linguagem não podem ser atribuídas a lesões das vias sensitivas ou motoras envolvidas na fonação, mas apenas lesão das áreas corticais de associação responsáveis pela linguagem.



Distinguem-se dois tipos básicos de afasia: motora ou de expressão, em que a lesão ocorre na área de Broca; sensitiva ou de percepção, em que a lesão ocorre na área de Wernicke. Nas afasias motoras o indivíduo é capaz de compreender a linguagem falada ou escrita, mas tem dificuldade de se expressar adequadamente, falando ou escrevendo. Nos casos mais comuns, ele consegue apenas produzir poucas palavras com dificuldade e tende a encontrar as frases falando ou escrevendo de maneira telegráfica. Nas afasias sensitivas a compreensão da linguagem tanto falada como escrita é muito deficiente. Há também algum déficit na expressão da linguagem, uma vez que o perfeito funcionamento da área de Broca depende de informações que recebe da área de Wernicke, através do fascículo arqueado (feixe de axônios). Nos

raros casos em que esse fascículo é lesado, temos a chamada afasia de condução, em que a compreensão da linguagem é normal (pois a área de Wernicke está íntegra), mas existe déficit da expressão.

As dislexias estão presentes em muitos indivíduos, no entanto, muitas vezes são erroneamente diagnosticadas. Não é uma doença, e sim uma disfunção do SNC de origem constitucional (neurotransmissores) caracterizada pela dificuldade na aquisição ou no uso da leitura e ou/escrita, que acomete crianças com inteligência normal ou acima da média, sem défices sensoriais.

BASES BIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS

CONCEITO

A atenção para ser processada conta com a atuação de todo o sistema nervoso desde os receptores do sistema nervoso periférico ao córtex encefálico.

Como o sistema nervoso é um todo dinâmico, cada uma de suas estruturas pode estar relacionada a numerosas funções. É no córtex cerebral que as sensações se tornam conscientes, são processadas e transformadas em percepções, entretanto, não atua sozinho, para desempenhar suas atividades recebe a colaboração de todo o restante do sistema nervoso.

O sistema nervoso periférico, através dos receptores e das vias sensitivas envia para o sistema nervoso central impulsos nervosos originados a partir de estímulos diferentes, como os visuais, táteis, dolorosos, olfativos, auditivos etc.. Estes impulsos, após percorrerem várias estruturas neurais, chegam ao córtex cerebral para serem interpretados.

O tronco encefálico, através da atuação da formação reticular, influencia o funcionamento do córtex, por meio da ativação ou desativação dos neurônios corticais, o que guarda uma relação direta com as fases do ciclo de vigília e sono e com os estados da atenção.

No processo de interpretação, o córtex, devidamente ativado pela formação reticular seleciona as informações relevantes, mobiliza informações pré-existent na memória e as compara com as novas. O hipocampo e o tálamo, enquanto partes do sistema límbico (sistema relacionado às emoções), são acionados e ajudam a decidir se os pensamentos promovidos pelo estímulo são suficientemente importantes para merecerem memória. Por outro lado, de acordo com o significado que este estímulo ganhou, são programadas as respostas motoras.

As respostas motoras conscientes elaboradas pelo cérebro, após percorrerem diversas estruturas do sistema nervoso central atingem o sistema nervoso periférico. Percorrem então, as vias motoras dos nervos e chegam até os músculos para coordenar suas ações.

Nesta breve descrição das ações neurais envolvidas no recebimento de um estímulo, no seu processamento mental, e na elaboração de uma resposta motora consciente, ficou subentendido todo um processo de direcionamento da atenção voluntária em suas modalidades sensorial, intelectual e motora. Trata-se portanto de uma função mental complexa que para ser desempenhada envolve amplamente o substrato orgânico da mente e seus componentes psíquicos. O substrato orgânico aqui entendido como o conjunto de estruturas macro e microanatômicas que dão suporte a

atenção, e os componentes psíquicos como afetividade, motivação, memória, linguagem e pensamento. Logo se faz plenamente justificada a afirmação de Campos-Castelló (1998; 2000) de que a atenção é uma função cognitiva de alta complexidade em que estão implicados numerosos subprocessos como a percepção, a intenção e a ação.

Através da atenção focalizamos nossas atividades conscientes, possibilitando a percepção, a memória e a aprendizagem, pois o direcionamento da atenção promove uma filtragem da informação não desejada. É portanto, a base sobre a qual se organiza o caráter direcional e a seletividade dos processos mentais.

TIPOS DE ATENÇÃO

CONCEITO

A atenção desempenha diversas funções relacionadas com o processamento de informações, selecionando determinados eventos ou objetos no ambiente sobre os quais se concentra e mantém o foco enquanto as informações fornecidas por esse objeto são processadas.

De acordo com o tipo de atividade predominante a atenção pode ser classificada em **sensorial, motora e intelectual**.

- A atenção sensorial corresponde a uma atividade de espera. Os fenômenos envolvidos são semelhantes na atenção visual, auditiva, gustativa, tátil, etc. Por exemplo ouvir uma música e identificar que instrumentos musicais estão sendo executados.
- Atenção motora: consiste no aparecimento de movimentos voluntários de uma tensão ao mesmo tempo sensorial e intelectual. Neste tipo de atenção, a consciência está centrada na execução de uma atividade, representa uma forma de alerta às atividades musculares que devem responder a determinada orientação. Por exemplo quando se está aprendendo nadar o sujeito pensa no movimento que tem que realizar focalizando sua atenção para os grupamentos musculares que vão realizar o movimento, aumentando desta forma o controle motor e a propriocepção. A criança realiza os esforços supramencionados para aprender andar, escrever, jogar enfim no aprendizado de todas as suas atividades motoras até que elas se tornem automatizadas.
- Atenção intelectual: é o tipo de atenção que predomina quando nos voltamos aos aspectos de nossa vida intrapsíquica, atua selecionando os elementos que ocuparão o foco de nossos pensamentos. É solicitada, quando necessitamos resolver problemas que envolvem o raciocínio. Ex: montar quebra cabeça, realizar cálculos matemáticos, planejar o próprio dia, contar a estória de um filme que assistiu, resumir um texto. Este tipo de atenção conta com forte participação do córtex pré-frontal.

Esta classificação tem mais um caráter didático, pois em qualquer de suas formas conhecidas a atenção sempre implica em atividade intelectual, quer seja orientando os movimentos ou dando sentido às percepções sem perder o seu caráter de independência.

DESENVOLVIMENTO DA ATENÇÃO

Suas relações com a afetividade, vontade, memória e pensamento

Como é característico das funções mentais a atenção apresenta aspectos inatos e aspectos que se desenvolvem após o nascimento. É construída em duas vertentes, uma orgânica e outra psicológica, que se retroalimentam podendo modificar-se durante toda a vida. É portando causa e consequência do desenvolvimento do sistema nervoso. Causa porque a criança, a partir das interações sociais, aprende a focalizar sua atenção, o que contribui para o desenvolvimento dos circuitos neuronais que dão suporte biológico a esta função. Consequência porque à medida que os circuitos neuronais vão sendo otimizados aumenta-se a possibilidade de estar atento.

Podemos dizer que a atenção é uma função plástica moldada através de processos sociais que tem o poder de atuar sobre a plasticidade do tecido nervoso, modificando-o para que seja otimizada a sua possibilidade de atuação em resposta aos processos sociais que solicitam a mobilização da atenção.

Nos primeiros meses de vida há um grande predomínio da atenção involuntária, esta é atraída pelos estímulos mais poderosos ou biologicamente significativos. Este tipo de atenção quando mobilizado leva a manifestações como voltar os olhos em direção ao estímulo, parar outras formas de atividades irrelevantes no momento. O exemplo clássico é o do recém-nascido que para os movimentos de sucção por ocasião da apresentação de estímulos luminosos. Nota-se portanto que mesmo tendo um caráter involuntário, a reação de orientação pode ter caráter seletivo, criando a base para o comportamento organizado, direcional e seletivo.

A atenção voluntária, vai sendo desenvolvida gradativamente, e a criança só adquire uma atenção estável e socialmente organizada próximo à idade escolar.

No início do segundo ano de vida em resposta a uma pergunta simples do tipo onde está a boneca? A criança dirige-se para o objeto nomeado e procura pegá-lo. Se for colocado ao lado da criança um objeto não familiar, ao mesmo tempo em que se solicita a boneca, a criança ao invés de se deter na boneca se detém no outro objeto. Este estágio de desenvolvimento vai mais ou menos dos 18 aos 28 meses, nele a resposta de orientação a um estímulo novo suprime com facilidade a forma superior de atenção socialmente organizada que começou a aparecer. Uma instrução falada é ainda facilmente sobrepujada pelas informações visuais.

Durante toda a vida a visão constitui-se num sentido que tende a sobrepujar os demais, e por isto, objetos inseridos no campo visual tendem a atrair a atenção com grande facilidade. Por este motivo, brincadeiras de cabra cega e outras similares em que se priva o sujeito da visão colaboram para mobilizar e desenvolver a atenção a partir de informações provenientes dos outros sentidos.

Por volta dos cinco anos de idade a capacidade de obedecer a uma instrução falada se torna suficientemente forte permitindo que a criança facilmente elimine os fatores irrelevantes, distrativos, mas ainda podem aparecer sinais de instabilidade das formas superiores da atenção.

Na idade escolar está estabelecido um comportamento seletivo estável subordinado à fala audível de um adulto e a fala interior da própria criança. Muitas vezes a criança lê

em voz alta como forma de reforçar sua atenção pela entrada de informações auditivas.

A atenção desenvolve-se gradualmente e o ritmo de desenvolvimento é diferente de uma criança para outra, sendo que as crianças com Déficit de Atenção mostram uma capacidade para manter a atenção seletiva semelhante à de crianças de idade inferior, e menor que de seus colegas de mesma idade e sem problemas de aprendizagem.

Interação ente atenção - afetividade.

No processo de aprendizagem temos um imbricamento de funções. De maneira geral podemos dizer que a afetividade mobiliza a nossa vontade, que mobiliza a atenção de maneira voluntária para aquilo que vai de encontro ao nosso interesse, colocando o estímulo no centro de nossa atenção.

Uma vez mobilizada a atenção há um direcionamento dos canais sensoriais para captarem estímulos oriundos do objeto ou situação que despertou nosso interesse. Estes estímulos são enviados para o sistema nervoso central, sendo interpretados em nível encefálico em diversas áreas do cérebro. O novo e o antigo são comparados, as informações julgadas relevantes são consolidadas e armazenadas no cérebro em associação direta com outras memórias do mesmo tipo.

A motivação para se manter a atenção direcionada aos estímulos que a estão solicitando, bem como para julgar se as informações e o pensamento a ela associados são importantes a ponto de merecerem fazer parte de nossa memória, é dada principalmente pelo sistema límbico. Os estímulos sensoriais que causam dor ou aversão excitam os centros de punição límbicos, enquanto os estímulos que causam prazer, felicidade ou recompensa excitam os centros de premiação límbicos.

Esquemáticamente teríamos: afetividade-vontade-atenção-memória-pensamento.

A atenção e a memória tem um papel fundamental para o desenvolvimento da mente que usa como principal instrumento o pensamento. De acordo com Pernambuco (1991) “pensar” segundo uma visão psicanalítica, pode ser entendido como “incorporar o mundo”, ou seja, é o processo pelo qual tomamos contato com a realidade e a tornamos algo internalizado, que faz parte de nosso cabedal, e que pode ser reaproveitado em novos contatos com a realidade.

Estas modificações do sistema nervoso são indispensáveis para a consolidação da memória, que é um dos requisitos fundamentais para a aprendizagem, porém elas não ocorrerão a contento se não houver mobilização e tenacidade da atenção voluntária. Segundo (Guyton & Hall, 1997) estudos psicológicos mostraram que a repetição continuada de uma mesma informação na mente acelera e potencia o grau de transferência de memória a curto prazo para memória a longo prazo e, portanto, acelera e potencia a consolidação, pois o cérebro tem uma tendência natural a repetir as informações recém-descobertas, especialmente as que chamam a atenção. Isto segundo os autores explica porque uma pessoa pode lembrar pequenas quantidades de informação estudadas a fundo muito melhor do que grandes quantidades estudadas superficialmente.

A apresentação de um estímulo especial (visual, acústico, táctil ou doloroso) evoca uma resposta elétrica nas áreas sensoriais primárias do córtex cerebral. Vamos imaginar que este estímulo seja uma música que o sujeito está ouvindo usando um fone de ouvido sem a preocupação de atentar-se para a letra. Se a televisão for ligada de imediato há uma inibição na área auditiva primária, demonstrando os efeitos da distração causada por estímulos irrelevantes sobre a atenção. Por outro lado, se o

sujeito receber uma instrução do tipo conte o número de vezes que a palavra amor aparecer na música a atenção é então atraída pela expectativa ativa e há um apreciável aumento da atividade na área auditiva primária.

Luria (1981) argumenta que o aumento da amplitude dos potenciais evocados sob a influência de uma instrução falada, mobilizadora da atenção, é mal definido na criança de idade pré-escolar, mas vai se formando gradualmente e aparece de forma precisa e estável por volta dos 12 a 15 anos. Chama atenção para o fato de que é nesta idade que mudanças claras e duradouras nos potenciais evocados começam a surgir não somente nas áreas sensoriais do córtex como também nas zonas frontais que estão começando a desempenhar um papel mais íntimo nas formas complexas e estáveis da atenção superior, voluntária. (Em outras palavras a atenção intelectual está mais desenvolvida.).

Partindo-se do princípio que a plasticidade neuronal envolvida no desempenho de uma função cerebral é máxima quando esta função ainda está em desenvolvimento, e que tal plasticidade reduz-se bastante quando a função se estabiliza, o trabalho de otimização da atenção voluntária através de instruções faladas deve iniciar-se na idade pré-escolar e ser intenso até por volta dos quinze anos de idade.

É preciso ter em mente que a atenção voluntária embora precise de um suporte biológico para ocorrer, sua origem não é biológica e sim social.

É preciso salientar que a atenção voluntária é base fundamental para a aprendizagem, mas ela também é desenvolvida através da aprendizagem, daí seu desenvolvimento gradativo e sua forte vinculação com a linguagem.

A atenção voluntária enquanto função mental é operacionalizada a partir de um substrato biológico (formação reticular do tronco encefálico, sistema límbico, córtex pré-frontal). Quando este tipo de atenção começa a se desenvolver a partir das interações com o adulto os circuitos neuronais e as bases cognitivas da criança ainda são frágeis, por isto ela se distrai facilmente. À medida que a criança é estimulada, que os objetos vão sendo nomeados ela vai construindo o seu léxico interno. Ao adquirir a capacidade de nomear os objetos consegue sua autonomia, deixando claro a importância da linguagem para dar significado as coisas e acontecimentos do mundo de maneira a permitir ao sujeito considerá-los significantes ou não para ocuparem o foco central de sua atenção.

Considerando os trabalhos de investigação nas diferentes habilidades: visuais, motoras e cognitivas, percebe-se que é importante compreender melhor alguns aspectos que envolvem diretamente a atenção.

De acordo com NAGLIERI e ROJAHN (2001), a atenção é um dos processos importantes que afetam muitas áreas da vida diária dos indivíduos, como o rendimento escolar.

Na concepção de LURIA (1981) o homem recebe um imenso número de estímulos, mas seleciona os mais importantes, ignorando os restantes. Potencialmente ele faria um grande número de movimentos, mas destaca poucos movimentos racionais, que integram suas habilidades, e inibe outros. Entre o grande número de associações possíveis que existe, ele conserva apenas algumas, essenciais para a sua atividade, e abstrai-se das outras que dificultam o processo racional de pensamento. A seleção da informação necessária, o asseguramento dos programas seletivos de ação e a manutenção de um controle permanente sobre ele são convencionalmente chamados de atenção. O caráter seletivo da atividade consciente, que é função da atenção,

manifesta-se igualmente na percepção, nos processos motores e no pensamento, complementa Luria (1981).

Para este autor, existem pelo menos dois grupos de fatores que são determinantes da atenção e que asseguram o caráter seletivo dos processos psíquicos que determinam tanto a orientação como o volume e a estabilidade da atividade consciente. O primeiro desses grupos é constituído por estímulos exteriores; o segundo grupo é constituído de fatores relacionados "com o próprio sujeito e com a estrutura de sua atividade". Para o estudo dos mecanismos neurofisiológicos da atenção é fundamental o fato de que o caráter seletivo da ocorrência dos processos psíquicos, característicos da atenção, pode ser assegurado apenas pelo estado de vigília do córtex, do qual é típico um nível ótimo de excitabilidade. Esse nível de vigília (excitabilidade) é assegurado pelos mecanismos de manutenção do tônus cortical.

De acordo com ASTON-JONES et al. (1999), a atenção pode ser vista de acordo com três aspectos distintos. O primeiro diz respeito à orientação para os eventos sensoriais, que são as diferentes formas de atenção: motora, visomotora, auditiva etc. O segundo refere-se ao controle executivo que relaciona a atenção à memória semântica e à linguagem. O terceiro é o estado de vigília e alerta sustentado que prepara o sistema nervoso para os aspectos anteriormente mencionados.

Sabe-se que o nível de vigília e alerta pode variar desde o coma profundo até um estado de hiperalerta ansioso (WEINTRAUB e MESULAM, 1985). Esse nível pode ser definido operacionalmente pela intensidade de estímulo necessário para desencadear uma resposta do indivíduo. A qualidade da resposta em função da intensidade do estímulo permite caracterizar estados como "estupor", "sonolência", "alerta" e "hiperalerta" que descrevem, em ordem ascendente, os níveis de vigília e alerta de uma pessoa.

Segundo WEINTRAUB e MESULAM (1985), as funções atencionais são divididas em duas grandes categorias. Uma categoria, geralmente associada com as funções das vias reticulares ascendentes e com o lobo frontal, é responsável pela manutenção de um tono, ou matriz, atencional geral. Termos como "vigília", "concentração" e "perseverança" são utilizados para descrever os aspectos positivos dessa matriz atencional. Qualquer distúrbio nessa matriz atencional leva à impersistência, perseveração, distratibilidade, vulnerabilidade aumentada à interferência e inabilidade peculiar para inibir tendências de respostas imediatas, mas não apropriadas.

A focalização e a concentração da consciência são a essência da atenção. Isso implica privar-se de algumas coisas a fim de interagir eficientemente com outras (ASTON-JONES et al., 1999; KANDEL et al., 2000).

No homem, o estado de vigília manifesta-se subjetivamente pela consciência do que está ocorrendo no meio externo ou no próprio organismo. A consciência, através do estado de alerta (atenção), só permite avaliar o que está ocorrendo em uma estreitíssima faixa; todo o restante das alterações do meio ambiente e do próprio organismo é avaliado apenas inconscientemente. Embora seja difícil separá-los, aparentemente existe um alerta inespecífico, geral, e alertas específicos (várias formas de atenção: visual, auditiva, visomotora etc.). Os alertas específicos (atenção) se centram numa faixa estreita de alerta que possibilita a análise de uma quantidade restrita de informação ao mesmo tempo (TIMO-IARIA, no prelo).

LURIA (1981) afirma que seria um engano imaginar que a atenção da criança pequena pudesse ser atraída somente por estímulos poderosos e novos ou por estímulos ligados à exigência imediata. Ele ressalta que a criança vive em um ambiente de adultos. Quando a mãe nomeia um objeto e o aponta com o dedo, a atenção da

criança é atraída para aquele objeto que, assim, começa a se sobressair dentre os demais, não importando se ele origina um estímulo forte, novo ou importante.

Dessa forma, continua LURIA (1981), o processo de atenção pode ser observado não apenas durante o comportamento organizado, seletivo, mas reflete-se também em indicadores fisiológicos precisos, que podem ser usados para estudar a estabilidade da atenção.

Além dos trabalhos clássicos referidos por LURIA (1981) abordando os processos da atenção, outros mais recentes têm demonstrado que o desenvolvimento da atenção passa pelo desenvolvimento de mecanismos cerebrais inibitórios (van der MOLEN, 2000).

Deve-se entender inibição como o processo da supressão (ou redução) das funções de uma estrutura ou um órgão pela ação de um outro. Enquanto a capacidade de executar as funções da estrutura suprimida é mantida, ela pode se manifestar tão logo a ação supressora seja removida. Tradicionalmente, as teorias do desenvolvimento enfatizam a importância das mudanças na capacidade de armazenar e processar informação durante o desenvolvimento cognitivo (van der MOLEN, 2000).

A ideia, prossegue ainda o pesquisador, de que os processos inibitórios no sistema nervoso também podem contribuir para as mudanças do desenvolvimento surgiu muito lentamente a partir de investigações recentes sobre o desenvolvimento cognitivo em crianças e sobre outros aspectos do comportamento. Essa visão de uma participação crucial das funções inibitórias durante o desenvolvimento decorre de achados sobre diferenças etárias na habilidade a partir da aplicação de uma grande variedade de tarefas que exigiam inibição para a sua execução. Ele exemplifica com o dado de que a criança, à medida que se torna mais adulta, vai se tornando mais apta a suprimir respostas reflexas. A criança torna-se menos sensível aos ruídos, em tarefas que exigem atenção seletiva, e a distratores, em tarefas que envolvem memorização.

Nessa mesma revisão, van der MOLEN (2000) assume que os processos inibitórios se tornam mais eficientes ao longo da infância, possibilitando uma entrada menor de informação irrelevante para a memória de trabalho e aumentando, assim, a capacidade funcional da criança. Essa hipótese se assenta na ideia de que a eficiência do processamento se dá em função das velocidades de ativação e inibição em termos de um processo que bloquearia o alastramento da ativação. Essas mudanças na eficiência de processamento e inibição cerebral ao longo do desenvolvimento da criança estariam ligadas à maturação do sistema nervoso e, mais notoriamente, à formação da mielina. A mielinização aumentaria a transmissão linear entre grupos de células nervosas e reduziria a transmissão lateral (alastramento). Segundo essa hipótese, o efeito combinado do aumento na velocidade linear de transmissão da informação nervosa e a redução na interferência potencial entre outros grupamentos neuronais, num dado processamento, vai resultar em melhor disponibilidade de armazenamento da memória de curto prazo, de forma a se poder processar outra informação ou executar uma outra tarefa.

Finalmente, ainda segundo o mesmo autor, revisões recentes sobre a relação entre o desenvolvimento cognitivo e a maturação cerebral têm ressaltado que os resultados de vários paradigmas experimentais têm sido consistentes com a noção do crescimento no desenvolvimento cognitivo associado à eficiência dos processos inibitórios. Essas evidências incluem achados a partir de tarefas de atenção seletiva, tarefas de memória, tarefas que requerem habilidade para inibir respostas motoras (incluindo tarefas de “sinal-de-pare”).

Segundo BRODEUR e POND (2001), muitos estudos sobre o desenvolvimento da atenção têm consistentemente demonstrado que as crianças melhoram consideravelmente sua capacidade de responder seletivamente a diferentes estímulos do meio ambiente aos três e 12 anos. As crianças com desordem de déficit de atenção parecem demonstrar deficiências em algumas condições seletivas de atenção, mas não em outras. Por exemplo: crianças com déficit de atenção demonstram dificuldade em tarefas em que é importante ignorar e inibir respostas a estímulos irrelevantes, mas desempenham adequadamente tarefas que requerem memória de localização espacial. Os autores relatam ainda experimentos recentes que têm demonstrado não existirem diferenças entre o desempenho de crianças com déficit de atenção e o de crianças normais em tarefas que envolvem habilidades relacionadas à velocidade de classificação ou habilidades de atenção auditiva seletiva.

Ainda de acordo com BRACY (1995), o primeiro grupo de habilidades (básico) é representado por aquelas que contribuem para a interface que possibilita receber e utilizar apropriadamente as informações provenientes dos sistemas sensoriais – referidas como habilidades executivas da atenção ou habilidades atencionais. Essas habilidades devem capacitar o indivíduo a monitorar constantemente as informações provenientes do meio ambiente; reconhecer o que é importante, focalizar o que é essencial e monitorar uma atividade permanente; continuar monitorando outras informações como atividade de fundo; alternar entre o que é monitoração de fundo ou de foco, de acordo com a necessidade; manter o foco por toda a duração do evento focado e compartilhar o foco com múltiplos eventos, de acordo com a necessidade.

Para HALPERIN (1991), a atenção é o processo de selecionar, a partir do nosso meio, o que é relevante para o comportamento corrente e ignorar aquilo que não é relevante. Uma forma eficiente de se avaliar essa capacidade seria através de testes de *performance* continuada (TOLEDO, 1999).

De acordo com TOLEDO (1999), o “teste de cancelamento com lápis e papel” é um teste de *performance* continuada que avalia a atenção sustentada enfatizando aspectos da atenção visual.

GELDMACHER (1996) afirma que os testes de cancelamento são comumente utilizados na avaliação clínica de disfunções visuoespaciais. Todos os testes de cancelamento envolvem a identificação e marcação de um determinado estímulo-alvo, que podem variar quanto à forma e dimensão.

Segundo GELDMACHER (1998), as tarefas de cancelamento são “testes de lápis e papel” de atenção seletiva e direcionada e têm sido largamente utilizadas nas avaliações neurológicas, neuropsicológicas e na investigação da atenção seletiva em indivíduos saudáveis. Dessa forma, os testes podem ser adaptados para diferentes graus de dificuldade e de exigência da atenção do indivíduo, visto que tais testes de cancelamento requerem desempenho contínuo e atenção sustentada.

RELAÇÕES ENTRE ESTIMULAÇÃO, APRENDIZAGEM E PLASTICIDADE CEREBRAL

Até pouco tempo, acreditava-se que após o nascimento, os neurônios eram incapazes de se recuperar de lesões e não podiam se autorreproduzir. No entanto, atualmente sabemos que essa teoria não é completamente verdadeira. No sistema nervoso periférico está bem estabelecida a capacidade de regeneração dos nervos e terminações nervosas. E, no sistema nervoso central (SNC), diversos estudos científicos têm mostrado que os neurônios são capazes de regenerar, se modificar durante toda a vida, e até mesmo de se autorreproduzirem em alguns locais do cérebro. Essa capacidade adaptativa do SNC, a habilidade para modificar sua organização estrutural e funcional em resposta à experiência, ou seja aos estímulos ambientais denomina-se **Plasticidade cerebral**.

Essa capacidade de adaptar-se, e modificar-se ocorre através dos seguintes dispositivos:

- eliminação dos neurônios que não são utilizados;
- manutenção do dinamismo morfológico e funcional daqueles neurônios que são utilizados, através do crescimento dos seus dendritos e axônios;
- modificação na produção das substâncias neurotransmissoras (moléculas químicas);
- modificação das estruturas envolvidas nas sinapses (dendritos, espinhas dendríticas, terminal axônico);
- formação de novas sinapses.

Nas sinapses, os impulsos nervosos (informações) chegam através dos axônios e provocam a liberação de neurotransmissores nos locais de “contato”, que podem ser nos no corpo celular, axônio, dendritos, sendo que este último representa o maior local de sinapses. Mais dendritos significa mais conexões, e menos dendritos, menos conexões. A alteração na estrutura dendrítica, implica alteração na organização sináptica.

Assim, através das sinapses, as informações são transportadas, processadas e armazenadas no SNC, e representam o fenômeno biológico envolvido com atividades cognitivas como memória, inteligência e comportamentos e outras atividades não cognitivas.

Todas as atividades como caminhar, dançar, escrever, ler um livro, memorizar a tabela periódica tem o envolvimento de sinapses. Novos aprendizados, desenvolvem novas sinapses, que aumentam o número de comunicações entre os neurônios que são solicitados para o desempenho de atividades físicas e mentais (vida de relação) e para o controle de nossas funções vitais (vida vegetativa).

Devido a sua plasticidade, nosso cérebro irá constituir-se durante toda a vida numa obra de arte inacabada pois, a cada novo estímulo, a cada nova necessidade de interação e, principalmente, a cada nova aprendizagem, novos circuitos neuronais são

ativados, novas sinapses são formadas. Os neurônios envolvidos aumentam o seu vigor funcional reduzindo a possibilidade de serem eliminados através da apoptose.

Ao nascimento, o número de neurônios existentes em nosso sistema nervoso é muito maior do que precisamos para realizar nossas atividades físicas e mentais, no entanto, o bebê não consegue realizar tarefas que parecem simples como falar, controlar o ato de urinar, e, simplesmente ficar de pé. Isto decorre da imaturidade biológica do sistema nervoso, apesar de ter número excessivo de neurônios, estas células ainda não estão se comunicando adequadamente, devido às poucas conexões neuronais e ao processo de mielinização incompleto.

À medida que novos estímulos vão sendo incorporados na vida deste sujeito, novas conexões são exigidas, e os comportamentos motores, intelectuais, e vegetativos sofrem processo de amadurecimento.

A plasticidade cerebral não se deve apenas à resposta a eventos externos ao organismo, mas também à eventos internos, incluindo efeitos hormonais, lesões e genes anormais.

Como a experiência altera a estrutura cerebral?

Inicialmente é necessário fazer uma reflexão acerca dos locais onde se processam as funções cognitivas. A inteligência é o produto da exploração de inúmeras informações visuais, táteis, auditivas, olfativas e gustativas processadas e armazenadas pelo cérebro. O substrato biológico dessas funções pode ser representado pelas estruturas que constituem o córtex cerebral (células nervosas e suas conexões).

Em uma das experiências científicas para se comprovar os efeitos do meio ambiente na plasticidade cerebral, os cientistas criaram dois grupos de ratos. O primeiro grupo foi criado num laboratório dentro de uma gaiola, com apenas água e comida. O outro grupo foi criado numa gaiola repleta de objetos de diferentes cores e formas, uma rampa que dava acesso a um andar superior da gaiola. Ou seja, estes animais além dos estímulos cognitivos, como visualizar, tocar os objetos diferentes, ainda faziam atividades físicas.

Quando se fazia testes de inteligência (adaptados para os ratos) os animais da segunda gaiola tinham desempenho muito melhor. Em outro experimento os cientistas procederam com o mesmo método, mas analisaram a estrutura do cérebro através de técnicas histológicas. O primeiro dado interessante foi que houve aumento na espessura do córtex cerebral. E esse aumento não era devido apenas ao maior número de células nervosas, mas também ao aumento expressivo das ramificações neuronais, ou seja, os dendritos e axônios. Em resposta aos estímulos, as partes dos neurônios que mais se modificaram foram os dendritos, e isto significa que no córtex cerebral a intercomunicação entre as células. Ou seja, a experiência altera a estrutura dos neurônios no cérebro, especialmente no córtex. O maior número de estruturas envolvidas nas sinapses, e portanto o maior número de sinapses. Essas informações nos levam à ideia de que, a experiência alterando a morfologia, altera o funcionamento e provavelmente o comportamento do indivíduo. Frente aos estímulos o indivíduo teria mais opções de respostas.

Nos seres humanos, diversos casos relatados na literatura e novos exames por método de ressonância magnética funcional sugerem que a plasticidade cerebral observada nos ratos pode ser extrapolada para os seres humanos. Tarefas mentais como ouvir, falar, fazer um cálculo ou lembrar de algum fato faz áreas diferentes do cérebro aumentar o seu metabolismo, ou seja consumir mais glicose, e provavelmente realizar mais sinapses.

Uma questão importante a ser definida é: quanto tempo dura a plasticidade cerebral? A vida toda, no entanto, ela é máxima aos 7 anos de idade mais ou menos e diminui com o envelhecimento. Caso interessante relacionando ao tempo de duração da plasticidade cerebral, pode ser constatado por estudo realizado com freiras católicas vivendo em um convento nos Estados Unidos. As freiras apresentavam uma longevidade maior do que o restante da população (várias tinham mais de 100 anos). Aquelas que viviam mais, eram aquelas que praticavam atividades como ensino, pintura, palavras cruzadas.

Do mesmo modo que a estimulação causa o enriquecimento do nosso cérebro, a falta dela no início da vida pode ser desastrosa. Crianças abandonadas em orfanatos, vivendo em ambientes sem praticamente nenhum estímulo ambiental, sem interação pessoal com os adultos apresentaram desenvolvimento motor e cognitivo semelhante a crianças com retardo. Um caso que pode ilustrar o texto acima aconteceu com uma garota que experimentou severas privações sociais, intelectuais e desnutrição crônica devido a um pai psicótico. Quando foi encontrada aos 13 anos, após ter passado grande parte de sua vida em um quarto fechado e ser punida por fazer qualquer barulho, apresentava baixo desenvolvimento. Após trabalho de reintegração dessa criança, apresentou rápido crescimento e desenvolvimento cognitivo, mas o desenvolvimento da linguagem permaneceu gravemente retardado. Tais fatos nos mostram que há um período crítico, ou seja um período do desenvolvimento no qual algum evento possui uma influência duradoura sobre o cérebro. Por exemplo, para a linguagem esse período crítico ocorre até os 12 anos de idade aproximadamente.

Sugere-se que a inteligência deve ser influenciada pela experiência. E pode-se dizer que pessoas educadas em ambientes estimulantes maximizariam seu desenvolvimento intelectual, e as pessoas criadas em ambientes empobrecidos não atingiriam seu potencial intelectual.

Há que se tomar cuidado com o significado de ambiente enriquecedor. Por exemplo, pessoas que vivem em condições de vida precária (ex. favela), não tem o que se pode chamar de ambiente enriquecedor, mas não significa que não tenha estímulos cognitivos.

Se as conexões são a chave para o aprendizado, e se a maioria dos neurônios não se reproduz durante a vida, como essas células conseguem manter esse vigor físico necessário para suportar a plasticidade cerebral? A resposta vem de substâncias químicas produzidas pelas próprias células nervosas, denominadas de fatores neurotróficos, e que agem como nutrientes para os neurônios, promovendo a “saúde” destas células e otimizando a sua capacidade de realizar novas sinapses.

A quantidade dos fatores neurotróficos está relacionada a vários fatores:

- à própria atividade das células, ou seja, quanto mais ativas as células nervosas, maior a produção destas moléculas;
- tipos específicos de estimulação sensorial, principalmente aquelas fora da rotina, produzem novos padrões de atividades nos circuitos nervosos, e levam à sua maior produção;
- stress provoca o aumento de hormônios corticosteróides, que diminui a disponibilidade dos fatores neurotróficos.
- atividade física aeróbica aumenta a disponibilidade dos fatores neurotróficos.

Deve ficar claro a definição de novas e ricas estimulações para o cérebro e o seu limite. Pois o excesso de estímulos provoca uma sobrecarga, que conduz ao stress. E

na intenção de estar otimizando o funcionamento cerebral, muitas pessoas acabam por uma caminho reverso. Ou seja, submetidos ao stress e os efeitos negativos cerebrais, como diminuição da memória e conseqüentemente do aprendizado.

Como a mente possui um substrato orgânico, representado pelo sistema nervoso, em especial pelo cérebro, que dá suporte ao componente psíquico, podemos inferir que a ampliação da malha neuronal abre novos caminhos que aumentam a capacidade do cérebro processar o conhecimento através de suas funções neuropsicológicas. Nesta visão de que funções neuropsicológicas são funções mentais, cuja manifestação concreta é a capacidade de pensar, pode-se entender a plasticidade como algo muito mais amplo do que um mero somatório de mecanismos neurofisiológicos adaptativos que conferem ao sistema nervoso maior ou menor complexidade e sim como algo que também possibilita ao sujeito durante toda a sua vida modificar ou ampliar a sua capacidade de pensar.

MEMÓRIA E APRENDIZAGEM

CONCEITO

Memória consiste no processo mediante o qual se adquire, se forma, se conserva e se evoca a informação.

Muitas das experiências que vivenciamos não esquecemos. Por exemplo, uma visita às Cataratas do Iguaçu. A exuberância da natureza combinada com a abundância e a fúria das águas. Cada pessoa guardará essas imagens de forma particular, pois a memória mescla experiências vividas no ambiente com as nossas vivências interiores. Assim somos seres "únicos" porque aprendemos e lembramos das nossas experiências. O conjunto de memórias de cada um determina aquilo que se denomina personalidade ou forma de ser.

Poderíamos nos perguntar, mas afinal como se processa a memória? Se fôssemos defini-la de uma forma simples poderíamos dizer que memória é a aquisição, o armazenamento e a evocação de informações. A aquisição é também denominada de aprendizado. A evocação é também chamada recordação, lembrança, recuperação.

A memória de trabalho, também chamada de memória operacional, é a interface entre a percepção da realidade pelos sentidos e a formação ou evocação de memórias. Para exemplificar a memória de trabalho poderíamos dizer que é a memória de um número telefônico que alguém nos diz e esquecemos logo depois de discar. A memória de trabalho não forma arquivos duradouros, nem deixa traços bioquímicos. É funcionalmente distinta dos outros tipos de memória, as quais formam arquivos por meio de uma seqüência de eventos bioquímicos.

Costumamos classificar as memórias, em relação ao seu conteúdo, em dois grandes grupos: as memórias declarativas (aquelas para fatos ou eventos e qualquer informação que possa ser expressa conscientemente) e as memórias procedurais, as quais envolvem basicamente habilidades motoras e/ou sensoriais, também chamadas de hábitos. O processamento das memórias declarativas envolve o hipocampo, córtex entorrinal, além de outras estruturas corticais. Entre as memórias declarativas, aquelas que são mais "carregadas" emocionalmente (aversivas, emocionais) são fortemente moduladas pela amígdala (conjunto de núcleos nervosos situados nos lobos temporais). As memórias declarativas sofrem influência do estresse, do humor e da motivação. As memórias procedurais ou implícitas são adquiridas gradativamente e, além disso, evocadas de modo inconsciente. Para exemplificar melhor: as memórias procedurais são as nossas habilidades de montar quebra-cabeças, andar de bicicleta, nadar. As memórias de procedimentos ou implícitas sofrem pouca modulação pelas emoções e estados de ânimo.

Do ponto de vista de duração, as memórias classificam-se em curta duração, a qual dura de alguns minutos a poucas horas, e a memória de longa duração que permanece dias, semanas e anos. Ambas possuem alterações (traços) bioquímicos. As memórias de curta e de longa duração são processos separados, mas interdependentes.

A memória é uma função do sistema nervoso. Os neurônios (células nervosas) emitem prolongamentos aos quais chamamos de axônios, que enviam informações através da liberação de substâncias, e dendritos que recebem as substâncias liberadas pelas terminações dos axônios. As substâncias liberadas pelos axônios são chamadas de neurotransmissores. Os neurotransmissores ao serem liberados em uma pequena fenda entre os neurônios, denominada sinapse, ligam-se em proteínas da superfície celular, denominadas receptores. O glutamato é o principal neurotransmissor excitatório (o qual apresenta um papel fundamental na memória), enquanto o ácido gama amino butírico (GABA) é o principal neurotransmissor inibitório. Existem muitos outros aos quais chamamos de neuromoduladores: a serotonina, a dopamina, a acetilcolina, a noradrenalina. Esses neuromoduladores modulam a memória e estão diretamente relacionados com o processamento das emoções, com o nível de alerta e estados de ânimo. Todos sabemos como é fácil aprender ou evocar algo quando estamos atentos e de bom humor, ao contrário, o quanto nos custa aprender qualquer coisa ou até lembrar coisas simples quando estamos cansados, deprimidos ou muito estressados. Todo esse processo é regulado por sinapses noradrenérgicas, dopaminérgicas e serotoninérgicas.

Além dos moduladores citados acima, a consolidação (armazenamento) da memória de longa duração sofre influência dos "hormônios do estresse", β -endorfina, adrenocorticotropina (ACTH), os corticóides, adrenalina, noradrenalina e vasopressina circulantes. Todos esses hormônios atuam através do núcleo basolateral da amígdala (responsável pela mediação de memórias emocionais). Com exceção da β -endorfina, que inibe a consolidação da memória em qualquer dose, os demais "hormônios do estresse" melhoram a consolidação em níveis moderados e a inibem em doses ou concentrações elevadas. Isso explica o que chamamos de "branco" quando estamos excessivamente estressados.

Nos últimos 15 anos houve um grande avanço nas neurociências, especialmente em relação aos mecanismos fisiológicos e moleculares da formação, consolidação e evocação da memória. No entanto, desde o final do século XIX que Ramon y Cajal (1893), postulou corretamente que as memórias consistem na modificação na forma e na função das sinapses envolvidas na formação dessas memórias. Esse processo de modificação sináptica chamamos de plasticidade neuronal. Cada experiência vivenciada estimula o processo de plasticidade neuronal em diferentes espécies, que vão desde invertebrados aos humanos.

Embora possamos armazenar tantas experiências quanto possível, podemos dizer que tão importante quanto o armazenamento de informações é o seu esquecimento. O fenômeno do esquecimento é fisiológico e desempenha um papel adaptativo. Imagine só se fôssemos capazes de "guardar" tudo aquilo que vivenciamos com uma riqueza de detalhes, seria praticamente impossível, pois levaríamos boa parte do nosso tempo recordando cada detalhe vivenciado. No entanto, quando o esquecimento é patológico, e prejudica de maneira irreversível a vida cognitiva do indivíduo, estamos diante de um quadro de doença neurodegenerativa. A mais comum delas é a doença de Alzheimer. Na sua fase inicial o indivíduo esquece fatos mais recentes. À medida que a doença evolui, a memória remota do paciente é afetada, culminando com o não reconhecimento dos parentes e pessoas mais próximas, perda das habilidades e por fim da sua própria identidade. Essas lesões ocorrem inicialmente no córtex entorrinal e, a seguir, no hipocampo. A utilização de fármacos para o tratamento da doença de Alzheimer, bem como de outras demências, até o momento, são pouco específicos e eficazes. Porém, está bastante claro que o exercício contínuo da memória em suas diversas formas pode prevenir ou ao menos retardar o aparecimento das demências e da doença de Alzheimer.

FUNÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS

A avaliação neuropsicológica busca investigar quais são as funções neuropsicológicas que estão envolvidas em processos cerebrais mais complexos (Andrade, 2004). Por isso se faz necessário que se tenha clareza de quais são essas funções, o que elas compreendem, em que estão relacionadas e assim por diante.

Desta forma segue-se uma breve descrição das funções cognitivas que são investigadas durante a avaliação neuropsicológica:

Funções cognitivas	Conceito
Atenção	Função mental complexa que corresponde à capacidade do indivíduo de focalizar a mente e algum aspecto do ambiente ou de algum conteúdo da própria mente. (Laks, Rozenthal, Engelhardt, 1996)
Memória	Sistema integrado que permite tanto processamento ativo quanto armazenamento transitório de informações. Inclui as habilidades de armazenar, recordar e reconhecer conscientemente fatos e acontecimentos envolvidos em tarefas cognitivas, tais como: compreensão, aprendizado e raciocínio.
Táctil-Cinestésica	Reconhecer objetos, através do tato, sua forma e tamanho sem ajuda da visão, e reconhecer sensações tácteis em sua localização no corpo, intensidade e direção. Quem possui inteligência cinestésica tem a habilidade para usar a coordenação grossa ou fina na finalidade que precisar.
Funções motoras	Implica na análise das praxias, isto é, das formas complexas da construção dos movimentos voluntários (tônus muscular, sistema ótico-espacial, regulação verbal do ato motor).
Funções Superiores	Capacidade global agregada do indivíduo agir com propósito, pensar racionalmente e lidar efetivamente com o meio que está inserido. Reflete a soma das experiências aprendidas pelo indivíduo que permitem conceituar, organizar, desenvolver, resolver problemas e ser criativo.

CONTRIBUIÇÕES DA NEUROPSICOLOGIA PARA A INCLUSÃO SOCIAL

Essa preocupação com outros aspectos da vida (como a escolar e a familiar) das crianças atendidas é o que insere a neuropsicologia numa perspectiva de inclusão social, ao relevar que as dificuldades não limitam a vida dessas crianças e sim apenas conferem necessidades que exigem novas estratégias de intervenção.

Quando tratamos de necessidades especiais de ordem cognitiva, uma vez que crianças que apresentam funções comprometidas necessitam de recursos alternativos tanto em casa quanto na escola, a intervenção deve buscar minimizar essas dificuldades e promover aprendizagens.

No âmbito familiar a aceitação das dificuldades é o primeiro passo. É muito difícil para um pai assumir que seu filho tenha alguma necessidade especial. A sociabilização pode estar comprometida, pois a família é a responsável pela estruturação de suas primeiras relações sociais: como esta pessoa se vê e como ela é vista pela família.

Dentro da escola, o contexto de atender necessidades especiais torna-se mais complexo já que a escola é o local onde a criança experiencia novas relações sociais e exercita as relações estruturadas no núcleo familiar. Também é o local onde ela é exigida em conteúdos acadêmicos, que por sua vez exigem a integridade de suas funções cognitivas. Em crianças que requerem necessidades educacionais especiais, as exigências acadêmicas devem ser adaptadas as suas reais capacidades.

Por fim, o aspecto primordial da inclusão sempre é o indivíduo em si, com suas potencialidades e dificuldades, auto-estima e temores, habilidades e necessidades.

A nossa experiência mostra que a visualização, aceitação e superação dessas necessidades por parte dessas crianças talvez seja o ponto mais necessário e possivelmente o mais difícil.

Com todas estas pontuações, observa-se a importância da implantação de um serviço de neuropsicologia nos centros de neurologia, uma vez que mesmo considerando todas as dificuldades no atendimento hospitalar público, pela falta de tempo, dinheiro e muitas vezes pela carência da população, um atendimento de qualidade pode ser proposto, e com isso muitos resultados positivos podem ser encontrados.

GLOSSÁRIO

Arco (acto) reflexo – Recebe através do órgão sensorial – pele, olhos, ouvidos, entre outros – um estímulo eléctrico, que está ligado a neurónios sensoriais ou aferentes que o comunicam com a medula espinal por uma raiz dorsal e, no interior desta, ocorre a sinapse com neurónios associativos que, por sua vez, transmitem o impulso a neurónios motores ou eferentes cujos axónios saem da medula por uma raiz ventral, comunicando-a com um órgão efector que executa uma resposta ao estímulo recebido – como músculos ou glândulas.

Encéfalo – Protegido pelo crânio, é constituído pelo cerebelo, tronco cerebral, cérebro e diencefalo sendo o último constituído pelo hipotálamo e pela hipófise.

Endorfinas – Substâncias tipo morfina produzido naturalmente pelo organismo servindo para a redução da dor

Sistema nervoso central (SNC) – Constituído pela medula espinal e pelo Encéfalo.

Sistema nervoso periférico (SNP) – Constituído pelos gânglios (conjunto de corpos celulares), terminações nervosas e nervos sendo o último constituído pelos vasos sanguíneos e pelas fibras nervosas.

Neurónios – É o conjunto de dendrites, corpos celulares, axónios (fibra nervosa) e telodendros.

Neurónio motor – Células nervosas que transitem impulsos aos músculos.

Metabolismo – É o conjunto de todas as reacções químicas que ocorrem no organismo.

Sinapse – É a região de contacto entre a arborização terminal de um neurónio e a célula seguinte.

Linha – Líquido incolor que circula em vasos que é drenado no sangue.

REFERÊNCIAS

- BARBIZET, J. & DUIZABO, Ph. **Manual de Neuropsicologia**. Porto Alegre : Artes médicas, 1985.
- BENEDET, Maria J. **Evaluacion neuropsicologica**. Bilbao : DDB, 1986 170 p.
- CHRISTENSEN, A. **Los testes neuropsicologicos de Luria**. Madrid, 1975.
- CHANGEUX, J.P. **O homem neuronal**. Lisboa : Dom Quixote, 1984.
- GARTON, Alison. **Social interaction and the development of language and cognition**. Essays in developmental Psychology Hove (UK) : LEA, 1995 155 p.
- KAGAN, Aura & SALING, Michael. **Afasiologia de LURIA**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1997.
- LEONTIEV, Alexis. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa : Horizonte, 1978 350 p.
- LERNER, Richard. **On the nature of human plasticity**. New York : Cambridge University Press, 1984
- LURIA, A.R. **Curso de Psicologia Geral** (Vol. 1) Rio de janeiro : Civilização, 1979.
- Pensamento e Linguagem: As últimas conferências de Luria. São Paulo : Ícone, 1990.
- A construção da mente São Paulo : Ícone, 1992.
- MACHADO, Ângelo. **Neuroanatomia Fundamental**. Porto Alegre : Artes médicas, 1989.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky e o Processo de Formação de Conceitos** In Oliveira, M. K., Dantas, H. & La Taille, Y. Piaget, Vygotsky e Wallon São Paulo :Summus, 1992.
- POPPER, K. R. & Eccles, J. C. **O eu e o seu cérebro**. Brasília : Papyrus, 1991.
- ROMANELLI, E. J. &alli **Tradução da bateria de testes neuropsicológicos de Luria**. (Projeto apresentado ao CNPq em abril, 1994) Curitiba/UFPr.
- VIGOTSKI, L. S., LURIA, A.R. & LEONTIEV. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo : Ícone, 1988.
- VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo : Martins Fontes, 1993.