

Universidade Federal de Santa Maria  
Pró-Reitoria de Graduação  
Centro de Educação  
Curso de Graduação a Distância de Educação Especial

# FUNDAMENTOS NEUROPSICOLÓGICOS DA APRENDIZAGEM

3º Semestre

1ª Edição, 2005



Secretaria de  
Educação Especial

Secretaria de  
Educação a Distância

Ministério  
da Educação



## Elaboração do Conteúdo

**Prof. José Luiz Padilha Damilano**  
Professor Pesquisador (Conteudista)

**Simoni Timm Hermes**  
Acadêmica Colaboradora

## Desenvolvimento das Normas de Redação

**Profa. Ana Cláudia Pavão Siluk**  
**Profa. Luciana Pellin Mielniczuk** (Curso de Comunicação Social | Jornalismo)  
Coordenação

**Profa. Maria Medianeira Padoin**  
Professora Pesquisadora Colaboradora  
**Danúbia Matos**

**Iuri Lammel Marques**  
Acadêmicos Colaboradores

## Revisão Pedagógica e de Estilo

**Profa. Ana Cláudia Pavão Siluk**  
**Profa. Cleidi Lovatto Pires**  
**Profa. Eliana da Costa Pereira de Menezes**  
**Profa. Eunice Maria Mussoi**  
Comissão

## Revisão Textual

(Curso de Letras | Português)  
**Profa. Ceres Helena Ziegler Bevilaqua**  
Coordenação

**Marta Azzolin**  
Acadêmica Colaboradora

## Direitos Autorais

(Direitos Autorais | Núcleo de Inovação e de Transferência Tecnológica | UFSM)

## Projeto de Ilustração

(Curso de Desenho Industrial | Programação Visual)

**Prof. André Krusser Dalmazzo**  
Coordenação

**Vinicius de Sá Menezes**  
Técnico

**Marcus de Moura**  
Acadêmico Colaborador

## Fotografia da Capa

(Curso de Desenho Industrial | Programação Visual)

**Prof. Paulo Eugênio Kuhlmann**  
Coordenação

## Projeto Gráfico, Diagramação e Produção Gráfica

(Curso de Desenho Industrial | Programação Visual)

**Prof. Volnei Antonio Matté**  
Coordenação

**Clarissa Felkl Prevedello**  
Técnica

**Bruna Lora**  
**Filipe Borin da Silva**  
Acadêmicos Colaboradores

## Impressão

Gráfica e Editora Pallotti

\* o texto produzido é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

D158f Damilano, José Luiz Padilha  
Fundamentos neuropsicológicos da aprendizagem : 3º semestre / [elaboração do conteúdo prof. José Luiz Padilha Damilano ; revisão pedagógica e de estilo profa. Ana Cláudia Pavão Siluk... [et al.]].- 1. ed. - Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Pró-Reitoria de Graduação, Centro de Educação, Curso de Graduação a Distância de Educação Especial, 2005.  
122 p. : il. ; 30 cm.

1. Psicologia 2. Psicologia da aprendizagem 3. Aprendizagem 4. Distúrbios da aprendizagem 5. Psicopedagogia 6. Neuropsicologia 7. Linguagem I. Siluk, Ana Cláudia Pavão II. Universidade Federal de Santa Maria. Curso de Graduação a Distância de Educação Especial. III. Título.

CDU: 159.953.5

# Presidente da República Federativa do Brasil

**Luiz Inácio Lula da Silva**

## Ministério da Educação

**Fernando Haddad**

Ministro da Educação

**Prof. Ronaldo Mota**

Secretário de Educação a Distância

**Profa. Cláudia Pereira Dutra**

Secretária de Educação Especial

## Universidade Federal de Santa Maria

**Prof. Paulo Jorge Sarkis**

Reitor

**Prof. Clóvis Silva Lima**

Vice-Reitor

**Prof. Roberto da Luz Júnior**

Pró-Reitor de Planejamento

**Prof. Hugo Tubal Schmitz Braibante**

Pró-Reitor de Graduação

**Profa. Maria Medianeira Padoin**

Coordenadora de Planejamento Acadêmico e de Educação a Distância

**Prof. Alberi Vargas**

Pró-Reitor de Administração

**Sr. Sérgio Limberger**

Diretor do CPD

**Profa. Maria Alcione Munhoz**

Diretora do Centro de Educação

**Prof. João Manoel Espinã Rossés**

Diretor do Centro de Ciências Sociais e Humanas

**Prof. Edemur Casanova**

Diretor do Centro de Artes e Letras

**Coordenação da Graduação a Distância em Educação Especial**

**Prof. José Luiz Padilha Damilano**

Coordenador Geral

**Profa. Vera Lúcia Marostega**

Coordenadora Pedagógica e de Oferta

**Profa. Andréa Tonini**

Coordenadora dos Pólos e Tutoria

**Profa. Vera Lúcia Marostega**

Coordenadora da Produção do Material do Curso

**Coordenação Acadêmica do Projeto de Produção do Material Didático - Edital MEC/SEED 001/2004**

**Profa. Maria Medianeira Padoin**

Coordenadora

**Odone Denardin**

Coordenador/Gestor Financeiro do Projeto

**Lígia Motta Reis**

Assessora Técnica

**Genivaldo Gonçalves Pinto**

Apoio Técnico

**Prof. Luiz Antônio dos Santos Neto**

Coordenador da Equipe Multidisciplinar de Apoio

# Sumário

<b>APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA</b>	05
-----------------------------------	----

## **UNIDADE A**

### **A NEUROPSICOLOGIA: AS BASES**

<b>MORFOFUNCIONAIS ELEMENTARES</b>	07
------------------------------------	----

1. Primeiras noções e conceitos básicos	09
2. Organização neuronal	12
3. Áreas funcionais do cérebro	19

## **UNIDADE B**

<b>DESENVOLVIMENTO SENSORIAL E PERCEPTIVO</b>	63
---	----

1. Audição, visão, atenção e percepção	65
--	----

## **UNIDADE C**

<b>DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM</b>	79
-------------------------------------	----

1. Aspectos neurofisiológicos da linguagem	81
2. Distúrbios da linguagem	86

## **UNIDADE D**

<b>DISTÚRBIOS PSICOMOTORES E O PROCESSO DE LEITURA E ESCRITA</b>	91
--	----

1. Conceito de psicomotricidade	93
2. Distúrbios do esquema e imagem corporal	98
3. Distúrbios na estruturação espacial	99
4. Distúrbios na estruturação temporal	100
5. Distúrbios na discriminação visual e auditiva	101
6. Distúrbios da lateralidade	102

## **REFERÊNCIAS**

Referências Bibliográficas	104
----------------------------	-----

# Apresentação da Disciplina

## FUNDAMENTOS NEUROPSICOLÓGICOS DA APRENDIZAGEM

3º Semestre

Nesta disciplina, você terá a oportunidade de analisar os principais mecanismos neuropsicológicos responsáveis pelo processo da aprendizagem, ressaltando que a Neurociência é um dos campos do conhecimento que mais tem evoluído nas últimas décadas.

O programa da disciplina está dividido em quatro unidades, com temáticas específicas que não se esgotam no conteúdo deste caderno. É necessário, imprescindível até, que você busque outras fontes (que serão recomendadas neste texto) para aprofundar e complementar seus estudos.

Além do uso deste caderno, você deverá manter constantemente contato com o professor e os tutores para sanar dúvidas e participar de todas as atividades virtuais previstas no cronograma da disciplina. A participação nas atividades, virtuais ou não, farão parte da sua avaliação, bem como a prova presencial no final do semestre.

Nós, professor e tutores, desejamos que você tenha um bom aproveitamento e participação na disciplina e reafirmamos nossa disponibilidade para que o estar junto virtual seja uma constante durante todo o semestre.

*Esta disciplina será desenvolvida com uma carga horária de sessenta (60) horas/aula.*

### Entenda os nossos ícones!



#### **Alerta**

Alerta o leitor sobre algum assunto que está sendo tratado no momento.



#### **Saiba Mais - Recomendação**

Indica fontes externas e outras leituras, como livros, sítios na internet, artigos, outros itens da própria apostila, etc.



#### **Conteúdos Relacionados**

Sugere ao aluno conhecer um ou mais conteúdos específicos para melhor entendimento do conteúdo atual.



#### **Atividades**

As atividades dizem respeito aos exercícios abordados no tópico anterior, podem ser analógicas ou digitais.

# A

## **A NEUROPSICOLOGIA: AS BASES MORFOFUNCIONAIS ELEMENTARES**

### **Objetivos da Unidade:**

Após o estudo do conteúdo e a realização das atividades propostas, esperamos que você alcance os seguintes objetivos:

- compreenda a organização neuronal humana;
- reconheça as áreas funcionais do sistema nervoso e suas relações com o comportamento e a aprendizagem.

Nesta unidade serão abordadas a anatomia e a divisão do sistema nervoso, a organização neuronal e as áreas funcionais do cérebro, com o objetivo de descrever as principais áreas cerebrais e suas relações com a aprendizagem. Na organização neuronal, descreveremos a unidade do sistema nervoso - o neurônio e seus mecanismos de ação.

# Introdução

A aprendizagem é um processo inerente ao ser humano, mas não próprio unicamente do homem. Os animais também aprendem, embora não com a mesma complexidade e intenção, pois o uso do que é aprendido é imediato e prático.

Pesquisas, principalmente na última metade do século passado, apontam o processo de aprendizagem como o comportamento mais significativo nos animais superiores e, conseqüentemente, no homem.

A cada ano são divulgadas novas descobertas sobre o funcionamento e os mecanismos cerebrais. Esta divulgação não se restringe apenas às publicações científicas. A mídia, nos veículos de maior penetração popular, principalmente a televisão, encarrega-se de mostrar o que de mais recente os pesquisadores descobriram - programas nas emissoras educativas e nas não estatais, TV Escola, canais a cabo com programações específicas, entrevistas com cientistas, entre outros.

A maioria das pessoas, inclusive você, já assistiu a alguns desses programas, ou tem uma reportagem sobre o tema e, certamente, maravilhou-se com a capacidade e o potencial do cérebro humano, com a complexidade e a funcionalidade das estruturas cerebrais e as infinitas possibilidades atualmente conhecidas e, por conhecer, das redes estabelecidas entre

as diferentes áreas cerebrais e sua relação, hoje incontestemente, com a aprendizagem. E, ao mesmo tempo, você deve ter pensado "como é difícil e complicado o nosso cérebro!", "quanto tempo e com que intensidade deve-se estudar para aprender o seu funcionamento!". Realmente, o funcionamento do cérebro e suas relações com os demais órgãos do corpo é complexo, porém não o suficiente para que num semestre acadêmico não se aprenda, com a devida profundidade, as noções básicas anatomofisiológicas e sua relação com a aprendizagem.

Deve-se ressaltar que o cérebro é parte de um sistema mais amplo e complexo, denominado Sistema Nervoso, como veremos na disciplina. De uma forma sintética, já podemos referir que o sistema nervoso é a estrutura orgânica que recebe estímulos (internos e externos), decodifica-os por meio de análise e elabora respostas que se traduzem por condutas motoras e/ou emocionais. Paralelo a isso registra e armazena, desde o nascimento, toda a interação (aprendizado) do organismo com o meio.

É evidente que o conteúdo deste caderno será um guia introdutório na temática, a qual você deverá aprofundar por meio das leituras recomendadas e, se possível, adquirindo algum dos livros sugeridos que serão úteis também em disciplinas futuras.

## Noções básicas anatomofisiológicas

Noções correspondentes as estruturas do corpo humano bem como suas funções e relações.



# 1 Primeiras noções e conceitos básicos

Algumas noções e conceitos básicos, que serão aprofundados no decorrer desta unidade, serão apresentados a seguir com o objetivo de facilitar a compreensão e significado da terminologia usada nas subunidades subseqüentes.

Filogeneticamente acredita-se que a primeira célula especializada em relacionar um organismo vivo com o seu ambiente tenha sido o neurônio, unidade funcional básica do sistema nervoso. De acordo com Machado (2005), há três tipos de neurônios fundamentais: o neurônio aferente ou sensitivo, o neurônio eferente ou motor e o neurônio de associação.

Os neurônios sensitivos têm a função de levar as informações ocorridas no meio externo ao sistema nervoso central (SNC). São aferentes, pois captam os estímulos externos e os conduzem ao SNC. Em suas extremidades periféricas, possuem estruturas muito elaboradas denominadas de receptores. Os receptores transformam os vários tipos de estímulos (físicos ou químicos) em impulsos nervosos antes de conduzi-los ao SNC.

O neurônio motor tem como função conduzir o estímulo nervoso ao órgão efetador: músculo ou glândula. É eferente pois conduz o impulso nervoso do SNC ou do sistema nervoso periférico (SNP) ao órgão efetador.

Os neurônios de associação são os mais numerosos. Situam-se sempre no SNC, e fazem conexões com outros neurônios, sejam vizinhos ou em áreas distantes. Durante o processo evolutivo, o aumento destes neurônios

permitiu padrões de comportamento cada vez mais elaborados levando ao surgimento das funções psíquicas superiores.

Uma das formas mais usadas para estudar o sistema nervoso é dividi-lo, considerando as estruturas anatômicas, os aspectos funcionais e a segmentação (MACHADO, 2005). Porém sempre devemos lembrar que o sistema nervoso é um todo e a estratégia das divisões é meramente didática.

Apresentaremos, de forma muito sintética e seguindo Machado (2005), as divisões referidas.

Uma primeira divisão pode levar em consideração critérios anatômicos (é a mais conhecida) e classifica o sistema nervoso em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). O SNC é formado pelo encéfalo e pela medula espinhal, que estão contidos dentro da cavidade craniana e canal vertebral (formam o esqueleto axial) respectivamente. O encéfalo, por sua vez é formado pelo cérebro, cerebelo e tronco encefálico. O SNP localiza-se fora do esqueleto axial e é constituído pelos nervos (cranianos e espinhais), gânglios e terminações nervosas (sensitivas ou aferentes e motoras ou eferentes).

Outra forma de divisão do sistema nervoso é levar em conta critérios funcionais. Assim, pode-se dividi-lo em sistema nervoso somático (da vida de relação) e sistema nervoso visceral (da vida vegetativa). O sistema da vida de relação (somático), como bem diz o nome,

**Filogeneticamente**  
Diz respeito a origem e a evolução das espécies.

**Músculos estriados**

**esqueléticos** são músculos de atividades voluntárias.

**Visceras**

São os órgãos contidos nas cavidades corporais: pulmões, coração, rins, estômago, intestinos, etc.

**Glândulas**

Estruturas corporais internas, cuja função é fabricar e excretar determinadas substâncias que são importantes para o desenvolvimento e homeostase do organismo. Há vários tipos de glândulas: salivares, lacrimais, hipófise, tireóide, pâncreas, etc.

**Homeostase**

Manutenção do meio interno dentro de limites compatíveis com o funcionamento adequado dos diversos órgãos.

**Substância Cinzenta**

É formada pelos corpos dos neurônios, fibras amielínicas e neuróglia.

**Substância branca**

Contém basicamente fibras mielínicas e neuróglia.

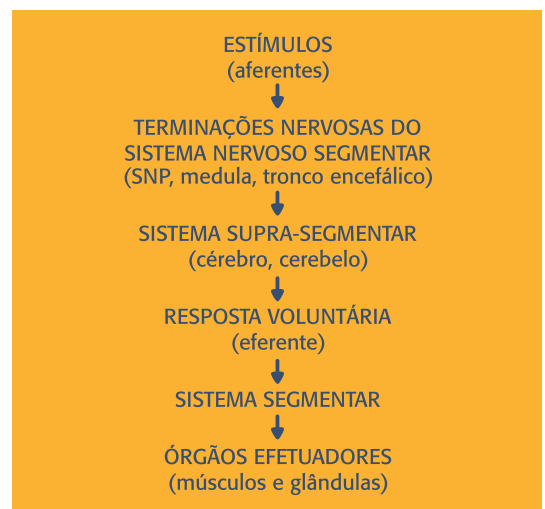
**Músculos lisos** são os que têm atividade involuntária no sentido de independem de nossa vontade. Localizam-se na pele, órgãos internos, vasos sanguíneos, etc.

promove o relacionamento do organismo com o seu meio ambiente através de um componente aferente (sensitivo) e um componente eferente (motor). O componente aferente conduz impulsos captados no meio ambiente (através de receptores periféricos do neurônio sensitivo) aos centros nervosos. O componente eferente transporta o comando dos centros nervosos aos músculos estriados esqueléticos produzindo os movimentos voluntários. O sistema nervoso visceral tem relação com a inervação e controle das estruturas viscerais. Também possui um componente aferente e um componente eferente. O aferente conduz os impulsos que tem origem nos receptores situados nas vísceras (viscerosceptores) e o componente eferente leva os impulsos dos centros nervosos até as vísceras terminando em glândulas, músculos lisos ou músculo cardíaco. Este componente eferente do sistema nervoso visceral é denominado de sistema nervoso autônomo (SNA), que é subdividido em simpático e parassimpático.

Finalmente, outra divisão, bastante didática, é a baseada na segmentação. Nesta, divide-se o sistema nervoso em sistema nervoso segmentar e supra-segmentar. Ao sistema supra-segmentar pertencem o cérebro e o cerebelo, em que a substância cinzenta localiza-se por fora da substância branca formando o córtex; já o sistema nervoso segmentar é constituído pelo sistema nervoso periférico (SNP) mais a medula espinhal e o tronco encefálico, onde não existe córtex e a substância cinzenta pode localizar-se por dentro da branca (como na medula espinhal).

Evolutivamente, o sistema nervoso segmentar surgiu primeiro, porém é

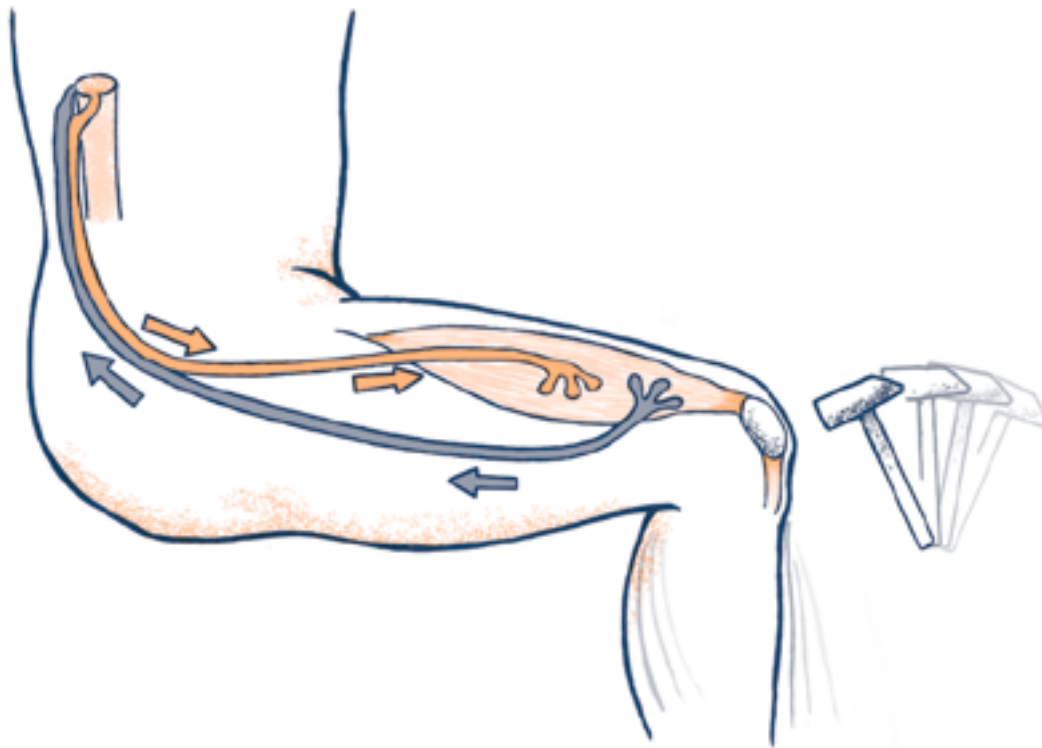
subordinado funcionalmente ao supra-segmentar. E isso tem a ver com a representação da funcionalidade do sistema nervoso. É o que procurar-se-á demonstrar com a exposição da dinâmica dos arcos reflexos. O arco reflexo supra-segmentar ocorre quando os componentes aferentes e eferentes se ligam no sistema nervoso supra-segmentar (cérebro ou cerebelo), tornando os impulsos (que são captados pelas terminações nervosas do sistema segmentar) conscientes e daí resultando numa resposta voluntária que é transmitida aos neurônios motores do sistema nervoso segmentar, os quais, por sua vez, retransmitem a ordem aos órgãos efetadores (músculos). Com isto, pode-se já perceber que as comunicações entre o sistema nervoso supra-segmentar e os órgãos periféricos, receptores e efetadores se fazem por meio do sistema nervoso segmentar. Observe o esquema abaixo que apresenta o arco reflexo supra-segmentar:



No arco reflexo segmentar, a comunicação entre os elementos aferentes e eferentes acontece no sistema nervoso segmentar

decorrendo respostas involuntárias. Na figura A.1 está representado um arco reflexo segmentar freqüentemente pesquisado pelos neurologistas: o reflexo patelar. Ao bater o martelo numa estrutura do joelho (chamada rótula ou patela), receptores nos músculos são estimulados, originando impulsos nervosos que

são conduzidos pelo neurônio sensitivo até a medula espinhal onde faz sinapse com os neurônios motores aí localizados, resultando num impulso trazido pelo axônio do neurônio motor até os músculos do membro inferior que, estimulados, fazem com que a perna seja projetada para frente.



Marcus de Moura

Figura A.1: Reflexo patelar

Geralmente, o sistema supra-segmentar é "informado" do ocorrido. Outro exemplo clássico é o da mão na chapa quente: quando encostamos a mão numa chapa quente, a retirada rápida e involuntária da mão é automática (arco reflexo segmentar), independentemente da sensação de dor. Contudo é conveniente que o sistema nervoso supra-

segmentar "tenha conhecimento" do ocorrido, o que acontece através de neurônios sensitivos que levam o impulso ao cérebro onde ele é interpretado, torna-se consciente e manifesta-se como dor, o que leva a atos motores voluntários tais como desligar a chapa ou cuidar da mão machucada (MACHADO, 2005).

## 2 Organização neuronal

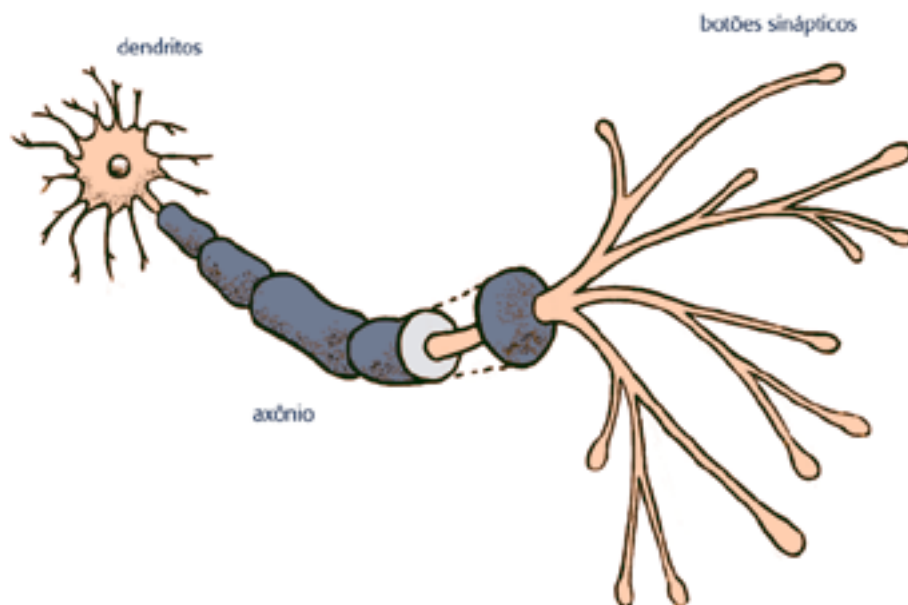
Como já foi referido, o sistema nervoso é um todo funcionante, porém é tradicional dividi-lo em partes e componentes para, didaticamente, melhor compreendê-lo. Iniciaremos nosso estudo através das unidades funcionais que o compõem.

É comum pensar apenas no neurônio como único componente celular do sistema nervoso. Entretanto o tecido nervoso é composto basicamente por dois tipos de células: neurônios e células gliais (neuróglias).

### **O neurônio**

Neurônio é a unidade fundamental do sistema nervoso, e sua função básica é receber, processar e enviar informações.

Os neurônios são "(...)células altamente diferenciadas em razão das diversas funções que irão realizar" (OLIVEIRA, 2005, p.32) e, conforme Machado (2005, p.17), "(...)altamente excitáveis que se comunicam entre si ou com células efetoras (células musculares e secretoras), usando basicamente uma linguagem elétrica, qual seja, modificações do potencial de membrana." Suas partes constituintes são um corpo celular, dendritos e axônio.



Machado de Moraes

Figura A.2: O neurônio e seus componentes

O corpo celular do neurônio, constituído de núcleo e citoplasma, contém as organelas citoplasmáticas comuns a qualquer célula (ribossomas, mitocôndrias, retículo endoplasmático e aparelho de Golgi) e que estão envolvidas na síntese das proteínas neuronais e nos processos de degradação e renovação de constituintes celulares, com destaque para as mitocôndrias, responsáveis, a partir de moléculas de glicose, pela produção da energia necessária ao impulso nervoso. O citoplasma do corpo celular é denominado de pericário, termo usado também como sinônimo do corpo celular.

É no corpo celular que chegam os estímulos (através dos dendritos) os quais são interpretados, registrados (memória), e uma resposta é elaborada ao estímulo recebido. Essa resposta, por sua vez, é enviada (pelo axônio) à outra célula.

Os dendritos são ramificações (prolongamentos), geralmente curtas, que partem do corpo celular. São especializadas em receber estímulos do exterior do neurônio (estímulos aferentes) e conduzi-los ao pericário, onde são

interpretados.

O axônio é um prolongamento, com formato de cilindro, longo e fino que se origina do corpo do neurônio. Apresenta um comprimento muito variável, de poucos milímetros a mais de um metro. Sua função principal é transmitir o impulso nervoso (eferente) para o neurônio seguinte. Os axônios podem emitir prolongamentos laterais, chamados de colateral, cuja função é possibilitar a comunicação mais rápida entre os neurônios (seria uma espécie de "atalho" de comunicação). Há neurônios que têm seus axônios envoltos por uma bainha gordurosa constituída de mielina. Esses axônios mielinizados conduzem os estímulos numa velocidade bem maior do que aqueles que não tem mielina. Na parte terminal, o axônio sofre uma arborização, ou seja, emite uma série de ramificações denominadas de placa terminal, que têm continuidade nos botões sinápticos onde estão situadas as vesículas sinápticas que são estruturas muito importantes no mecanismo de transmissão dos impulsos nervosos. Este mecanismo denomina-se sinapse, como veremos a seguir.

#### Mielina

Lipoproteína com propriedades isolantes elétricas. Compõe o envoltório de alguns axônios, aumentando a velocidade na condução de impulsos nervosos.

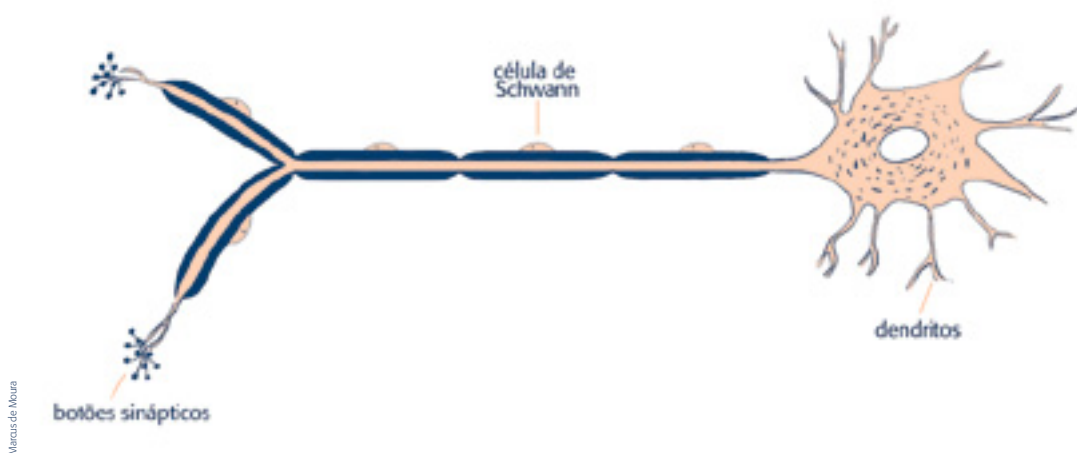


Figura A.3: Estrutura do axônio

A maioria dos neurônios são multipolares, o que significa que possuem um axônio e vários dendritos. Ainda há neurônios bipolares e pseudo-unipolares. Nos bipolares, dois prolongamentos partem do corpo celular - um dendrito e um axônio. Nos pseudo-unipolares, apenas um prolongamento deixa o corpo celular, dividindo-se em dois ramos: o primeiro dirige-se à periferia onde forma uma terminação nervosa sensitiva (capta impulsos), e o segundo dirige-se ao sistema nervoso central, estabelecendo contatos com outros neurônios. Os corpos dos neurônios pseudo-unipolares se localizam em estruturas pertencentes ao sistema nervoso periférico denominadas de gânglios.

Antes de passarmos ao estudo dos outros tipos celulares (neuróglio) que compõem o sistema nervoso, devemos entender como se dá a transmissão do impulso nervoso, ou seja, a sinapse.

De acordo com Machado (2005, p.22) "os neurônios, principalmente através de suas terminações axônicas, entram em contato com outros neurônios, passando-lhes informações. Os locais de tais contatos são denominados sinapses." Se os contatos acontecem entre neurônios, as sinapses são denominadas de sinapses interneuronais. Quando as terminações axônicas fazem contatos com células não neuronais, tipo as células musculares ou células efetadoras das glândulas (como acontece no sistema nervoso periférico), as sinapses são denominadas de neuroefetadoras. Cada neurônio pode realizar milhares de sinapses por segundo.

Nós possuímos cerca de 100 bilhões de neurônios. Imaginemos a complexidade da rede neuronal estabelecida (fundamental para a aprendizagem), pelos milhares de sinapses a cada segundo. Podemos dizer que há uma relação dialética entre sinapses e aprendizagem: quanto mais sinapses realizamos, mais aprendemos, e a aprendizagem estimula a formação de novas sinapses, o que leva ao aumento e complexidade das redes neuronais (redes estabelecidas pela realização de sinapses) propiciando novas aprendizagens que, por sua vez, levam a formação e complexidade de novas redes neuronais, que levam a novas aprendizagens e assim sucessivamente.

Considerando o modo de funcionamento, há dois tipos de sinapses: as elétricas e as químicas. As sinapses elétricas, conforme Machado (2005), são raras no homem e são sempre interneuronais. Elas ocorrem através de trocas de íons positivos e negativos entre o meio intra e extracelular, promovendo descargas elétricas de tal forma que o impulso nervoso é transmitido até o sistema nervoso central e a resposta retorna pelo mesmo mecanismo.

Todas as sinapses neuroefetadoras e a maioria das sinapses interneuronais são sinapses químicas. Para que aconteçam, há a necessidade de liberação de uma substância denominada de neurotransmissor.

Nas sinapses químicas interneuronais, um axônio (elemento pré-sináptico) entra em contato com qualquer parte de outro neurônio (elemento pós-sináptico). Então poderemos ter sinapses axodendríticas (axônio com dendrito), axossomáticas (axônio com corpo neuronal) ou axoaxônicas (axônio com axônio). Às vezes o dendrito ou o corpo celular podem ser o elemento pré-sináptico.

O elemento pré-sináptico é o que possui o neurotransmissor armazenado em estruturas especiais denominadas de vesículas sinápticas. O neurotransmissor é liberado para o elemento pós-sináptico, (que contém receptores específicos) através da fenda sináptica. A fenda sináptica separa as duas membranas sinápticas. A transmissão sináptica acontece em decorrência da união do neurotransmissor com o seu receptor na membrana pós-sináptica.

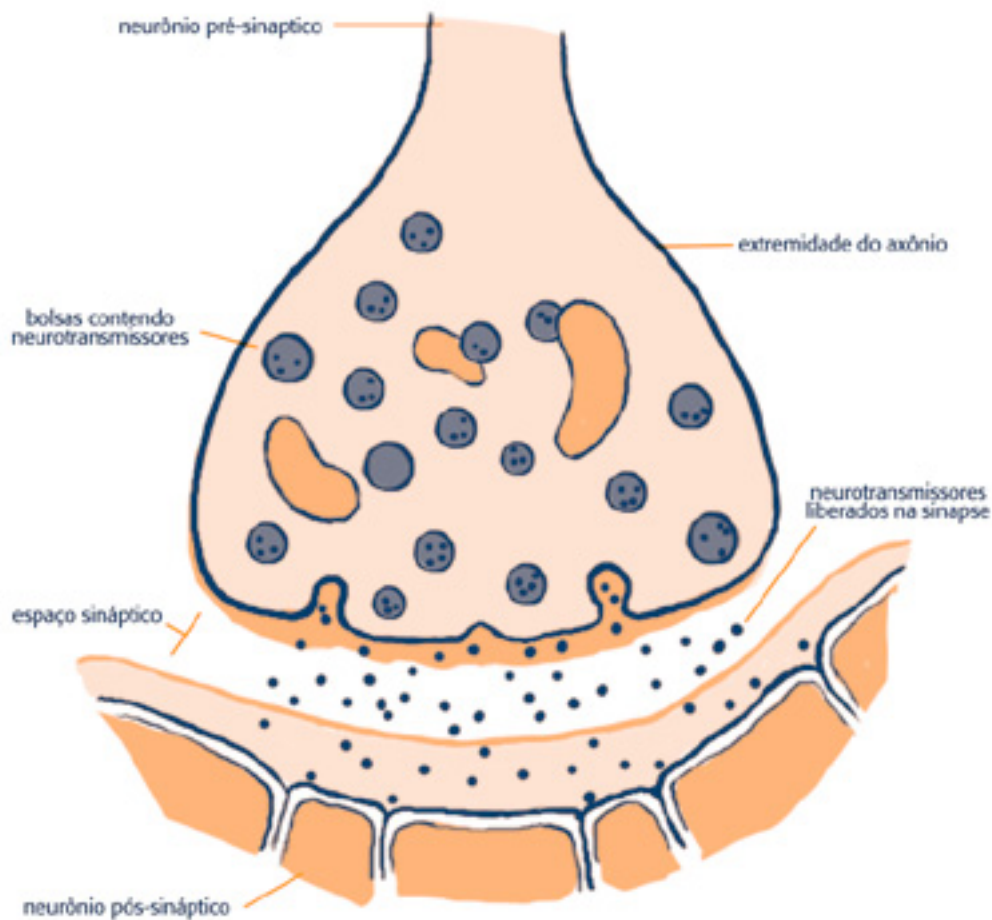


Figura A.4: Transmissão sináptica

As sinapses químicas neuroefetadoras envolvem axônios de nervos periféricos e células efetadoras não neuronais, que podem ser células musculares estriadas esqueléticas, células musculares lisas ou cardíacas, ou células glandulares.

O mecanismo de transmissão sináptica é originado por alterações do potencial de membrana determinado pela permeabilidade seletiva a determinados íons: sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), cloro (Cl<sup>-</sup>) e cálcio (Ca<sup>+</sup>). Quando o impulso nervoso chega à membrana pré-sináptica, provoca alterações no potencial

de membrana e promove trocas entre íons do meio extra-celular e intra-celular, ocasionando a liberação do neurotransmissor na fenda sináptica (processo chamado de exocitose) que encontra seu receptor na membrana pós-sináptica. O neurotransmissor "encaixa" no seu receptor específico do elemento pós-sináptico possibilitando a transmissão do impulso nervoso. Quando há falta, diminuição ou excesso de neurotransmissores ou de receptores, não haverá neurotransmissão correta e, como consequência, acontecerão alterações orgânicas e/ou emocionais.

### Você Sabia?

Se você quiser saber mais sobre o Mal de Alzheimer acesse <http://www.alzheimermed.com.br/>

Acesse o endereço <http://www.parkinson.org.br/> e obtenha algumas referências sobre o Mal de Parkinson.

Mais informações sobre a depressão você pode encontrar no seguinte endereço eletrônico: <http://www.abcdasaude.com.br/artigo.php?102>

Neurotransmissores são substâncias químicas elaboradas pelos neurônios e responsáveis pela transmissão do impulso do elemento pré para o elemento pós-sináptico. Conforme Oliveira (2005), os neurotransmissores podem ser excitatórios ou inibitórios. Quando excitam o elemento pós-sináptico, promovem a passagem do impulso nervoso. Ao contrário, os neurotransmissores inibitórios determinam o bloqueio da passagem do impulso nervoso para o elemento pós-sináptico.

Mesmo sendo recente o estudo dos neurotransmissores (início na década de 1930), já foram descobertos alguns mecanismos de ação destas substâncias, bem como o efeito do seu excesso, ou falta, e a relação com algumas doenças. A seguir, destacar-se-á alguns desses neurotransmissores.

A acetilcolina, que foi o primeiro neurotransmissor identificado, tem relação com o ciclo sono-vigília, com a atenção, com a memória

e a modulação dos processos afetivos, entre outras ações. E a sua diminuição estaria relacionada com o Mal de Alzheimer.

A dopamina, de larga atuação, é um dos neurotransmissores inibitórios e sua função está relacionada com o controle de instintos ditos vitais (sede, fome, sexualidade) e com as funções superiores realizadas no lobo frontal (comportamento, elaboração do pensamento, atenção, etc.). A diminuição de dopamina estaria entre as causas do Mal de Parkinson e da depressão.

Noradrenalina é um neurotransmissor geralmente excitatório do elemento pós-sináptico. Em situações de estresse, de perigo real ou imaginário há uma grande liberação de noradrenalina preparando o organismo para enfrentar a situação. A adrenalina é outro neurotransmissor que também participa na preparação do organismo nas situações de alarme. Ambas participam na regulação da atenção, dos



estados de humor, têm relação com aprendizagem e memória, com os níveis de ansiedade, etc. O excesso pode levar a crises de pânico e de ansiedade, e a falta, a distúrbios na atenção e à depressão. A serotonina, outro neurotransmissor da família da noradrenalina, tem mecanismos semelhantes a esta.

Ainda há outras substâncias que agem como se fossem neurotransmissores: aminoácidos (ácido gama-amino-butírico, glutamato), neuropeptídeos (substância P, neurotensina, opióides endógenos). Dos neuropeptídeos, a substância P tem relação com a percepção da dor e, sendo excitatória, aumenta a intensidade dos impulsos dolorosos; em contrapartida, a neurotensina, além de estar relacionada com o controle neuroendócrino, age na diminuição da sensibilidade à dor. Também os opióides

endógenos atuam na sensação da dor: a encefalina (substância do mesmo grupo químico da morfina) inibe sinapses entre os neurônios da via da dor, fechando o que alguns pesquisadores chamam de "portão da dor". Ainda no grupo dos opióides estão as endorfinas, que são elaboradas tanto após situações prazerosas ( uma boa refeição, ouvir música, praticar exercícios físicos, atividade sexual, etc.) provocando sensações de bem-estar, quanto em situações estressantes (fome, medo, dor orgânica, ansiedade...) com o objetivo de amenizar a agressão (OLIVEIRA, 2005).

Embora para cada neurotransmissor exista uma categoria de receptores, isto não significa que haja uma única especificidade de ação para cada neurotransmissor. Vários neurotransmissores podem contribuir para uma determinada ação ou reação neuronal.

## **Neurógliã**

É formada por células (também denominadas de glia ou gliócitos) que ocupam os espaços entre os neurônios com funções que compreendem a sustentação, o revestimento ou isolamento, a modulação da atividade neuronal e defesa. São mais numerosas em relação aos neurônios numa proporção que varia de 1:10 a 1:50 (MACHADO, 2005).

A neurógliã tem composição diferente no sistema nervoso central e no sistema nervoso periférico. No sistema nervoso central, é composta pelas seguintes células: astrócitos, oligodendrócitos, microgliócitos e células endimárias.

Os astrócitos, que têm forma de estrela, são abundantes e localizam-se tanto na substância branca quanto na substância cinzenta. Suas funções principais são a sustentação e isolamento de neurônios. Oligodendrócitos são células menores, responsáveis pela formação da bainha de mielina nos axônios do sistema nervoso central. Os microgliócitos têm funções relacionadas à defesa, destruindo microorganismos invasores (vírus e bactérias) e fagocitando ("comendo") células mortas e detritos celulares. As células endimárias revestem as cavidades encefálicas (ventrículos) constituindo os plexos corioides, responsáveis pela formação do líquido.

O principal componente da neurógia no sistema nervoso periférico são as células de Schwann, que circundam os axônios formando a bainha de mielina. Além disso, desempenham um papel importante na regeneração das fibras nervosas lesadas. Ao contrário do corpo do neurônio, que uma vez lesado não se recupera, o axônio pode regenerar-se.

### **Você Sabia?**

Durante os estudos realizados nessa unidade visite, sempre que necessário, o seguinte site <http://www.cerebromente.org.br/home.htm>. Nele, você encontrará importantes informações e ilustrações sobre o cérebro humano.

### ***Fibras nervosas***

Uma fibra nervosa é composta de um axônio e, quando presentes, envoltórios de origem glial (MACHADO, 2005), sendo o principal envoltório a bainha de mielina. Quando o axônio está envolvido pela bainha de mielina,

denomina-se fibra nervosa miélnica, quando não, fibra nervosa amielínica. Ambas fibras nervosas estão presentes tanto no sistema nervoso central (reunidas em feixes denominados de tractos) quanto no sistema nervoso periférico (agrupadas em feixes formando os nervos).

A bainha de mielina proporciona uma condução mais rápida do impulso nervoso. Em contrapartida, as fibras amielínicas conduzem o impulso nervoso mais lentamente. O processo de mielinização da fibra nervosa é progressivo, iniciando-se na vida fetal e intensificando-se a partir do nascimento até os sete anos de idade.

### 3 Áreas funcionais do cérebro

A seguir apresentaremos, de forma esquemática, subsidiando-nos na obra Neuroanatomia Funcional, de Angelo Machado (2005), as divisões do sistema nervoso mais comumente usadas, o que nos permitirá uma visão abrangente de suas partes e funcionalidade. Aconselha-se, sempre que tiverem dúvidas no estudo do conteúdo ou nas atividades, retornar aos esquemas e/ou figuras dispostos no decorrer do texto.

Dentre as divisões do sistema nervoso, apresentar-se-á a divisão anatômica e a divisão funcional, iniciando esse estudo, nesta subunidade, pela divisão que leva em consideração critérios anatômicos.

#### **a- Divisão anatômica do sistema nervoso**

Nas figuras, a seguir, apresenta-se a divisão do sistema nervoso, com base em critérios anatômicos, em sistema nervoso central e sistema nervoso periférico.



Figura A.5: Divisão do sistema nervoso com base em critérios anatômicos

**Sistema Nervoso Periférico**

Localiza-se fora do esqueleto axial.

**Nervos**

Cordões esbranquiçados que unem o SNC aos órgãos periféricos

**Gânglios**

Dilatações constituídas de corpos de neurônios. Funcionalmente existem gânglios sensitivos e gânglios motores viscerais (do SNA).

**Terminações Nervosas**

Localizam-se nas extremidades das fibras que constituem os nervos, e, do ponto de vista funcional, são de dois tipos: sensitivas (ou aferentes) e motoras (ou eferentes).

**Espiniais:** a união se faz com a medula.**Cranianos:** a união se faz com o encéfalo.

Figura A.6: Divisão do sistema nervoso com base em critérios anatômicos

**a.1- Sistema nervoso central**

A figura seguinte mostra partes que compõem o sistema nervoso central (SNC), as quais são protegidas por estruturas ósseas. O encéfalo e seus componentes situam-se dentro da cavidade craniana (crânio) e a medula é uma continuidade do encéfalo e encontra-se contida no canal vertebral, formado pelas vértebras.



Menes de Moura

Figura A.7: Sistema nervoso central

Além de protegido pela estrutura óssea que o envolve, o sistema nervoso central possui outras duas formas de proteção: as meninges e o líquido.

As meninges são membranas que envolvem o sistema nervoso central, tanto o encéfalo quanto a medula espinhal e são em número de três: dura-máter, aracnóide e pia-máter.

A dura-máter é a mais superficial das três. É espessa e resistente, contém vasos sanguíneos, é ricamente inervada e está aderida intimamente aos ossos do crânio. Praticamente, toda a sensibilidade intracraniana se localiza na dura-máter, pois nem o encéfalo possui terminações nervosas sensitivas, nem as outras duas meninges. Assim sendo, a maioria das dores de cabeça tem origem na dura-máter.

A aracnóide é a meninge intermediária, constituída de uma membrana muito delicada com forma de teia de aranha. Está justaposta à dura-máter e separada da pia-máter pelo espaço subaracnóideo. Este espaço contém o líquido cérebro-espinhal ou líquido.

A meninge mais interna, que está aderida intimamente ao encéfalo e à medula, é denominada de pia-máter. É ela que dá resistência e forma ao encéfalo (cuja consistência é muito mole) e acompanha os órgãos nervosos em toda a sua extensão.

O líquido, também denominado de líquido cérebro-espinhal ou líquido encéfalo-raquidiano, é um fluído aquoso e incolor que ocupa o espaço subaracnóideo e no qual encontra-se totalmente submerso o sistema nervoso central. Sua principal função é a proteção mecânica do sistema nervoso central, formando uma espécie de colchão líquido entre este e a caixa óssea, constituindo-se assim, num

amortecedor de choques ou pressões que possam atingi-lo. O líquido é produzido por estruturas chamadas de plexos corioides, encontrados no interior dos ventrículos que são cavidades (quatro) intra-encefálicas.

Os ventrículos são formados já a partir dos primeiros estágios do desenvolvimento do sistema nervoso. São identificados como ventrículos laterais direito e esquerdo ou I e II ventrículos, III ventrículo e IV ventrículo. Os laterais situam-se no telencéfalo (um em cada hemisfério cerebral), na parte superior do cérebro e são maiores em relação aos outros dois. O III ventrículo situa-se no diencéfalo e logo abaixo, o IV ventrículo.

O I e II ventrículos estão separados por uma estrutura membranosa denominada de septo e são cavidades fechadas, à exceção da comunicação com o III ventrículo, que é feita, em cada um, através de uma pequena abertura chamada de forame interventricular. O IV ventrículo, que é formado abaixo do III, comunica-se com este através de um "canal" denominado de aqueduto cerebral. Por sua vez, o IV ventrículo tem continuidade com a medula espinhal.

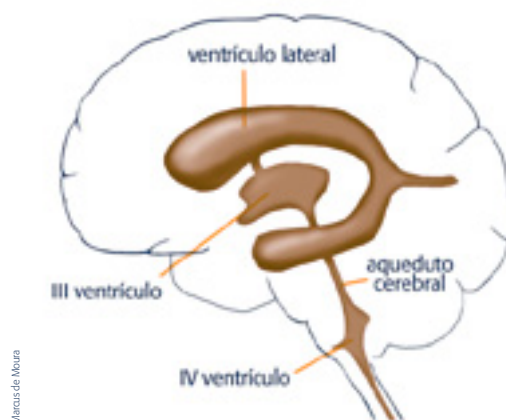


Figura A.8: Ventrículos cerebrais

O líquido passa pelos ventrículos, e é reabsorvido no espaço subaracnoideo, e uma pequena parte na extremidade inferior da medula. Este mecanismo de formação e reabsorção acontece diariamente.

Um dos processos patológicos mais graves que interferem na produção, circulação e absorção do líquido, são as chamadas hidrocefalias (popularmente conhecidas por "cabeça d'água"), que se caracterizam pelo aumento do volume e da pressão do líquido.

Existem dois tipos de hidrocefalia: as comunicantes, que são originadas de um aumento na produção ou deficiência de absorção de líquido e as hidrocefalias não comunicantes, que são muito mais frequentes, e resultam de obstruções no trajeto do líquido. O tratamento é cirúrgico, através de drenagem por meio de cateter ligando um dos ventrículos à veia cava ou à cavidade peritoneal.

Na figura A.9 representa-se um esquema com áreas contendo líquido:



Monica de Moura

**Figura A.9:** Esquema representativo da distribuição de líquido no sistema nervoso central

Voltando à figura A.5, podemos verificar que o encéfalo é constituído pelo cérebro (telencéfalo e diencéfalo), tronco cerebral (mesencéfalo, ponte e bulbo) e cerebelo. Nas próximas páginas estudaremos cada um desses constituintes e seus componentes.

### **Cérebro**

O cérebro é a porção mais desenvolvida e importante do encéfalo e é composto pelo telencéfalo e pelo diencéfalo.

O **telencéfalo** é constituído pelos hemisférios cerebrais direito e esquerdo, que são parcialmente unidos por uma estrutura fibrosa denominada de corpo caloso, possuem

cavidades: os ventrículos laterais direito e esquerdo. Sua superfície apresenta várias depressões (o que aumenta consideravelmente a própria superfície) denominadas de sulcos, os quais delimitam lobos e áreas cerebrais, sendo os mais importantes o sulco lateral que separa o lobo frontal do lobo temporal, o ramo posterior do sulco lateral separa o lobo temporal dos lobos frontal e parietal e o sulco central que separa os lobos frontal e parietal.

As áreas situadas a frente do sulco central relacionam-se com a motricidade, enquanto as

localizadas atrás deste, relacionam-se com a sensibilidade.

Com exceção do lobo occipital que estaria, direta ou indiretamente, relacionado com a visão, os outros lobos não tem uma especificidade funcional absoluta. Mesmo que algumas funções superiores (fala, audição, pensamento...) tenham localização conhecida, hoje se sabe que há a necessidade de ação conjunta de outras áreas cerebrais para que determinadas atividades sejam realizadas. Lembremos que o sistema nervoso é um todo funcionante.

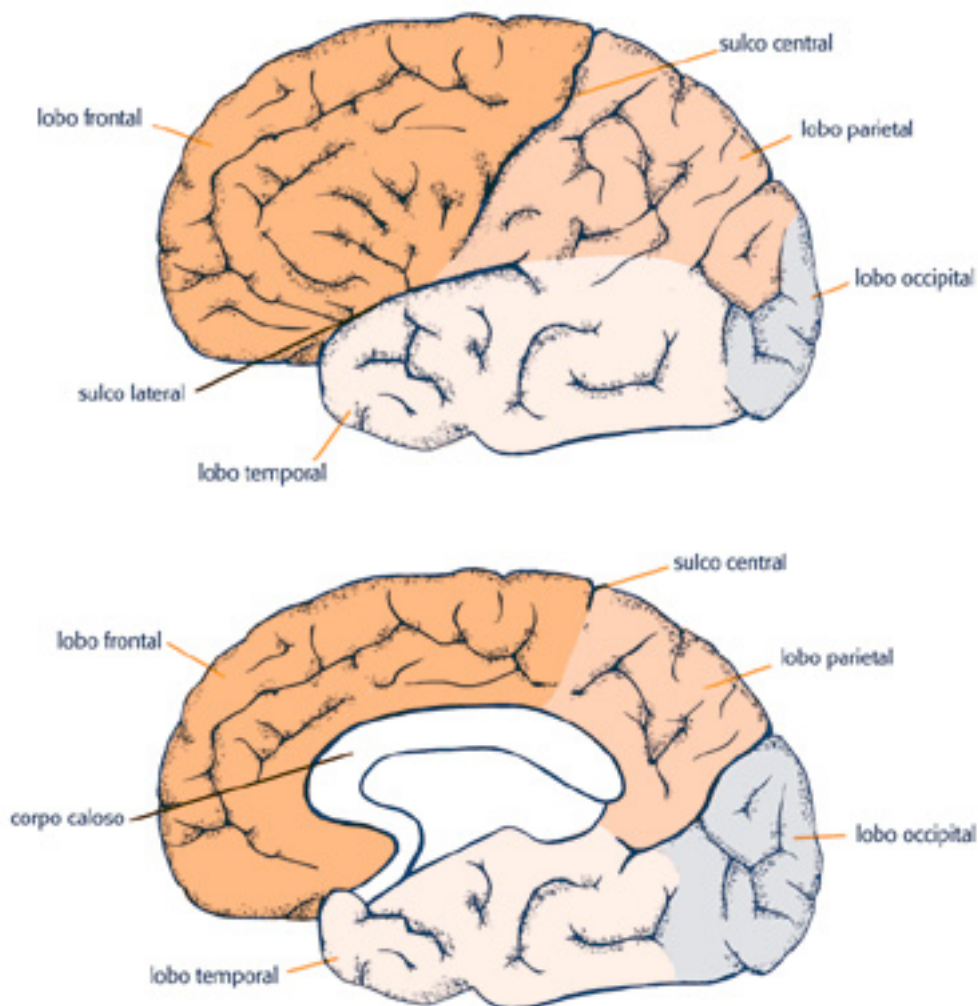


Figura A.10: Lobos do cérebro em vistas lateral e medial

Os lobos têm seus nomes relacionados com os ossos do crânio: lobos frontal, temporal, parietal e occipital.

No lobo frontal, numa região denominada giro pré-central, está localizada a área motora principal do cérebro. Outra área importante, situada no lobo frontal do hemisfério esquerdo é a denominada área de Broca, onde se localiza o centro cortical da palavra falada. Na face inferior do lobo, há várias estruturas, entre elas o bulbo olfatório, responsáveis pela sensação do olfato. Na parte anterior, não motora, há uma área evolutivamente recente, própria do ser humano, denominada de área pré-frontal, que chega a ocupar 1/4 da superfície do córtex cerebral. Essa área recebe conexões de todas as demais áreas de associação corticais e do tálamo e estaria ou seria responsável, conforme Oliveira (2005), pelas funções superiores como elaboração do pensamento, manutenção da atenção, pela escolha das opções e estratégias comportamentais mais adequadas frente às diversas situações pelas quais o indivíduo passa, bem como pela capacidade de alterar essas estratégias quando a situação se modifica (MACHADO, 2005) e pelo controle do comportamento emocional juntamente com o hipotálamo e o sistema límbico.

Os lobos parietais têm relação com a percepção espacial, coordenação motora ampla, esquema corporal, e é "(...)onde se localiza uma

das mais importantes áreas sensitivas do córtex, a área somestésica" (MACHADO, 2005, p. 63).

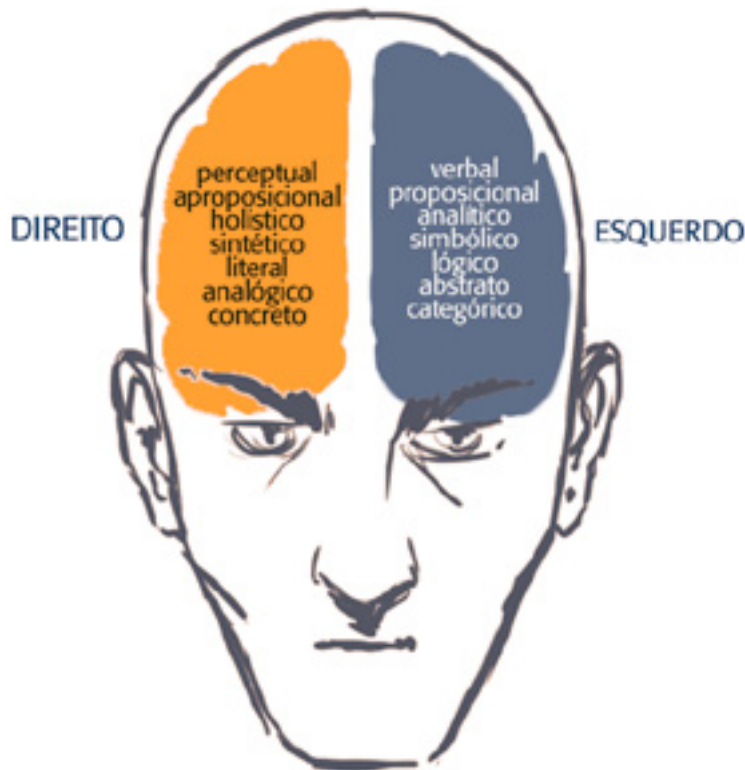
O centro cortical da audição situa-se no lobo temporal esquerdo na maior parte das pessoas. Também os lobos temporais têm relação com o controle e expressão das emoções.

No lobo occipital, localiza-se o centro cortical da visão, porém a área visual não se limita apenas a este lobo. Hoje se sabe que as áreas secundárias da visão estendem-se ao lobo temporal.

Nos hemisférios cerebrais, localizam-se os ventrículos laterais, direito e esquerdo, que são cavidades contendo o líquido, conforme já vimos no início desta subunidade.

Conforme Schwartzman (2001), os hemisférios funcionalmente são diferentes. A motricidade voluntária da metade direita do corpo é controlada pelo hemisfério esquerdo, e o hemisfério direito controla a motricidade voluntária da metade esquerda do corpo. Na maioria das pessoas, o hemisfério esquerdo é o responsável por boa parte das funções da linguagem e das atividades de análise, lógicas, simbólicas e abstratas bem como é o dominante para habilidades motoras pois a maioria das pessoas é destra. Por tudo isso, convencionou-se que o hemisfério esquerdo é o dominante em relação ao direito, o qual relaciona-se mais às atividades perceptivas, concretas e de síntese.





Marcus de Moura

**Figura A.11:** Diferenças funcionais entre os hemisférios cerebrais. (Adaptado de Schwartzman, 2001)

A organização interna dos hemisférios cerebrais, assim como a do cerebelo, apresenta características do sistema nervoso supra-segmentar, ou seja, cada hemisfério possui uma camada externa de substância cinzenta, que é o córtex, envolvendo um centro de substância branca, o centro branco medular, no qual existem massas de substância cinzenta, denominadas de núcleos da base do cérebro. O córtex, por ser uma estrutura extremamente complexa, será estudado num item específico.

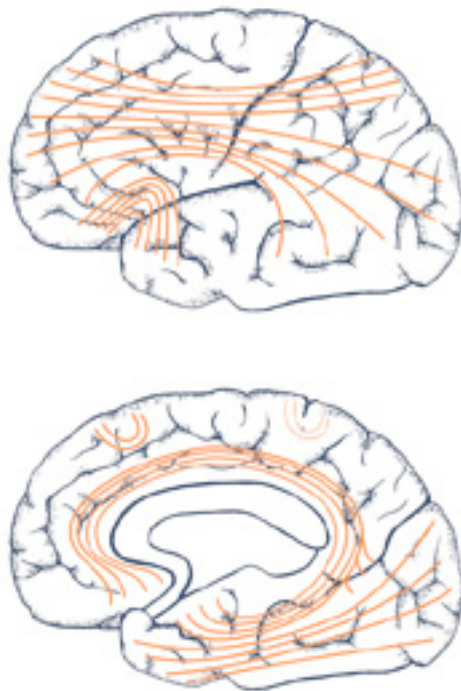


Marcus de Moura

**Figura A.12:** Corte frontal do cérebro, mostrando a distribuição da substância cinzenta e da substância branca

A substância branca é formada de fibras miélicas e neuróglias. As fibras podem ser de projeção e de associação. As fibras de projeção ligam o córtex a estruturas subcorticais, e as de associação unem áreas corticais localizadas em pontos diferentes do cérebro e podem ser intra-hemisféricas ou inter-hemisféricas.

As fibras de associação intra-hemisféricas podem ser curtas (associando áreas vizinhas) ou longas, formando fascículos e unindo os lobos cerebrais. Como exemplo, temos um fascículo que une o lobo frontal ao temporal passando pelo lobo parietal; outro une o lobo occipital ao lobo temporal; o fascículo longitudinal superior que une os lobos frontal, parietal e occipital tem um papel importante na linguagem; finalmente há o fascículo que une o lobo frontal ao temporal.



**Figura A.13:** Representação de fascículos de associação nas faces lateral e medial do cérebro.

As fibras de associação inter-hemisféricas unem áreas simétricas dos dois hemisférios, e agrupam-se em estruturas denominadas comissuras. A principal delas é o corpo caloso que é o maior feixe de fibras do sistema nervoso. O corpo caloso, ao unir os dois hemisférios, permite a transferência de conhecimentos e informações.



Marcelo de Moura

**Figura A.14:** Vista medial de um hemisfério cerebral com representação do corpo caloso

As fibras de projeção da substância branca que ligam o córtex a estruturas subcorticais, agrupam-se para formar duas estruturas chamadas fórnix e cápsula interna. O fórnix liga o hipocampo ao hipotálamo, integrando o circuito de Papez, que é parte do sistema límbico e tem relação com a memória. Pela cápsula interna, passa a maioria das fibras que saem ou que entram no córtex cerebral. Quando acontecem lesões na cápsula interna, causadas por hemorragias, tem-se como consequência os ditos derrames cerebrais, que provocam hemiplegias e diminuição da sensibilidade na metade oposta do corpo.

O **diencefalo** é a outra estrutura que, juntamente com o telencefalo, forma o cérebro.

#### Hipotálamo

Estrutura que compõe o diencefalo, com funções muito importantes e numerosas ligadas à manutenção e controle do equilíbrio do meio interno.

#### Sistema Límbico

Estrutura em forma de anel, localizada na face medial de cada hemisfério cerebral, com funções relacionadas à memória e ao controle das emoções.

Marcelo de Moura

O diencefalo é formado pelas seguintes partes: tálamo, hipotálamo, epitálamo e subtálamo, e possui uma cavidade denominada de III ventrículo que se comunica com o IV ventrículo por um estreito canal, o aqueduto. O III ventrículo, se comunica com os ventrículos laterais (situados no telencéfalo) através dos forames interventriculares.

Antes de estudarmos as funções das estruturas que compõem o diencefalo,

situaremos, grosso modo, e baseando-nos em Machado (2005), a disposição anatômica dessas estruturas. Os tálamos são duas massas volumosas de substância cinzenta, situadas na porção látero-dorsal do diencefalo. O hipotálamo situa-se abaixo do tálamo e tem importantes funções relacionadas principalmente com o controle da atividade visceral. O epitálamo e o subtálamo situam-se na transição com o mesencéfalo.

### Você Sabia?

O hipocampo é uma estrutura que faz parte do sistema límbico, tendo importantes funções psíquicas relacionadas com o comportamento e a memória. Acredita-se que participe na transformação da memória de curto prazo em memória a longo prazo. Indivíduos com lesões no hipocampo apresentam incapacidade para aprender ou guardar novas informações. A memória anterior ao surgimento da lesão está preservada.

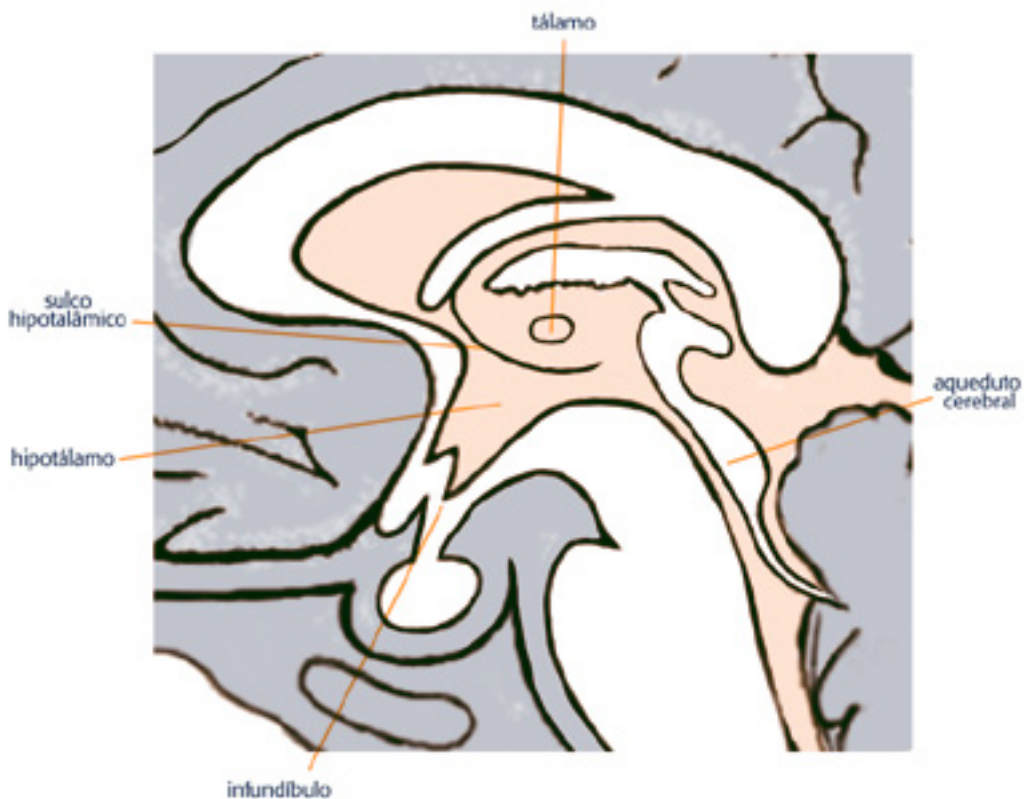
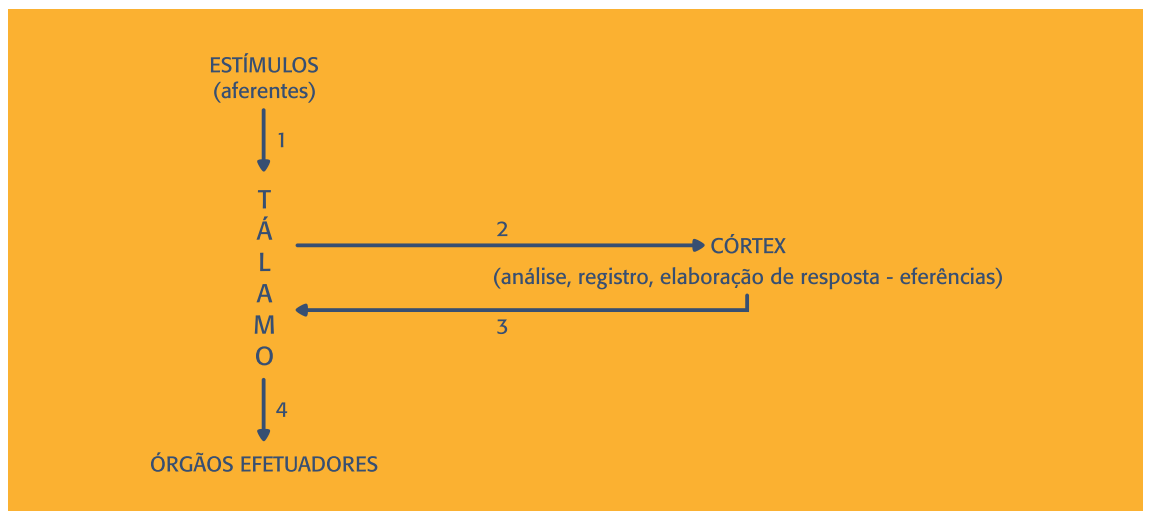


Figura A.15: Representação de estruturas do diencefalo.

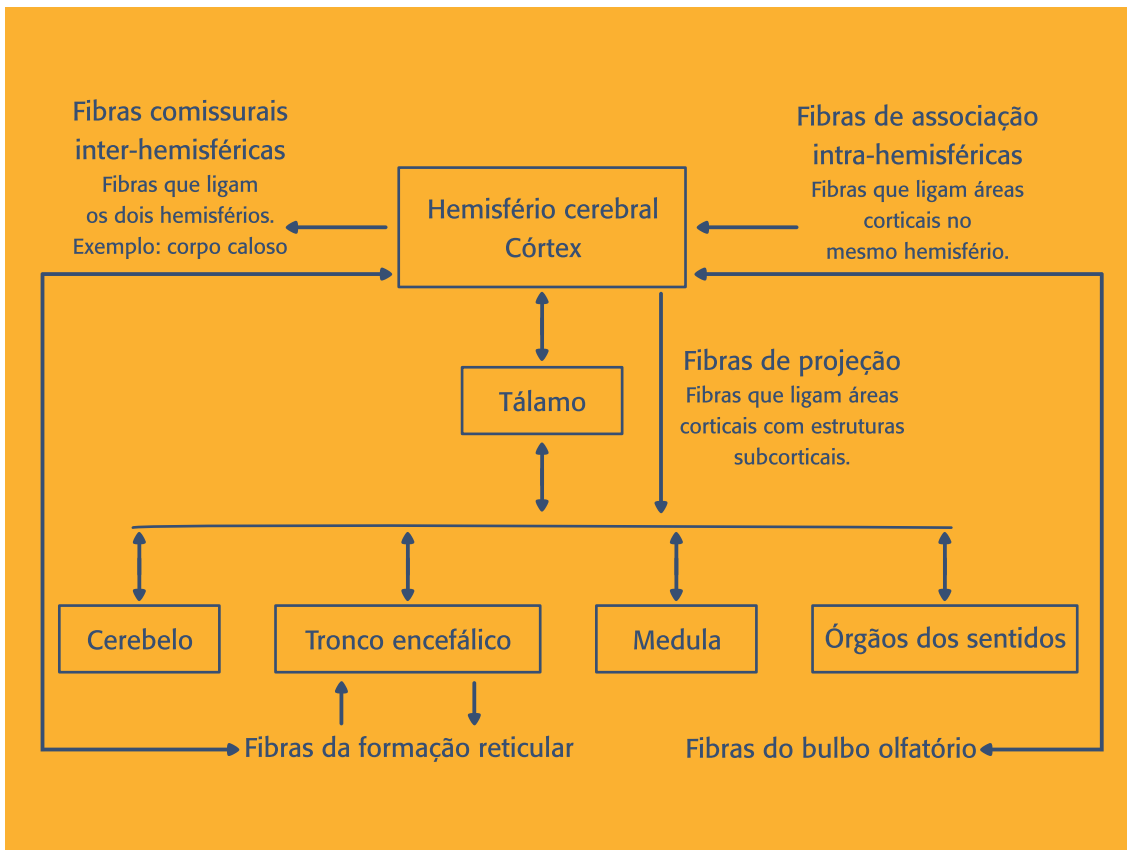
O tálamo funciona em íntima associação com o córtex cerebral. As conexões, recíprocas, são feitas por fibras de projeção, denominadas de tálamo-corticais (do tálamo para o córtex) e córtico-talâmicas (do córtex para o tálamo). Todas as vias sensitivas (aférentes) que têm origem nos órgãos sensoriais (tátil, visão,

audição,...) vão em direção ao córtex passando pelo tálamo. Da mesma forma, as respostas elaboradas no córtex e enviadas (eferentes) aos órgãos efetadores, também passam pelo tálamo. A exceção são os estímulos olfatórios que vão direto ao córtex.



Entretanto o tálamo não funciona apenas como uma "estação de passagem" mas também como uma "estação de tratamento". Todos os impulsos que chegam ao tálamo são

processados, integrados e, quando necessário, modificados. Na seqüência, são distribuídos às áreas corticais específicas.



O esquema acima mostra as várias conexões talâmicas, representativas de sua funcionalidade. Assim, suas funções relacionam-se com a sensibilidade (os impulsos sensitivos são integrados e/ou modificados antes de serem distribuídos às áreas corticais), com a motricidade (através dos circuitos cerebelo-corticais), com o comportamento emocional (conexões com o sistema límbico e área pré-frontal) e com a ativação do córtex (através do sistema ativador reticular ascendente do tronco encefálico).

Ainda passam pelo tálamo vias denominadas de inespecíficas, que se originam na formação reticular e se difundem por todo o córtex com a função de estímulo e controle das atividades corticais.

O hipotálamo, mesmo sendo uma área muito pequena (tem um peso ao redor de 4 g), é uma das mais importantes por suas inúmeras e variadas funções. Assim como o tálamo, o hipotálamo é constituído de substância cinzenta que se agrupa em vários núcleos e tem conexões muito amplas. Utilizaremos novamente Machado (2005) para expor, de forma sintética, algumas conexões, funções e relações hipotalâmicas.

O hipotálamo realiza conexões com o sistema límbico e com a área pré-frontal - áreas relacionadas com o controle do comportamento emocional. Ao exercer o papel de controlador das funções viscerais, realiza conexões aferentes e eferentes com neurônios da medula e do tronco cerebral. Também faz conexões com a

**Hipófise**

Glândula endócrina localizada na base do cérebro, abaixo do hipotálamo, numa estrutura denominada de infundíbulo. Essa glândula controla as funções da maioria das outras glândulas endócrinas e produz vários hormônios como, por exemplo, o hormônio do crescimento.

**Sistema Ativador Reticular Ascendente**

Estrutura localizada no tronco encefálico encarregada de enviar estímulos para o córtex cerebral.

hipófise e com o sistema reticular. Finalmente, ainda recebe informações sensoriais, não totalmente esclarecidas, das áreas eretogênicas, como os mamilos e órgãos genitais, que são importantes para o fenômeno da ereção.

Quanto às funções do hipotálamo, elas são numerosas e importantes, relacionadas com a homeostase, regulando o sistema nervoso autônomo e o sistema endócrino, e controlando "(...)vários processos motivacionais importantes para a sobrevivência do indivíduo e da espécie, como a fome, a sede e o sexo"(MACHADO, 2005, p.232).

O hipotálamo controla o sistema nervoso autônomo, estimulando tanto a ação do sistema simpático quanto a do parassimpático, determinando funções viscerais tipo contração da bexiga, movimentos intestinais, diminuição do ritmo cardíaco e da pressão sanguínea. A regulação da temperatura corporal também é exercida pelo hipotálamo, tanto por meio das informações enviadas pelos termorreceptores periféricos (receptores específicos para variações de temperatura) quanto por neurônios existentes no próprio hipotálamo. Com isso, são ativados os mecanismos de perda ou de conservação de calor, estimulando a ação do centro da perda do calor ou do centro da conservação do calor (centros hipotalâmicos). Quando o primeiro centro é estimulado, acontece vasodilatação e sudorese resultando em perda de calor; a estimulação do segundo centro leva a vasoconstrição periférica e tremores musculares (calafrios) que funcionam no sentido de gerar ou conservar calor (MACHADO, 2005).

Juntamente com o sistema límbico e a área pré-frontal, o hipotálamo tem ação importante

na regulação de processos emocionais como raiva, medo, prazer, etc. Com o sistema ativador reticular ascendente (SARA), influencia na regulação do sono e da vigília.

Experiências realizadas com animais apontaram um centro da fome e um centro da saciedade, localizados em áreas hipotalâmicas diferentes. Uma lesão no primeiro centro leva à ausência absoluta do desejo de alimentar-se e, contrariamente, quando estimulado provoca voracidade alimentar; em contrapartida, lesões no centro da saciedade provocam um apetite incontrolável e estímulos provocam ausência de apetite. Também existe um centro da sede que, quando estimulado, aumenta exageradamente o desejo de ingerir água, e quando lesado, provoca a perda da vontade de beber, mesmo em processo de desidratação. Assim como regula a ingestão de água, o hipotálamo controla a sua eliminação através da síntese de um hormônio antidiurético.

Por fim, outra ação reguladora do hipotálamo, que reforça a importância fundamental desta estrutura cerebral, acontece em relação à hipófise, mais especificamente com a adeno-hipófise. Ao regular a secreção de todos os hormônios dessa glândula, o hipotálamo exerce ação controladora sobre quase todo o sistema endócrino.

O subtálamo está situado na parte posterior do diencéfalo e, através de suas conexões, tem relação com a regulação da motricidade somática. O epitálamo contém formações endócrinas e não endócrinas. Estas, por pertencerem ao sistema límbico têm relação com a regulação do comportamento emocional. A formação endócrina mais importante é a glândula pineal, que secreta o hormônio

melatonina. Este hormônio estaria envolvido na regulação dos ritmos circadianos (ritmos biológicos), principalmente do ritmo sono e vigília.

Antes de estudarmos os outros dois componentes do encéfalo - tronco encefálico e cerebelo, é conveniente que aprofundemos o conhecimento em uma estrutura extremamente importante do sistema nervoso, que é o córtex cerebral.

### **Córtex cerebral**

Constitui-se de uma fina camada de substância cinzenta que reveste o cérebro, externa à substância branca, sendo composto por corpos de neurônios, por axônios predominantemente não mielinizados e por células neurogliais (neuróglia).

Embora ainda não se tenha o pleno conhecimento de sua funcionalidade, é inquestionável que o córtex cerebral seja considerado como a estrutura mais importante do sistema nervoso.

Nele se tornam conscientes e são interpretados os impulsos que provêm de todas as vias de sensibilidade. E dele saem os impulsos nervosos que comandam os movimentos voluntários. Também com o córtex cerebral estão relacionados os fenômenos psíquicos. Todas as funções neurológicas superiores dependem do córtex.

Micras da Moura

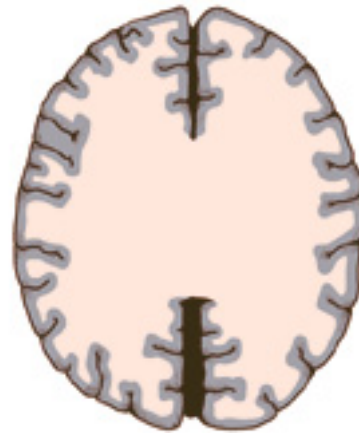


Figura A.16: Representação do córtex cerebral

A complexidade e a natureza dos circuitos corticais e a organização interna do córtex ainda é um mistério que motiva os pesquisadores.

O número de neurônios corticais é de ao redor de 14 bilhões. A partir desses números, podemos imaginar a maneira quase ilimitada das possibilidades de combinações dos impulsos intracorticais, e a rede inter-neuronal estabelecida através das sinapses. O que corrobora a afirmação de Machado (2005) quando diz que o córtex humano é, possivelmente, a estrutura mais complicada do mundo biológico, considerando-se a complexidade e importância das funções dele dependentes.

Nos itens seguintes, abordaremos a estrutura e as funções do córtex cerebral. Mesmo sendo um estudo introdutório à complexidade desse órgão, pretendemos oferecer condições para que você relacione os conteúdos com as potencialidades dos sujeitos com os quais trabalharão no futuro. Para tanto, você deverá usar esses mesmos circuitos intracorticais já referidos e as funções do córtex cerebral que passaremos a estudar.

### **Citoarquitetura do córtex cerebral**

Esta denominação refere-se às camadas celulares que compõem o córtex cerebral. Nele, como já referido anteriormente, existem neurônios, células neurogliais e fibras que se distribuem em várias camadas, demonstrando a complexidade e heterogeneidade do córtex.

Cabe, nesse momento, referir que há dois tipos de córtex: o isocórtex e o allocórtex, que detalharemos mais à frente. O que nos interessa agora é a estrutura do isocórtex, que constitui a grande maioria do córtex e possui seis camadas bem definidas de células, o que não ocorre no allocórtex.

As seis camadas que constituem o córtex são numeradas da superfície (próxima da caixa craniana) para o interior (próxima das regiões subcorticais) e são as seguintes:

- I - camada molecular;
- II - camada granular externa;
- III - camada piramidal externa;
- IV - camada granular interna;
- V - camada piramidal interna;
- VI - camada fusiforme (multiforme).

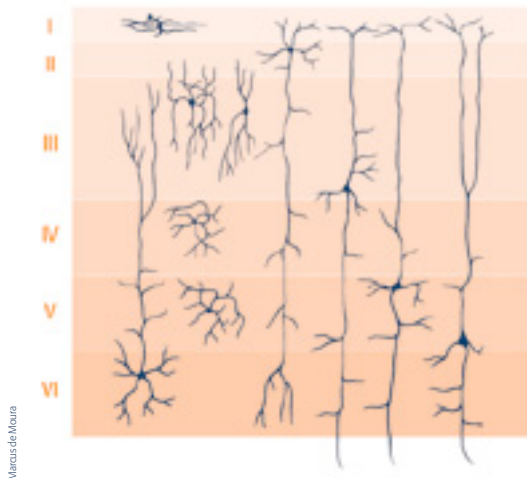


Figura A.17: Representação das camadas do córtex

Na camada molecular, com poucos neurônios, predominam as células de Cajal, que possuem axônios e dendritos de direção horizontal, com função de estabelecer associação intracortical. As outras camadas são denominadas de acordo com o tipo de neurônio predominante.

A seguir, faremos uma breve descrição dos neurônios componentes das camadas corticais referidas acima.

As células de Cajal, de forma fusiforme, têm dendritos e axônios de direção horizontal e localizam-se exclusivamente na camada molecular. São neurônios de associação.

As células granulares ou estelares possuem dendritos ramificados próximo ao corpo celular (parecendo estrelas) e axônios que podem estabelecer conexões com células das camadas vizinhas, daí considerá-las o principal interneurônio cortical. Evolutivamente, houve um aumento do número dessas células durante a filogênese, o que possibilitou, no homem, a existência de circuitos corticais mais complexos. Como se admite que a maioria das fibras que chegam ao córtex estabelece sinapses com as células granulares, considera-se que sejam as principais células receptoras do córtex cerebral. Essas células existem em todas as camadas, porém predominam nas camadas granular externa e interna.

As células piramidais têm o corpo celular em forma de pirâmide, com axônios longos, em direção descendente, que passam pela substância branca como fibras eferentes, transmitindo impulsos aos níveis inferiores do sistema nervoso central - tronco encefálico, cerebelo e medula. Conforme o tamanho do corpo celular, podem ser pequenas, médias, grandes ou gigantes. As células piramidais gigantes são denominadas de células de Betz e existem apenas na



área motora localizada no giro pré-central (lobo frontal). Assim como as células granulares, as piramidais existem em todas as camadas corticais, porém predominam nas camadas piramidal externa e interna que são consideradas camadas predominantemente efetadoras.

As células fusiformes são em forma de fuso, possuem um axônio descendente que penetra na substância branca (cérebro-medular) e, como as piramidais, são células efetadoras. Predominam na camada VI.

Outro tipo de célula cortical são as células de Martinotti, com axônios ascendentes que se ramificam nas camadas mais superficiais. Situam-se, principalmente, nas camadas mais profundas (V e VI). Acredita-se que sua ação seja a de estimular os neurônios das camadas superficiais de forma branda, com o fim de manutenção da ativação dos dendritos, ou seja, mantê-los prontos para uma ativação maior quando necessário.

### PARA RELEMBRAR:

As fibras e circuitos corticais são fibras que entram e saem no córtex e passam pelo centro branco medular. Essas fibras podem ser de associação ou de projeção: fibras de associação são as que ligam áreas diferentes do córtex cerebral, no mesmo hemisfério ou no hemisfério oposto (fibras comissurais); e as fibras de projeção ligam o córtex a centros subcorticais, podendo ser aferentes ou eferentes. As fibras aferentes podem ter origem talâmica ou extralâmica e exercem ação ativadora em todo o córtex como parte do sistema ativador reticular ascendente (SARA).

A camada IV, granular interna, recebe as fibras de projeção que são originadas, em sua grande maioria, no tálamo. Assim, essa camada é muito desenvolvida nas áreas sensitivas do córtex. As fibras eferentes estabelecem conexões com vários centros subcorticais. Admite-se que a maioria dessas fibras origina-se na camada V, piramidal interna, e são axônios das células piramidais aí localizadas (MACHADO, 2005).

Podemos, então, dizer que a camada IV é a camada receptora de projeção e a camada V é efetadora de projeção. As demais camadas corticais são predominantemente de associação.

### ***Classificação filogenética, anatômica e estrutural do córtex cerebral***

Na evolução filogenética apareceu primeiro uma estrutura cortical muito simples e primitiva, denominada de arquicórtex. O passo evolutivo seguinte na estrutura cortical deu-se com o surgimento do paleocórtex. E, finalmente, surgiu o neocórtex, que predomina nos mamíferos. O arqui e o paleocórtex são, pois, áreas corticais muito antigas e relacionam-se com a olfação e comportamento emocional. O neocórtex predomina na quase totalidade da área cortical humana.

A divisão anatômica é a mais empregada pelos neurologistas para a localização de lesões corticais. Baseia-se na divisão do cérebro em sulcos, giros e lobos (conforme mostrado na Fig. A.10). À exceção do córtex do lobo occipital, ligado aos órgãos visuais, podemos encontrar em um mesmo lobo, áreas corticais com funções e estruturas muito diferentes.

Quanto à divisão estrutural, a mais aceita atualmente, é a de Brodmann, muito utilizada na pesquisa neurológica. Ele identificou 52 áreas, designadas por números de 1 a 52.



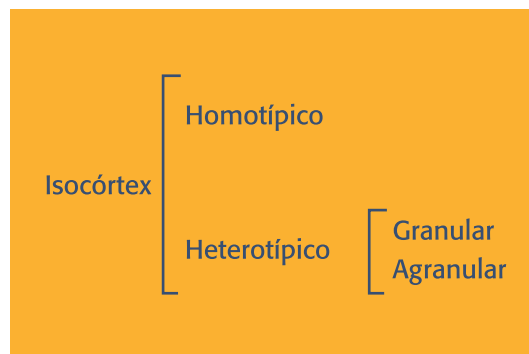
**Figura A.18:** Representação esquemática das áreas citoarquiteturais hemisféricas do córtex, segundo Brodmann

Outra classificação considera as áreas corticais de acordo com suas características comuns. Teremos, então, o córtex dividido em isocórtex e alocórtex.

O alocórtex é o córtex que não é composto, nunca, pelas seis camadas celulares que já vimos anteriormente. Existe numa estrutura cerebral chamada de hipocampo, composto de arquicórtex.

O isocórtex apresenta duas divisões: homotípico e heterotípico. O isocórtex homotípico apresenta as seis camadas corticais sempre bem individualizadas. No isocórtex heterotípico as seis camadas não podem ser claramente individualizadas no adulto, pois há

grande quantidade de células granulares ou piramidais, que invadem as camadas corticais (II a VI). Observe o esquema abaixo:



O isocórtex heterotípico granular é característico das áreas sensitivas com presença maciça de células granulares, e o agranular é das áreas motoras, com predomínio das células piramidais.

O isocórtex, que corresponde ao neocórtex, ocupa noventa por cento da área cortical, enquanto que o alocórtex corresponde às áreas mais antigas - arqui e paleocórtex.

### **Classificação funcional do córtex cerebral**

Atualmente, sabe-se que as áreas corticais não são homogêneas e o conceito de localizações específicas para funções cerebrais (funções psíquicas superiores) foi abalado quando áreas corticais tidas como exclusivamente sensitivas realizaram atividades motoras ao serem estimuladas. O que reforça a concepção das funções cerebrais como sistemas funcionais complexos, os quais, conforme Luria (1981, p. 16) "(...) devem ser organizadas em sistemas de zonas funcionando em concerto, desempenhando cada uma dessas zonas o seu papel em um sistema funcional complexo (...)".

Muitas vezes, uma ação abarca áreas localizadas em pontos diferentes do cérebro e até mesmo muito distantes entre si. Vamos a um exemplo? Quem de vocês, alunos, não amarrou um barbante na ponta do dedo ou trocou a aliança, ou anel, de um dedo para o outro para lembrar de alguma atividade? E geralmente funciona, não é mesmo?

Pois bem, ao realizarmos estes atos motores simples, estamos estimulando funções psíquicas superiores conscientes (no caso, a memória) baseadas em mecanismos externos, que se tornam elementos essenciais no estabelecimento de conexões funcionais entre partes individuais do cérebro, e assim, áreas independentes tornam-se componentes de um sistema funcional único.

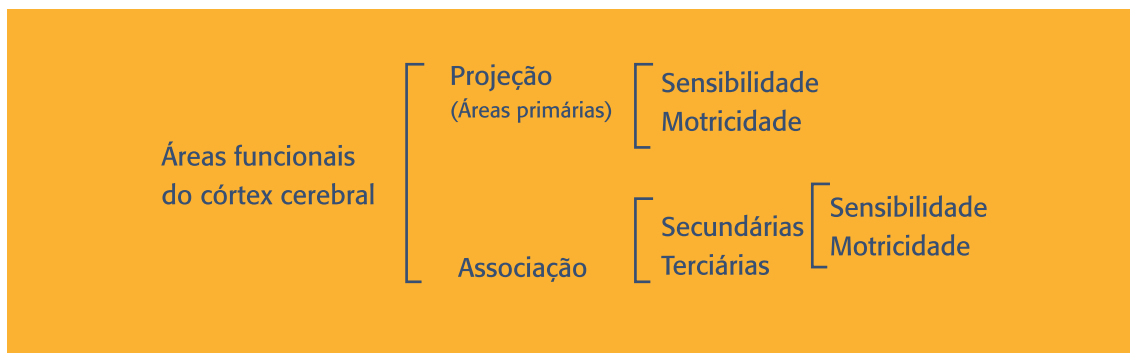
As áreas funcionais do córtex cerebral podem ser divididas em áreas de projeção e áreas de associação. As de projeção, também denominadas de áreas primárias, recebem ou dão origem a fibras que estão relacionadas diretamente com a sensibilidade e com a motricidade. As áreas de associação, que podem

ser divididas em secundárias e terciárias, relacionam-se à funções psíquicas complexas. Essas áreas, em decorrência da própria evolução filogenética, ocupam um espaço cortical bem mais amplo que as áreas primárias, o que provocou o desenvolvimento das funções psíquicas superiores inerentes ao ser humano.

As áreas de projeção compreendem, conforme Machado (2005), duas áreas de função e estrutura diferentes, que são as áreas sensitivas e as áreas motoras. Nas áreas sensitivas, há predomínio de isocórtex heterotípico granular, o que coaduna com as funções receptoras das células granulares. Por conseguinte, nas áreas motoras, compostas de córtex heterotípico agranular, predominam as células piramidais, que tem funções efetadoras.

As áreas de associação são compostas de isocórtex homotípico, não havendo, portanto, predomínio, nem de células granulares, nem das piramidais.

Observe a seguir, o esquema adaptado de Luria (1977, apud MACHADO, 2005):

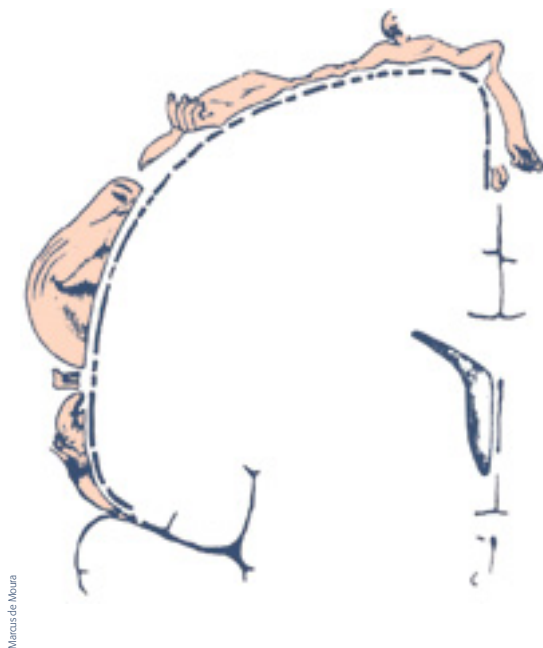


As áreas de projeção (primárias) estão diretamente relacionadas, como já vimos, com a motricidade e a sensibilidade. No lobo frontal está situada a área primária motora, e nos outros

lobos estão localizadas as várias áreas primárias sensitivas: área somestésica, área visual, área auditiva, área olfatória e área gustativa. As três primeiras têm relação mais significativa com os

processos de aprendizagem.

A área somestésica primária está localizada no lobo parietal (giro pós-central). Nessa área, chegam radiações talâmicas trazendo impulsos nervosos relacionados à temperatura, pressão, dor, tato e propriocepção consciente da metade oposta do corpo. Há uma correspondência entre as diversas partes do corpo e partes da área somestésica - é o que se chama de somatotopia. Para representá-la, reproduz-se abaixo o clássico esquema do homúnculo sensitivo de Penfield e Rasmussen. Nessa representação, podemos perceber que a extensão da representação cortical de uma parte do corpo é diretamente proporcional à importância funcional dessa parte e não ao seu tamanho (notem, por exemplo, o tamanho da representação da face e da mão em relação ao tronco).

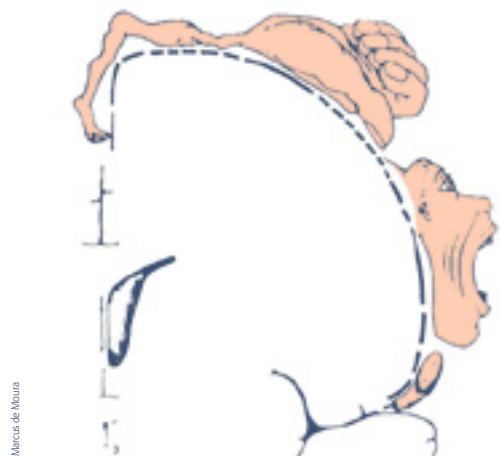


**Figura A.19:** Homúnculo sensitivo de Penfield e Rasmussen (MACHADO, 2005): representação das partes do corpo na área somestésica

A área cortical visual primária está localizada no lobo occipital (lábios do sulco calcarino), aonde chegam os estímulos visuais. Nessa área há uma correspondência perfeita entre retina e córtex visual (MACHADO, 2005).

A área auditiva primária situa-se no lobo temporal (giro temporal transversal anterior), aonde chegam as fibras de radiação auditiva. Nessa área existe uma tonotopia, que significa sons de determinada frequência projetando-se em partes específicas da área.

A área motora primária está localizada, como já vimos, no giro pré-central do lobo frontal, e suas principais conexões aferentes são com o tálamo e com a área somestésica. Também dá origem à maior parte das fibras dos tractos córtico-espinhal e corticonuclear, que são os principais responsáveis pela motricidade voluntária. Assim como há uma somatotopia somestésica, há uma somatotopia motora, também representada classicamente pelo homúnculo motor de Penfield e Rasmussen, conforme a figura abaixo.



**Figura A.20:** Homúnculo motor de Penfield e Rasmussen (MACHADO, 2005): representação das partes do corpo na área motora.

Como você já percebeu na figura A.19, aqui também a extensão da representação cortical de uma parte do corpo está diretamente relacionada à funcionalidade da parte representada e não ao seu tamanho (perceba a grande extensão das representações da mão e boca em relação ao tronco e membro inferior).

As áreas de associação secundárias, sensitivas ou motoras, estão justapostas às áreas de projeção (áreas primárias).

As áreas de associação secundárias sensitivas são: área somestésica secundária (localizada no lobo parietal superior, logo atrás da área somestésica primária); área visual secundária, situada à frente da área visual primária e estendendo-se até o lobo temporal; área auditiva secundária, circundando, no lobo temporal, a área auditiva primária. Em todas essas áreas chegam fibras aferentes das áreas primárias correspondentes, as quais são repassadas a outras áreas corticais.

As áreas de projeção (primárias) e de associação secundárias também são denominadas de unimodais, pois acredita-se que estejam relacionadas com uma determinada modalidade sensorial ou com a motricidade - as conexões de determinada área de associação secundária se fazem predominantemente com a área primária (de projeção) da mesma função. Por exemplo, a área de associação auditiva recebe predominantemente fibras da área auditiva primária (área de projeção auditiva).

A seguir, apresentaremos uma situação comum e cotidiana para exemplificar a funcionalidade das áreas primárias e secundárias - a identificação de um objeto. Esse processo ocorre, sinteticamente, em duas etapas: uma

primeira, de sensação e a outra, de identificação. Na fase da sensação, há uma tomada de consciência das características sensoriais do objeto: forma, tamanho, cor, consistência, dentre outras caracterizações. Num segundo momento, acontece a interpretação das características do objeto em questão, que são comparadas com o conceito já existente na memória, permitindo a sua identificação. As duas etapas dependem de áreas corticais diferentes: a etapa da sensação ocorre em uma área sensitiva primária ou de projeção, e a etapa de interpretação (também denominada de gnosia) envolve processos psíquicos muito complexos nas áreas de associação secundárias (áreas gnósicas).

As lesões nessas áreas, conforme Machado (2005), têm conseqüências diferentes: lesão em áreas primárias produz deficiência sensorial (surdez, cegueira...) enquanto que lesões em áreas secundárias levam à perda da capacidade de, por exemplo, reconhecer objetos (agnosias) mesmo com as áreas de projeção (sensitivas primárias) perfeitamente normais. Ou seja, chegam os estímulos nas áreas corticais (primárias) correspondentes e se houver algum tipo de lesão nestas áreas, não há o "reconhecimento" de tais estímulos, mesmo que as áreas de associação estejam intactas. Na outra situação: chegam os estímulos que são enviados (pelas áreas de projeção) à área de "interpretação" correspondente (área de associação secundária), em que, por alguma lesão, esta interpretação não acontece, tendo como conseqüência as agnosias já referidas.

Assim como há áreas de associação secundária sensitivas, há as de associação secundária motoras, que, como as primeiras,

estão adjacentes à área primária correspondente (no caso, à área motora). Machado (2005), considera três áreas motoras secundárias (ou áreas de associação motora): a área motora suplementar que, funcionalmente, relaciona-se com a concepção ou planejamento de seqüências complexas de movimento (movimentos dos dedos, por exemplo); a área pré-motora, que tem relação com os movimentos executados por grupos musculares amplos (por exemplo, os músculos do tronco); e a área de Broca, responsável pela programação da atividade motora relacionada com a linguagem expressiva (fala).

Finalmente, as áreas de associação terciárias ocupam, no córtex cerebral, o topo da hierarquia funcional, ou seja, recebem e integram as informações sensoriais já elaboradas por todas as áreas secundárias e ainda são responsáveis pela elaboração das estratégias comportamentais (MACHADO, 2005).

Diferente das áreas primárias e secundárias que são unimodais, as áreas terciárias são supramodais, isto é, não se relacionam isoladamente com modalidade sensorial alguma, mas sim são responsáveis pelas atividades psíquicas superiores (memória, pensamento, etc.). Embora mantenham conexões com as áreas unimodais, não se envolvem com processamentos motores ou sensitivos. Lesões em áreas terciárias implicam, portanto, em alterações psíquicas sem conotações sensitivas ou motoras.

Identificam-se como áreas de associação terciária a área pré-frontal, a área temporoparietal e as áreas límbicas.

A área pré-frontal desenvolveu-se muito durante a evolução humana, ocupando

aproximadamente um quarto da superfície cortical, abrangendo a parte anterior não motora do lobo frontal. Estabelece conexões com todas as áreas de associação do córtex, com o sistema límbico e, especialmente importantes, são as conexões recíprocas com o tálamo. Apesar das divergências sobre os aspectos funcionais da área pré-frontal, pesquisas experimentais e clínicas, segundo Machado (2005), permitem concluir o envolvimento dessa área nas seguintes funções: capacidade tanto para escolher estratégias comportamentais adequadas frente a determinadas situações, quanto para alterar essas estratégias quando as situações se modificarem; manutenção da atenção, que tem a participação, como vocês bem devem estar lembrados, da formação reticular; capacidade de organização seqüencial dos pensamentos; e, conjuntamente com hipotálamo e sistema límbico, função no controle emocional.

A área temporoparietal está situada, anatômicamente, entre as áreas secundárias auditiva, visual e somestésica, integrando as informações recebidas dessas áreas. Funcionalmente, é responsável pela percepção espacial (relações entre objetos) e esquema corporal, dentre outras funções psíquicas superiores.

As áreas límbicas, que serão detalhadas ainda como conteúdo desta unidade, tem relação com a memória e o comportamento emocional.

Há uma divisão proposta por Luria (1981), relacionando áreas cerebrais e cognição, em que ele considera três unidades funcionais no cérebro: a primeira unidade envolve a regulação, ativação, seleção, atenção e modulação dos impulsos neuronais (sistema reticular); a segunda unidade, recebe, processa

e armazena as informações; e a terceira unidade relaciona-se com a programação, planejamento e produção de respostas. Cada uma dessas unidades abarca várias regiões corticais e subcorticais espalhadas em largas áreas do cérebro, constituindo sistemas funcionais que possibilitam a realização de habilidades cognitivas. Há que haver, conforme Luria (1981), um trabalho participativo e sincronizado das três áreas referidas para que aconteça a aprendizagem.

Todas as funções psíquicas superiores: memória, percepção, cognição, linguagem, pensamento, aprendizagens simbólicas (leitura, escrita e matemática) dependem da organização funcional do cérebro, e envolvem um trabalho integrado das três unidades funcionais propostas por Luria (1981).

1ª unidade → **Atenção** → tronco cerebral, formação reticular, cerebelo, tálamo, sistema límbico;

2ª unidade → **Processamento** → zonas posteriores dos hemisférios cerebrais: lobos parietal, temporal e occipital;

3ª unidade → **Planejamento** → lobo frontal e pré-frontal.

Ainda dentro da divisão proposta no início deste parágrafo, as unidades funcionais possuem, hierarquicamente, três zonas corticais: áreas primárias ou de projeção, áreas de associação secundárias e áreas de associação terciárias.

A primeira unidade funcional é composta por estruturas que se localizam predominantemente

no tronco cerebral e tem como função manter a regulação tônica cortical. Isto ocorre através de um mecanismo regulador da atividade do córtex cerebral, denominado de formação (ou sistema) reticular, constituído pelo sistema ativador reticular ascendente e sistema reticular descendente. No dizer de Fonseca (1998, p. 290),

(...) a 1ª unidade funcional do cérebro (...) mantém e governa o tônus cortical (e também o tônus postural) e o estado de vigília, regulando estes estados de acordo com as exigências ecológicas com que nesse momento se confronta o organismo.

Ainda, conforme Fonseca (1998), lesões ou disfunções dessa unidade funcional ocasionam alterações tônicas e posturais (distonias, distaxias, disdiadocinesias, sincinesias, etc.), hipo ou hipercinesias (discinesias), alterações da atenção, da percepção, da consciência, da memória, impulsividade e instabilidade, etc.

A segunda unidade funcional de Luria encarrega-se de coordenar e controlar a recepção, codificação e armazenamento de informações. Localiza-se nas zonas posteriores dos hemisférios cerebrais, abrangendo as regiões visuais (lobo occipital), auditivas (lobo temporal) e tacto-cinestésicas (lobo parietal) do córtex cerebral. Há uma nítida estruturação hierárquica funcional desta unidade (FONSECA, 1998), em que: as áreas primárias (de projeção) recebem e analisam as informações nas áreas correspondentes (estímulo auditivo no córtex auditivo...), as áreas secundárias realizam a codificação (síntese) dos impulsos e, finalmente, as áreas de associação terciárias são responsáveis pela produção de esquemas simbólicos que são a base para as formas complexas de atividade gnóstica e lingüística da linguagem oral e linguagem escrita.

#### **Distonias**

Transtorno no qual o indivíduo apresenta movimentos voluntários lentos e posturas anormais.

#### **Distaxias**

Dificuldades na coordenação dos movimentos voluntários e na postura.

#### **Disdiadocinesias**

Dificuldade na realização de movimentos alternados rapidamente.

#### **Sincinesias**

Movimento involuntário e inconsciente de alguns músculos no desenvolvimento de alguma ação. Por exemplo, escrever e mexer os lábios.

#### **Discinesias**

Movimentos de marcha lentos e repetidos. Como exemplo, podemos citar a pessoa embriagada que apresenta dificuldades e desequilíbrio ao caminhar.

Luria (1981) estabelece três leis básicas que regem o funcionamento das regiões corticais componentes da 2ª unidade funcional. A primeira, é a lei da estrutura hierárquica das zonas (áreas) corticais. Estrutura-se funcionalmente, na criança, a área primária, cuja integridade permite a formação das áreas secundárias que, ao se desenvolverem adequadamente, dão o suporte para o funcionamento adequado das áreas terciárias. A segunda lei é expressa como a da especificidade decrescente das zonas corticais (as áreas primárias possuem uma especificidade sensorial máxima, que vai decrescendo em relação às outras áreas). A terceira lei, Luria denominou de lei da lateralização progressiva das funções, em decorrência de uma funcionalidade crescente a partir do hemisfério direito (integração não verbal) à integração verbal do hemisfério esquerdo. É através do funcionamento integrado desta segunda

unidade que o homem pode desenvolver suas formas mais complexas de funcionamento, entre elas, sua capacidade cognitiva.

A terceira unidade funcional está localizada nas regiões pré-frontais dos lobos frontais, sendo responsável pela programação, planejamento, regulação e execução das funções psíquicas superiores. Para tanto, recebe e faz conexões com todas as outras zonas corticais, constituindo-se numa superestrutura que deve funcionar integrada e melodicamente com as outras unidades funcionais. Dessa integração funcional decorrem todos os processos mentais como a percepção, a memória, a cognição, as praxias, a linguagem, o pensamento, as aprendizagens simbólicas da leitura, da escrita e da matemática, dentre outras funções superiores realizadas pelo cérebro.

Na figura abaixo, procuramos representar esquematicamente a teoria da funcionalidade cortical de Luria.

### Você Sabia?

Para um conhecimento mais aprofundado do sistema límbico, sugere-se as obras de Maria Aparecida D. de Oliveira: Neurofisiologia do comportamento (1999) e Neuropsicologia básica (2005).






UNIDADES CEREBRAIS	SISTEMAS	ESTRUTURAS NEUROLÓGICAS
<p><b>1ª Unidade</b></p>  <p>Regulação Atenção Facilitação e Inibição</p>	<p>Sistema Reticular Sistema Vestibular Proprioceptivo</p>	<p>Espinal, medula Tronco cerebral Cerebelo</p>
<p><b>2ª Unidade</b></p>  <p>Processamento, recepção, análise, síntese, integração, codificação e memorização</p>	<p>Áreas de associação cortical</p>	<p>Corpo caloso Lobo parietal Lobo temporal Lobo occipital do hemisfério direito e esquerdo</p>
<p><b>3ª Unidade</b></p>  <p>Programação Planificação Orientação dos objetivos Verificação Correção/Execução</p>	<p>Sistema piramidal Área suplementar motora Áreas pré-motoras</p>	<p>Cortex motor Lobo frontal</p>

Figura A.21: Unidades funcionais do cérebro, conforme Lúria. (Adaptado de FONSECA, 1998)

Nas páginas anteriores desta unidade, nos referimos algumas vezes ao **sistema límbico**. Cabe agora, algumas considerações sobre ele. Conceitua-se o sistema límbico, atualmente, como um sistema que se relaciona com a regulação dos processos emocionais e do sistema nervoso autônomo. Possui diversas conexões corticais, intrínsecas e extrínsecas que, na sua maioria e devido a sua complexidade, não se tem clareza quanto à funcionalidade dessas conexões.

Das conexões intrínsecas, a mais conhecida é o circuito de Papez, que tem envolvimento nos mecanismos das emoções e da memória. As conexões extrínsecas se fazem com o sistema nervoso autônomo, com o hipotálamo, com a formação reticular e mesencéfalo.

A função mais importante do sistema límbico é a de regular os processos emocionais. Ainda participa na regulação do sistema nervoso autônomo e dos processos motivacionais essenciais para a sobrevivência do indivíduo (fome, sede e sexo). Está ligado também aos mecanismos da memória e aprendizagem e controle do sistema endócrino.

Mantendo a divisão mostrada no esquema da figura A.5, o próximo componente do encéfalo a ser apresentado é o cerebelo.

### **Cerebelo**

Localiza-se na base do crânio, sobre o osso occipital, situando-se dorsalmente ao bulbo e à ponte. Está separado do lobo occipital por uma prega da dura-máter denominada de tenda do cerebelo. Liga-se a outros componentes do encéfalo (ponte, bulbo, mesencéfalo e medula) por estruturas denominadas de pedúnculos cerebelares. Suas funções estão relacionadas

basicamente com o equilíbrio e a coordenação dos movimentos (MACHADO, 2005).

O cerebelo, assim como o cérebro, possui um córtex, o qual envolve um centro de substância branca. Fisiologicamente, a diferença fundamental entre eles é que o cerebelo funciona sempre em nível involuntário e inconsciente e sua função é exclusivamente motora.



**Figura A.22:** Vista medial de um hemisfério cerebral, com destaque para o cerebelo

O cerebelo recebe milhões de fibras nervosas trazendo informações de diversos setores do sistema nervoso, as quais são processadas e vão influenciar os neurônios motores.

Algumas informações chegam do ouvido interno sobre a posição da cabeça e são importantes para o equilíbrio e a postura. Outras são originadas de estímulos internos e permitem avaliar o grau de contração e tensão dos músculos, articulações e tendões bem como as posições de partes do corpo. Também chegam informações da superfície cutânea (pele) através da medula espinhal e do córtex dos lobos cerebrais.

Todas essas informações são processadas em áreas específicas do cerebelo e originam respostas que denotam as principais funções do órgão que, de acordo com Machado (2005), funcionalmente são:

a) manutenção do equilíbrio e da postura: zonas específicas do cerebelo promovem a contração adequada dos músculos (distais e proximais) dos membros e, assim, o equilíbrio e a postura são mantidos, mesmo quando o corpo se desloca;

b) controle do tônus muscular: esse controle acontece mesmo na ausência de movimentos;

c) controle dos movimentos voluntários: dá-se em duas etapas, uma de planejamento do movimento e a outra, de correção do movimento já em execução. O planejamento do movimento é elaborado numa zona específica (zona lateral do cerebelo) a partir de informações enviadas de áreas corticais cerebrais ligadas a funções psíquicas superiores, expressando a intenção do movimento. As áreas motoras do córtex cerebral recebem as informações do que se pode chamar de "plano motor", e executa-o através de neurônios motores próprios que, por sua vez, ativarão os neurônios motores medulares para que o movimento inicie. A partir do início do movimento, entra em ação outra área do cerebelo (zona intermediária) que tem como função o controle e a correção do movimento;

d) aprendizagem motora: quando executamos várias vezes uma mesma atividade motora, ela passa a ser feita cada vez mais rápida e com menos erros. Isto envolve circuitos nervosos com a participação do cerebelo. A forma dessa participação ainda não está muito clara.

De acordo com Oliveira (2005), embora o

cerebelo não seja o responsável pela motricidade em si, pois ela é oriunda do córtex cerebral, ele ajusta e corrige os movimentos, adequa a distância para um movimento, a força e a pressão a ser usada para alcançar um objeto, a análise e a percepção de distância, entre outras atividades relacionadas ao ato motor. Lembremos que a função do cerebelo é exclusivamente motora, é involuntária e inconsciente.

À medida que o cerebelo, como de resto, o organismo, vai amadurecendo e sua rede neuronal amplia-se e torna-se mais complexa, a criança vai "refinando" seu ato motor o que, ao mesmo tempo, estimula uma maior complexidade na rede neuronal cerebelar e contribui para o aprimoramento do ato motor que, por sua vez, estimula o desenvolvimento da rede neuronal, e assim continuamente numa relação direta de interdependência entre o desenvolvimento neuronal e o ato motor.

Assim como o cerebelo tem sua função exclusivamente relacionada com o ato motor, também quando sofre alguma lesão, a consequência aparece na motricidade. A seguir apresentaremos algumas alterações que ocorrem quando o cerebelo é lesado:

a) ataxia: incoordenação dos movimentos com perda de equilíbrio, que aparece caracteristicamente em uma manifestação denominada de marcha atáxica - é uma marcha instável, semelhante a de alguém que está alcoolizado, com a tendência de andar com as pernas abertas para ampliar a base de sustentação. Vários sinais caracterizam esta incoordenação motora, sendo, entre eles, os citados a seguir:

- dismetria: incapacidade para dosar a

**Tônus muscular:**  
tensão dos músculos (contração ou início de contração) responsável pela manutenção das posições e da postura das diversas partes do corpo.

**Tractos**

Um tracto é constituído por feixe de fibras nervosas com aproximadamente a mesma origem, mesma função e mesmo destino; podem ser mielínicas ou amielínicas. Na denominação, usam-se dois nomes, com o primeiro indicando a origem e o segundo a terminação das fibras: tracto córtico-espinal, significando que a origem das fibras está no córtex e que terminam na medula espinal (MACHADO, 2005).

**Fascículos**

Identifica um tracto mais compacto.

**Lemnisco**

Emprega-se o termo (significa fita) para identificar alguns feixes de fibras sensitivas que levam impulsos nervosos ao tálamo.

quantidade de movimentos necessários para executar uma atividade (por exemplo, não consegue colocar o dedo na ponta do nariz, erra o alvo);

- decomposição: decompõe em etapas sucessivas movimentos complexos que normalmente são feitos simultaneamente;

- disdiadococinesia: dificuldade em realizar movimentos rápidos e alternados (por exemplo: tocar rápida e alternadamente o polegar com os dedos indicador e médio);

- tremor: tremor característico que se acentua no final do movimento.

b) perda do equilíbrio: tendência a abrir as pernas como compensação e ampliar a base de sustentação do corpo;

c) alteração do tônus muscular: hipertonia, apresentando uma rigidez excessiva na musculatura, e hipotonia, com perda da tonicidade muscular causando flacidez exacerbada nos músculos.

As funções cerebelares também são influenciadas por emoções e drogas, o que pode provocar interferência na execução e na coordenação do ato motor.

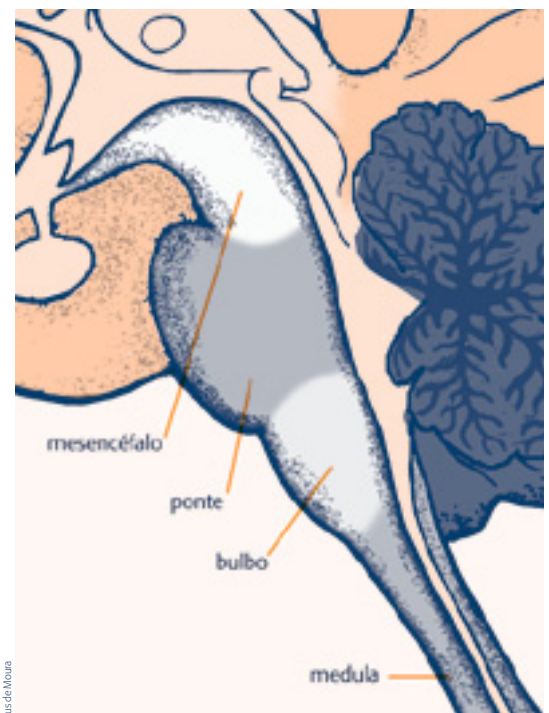
Em continuidade às estruturas que constituem o encéfalo, a seguinte é o tronco encefálico.

**Tronco encefálico**

O tronco encefálico que, juntamente com o cérebro e o cerebelo constituem o encéfalo, divide-se em mesencéfalo, ponte e bulbo.

Anatômicamente, e de acordo com Machado (2005), situa-se à frente do cerebelo, entre a medula e o diencéfalo. Os neurônios que o constituem agrupam-se em núcleos e as fibras nervosas, em estruturas denominadas de tractos, fascículos ou lemniscos.

Conforme Oliveira (2005), o tronco encefálico tem quatro funções básicas: sustentação e suporte para as outras estruturas encefálicas, tráfego de vias aferentes e eferentes, manutenção da vida (centros vegetativos bulbares) e elaboração de neurotransmissores.



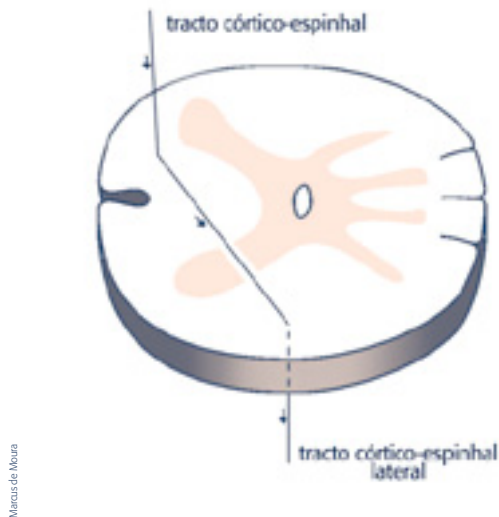
Machado, 2005

Figura A.23: Estruturas componentes do tronco encefálico

Tradicionalmente o estudo do tronco encefálico se faz a partir do bulbo em direção cranial, ou seja de baixo para cima. Será mantida essa sistemática.

Não há uma linha demarcatória nítida entre o bulbo e a medula, considerando-se para tanto o osso occipital - o que está abaixo do osso, a partir do forame magno (abertura por onde passa o prolongamento do sistema nervoso) é estrutura medular. O bulbo tem forma de cone, mede aproximadamente três centímetros de comprimento e, apesar de ser uma estrutura muito pequena, tem uma importância fundamental na manutenção da vida, como veremos mais a frente.

Na sua face anterior, apresenta uma estrutura denominada de pirâmide, que é formada por um feixe compacto de fibras nervosas descendentes que liga as áreas motoras do cérebro aos neurônios motores da medula (tracto córtico-espinhal). Na parte terminal do bulbo, acontece a decussação das pirâmides, ou seja as fibras do tracto córtico-espinhal mudam de direção cruzando o plano mediano (piramidal cruzado), o que leva ao controle motor cruzado: um hemisfério cerebral comanda os neurônios motores situados na medula do lado oposto (hemisfério esquerdo comanda a motricidade voluntária do lado direito do corpo e vice-versa).



**Figura A.24:** Esquema representativo da decussação de uma fibra piramidal.

Distribuídos pela superfície do bulbo, na substância cinzenta, encontram-se os núcleos dos nervos cranianos. A substância branca é formada por fibras que constituirão vias ascendentes, descendentes e de associação. As vias ascendentes, formadas por tractos, fascículos e lemniscos, têm origem na medula e terminam no bulbo ou passam por ele em direção ao cerebelo ou ao tálamo. Aquelas vias descendentes que têm origem no córtex, passam no bulbo em direção à medula (tracto córtico-espinhal) ou terminam em núcleos motores do tronco encefálico, e há ainda fibras originadas em várias áreas do tronco encefálico que se dirigem para a medula. As vias de associação presentes em todo o tronco encefálico e níveis mais altos da medula, fazem conexões com os núcleos motores dos nervos cranianos e estão relacionadas com a coordenação dos movimentos da cabeça e dos olhos.

Outra estrutura presente no tronco

encefálico, formada por uma rede de fibras e corpos de neurônios que preenchem o espaço situado entre os núcleos e tractos mais compactos, é a chamada formação reticular. Como sua estrutura é intermediária entre a substância branca e cinzenta, foi denominada de substância reticular.

A ponte, que é outro componente do tronco encefálico, situa-se entre o bulbo e o mesencéfalo, e também é constituída por substância cinzenta, branca e formação reticular. A substância cinzenta contém núcleos de nervos cranianos e núcleos próprios da ponte. A substância branca é formada por fibras longitudinais (ascendentes, descendentes e de associação) e transversais. Estas, formam um volumoso feixe denominado de pedúnculo cerebelar médio que liga a ponte ao cerebelo.

As fibras longitudinais ligam áreas motoras do córtex cerebral a neurônios motores situados em núcleos motores de nervos cranianos ou situados na medula, e também fazem sinapses com neurônios dos núcleos pontinos (da ponte).

O IV ventrículo, que também faz parte do tronco encefálico, está situado entre o bulbo e a ponte ventralmente e o cerebelo dorsalmente. Liga-se ao III ventrículo pelo aqueduto cerebral (situado no mesencéfalo) e na parte inferior termina no canal central do bulbo que, por sua vez, tem continuidade no canal central medular. Nas paredes do IV ventrículo situam-se importantes estruturas relacionadas a núcleos de nervos cranianos e à fabricação de líquido (células endimárias). A figura abaixo mostra topograficamente a localização do IV ventrículo.



**Figura A.25:** Localização do IV ventrículo.

O mesencéfalo situa-se entre a ponte e o cérebro. Contem o aqueduto cerebral que liga o III ao IV ventrículo. Uma parte do mesencéfalo é constituída de quatro estruturas denominadas de colículos: os superiores relacionados com a visão e os inferiores que tem relação com a audição.

Assim como as outras estruturas que formam o tronco encefálico, o mesencéfalo é constituído de substância cinzenta, branca e formação reticular. Na substância cinzenta localizam-se núcleos de nervos cranianos e núcleos próprios do mesencéfalo que têm relação com a atividade motora somática. As fibras da substância branca ligam o mesencéfalo ao cérebro através de estruturas denominadas de pedúnculos cerebrais e, ao cerebelo, por meio dos pedúnculos cerebelares superiores.

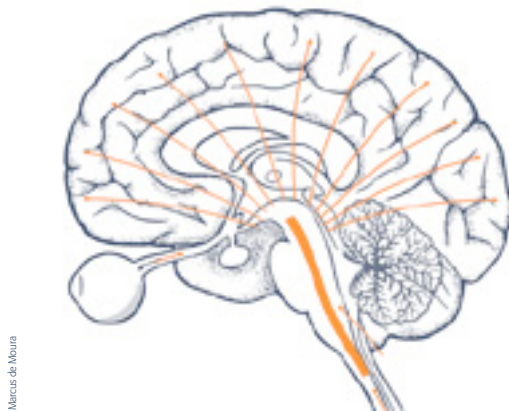
Antes de passarmos ao estudo da medula espinhal, é necessário entender como o cérebro

é regulado, pois sendo um órgão que comanda todo o corpo, também precisa de alguma forma de controle. Embora não tenhamos respostas definitivas, sabemos que esse controle tem relação com uma estrutura chamada de formação reticular e com neurotransmissores aí produzidos. Devido a sua importância, cremos ser necessário destacá-la do texto, sob a forma de um subitem, como veremos a seguir.

### **Formação reticular**

Situa-se na porção central do tronco encefálico, é constituída de uma mistura de substância cinzenta e branca. Citando Machado (2005, p. 195), "denomina-se formação reticular 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." Esses neurônios, ricos em neurotransmissores (serotonina, adrenalina, dopamina...), constituem-se em núcleos na formação reticular.

Possui conexões variadas com o sistema nervoso central: com o cérebro, através de fibras para todo o córtex cerebral (por vias talâmicas e extra-talâmicas) e com o diencefalo. Por sua vez, recebe fibras do córtex cerebral, do hipotálamo e do sistema límbico; também com a medula, com o cerebelo e com os núcleos dos nervos cranianos sensitivos as conexões se dão nos dois sentidos. Pode-se concluir, em decorrência das conexões citadas, que a formação reticular influencia quase todo o sistema nervoso central.



**Figura A.26:** Esquema da formação reticular ativadora.  
(Adaptado de LURIA, 1981)

Suas principais funções conhecidas são: controle da atividade elétrica cortical, do sono e da vigília; controle eferente da sensibilidade; controle da motricidade somática; controle do sistema nervoso autônomo; controle neuroendócrino; integração de reflexos e controle do centro respiratório e vasomotor.

Os níveis de consciência dependem da atividade elétrica do córtex cerebral, a qual é regulada pela formação reticular. Essa atividade elétrica é espontânea e pode ser detectada por um exame chamado eletroencefalograma (EEG), muito usado por neurologistas para pesquisar possíveis alterações no traçado elétrico, como as que aparecem nas epilepsias.

As conexões da formação reticular com os núcleos inespecíficos do tálamo formam o que se denomina de sistema ativador reticular ascendente (SARA) que é "(...) um sistema de fibras ascendentes que se projetam no córtex cerebral e sobre ele tem ação ativadora"(MACHADO, 2005, p. 197). Os impulsos sensoriais que chegam ao sistema nervoso central pelos nervos espinhais e cranianos, além

de seguirem por suas vias específicas também passam pelo sistema ativador reticular ascendente. Ao passar pelo SARA, esses estímulos perdem a sua especificidade e tornam-se ativadores corticais, ou seja, ativam o córtex cerebral.

Da mesma forma que o SARA, através dos estímulos que chegam ao sistema nervoso central, mantém a vigília, o sono também depende da ação de certos núcleos da formação reticular localizados no bulbo e na ponte.

A atenção seletiva é decorrente de ação do sistema nervoso que é capaz de selecionar algumas informações sensoriais em detrimento de outras, fazendo com que centremos nossa atenção em uma atividade específica, eliminando ou diminuindo estímulos que possam interferir na atividade executada, ou seja, estimulando e ativando adequadamente as funções corticais. Esse controle e seletividade da atenção resulta da ação de fibras originadas na formação reticular. Daí a importância que a formação reticular tem no processo de aprendizagem, no controle da atenção e concentração, o que favorece a internalização e armazenamento de conhecimentos.

As funções motoras da formação reticular relacionam-se com fibras aferentes originadas nas áreas motoras do córtex cerebral e do cerebelo, formando a via córtico-retículo-espinhal (córtex-formação reticular-medula espinhal) que controla a musculatura do tronco e membros. A regulação automática do equilíbrio, do tônus e da postura relaciona-se com o cerebelo.

O principal mecanismo de controle do sistema nervoso autônomo decorre das

### Epilepsia

Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS), é uma afecção crônica de etiologia diversa, caracterizada por crises repetidas, devido a uma carga excessiva dos neurônios cerebrais, associada eventualmente com diversas manifestações clínicas e paraclinicas. Essas crises podem se manifestar como contrações musculares repetidas e espasmódicas em diversas partes do corpo (convulsões), ou como alterações sensoriais ou psicológicas.



projeções de fibras do hipotálamo e do sistema límbico para a formação reticular.

Já vimos a importância do hipotálamo no controle neuroendócrino. Acredita-se que a formação reticular estimule essa função hipotalâmica através de neurotransmissores originados de fibras da formação reticular que se dirigem ao hipotálamo.

Ainda, a formação reticular controla centros nervosos localizados no tronco encefálico responsáveis por atividades motoras, somáticas e viscerais. São eles, o centro do vômito, localizado na formação reticular do bulbo; os centros da deglutição e parabducente (responsável pelo controle dos movimentos horizontais dos olhos) localizados na ponte; o centro locomotor (age em conjunto com os centros locomotores da medula) no mesencéfalo; e, localizados no bulbo, os centros respiratório e vasomotor, vitais para a manutenção da vida, pois controlam o ritmo respiratório, o ritmo cardíaco e a pressão arterial.

Os movimentos respiratórios (inspiração e expiração) são reflexos (automáticos e involuntários), ou seja, independem da vontade. Porém, o centro respiratório sofre influências do hipotálamo, o que explica as alterações do ritmo respiratório frente a situações de conflito emocional ("falta de ar" em momentos de ansiedade, ou "suspiros" na tristeza). Da mesma forma, em situações semelhantes e sob a influência do hipotálamo no centro vasomotor, pode ocorrer aumento da pressão arterial (pressão alta "nervosa", como popularmente é referida).

Quando estudamos o córtex cerebral, constatamos sua hierarquia frente às demais estruturas do sistema nervoso. Entretanto, como já se pode concluir, considerando o exposto acima, é incapaz de funcionar por si próprio de maneira consciente, dependendo para tanto dos impulsos ativadores que recebe da formação reticular do tronco encefálico. Quando há lesão da formação reticular e conseqüente interrupção do SARA, sobrevem um estado de perda de consciência, isto é, o coma.

No tronco encefálico, especificamente em núcleos da formação reticular, são elaborados neurotransmissores do chamado grupo das monoaminas: serotonina, noradrenalina e dopamina, são os mais importantes. Os grupamentos de neurônios serotoninérgicos (elaboram serotonina) enviam fibras para o tálamo, hipotálamo, sistema límbico, áreas do córtex cerebral, cerebelo e medula e participam do ciclo sono-vigília, do controle de impulsos, controle das emoções, das funções cognitivas, etc. Os neurônios noradrenérgicos, principalmente os localizados em núcleos na ponte, emitem fibras para todo o sistema nervoso central e, ao secretarem noradrenalina (neurotransmissor simpático), desencadeiam um estado de alerta que faz com que o organismo prepare-se para o ataque ou fuga e conseqüentes alterações neurovegetativas (sudorese, alterações no ritmo cardíaco, na pressão arterial e respiração, etc.). Já os neurônios dopaminérgicos (secretam dopamina) estão relacionados com adequação de comportamentos, emoções e sensações prazerosas, entre outras.

### Você Sabia?

"O estado de coma é a alteração do estado de consciência. Traduz uma lesão que provocou o desligamento das funções cerebrais superiores que são responsáveis pela manutenção do estado de consciência. A graduação do estado de coma vai de um estado mais superficial em que podem ocorrer movimentos espontâneos, como a abertura dos olhos, até estado mais profundo em que não há possibilidade de ocorrer uma respiração espontânea nem condições de se manter a pressão arterial em níveis normais. Representa sempre grave insulto ao cérebro, ocorrendo, nas hemorragias cerebrais extensas, tumores cerebrais, nos traumatismos cranianos graves e nos distúrbios metabólicos severos. O diabetes descontrolado pode evoluir para o estado de coma. Há sempre necessidade de cuidados intensivos no estado de coma".  
Fonte: <http://www.psiqweb.med.br/gloss/dicc1.htm>

## Medula Espinhal

A medula espinhal é uma estrutura em forma cilíndrica, composta de tecido nervoso, situada dentro do canal vertebral (formado pelas vértebras) e medindo aproximadamente 45 centímetros.

Assim como o encéfalo, a medula espinhal também possui estruturas de proteção: a proteção óssea é formada pelas vértebras; proteção membranosa, constituída pelas três meninges (dura-máter, aracnóide e pia-máter) com a mesma localização do encéfalo e uma proteção líquida (líquor), com as mesmas funções já estudadas anteriormente.

### Você Sabia?

A medula usada para transplante nos casos de leucemia é a medula óssea (órgão formador de células sanguíneas) existente no interior dos ossos. Geralmente a medula contida no osso que compõe a crista ilíaca (quadril) é a usada para o transplante.

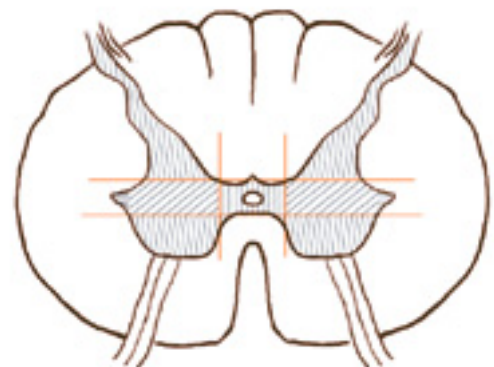


Marcos de Moura

Figura A.27: Figura representativa da medula espinhal

O limite superior da medula se faz com o bulbo, ao nível do osso occipital. O limite inferior (caudal) situa-se geralmente ao nível da segunda vértebra lombar e tem importância clínica, pois o espaço situado entre esta vértebra e a segunda vértebra sacral (parte terminal da coluna vertebral) é utilizado para a retirada do líquido (para diagnóstico) ou para a introdução de anestésicos (cirurgias).

Na medula, a substância cinzenta localiza-se por dentro da branca e toma a forma de um H ou uma borboleta. Os elementos mais importantes da substância cinzenta são seus neurônios, cujos corpos celulares formam o córtex medular. Dentre as várias classificações desses neurônios, Machado (2005) apresenta a que leva em conta o tamanho dos axônios. Os neurônios de axônios longos radiculares podem ser viscerais ou somáticos: os viscerais pertencem ao Sistema Nervoso Autônomo (que estudaremos mais a frente) e inervam os músculos lisos, cardíacos ou glândulas; os somáticos são responsáveis pela inervação dos músculos estriados esqueléticos (responsáveis pelos movimentos voluntários).



Marcos de Moura

Figura A.28: Seção horizontal da medula, mostrando a divisão da substância cinzenta

Os neurônios de axônios longos cordonais podem ser de projeção ou de associação: os de projeção, com um axônio ascendente longo que termina fora da medula (tálamo, cerebelo, etc.) integram as vias ascendentes medulares; os de associação, após passarem pela substância branca, bifurcam-se em um ramo ascendente e outro descendente e terminam na substância cinzenta medular, constituindo-se assim em mecanismos de integração de diferentes níveis medulares e permitindo a realização de reflexos intersegmentares na medula.

Os neurônios de axônios curtos ou internúcleos permanecem sempre na substância cinzenta e influenciam arcos reflexos medulares.

Os neurônios medulares não se distribuem uniformemente na substância cinzenta, agrupam-se em determinadas áreas constituindo os vários núcleos medulares, com funções específicas, entre estas a inervação da musculatura do tronco e dos membros e a recepção de estímulos. Um dos núcleos mais complexos e que tem sido bastante estudado ultimamente é o denominado substância gelatinosa. Neste núcleo, funciona o chamado portão da dor, que é um mecanismo que regula a entrada no sistema nervoso de impulsos dolorosos, controlados por fibras de origem espinhal (medula) e supra-espinhal (encéfalo). A regulação se dá através de neurônios e circuitos nervosos existentes na substância gelatinosa que agiram como um "portão" impedindo ou permitindo a entrada dos impulsos dolorosos. Um exemplo seria o estímulo transcutâneo de fibras táteis de nervos periféricos que inibiriam impulsos dolorosos, o que explica o alívio que se sente ao esfregar um membro dolorido após uma batida ou esbarão.

As fibras da substância branca também se agrupam formando vias ou caminhos por onde passam, subindo ou descendo, os impulsos nervosos: vias ascendentes, vias descendentes e vias de associação da medula. As vias de associação contém fibras ascendentes e descendentes misturadas.

As vias descendentes são formadas por fibras com origem no córtex cerebral ou tronco cerebral que fazem sinapses com os neurônios medulares, sendo os mais importantes, os neurônios motores.

As vias ascendentes trazem os impulsos nervosos aferentes de várias partes do corpo para a medula, tronco cerebral, tálamo ou cerebelo. Estes impulsos estão relacionados:

- com "a propriocepção consciente ou sentido de posição e movimento (cinestesia) que permite, sem o auxílio da visão, situar uma parte do corpo ou perceber o seu movimento" (MACHADO, 2005, p. 159);
- com o tato discriminativo (espícrítico) que permite localizar e descrever as características táteis de um objeto;
- com a sensibilidade vibratória que é a percepção de estímulos mecânicos repetitivos;
- com a estereognosia (capacidade de perceber com as mãos o tamanho e a forma de um objeto).

Ainda são conduzidos impulsos nervosos relacionados a propriocepção inconsciente, a temperatura, dor e pressão.

Em síntese, e de acordo com Oliveira (2005), podemos entender a medula espinhal como responsável por duas funções: condução nervosa e centro nervoso.

Na função de condução nervosa, a medula recebe os estímulos originados na periferia do corpo (táteis, dolorosos, térmicos, etc.) através

### Você Sabia?

Acupuntura: técnica milenar da medicina chinesa, hoje aceita pela medicina tradicional, é explicada neurobiologicamente pelos mecanismos do portão da dor. Estímulos nociceptivos (dolorosos) que sobem pelas vias espino-talâmicas (medula-tálamo) podem inibir a entrada de impulsos dolorosos no Sistema Nervoso Central, o que explica a introdução de uma agulha numa parte do corpo e o alívio em um ponto doloroso distante.

das fibras sensitivas, podendo ocorrer um ato reflexo ou a condução destes impulsos até o cérebro. Como resultado da conscientização dos impulsos, o cérebro elabora "ordens" motoras que são transmitidas pela medula aos órgãos efetadores da ação na periferia do corpo.

Como centro nervoso, a substância cinzenta medular recebe os estímulos sensitivos e ela própria elabora a resposta motora. É o que constitui o ato reflexo, que é inconsciente e extremamente rápido. Um exemplo é a retirada da mão quando encostamos numa chapa muito quente - é um ato involuntário (este exemplo já foi referido no início deste texto, lembra?). A retirada reflexa da mão é automática e independe da sensação da dor. Porém é conveniente que o cérebro seja informado do que está acontecendo. Isto se dá pela ação das sinapses dos neurônios sensitivos com os neurônios de associação que levam o impulso ao cérebro, onde ele é interpretado. Então temos, primeiro, o ato reflexo que é a retirada da mão e, após, a sensação da dor, que é consciente.

Da mesma forma, quando tomamos uma injeção: primeiro sentimos a agulha na pele e após a dor da picada (o estímulo tátil "viaja" muito mais rápido que o estímulo doloroso).

### **a.2 - Sistema nervoso periférico**

Conforme o esquema mostrado na figura A.6, o outro componente do sistema nervoso é o sistema nervoso periférico (SNP) que, como já vimos, localiza-se fora do esqueleto axial. Entretanto os nervos e raízes nervosas constituintes do SNP penetram no crânio ou no canal vertebral para fazer conexões com o sistema nervoso central (SNC). Assim, os estímulos externos e as respostas elaboradas no SNC são transmitidas pelo SNP.

O sistema nervoso periférico é constituído por nervos (espinhais e cranianos), terminações nervosas e gânglios. A seguir, de uma forma bastante sintética, porém esperamos que seja o suficiente para uma boa compreensão, apresentaremos alguns conceitos e funcionalidades das partes que constituem o SNP.



**Figura A.29:** Sistema nervoso periférico e seus componentes.

Antes de iniciarmos o estudo dos componentes do sistema nervoso periférico, cabe o seguinte destaque: no SNP as terminações nervosas eferentes podem relacionar-se também com células não neuronais (também chamadas de efetadoras), tais como células musculares e células secretoras (glandulares) para controlar suas funções.

### **Nervos**

Os nervos são formados por feixes de fibras nervosas e unem o sistema nervoso central aos órgãos periféricos. Se a união for feita com o

encéfalo, são denominados de nervos cranianos. E se for feita com a medula espinhal, são identificados como nervos espinhais (ou raquidianos ou medulares). A função dos nervos é, por meio de suas fibras, transportar os impulsos nervosos da periferia para o sistema nervoso central (impulsos aferentes) e do sistema nervoso central para a periferia (impulsos eferentes). A condução dos impulsos nervosos aferentes (ou sensitivos) se faz através de neurônios sensitivos, e os neurônios motores conduzem os impulsos eferentes para o efetador (músculos ou glândulas).

### **PARA RECORDAR:**

**Aferentes** - fibras ou feixe de fibras que trazem impulsos a uma determinada área do sistema nervoso, e eferentes são as que levam impulsos desta área. Assim, aferente se refere ao que entra, e eferente ao que sai de uma determinada área do sistema nervoso.

**Neurônio sensitivo (ou aferente)** - tem a função de levar ao sistema nervoso central (SNC) as informações sobre as modificações ocorridas no meio externo. Nas extremidades destes neurônios existem estruturas, chamadas de receptores, que são capazes de transformar os vários tipos de estímulos físicos ou químicos em impulsos nervosos que, por sua vez, serão conduzidos ao SNC.

**Receptores** - estruturas localizadas nas extremidades das terminações nervosas aferentes que, quando estimuladas, dão origem a impulsos nervosos específicos, os quais são conduzidos ao SNC onde são interpretados e resultam em diferentes formas de sensibilidade. Há dois grandes grupos de receptores: os especiais, que fazem parte dos órgãos especiais dos sentidos (visão, audição, gustação e olfação), localizados na cabeça; e os gerais que ocorrem em todo o corpo, com maior concentração na pele.

**PARA RECORDAR:**

**Neurônio motor (ou eferente)** - tem como função conduzir o impulso nervoso aos órgãos efetadores, que são músculos ou glândulas, determinando ou uma contração, ou uma secreção. A maioria dos neurônios motores estão contidos no SNC, porém aqueles que inervam os músculos cardíacos e as glândulas, têm seus corpos fora do SNC, em estruturas denominadas de gânglios viscerais. Estes neurônios

pertencem ao sistema nervoso autônomo (SNA).

**Neurônios de associação** - estão sempre dentro do sistema nervoso central e seu número aumentou consideravelmente durante a evolução, o que permitiu uma maior complexidade ao sistema nervoso. Estão relacionados com as funções psíquicas superiores (MACHADO, 2005).

Nervos espinhais são os que fazem conexão com a medula espinhal. Realizam a inervação do tronco, dos membros e parte da cabeça, sendo responsáveis pela sensibilidade e motricidade da região do pescoço até os membros inferiores. São em número de 31 pares, cada par responsável por um segmento

do corpo: oito pares de nervos cervicais, doze torácicos, cinco lombares, cinco sacrais e um coccígeo. Quando há lesão na medula, dependendo do par lesado, os segmentos corporais abaixo do nível da lesão podem apresentar alterações na sensibilidade e motricidade.



Marcos de Moura

**Figura A.30:** Nervos espinhais e segmentos corporais por eles inervados

Os nervos cranianos, em número de 12 pares, fazem conexão com o encéfalo e são responsáveis pela inervação da parte superior do corpo, especificamente da cabeça. As fibras aferentes dos nervos cranianos possuem receptores especiais, como os que se originam na retina e no ouvido interno e se relacionam com a visão, audição e equilíbrio; e receptores gerais, responsáveis pela condução de impulsos de temperatura, dor, pressão, tato e própriocepção. Veremos uma descrição mais detalhada dos receptores quando estudarmos as terminações nervosas, a seguir.

### **Terminações nervosas**

Terminações nervosas são formações, mais ou menos complexas, localizadas nas extremidades periféricas dos feixes das fibras nervosas que constituem os nervos. Estas terminações, como você bem lembra, podem ser aferentes ou sensitivas e eferentes ou motoras, conforme a direcionalidade dos impulsos nervosos.

Nas extremidades das terminações nervosas aferentes, há estruturas encarregadas da identificação e condução de estímulos, denominadas de receptores. Já vimos que há dois grandes grupos de receptores: os gerais e os especiais.

Atualmente, pesquisas na área da neurofisiologia, conforme Machado (2005), mostram que há uma especificidade dos receptores para cada tipo de estímulo, havendo várias maneiras de classificar os receptores. A seguir, descreveremos alguns desses receptores:

**quimiorreceptores** - sensíveis a estímulos químicos (olfação, gustação e variações no teor do oxigênio circulante);

**osmorreceptores** - detectam variações da pressão osmótica;

**fotorreceptores** - sensíveis a luz;

**termorreceptores** - detectam frio e calor;

**mecanorreceptores** - sensíveis a estímulos mecânicos, sendo o grupo mais diversificado, como os receptores de audição e de equilíbrio do ouvido interno, receptores sensíveis a mudanças na pressão arterial, ao estiramento de músculos e tendões, e receptores cutâneos responsáveis pelo tato, pressão e vibração.

Outra maneira de classificação é levar em consideração a natureza do estímulo. Teremos assim três categorias de receptores: exteroceptores - localizados na superfície externa do corpo e ativados por agentes externos (calor, frio, tato, pressão, luz e som); próprioceptores - situados mais profundamente, nos músculos, tendões e ligamentos, permitem à pessoa, mesmo de olhos fechados, ter a plena percepção de seu corpo e de suas partes, sendo assim, responsáveis pelo sentido de posição e movimento (cinestesia); interoceptores ou vísceroceptores - dão origem a sensações viscerais pouco localizadas, como fome, sede, prazer sexual ou dor visceral (MACHADO,2005).

As terminações nervosas eferentes (motoras), são também denominadas de junções neuroefetadoras em decorrência de suas funções. Elas podem ser somáticas ou viscerais. As somáticas terminam nos músculos estriados esqueléticos e as viscerais, nas glândulas, músculo liso ou músculo cardíaco. Estas terminações nervosas são encarregadas de trazer a "ordem" do SNC para o órgão efetuator (músculo ou glândula). O responsável pela transmissão do impulso nervoso é uma substância chamada de neurotransmissor.

Os neurotransmissores podem exercer funções excitatórias ou inibitórias em relação ao impulso nervoso, determinando a passagem ou o bloqueio do impulso. Ou seja, o responsável pela comunicação entre um neurônio e outro, ou entre um neurônio e uma célula efetuidora não neuronal (músculo estriado esquelético, cardíaco, liso ou glândula) é o neurotransmissor. A dinâmica da transmissão do impulso nervoso mediada pelo neurotransmissor é extremamente mais complexa do que a descrição que faremos a seguir: o elemento pré-sináptico libera o neurotransmissor que é captado pelo receptor (que são proteínas específicas para cada neurotransmissor) do elemento pós-sináptico, proporcionando assim a transmissão do impulso nervoso. A sinapse e seus elementos foram estudados na subunidade anterior.

Numa junção neuroefetadora somática, em

que a conexão da terminação nervosa eferente (axônio de um neurônio motor) se faz com células musculares estriadas esqueléticas, o corpo do neurônio se localiza ou na medula espinhal ou no tronco encefálico, portanto no sistema nervoso central. E, na junção neuroefetadora visceral, a conexão se dá com células musculares cardíacas, lisas ou com células glandulares através de terminações nervosas de neurônios que têm seus corpos celulares em gânglios do sistema nervoso periférico.

### **Gânglios**

Gânglios são constituídos de corpos de neurônios situados fora do sistema nervoso central. Podem ser de dois tipos, conforme sua funcionalidade: gânglios sensitivos e gânglios motores viscerais (fazem parte do sistema nervoso autônomo, que veremos mais adiante).

Até aqui, estudamos o sistema nervoso considerando sua divisão em critérios anatômicos: sistema nervoso central e sistema nervoso periférico.

#### ***b- Divisão funcional do sistema nervoso***

Outra maneira de estudarmos o sistema nervoso é dividi-lo funcionalmente em sistema nervoso somático e sistema nervoso visceral. A figura abaixo mostra de forma esquemática a divisão funcional do sistema nervoso.





Figura A.31: Divisão funcional do sistema nervoso.

Como podemos observar na figura acima, o sistema nervoso somático também pode ser denominado de sistema nervoso da vida de relação, pois tem como função proporcionar a relação do organismo com o meio externo. Isto se dá por meio de seus componentes aferentes e eferentes: as informações do meio ambiente captadas em receptores periféricos transformam-se em impulsos que são conduzidos aos centros nervosos - função do componente aferente; por sua vez, o componente eferente conduz aos músculos estriados esqueléticos as "ordens" dos centros

nervosos, originando movimentos que denotarão num relacionamento ou integração com o meio (MACHADO, 2005). As "ordens" (impulsos nervosos) que são conduzidas pelo componente eferente do sistema nervoso somático terminam em músculo estriado esquelético e resultam em movimentos intencionais. Portanto, o sistema nervoso eferente somático é voluntário. Temos assim, o impulso (aferente) que é consciente e a resposta (eferente), voluntária.

Por sua vez, o sistema nervoso visceral, também chamado de sistema nervoso da vida

vegetativa, é responsável pela inervação das estruturas viscerais e integração das atividades dessas estruturas com o objetivo de manutenção do equilíbrio e constância do meio interno (a isto se chama de homeostase).

O sistema nervoso visceral também possui um componente aferente e um componente eferente. O aferente leva impulsos nervosos, que têm sua origem em vísceras (nos viscerosceptores), a áreas específicas do sistema nervoso central; e o componente eferente traz impulsos dos centros nervosos às estruturas viscerais, terminando em músculos lisos, cardíaco ou glândulas.

Conforme Machado (2005), grande parte das fibras com origem em receptores viscerais conduzem impulsos que não se tornam conscientes, ao contrário das fibras dos receptores somáticos, que são conscientes. Como exemplo, temos os impulsos viscerais para o controle do processo digestivo, ou da pressão arterial ou para o controle da taxa de oxigênio no sangue, entre outros impulsos, que não são conscientes. Todavia, há impulsos viscerais conscientes que se manifestam sob a forma de sensação de fome, de sede ou de dor.

O componente eferente do sistema nervoso visceral é denominado, como vimos na figura anterior, de sistema nervoso autônomo (SNA), que é involuntário, isto é, ele funciona independentemente de nossa vontade ao contrário do sistema nervoso eferente somático que é voluntário.

Outra diferença é quanto à transmissão dos impulsos nervosos. No sistema nervoso somático eferente a ligação do SNC ao órgão efetador (músculo esquelético) se faz por um

neurônio, enquanto que no sistema nervoso visceral eferente (SNA) há a necessidade de um "intermediário" (gânglio) entre dois neurônios para a condução do impulso do SNC ao órgão efetador (músculo liso, músculo cardíaco ou glândula). Os neurônios situados fora do SNC são chamados de pós-ganglionares e os situados no SNC, de pré-ganglionares. Machado (2005) refere que a melhor denominação dos neurônios pós-ganglionares talvez fosse de neurônios ganglionares. A figura abaixo mostra a diferença entre os sistemas eferentes somático e visceral.



Marcos de Moura

**Figura A.32:** Representação do sistema nervoso somático eferente e sistema nervoso visceral eferente ou autônomo. (Adaptado de Machado, 2005)

Como podemos observar na figura acima, um dos neurônios do SNA (o pré-ganglionar) tem seu corpo situado dentro do SNC (medula ou tronco encefálico), e o outro neurônio (o pós-ganglionar) tem o corpo situado no SNP (gânglio). Estes dois tipos de neurônios são fundamentais para a organização do SNA.

O sistema nervoso autônomo (SNA) divide-se em sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático. Esta divisão segue critérios anatômicos, farmacológicos e fisiológicos.

As diferenças anatômicas levam em conta, principalmente, a posição e o tamanho dos neurônios e fibras pré e pós-ganglionares. Quanto a posição, os neurônios pré-ganglionares do sistema nervoso simpático localizam-se na medula torácica e lombar e, no sistema nervoso parassimpático, localizam-se no tronco encefálico (dentro do crânio) e medula sacral (porção terminal da medula). Os neurônios pós-ganglionares (os gânglios), no sistema nervoso simpático, localizam-se longe das vísceras e próximo da coluna vertebral e, no sistema nervoso parassimpático localizam-se próximo ou dentro das vísceras. Quanto ao tamanho das fibras, em consequência da posição dos gânglios, a fibra pré-ganglionar no sistema simpático é curta e a pós-ganglionar é longa; no sistema parassimpático, acontece o contrário: a fibra pré-ganglionar é longa e a pós-ganglionar é curta (MACHADO, 2005).

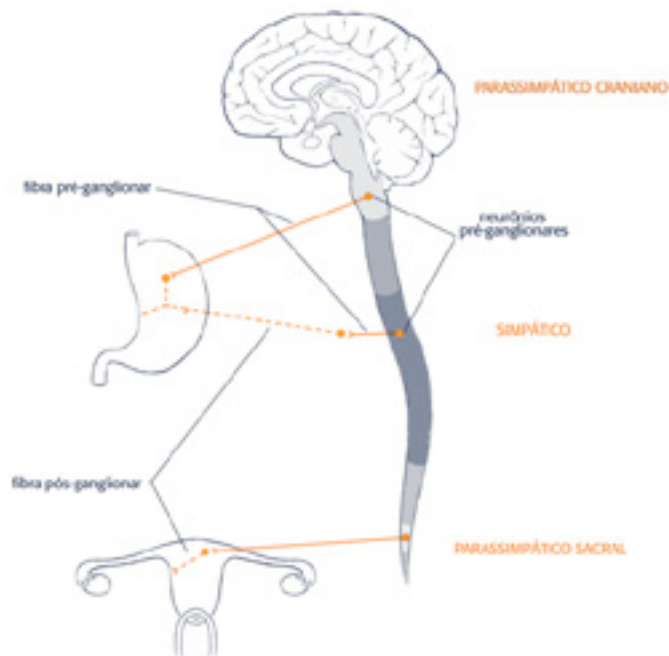
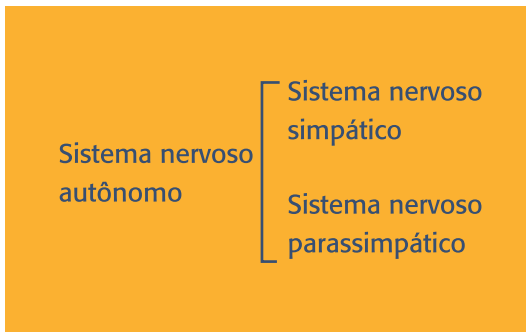


Figura A.33: Diferenças anatômicas entre os sistemas nervosos simpático e parassimpático

As diferenças farmacológicas levam em conta a ação de drogas em relação às funções de cada sistema. Por exemplo, a adrenalina e a noradrenalina quando injetadas no organismo produzem efeitos (aumento da pressão arterial e do ritmo cardíaco) semelhantes aos obtidos pela ação do sistema nervoso simpático. Outras, como a acetilcolina, imitam as ações do sistema nervoso parassimpático. Hoje, sabemos que tanto a adrenalina quanto a acetilcolina são neurotransmissores que têm ação importante na atuação da fibra nervosa sobre o efetuidor.

Em relação às diferenças fisiológicas, o

sistema simpático, de uma maneira geral, tem ação antagônica à do parassimpático (MACHADO, 2005), porém trabalham harmoniosamente na coordenação da atividade visceral, buscando o equilíbrio de funcionamento dos órgãos. O sistema parassimpático tem ação sempre localizada em um órgão ou setor do organismo e no sistema simpático, geralmente a ação tende a ser difusa, atingindo vários órgãos.

No quadro abaixo, apresentamos algumas funções dos sistemas nervosos simpático e parassimpático em determinados órgãos.

Órgão	Simpático	Parassimpático
<b>Bexiga</b>	contração do esfíncter	contração da parede e relaxamento do esfíncter promovendo o esvaziamento
<b>Brônquios</b>	dilatação	contração
<b>Coração</b>	aceleração do ritmo cardíaco (taquicardia), dilatação das coronárias	diminuição do ritmo cardíaco (bradicardia) e constrição das coronárias
<b>Genitais masculinos</b>	vasoconstrição, ejaculação	vasodilatação, ereção
<b>Glândula lacrimal</b>	vasoconstrição	secreção abundante
<b>Glândulas sudoríparas</b>	secreção abundante de suor	inervação ausente
<b>Íris</b>	dilatação da pupila (midríase)	constrição da pupila (miose)
<b>Tubo digestivo</b>	diminuição dos movimentos e da eliminação do trato digestivo, fechamento dos esfíncteres	aumento dos movimentos, da secreção intestinal e eliminação do trato digestivo, abertura dos esfíncteres
<b>Útero</b>	dilatação	contração

Figura A.34: Funções dos sistemas nervosos simpático e parassimpático em alguns órgãos. (Adaptado de Machado, 2005)

Como podemos observar em algumas das funções expostas, ambos sistemas inervam órgãos da vida vegetativa (coração, bexiga, pulmões, intestino, genitais, etc.) havendo um antagonismo entre eles, e esse antagonismo resulta em equilíbrio orgânico. Quando há preponderância de um sistema sobre o outro, podem acontecer desequilíbrios do tipo dor de barriga e/ou vontade de urinar com frequência por nervosismo, palpitações (o coração "dispara"), "aperto" no peito, alterações na pressão arterial e tantas outras alterações que, ao não terem uma causa orgânica definida, são denominadas de alterações neurovegetativas.

Como o sistema simpático é sempre acionado como defesa frente a situações de perigo real, ou em determinadas situações emocionais, origina, conforme Machado (2005), uma reação de alarme. Esta reação

prepara o organismo para a luta ou para a fuga através de uma série de alterações que iniciam com a identificação e avaliação da situação pelo sistema nervoso central. Ele manda impulsos nervosos pelo tronco encefálico e medula, ativando os neurônios pré-ganglionares simpáticos dos quais saem outros impulsos nervosos para diversos órgãos, iniciando a reação de alarme que prepara o organismo para a luta ou para a fuga. Algumas reações observáveis nesta situação são o aumento do ritmo cardíaco, vasoconstrição na face (palidez) e em outros órgãos com o objetivo de enviar mais sangue para os músculos estriados esqueléticos e também aumento da pressão arterial. Quando o aumento da pressão arterial for muito significativo, pode-se chegar à situação extrema: a morte por rupturas de vasos sanguíneos cerebrais (diz-se que a pessoa morreu de susto).



Marecos de Moura

Figura A.35: Reação de alarme

O sistema simpático, como já vimos, é acionado sempre que o organismo (pessoa) sentir-se em perigo. Essas situações perigosas podem ser de ameaça à integridade física ou de ordem emocional (desencadeadas por situações ansiogênicas) de ameaça à integridade psíquica.

As manifestações neurovegetativas do SNA apresentadas na Fig. A.34 são controladas também pelo sistema límbico.

Ao término desta unidade, reafirmamos que o conteúdo até agora estudado deverá ser um guia introdutório à complexidade da temática. Isto significa que este caderno didático não poderá ser o único suporte teórico para o estudo do sistema nervoso.



### Atividade Final

Após a leitura atenta e detalhada desta unidade, você deverá selecionar duas passagens que apresentem uma relação direta entre funções (funcionalidades) do sistema nervoso e aprendizagem, que deverão ser discutidas num fórum especificamente criado para tal fim, conforme as orientações disponíveis no ambiente virtual.

UNIDADE

# B

## DESENVOLVIMENTO SENSORIAL E PERCEPTIVO

### **Objetivos da Unidade:**

Após o estudo do conteúdo e a realização das atividades propostas, esperamos que você alcance os seguintes objetivos:

- compreenda as principais noções relacionadas à audição, à visão, à atenção e às percepções;
- faça a relação da audição, da visão, da atenção e das percepções com o processo de aprendizagem.

# Introdução

Nesta unidade, serão abordadas algumas noções relacionadas à audição, à visão, à atenção e às percepções. Cabe ressaltar que esses mecanismos estão diretamente ligados com o processo de aprendizagem.

Considerando essa premissa, primeiramente, antes de abordar a audição e a visão, serão apresentadas breves considerações a respeito da temática sensações. A partir disso, você estudará noções básicas da anatomia e da fisiologia dos aparelhos auditivo e visual. Nesse último, serão descritas as principais alterações visuais que podem influenciar o processo de aprendizagem de um indivíduo, isto é, a miopia, a hipermetropia e o astigmatismo.

Num segundo momento, destacaremos o mecanismo da atenção. Nesse item serão indicados aspectos referentes aos fatores determinantes e a fisiologia da atenção. Também, sucintamente, descreveremos o transtorno do déficit de atenção. Lembre-se que esse tópico já foi estudado na disciplina de Fundamentos da Educação Especial I.

Por fim, no estudo da percepção humana serão enfatizadas as percepções tátil, visual, espacial, auditiva e temporal. Esperamos que esses conhecimentos levem você a estabelecer relações com a unidade anterior e com as suas experiências cotidianas.



# 1 Audição, visão, atenção e percepção

## **a- Sensações**

Antes de iniciar os estudos sobre os mecanismos sensitivos da audição e da visão torna-se necessário compreender o próprio conceito de sensações e sua importância na vivência humana. Nesse sentido, apresentamos algumas das inferências de Aleksandr Romanovich Luria sobre o tema em sua obra "Curso de Psicologia Geral: sensações e percepções" (1979).

Esse autor define sensações como sendo as responsáveis pela "informação relativa aos fenômenos do mundo exterior e ao estado do organismo que chega ao cérebro, permitindo ao homem compreender o meio ambiente e o seu próprio corpo" (1979b, p. 1). Simplesmente, podemos dizer que é uma ação pela qual o homem recebe um estímulo interno ou externo.

Como exemplo da importância dos órgãos sensoriais, temos as crianças com deficiência visual e que necessitam receber uma educação baseada na estimulação desde seus primeiros anos de vida, a fim de que possam construir sua autonomia e atuar em diversas situações através do tato, já que a visão se encontra comprometida. Caso contrário, Luria (1979b, p. 2) destaca que "tornar-se-á impossível seu desenvolvimento psíquico normal e elas não conseguirão desenvolver-se com autonomia".

Na classificação das sensações, o autor aponta os seguintes grupos: sensações interoceptivas referentes aos estímulos internos do organismo, como as excitações do coração

e do estômago; sensações proprioceptivas, que dizem respeito à posição do corpo no espaço e seus movimentos e sensações exteroceptivas, caracterizadas como o principal grupo, que coloca o homem em relação com os estímulos do mundo exterior. Nesse último grupo, encontram-se as sensações mais conhecidas: paladar e tato, denominadas de sensações de contato; e olfato, audição e visão, denominadas sensações de distância.

Dentre essas sensações, serão abordadas, a partir desse momento, algumas noções elementares sobre os mecanismos da audição e da visão. Isto porque tanto a compreensão do funcionamento da audição quanto da visão, são consideradas primordiais para a sua formação acadêmica em Educação Especial.

## **b- Audição**

Na abordagem da anatomofisiologia da audição, apresentada a seguir, utilizamos basicamente as seguintes obras: "Criança com deficiência: uma abordagem médica" (1990), da autoria de Mark L. Batshaw e Yvonne M. Perret; e "Manual de Fonoaudiologia" (1992), de Jordi Peña Casanova.

### **Definição de som**

Para compreender o conceito de som, podemos perguntar: o que estou ouvindo nesse momento? Assim, se perceberá que aquilo que ouvimos, seja o canto de um passarinho ou o barulho que o colega do lado está produzindo,

diz respeito à interpretação de um padrão de ondas sonoras que se originam em algum lugar ao redor e se propagam em círculos de ondas. Essas ondas sonoras apresentam como características a frequência ou grau e a intensidade ou altura (BATSHAW e PERRET, 1990).

A frequência determina a graduação das ondas sonoras. Ela pode ser calculada através dos ciclos (picos das ondas), que aparecem por segundo, e representada com a unidade de medida hertz (Hz). Assim, se a frequência for menor de 500 Hz, o som será de baixa graduação com qualidade grave. Ao contrário, se a frequência aproximar-se de 2.000 Hz o som será de alta graduação com qualidade tenora.

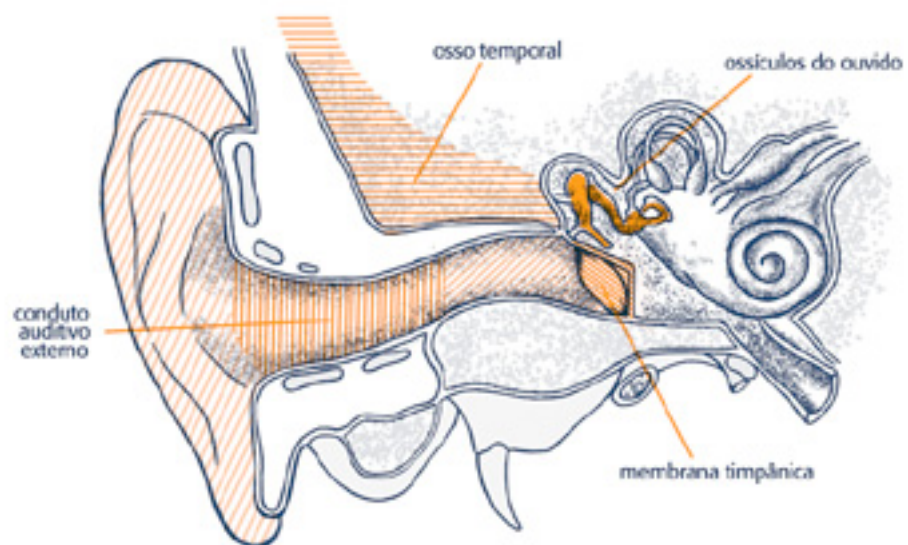
A intensidade vincula-se com a altura da onda e pode ser representada por decibéis (db). Nesse sentido, enquanto o murmúrio entre duas pessoas atinge cerca de 30db e uma conversa normal aproximadamente 45-50 db, um concerto de rock pode atingir 100 db.

### **Anatomia do ouvido**

Existem diversos estudos sobre as partes que compõem o ouvido e suas funções. Esses estudos mostram que o ouvido humano pode ser dividido em três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.

No ouvido externo, encontra-se a orelha e o conduto auditivo externo. A orelha é formada por uma estrutura interna cartilaginosa e revestida pela pele. Além de proteger o ouvido médio e o tímpano, a orelha tem como função coletar o som.

O conduto auditivo externo possui forma tubular com aproximadamente três centímetros. Essa estrutura está revestida de mucosa, em que se encontra a glândula secretora que produz a "cera" e, mais internamente, é composta por uma parede óssea. Sua função básica está em conduzir a vibração sonora coletada pela orelha. Na figura a seguir você pode visualizar essas estruturas.



Alencar de Moura

Figura B.1: Estruturas componentes do ouvido.

No ouvido médio, temos a caixa timpânica, os ossículos denominados martelo, bigorna e estribo e a trompa de Eustáquio. Essas estruturas podem se observadas na fig. B.1.

Segundo Casanova (1992, p. 54), a caixa timpânica "é a parte do ouvido médio que desempenha o papel mais importante na transmissão do som desde o ouvido externo até o ouvido interno". Isso porque ela transforma as vibrações sonoras que chegam do ouvido externo em vibrações mecânicas. Essas vibrações passam pelos ossículos martelo, bigorna e estribo (são os menores ossos do corpo humano).

A trompa de Eustáquio possibilita a comunicação entre o ouvido médio e a faringe ou rinofaringe. Além disso, contribui no equilíbrio das pressões existentes no interior ou exterior do indivíduo permitindo a saída ou a entrada de ar no ouvido médio.

No ouvido interno, situado por dentro e por detrás da caixa do tímpano, encontram-se a cóclea, o vestíbulo e os canais semicirculares. Observe a figura B.1 para compreender essas estruturas.

A cóclea se situa dentro da parede interna da caixa timpânica onde forma uma espécie de relevo denominado de promontório. Posterior ao promontório encontra-se a janela oval e abaixo desta, a janela redonda que também atua como meio de comunicação entre a caixa do tímpano e o interior da cóclea. Ela tem fundamental importância à medida em que transforma as vibrações mecânicas do estribo no ouvido médio em impulsos nervosos que serão levados ao lobo temporal pelo nervo auditivo. Possui três partes: a exterior e a interior em que se encontra um fluido denominado de perilinfa e a média onde está o Órgão do Corti

e o fluido endolinfa. O Órgão de Corti pode ser considerado o canal coclear.

O vestíbulo se localiza entre a cóclea e os canais semicirculares. Ele constitui-se como uma grande cavidade composta pelo fluido perilinfa. Atua na manutenção do equilíbrio.

Os canais semicirculares não assumem funções diretamente auditivas, pois também são responsáveis pelo equilíbrio.

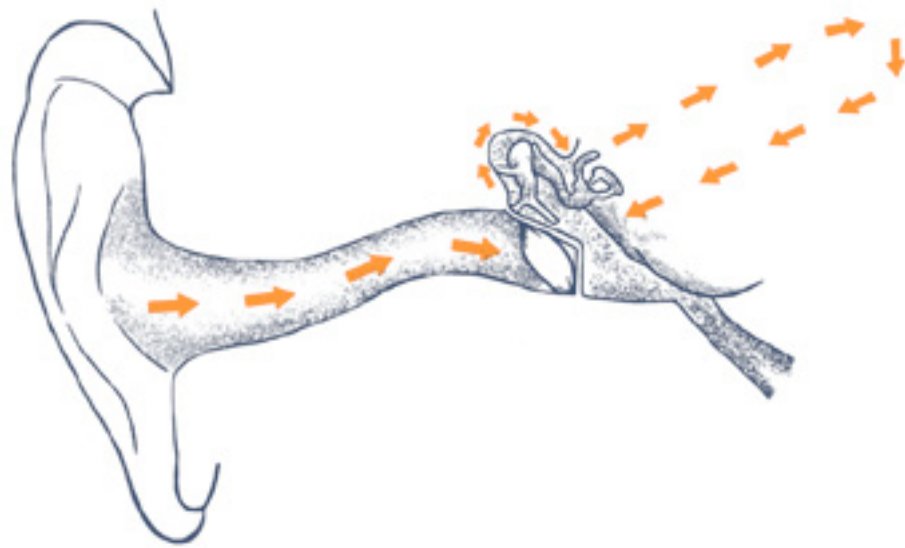
### ***Fisiologia da audição***

A seguir, sinteticamente, serão expostos os mecanismos que participam no funcionamento da audição. Para tal, será necessário buscar relações com as partes do ouvido estudadas anteriormente.

No ouvido externo, dá-se o recolhimento das ondas sonoras através da orelha e do conduto auditivo. Essas ondas são levadas até a membrana timpânica no ouvido médio. Na membrana timpânica, as ondas sonoras começam a vibrar e, dessa forma, passam pelos ossículos martelo, bigorna e estribo, onde se transformam em vibração mecânica.

Através da vibração do ossículo estribo, a janela oval, no ouvido interno, abre-se vagarosamente. Assim, a onda sonora passa através do fluido perilinfa e chega no Órgão de Corti onde está o fluido endolinfa. Nesse órgão, a presença de células de sustentação dão suporte às células sensoriais ciliadas que se ligam ao nervo auditivo, o qual leva o som até o cérebro, onde as vibrações mecânicas são transformadas em energia elétrica ocasionando o impulso nervoso que é transportado para o lobo temporal do cérebro.

Observe a figura a seguir que elucida esse mecanismo da audição.



Mancos de Moura

Figura B.2: Mecanismo da audição

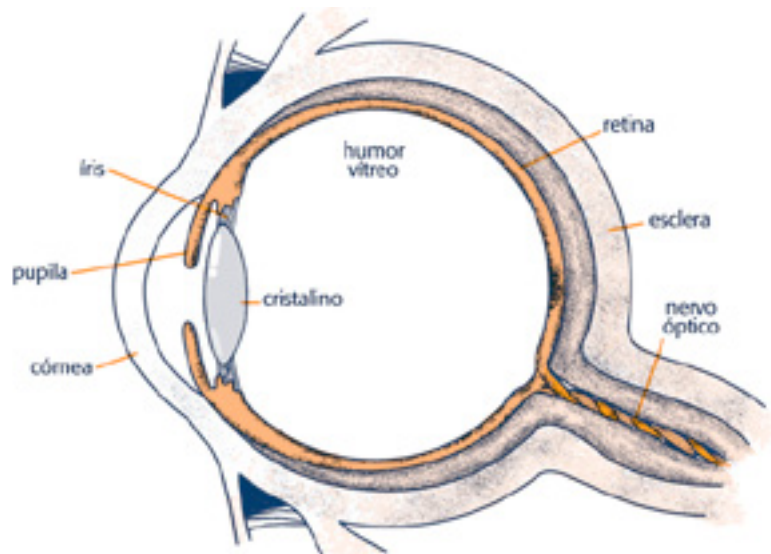
### **c- Visão**

Neste item, serão abordadas as partes que compõem o olho humano e as funções desempenhadas por elas. Para isso, foram utilizadas informações retiradas da obra já citada "Criança com deficiência: uma orientação médica" (1990), da autoria de Mark L. Batshaw e Yvonne M. Perret e "Educação da criança

excepcional" (1987), de Samuel A. Kirk e James J. Gallagher.

#### **Anatomofisiologia da visão**

Desde muitos anos, o olho humano vem sendo comparado com a estrutura interna de uma máquina fotográfica. A análise de suas partes pode ser observada na figura abaixo:



Mancos de Moura

Figura B.3: Estrutura do órgão da visão.

A partir da fig. B.3, podemos perceber que a esclera constitui-se como uma cobertura grossa, fibrosa e branca. Sua função está em revestir o globo ocular protegendo, assim, as estruturas intra-oculares.

A íris constitui-se como uma parte muscular colorida. Muitos a comparam com o diafragma da máquina fotográfica, uma vez que se abre e se fecha a fim de regular a quantidade de luz admitida pela abertura em seu centro, denominada de pupila ou menina dos olhos. Assim, se a quantidade de luz no ambiente for alta, a pupila se contrai e se a quantidade de luz for baixa, ela se dilata.

A córnea aparece na camada externa do globo ocular. Ela tem como função cobrir e proteger a íris e também atuar na focalização da imagem. Devido a essa última função, ela pode ser comparada com a lente de uma máquina fotográfica. Batshaw e Perret (1990, p. 207) descrevem essa atuação da seguinte forma:

quando uma pessoa olha para uma árvore, os olhos vêem uma série de raios de luz paralelos que deixam a árvore e chegam à superfície de sua córnea. Estes raios continuam desfocados, eles se projetam para partes diferentes da árvore e a imagem seria obscura. Contudo quando os raios paralelos tocam a superfície convexa da córnea, eles são refratados. Se tudo trabalha de acordo com a fisiologia apropriada, os raios focalizam-se sobre a fóvea e uma imagem perfeita é transmitida ao cérebro.

O cristalino tem característica translúcida e é convexo em ambos os lados. Ele pode ser considerado como a segunda superfície de refração do olho. Atua como uma lente à medida que auxilia a focalização da imagem na retina.

A retina constitui-se como a camada mais interna no fundo do globo ocular. Ela pode ser

comparada ao filme de uma máquina fotográfica, pois, sendo sensível à luz, registra as imagens de cima para baixo e de trás para frente e, então, através do nervo óptico essas imagens são projetadas no cérebro. Um fato interessante diz respeito às células sensitivas que compõem a retina: células esféricas e as células cônicas. As primeiras distinguem a luz da escuridão e são indispensáveis para a visão noturna. Já as segundas atuam quando estamos lendo, observando objetos distantes ou vendo imagens coloridas.

O nervo óptico constitui-se como o segundo nervo craniano. Ele se encontra atrás de cada globo ocular. Forma-se através de mais de um milhão de células nervosas que se concentram no chamado disco óptico da retina, constituído de fibras nervosas. O nervo óptico atua como transmissor da informação do olho para o cérebro.

Entre a córnea e a íris percebe-se a presença do humor aquoso que contém um fluido aquoso. Ele assume a função de nutrir a córnea e o cristalino além de regular a pressão interna do olho. Entre o cristalino e a retina encontra-se o humor vítreo, substância semelhante a uma gelatina. A função desse fluido é manter o formato do olho.

Além desses elementos, compõem o órgão da visão os músculos oculares externos e os músculos ciliares. Os músculos oculares externos têm como função controlar o movimento do globo ocular. Já os músculos ciliares controlam as mudanças na lente do cristalino para que os olhos possam focalizar objetos em várias distâncias.

### Você Sabia?

Visite o site <http://www.doutorvisao.com.br> para encontrar mais informações sobre as partes do olho descritas acima e suas funções

### **Processo de interpretação visual**

De uma maneira simples, descreveremos o processo de interpretação visual. Para tanto, será necessário lembrar algumas informações sobre as partes do olho, descritas no item anterior.

Considere um determinado objeto. Este reflete raios que entram em nossos olhos e

passam pela córnea, pelo humor aquoso, pela pupila, pelo cristalino e pelo humor vítreo. A córnea e o cristalino colaboram para a formação de imagem na retina. Na retina, a imagem é invertida. Assim, as fibras nervosas do nervo óptico levam essa imagem até o lobo occipital do cérebro onde ela é corrigida e interpretada.

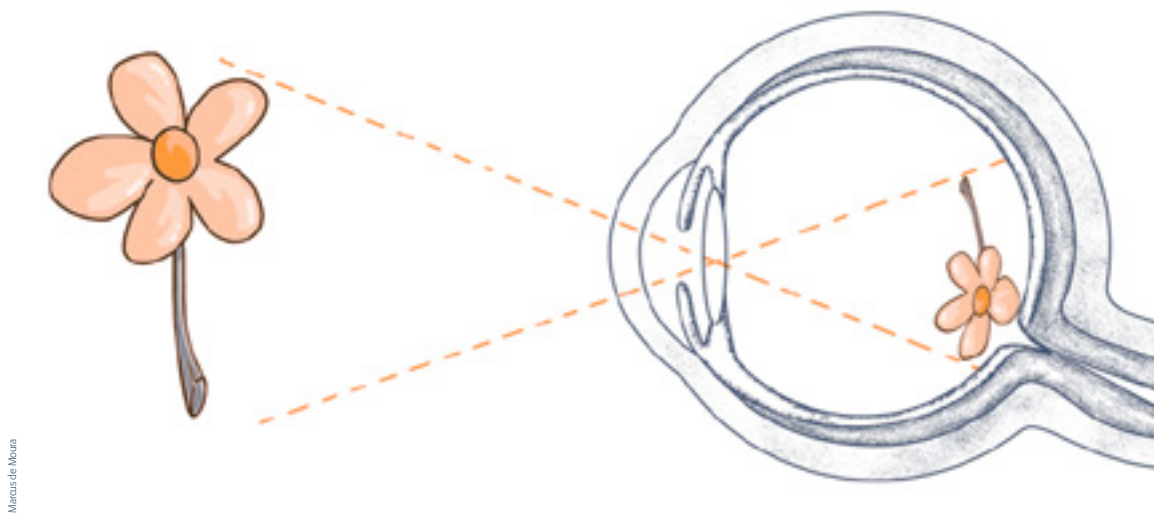


Figura B.4: Processamento de interpretação visual

### **Alterações visuais**

Destacaremos a seguir algumas alterações visuais que podem interferir no processo de aprendizagem de um indivíduo:

- miopia: ocorre devido a focalização da imagem antes da chegada na retina. Assim, a pessoa passa a ter dificuldades em ver objetos, pessoas ou situações a distância. Na aprendizagem, conforme Coelho e José (1998), as crianças podem apresentar disponibilidade em realizar atividades com objetos próximos como, por exemplo, a leitura e a escrita. Em contrapartida, geralmente, se afastam de atividades como brincadeiras que exigem uma

visão a distância;

- hipermetropia: se origina devido a focalização da imagem depois da retina. Assim, ela se constitui como uma alteração contrária à miopia. Dessa forma, o indivíduo passa a apresentar dificuldades de ver objetos, pessoas ou situações que estão próximas. Por isso, na aprendizagem, as crianças com hipermetropia tendem a se distanciar de atividades como leitura ou escrita e preferir atividades que exigem a visão a distância;

- astigmatismo: é uma alteração na estrutura da córnea. Faz com que ela apresente problemas na focalização de imagens. Dessa

forma, a pessoa passa a ver imagens de objetos, pessoas ou situações, que estão próximas ou distantes, de maneira distorcida, confusa. Na aprendizagem, as atividades que exigem muito a utilização da visão podem provocar o desinteresse das crianças.

### **d- Atenção**

Dos inúmeros estudos existentes sobre a atenção, utilizamos como referência, a obra "Curso de Psicologia Geral: atenção e memória" (1979) de Aleksandr Romanovich Luria e a produção de José Salomão Schwartzman intitulada "Transtorno de Déficit de Atenção" (2001).

#### **Conceito de atenção**

Diante de um mundo permeado por estímulos de origem interna e externa, o homem necessita selecionar um ou outro estímulo a fim de manter uma atividade mental organizada. Dessa forma, "a seleção da informação necessária, o asseguramento dos programas seletivos de ação e a manutenção de um controle permanente sobre elas são convencionalmente chamados de atenção" (LURIA, 1979c, p.1).

Ao abordar esse conceito de atenção, o referido autor mostra a importância de diferenciar o que se entende por volume, estabilidade e oscilações da atenção. O primeiro refere-se ao número de estímulos dominantes recebidos capazes de possibilitar uma atenção nítida. O segundo diz respeito à duração de tempo em que esses estímulos podem manter-se dominantes. E, por fim, o terceiro item nos leva a compreender que, ora um estímulo pode apresentar-se como dominante, ora outro.

#### **Fatores determinantes**

##### **da atenção humana**

De acordo com Luria (1979), podem-se destacar dois grupos de fatores referentes à determinação da atenção humana: a estrutura dos estímulos externos e a atividade do próprio sujeito.

Os fatores dos estímulos externos têm a função de determinar o sentido, o objeto e a estabilidade da atenção. Para isso, tem-se a presença de dois integrantes: a intensidade do estímulo, mostrando que desperta nossa atenção um estímulo que difere em cor e tamanho dos demais; e a novidade do estímulo, denotando que um estímulo novo, diferente dos conhecidos, ou a suspensão de determinado estímulo rotineiro atrai a nossa atenção.

No segundo grupo de fatores referentes à atividade do próprio sujeito, encontram-se as influências de suas necessidades, seus objetivos, seus interesses como condutores da atenção.

#### **Fisiologia da atenção**

De acordo com Schwartzman (2001, p. 43),

a formação reticular poderia, então, por sua localização e funções, ser entendida como aquela estrutura que garante a característica mais básica da atenção, qual seja a manutenção do estado de alerta e, por outro lado, como um tipo de filtro que, num determinado momento, selecionaria entre as centenas ou milhares de estímulos que chegam ao sistema nervoso central qual ou quais seriam suficientemente importantes para chegar à consciência e, em contrapartida, quais deveriam ser considerados, naquela circunstância, supérfluos.

A formação reticular está localizada desde a medula cervical até o diencéfalo. Na primeira unidade do texto há conteúdos referentes à formação reticular, como vocês bem devem estar lembrados. Mesmo assim, e para não quebrar a continuidade do texto, serão

apresentadas algumas considerações sobre o SARA.

Através de sua função de regular a ativação do córtex cerebral, possibilita os estados de vigília através de neurônios especializados na região superior, e do sono por meio de neurônios na região inferior. Nessa estrutura, existem fibras que, por trabalharem na manutenção do estado de alerta, são denominadas sistema ativador reticular ascendente (SARA).

Como essa estrutura localiza-se antes do córtex cerebral, todo estímulo sensorial do meio exterior passa por ela. O que corrobora o fato de a formação reticular atuar como filtro dos estímulos do meio externo ou através da manutenção do estado de alerta.

Ainda existem outras estruturas situadas no sistema nervoso central que contribuem para a efetivação de algumas características da atenção. Dentre elas, podemos citar o tálamo, o sistema límbico e estruturas corticais e pré-corticais referentes às funções sensoriais e motoras.

### ***Tipos de atenção***

Nos estudos de Luria encontram-se dois tipos de atenção. O primeiro tipo, denominado atenção involuntária, refere-se aos momentos em que a atenção humana é atraída por um estímulo novo ou interessante. Por exemplo, "é justamente com esse tipo de atenção que deparamos quando viramos involuntariamente a cabeça ao ouvirmos no quarto uma batida súbita, quando nos precavemos ao ouvirmos ruídos incompreensíveis (...) (LURIA, 1979c, p. 22)".

Já o segundo tipo, chamado de atenção arbitrária, possibilita que o homem concentre

sua atenção em um estímulo de acordo com sua escolha pessoal. Isso pode ser evidenciado na atividade intelectual quando o homem se propõe determinada atividade e faz investimentos para finalizá-la.

### ***Alterações na atenção***

Nas alterações da atenção encontra-se o transtorno de déficit de atenção (TDA). Vários estudos abordam esse transtorno, sem com isso apresentar precisamente as suas etiologias.

Brevemente, o transtorno de déficit de atenção pode ser descrito como um quadro em que o indivíduo apresenta dificuldades em se concentrar em determinada atividade. Levam-se em conta, nessas dificuldades de concentração, o período de tempo considerado normal e o estágio de desenvolvimento em que se encontra o indivíduo (SCHWARTZMAN, 2001).

Ainda, pode-se dizer que esse transtorno pode vir, ou não, acompanhado de hiperatividade. Se isso acontecer, denomina-se transtorno de déficit de atenção com hiperatividade (TDAH). Neste, além da desconcentração, o indivíduo pode apresentar necessidade de se movimentar e mudar constantemente de atividade.

Na família e na escola, se houver hipóteses de crianças com transtorno de déficit de atenção, com ou sem hiperatividade, deve-se procurar um médico que realizará o diagnóstico e o devido tratamento. Se a hipótese for confirmada, provavelmente, mudanças nas propostas de trabalho do professor se farão necessárias.

No nosso curso, em semestre posterior, você estudará de maneira mais aprofundada o TDA.

### **Você Sabia?**

Você pode obter mais informações sobre o transtorno de déficit de atenção com hiperatividade acessando <http://www.tdah.org.br/>



## **e- Percepção**

Na compreensão de alguns aspectos da percepção humana, trabalharemos com os estudos desenvolvidos por Aleksandr Romanovich Luria nas obras "Fundamentos de Neuropsicologia" (1981) e "Curso de Psicologia Geral" (1979) e por Joseph Church e Joseph Stone em "Infância e adolescência" (1972).

### **Conceito de percepção**

Em sua produção, Luria (1981, p.199) aponta a percepção como

um processo ativo que envolve a procura das informações correspondentes, a distinção dos aspectos essenciais de um objeto, a comparação desses aspectos uns com os outros, a formulação de hipóteses apropriadas e a comparação, então, dessas hipóteses com os dados originais.

Nesse sentido, a percepção corresponde a um mecanismo no qual o intelecto humano procura reconhecer a informação sensorial, analisar, ressaltar os indícios essenciais, inibir os indícios secundários e sintetizar essa informação. Exemplificando, podemos referendar Luria (1979b, p. 38) afirmando que não vivemos em um mundo com pontos ou sons isolados, mas em um mundo complexo que "baseia-se no trabalho conjunto dos órgãos dos sentidos, na síntese de sensações isoladas e nos complexos sistemas conjuntos".

Nesse mecanismo ativo de análise e síntese aparece como elemento essencial e integrante, a fala, nível superior da atividade psíquica. Isso porque, ao olhar para algum objeto como, por exemplo, o computador, supera-se o nível da contemplação. O homem passa, então, a discriminar seus elementos inibindo os considerados secundários como a forma e a cor e ressaltando os indícios principais como a

função que esse computador vem desempenhando, a categoria em que está situado. Assim, designa por meio da palavra o que está sendo percebido.

### **Características da percepção**

Nos parágrafos anteriores destacam-se algumas características da percepção. A primeira, citada anteriormente, compreende a percepção como uma atividade ativa e imediata. Nesse sentido, no processo de análise e síntese constantemente buscam-se relações com as experiências e os conhecimentos anteriores.

A segunda característica revela que a percepção tem um caráter material e genérico. Esse caráter corresponde ao exemplo do computador, no qual não basta ao homem apresentar seus traços, suas funções, mas sim colocar esse instrumento em uma categoria.

Na terceira, encontra-se a constância e a correção. Nestas, o conhecimento anterior sobre determinado objeto mantém-se como constante e correto na nossa percepção. Eis um exemplo:

se girarmos um prato para qual o sujeito está olhando, a marca desse objeto na retina mudará, assumindo paulatinamente um caráter oval ou até de um retângulo alongado; mas continuamos por muito tempo a perceber a forma que muda a posição do prato como redondo (...) (LURIA, 1979b, p. 42)

Por fim, a percepção aparece como móvel e dirigível. De acordo com essa característica, a atividade perceptiva está imbricada com a atividade proposta ao homem, com os seus objetivos em determinado momento. Com isso, ao observar um quadro, o homem pode deter-se em elementos referentes ao método, ao conteúdo, aos personagens, entre outros.

### ***Desenvolvimento perceptivo***

O desenvolvimento perceptivo inicia a partir do momento em que a criança entra em contato com o meio externo, ou seja, a partir do seu nascimento.

Nos primeiros meses de vida, a criança não faz distinção entre o "eu" e o "mundo externo". Também não existe para ela um sistema fixo de referência, ou seja, os objetos e as pessoas vêm e vão como se fossem coisas difusas. Tudo e todos são considerados basicamente para saciar a fome ou a sede, prover aconchego, etc. Assim sendo, um dos primeiros canais perceptivos será a própria boca.

Por volta dos quatro meses, as crianças passam a agir sobre o meio a sua volta. Logo, começam a priorizar a utilização da percepção tátil no intuito de manipular os objetos existentes. Aos oito meses a criança está desenvolvendo um sistema de referência ou, como denominava Piaget, a noção de permanência de um objeto ou de uma pessoa. A partir do momento em que o bebê começa a engatinhar ou caminhar, conforme expressam Church e Stone (1972), os movimentos de todo o corpo parecem ser o componente central de sua existência.

Esses podem ser considerados "os primeiros passos" no que se refere ao desenvolvimento perceptivo. Posteriormente, a separação "eu" e "mundo exterior" se efetiva. Da mesma maneira, no decorrer da vida, o indivíduo continua desenvolvendo suas percepções e, conseqüentemente, aprimorando-as.

A seguir, serão apresentadas, sinteticamente, as percepções descritas por Luria (1979b): tátil, visual, espacial, auditiva e temporal.

Percepção tátil: a percepção tátil está

vinculada ao conhecimento do mundo e de objetos que estão a nossa volta. Nesse sentido, para desvendar esses objetos, essa percepção somente possibilita a captação de traços isolados para, posteriormente, congregá-los em uma imagem completa.

Dessa maneira, identificam-se formas simples de sensibilidade cinestésica e da pele como, por exemplo, as sensações da pressão e posição dos membros no espaço e, também, formas complexas de percepção tátil, em que o homem tem a capacidade de apalpar e deduzir um determinado objeto. Para isso, ele necessita utilizar as mãos em movimento realizado, que Luria (1979, p. 50) denomina de "apalpamento ativo do objeto".

Como exemplo transcrevemos as palavras de Luria (1979b, p.50):

Suponhamos que tateamos de olhos fechados um objeto qualquer, uma chave, por exemplo. A princípio temos a impressão de tocarmos algo frio, liso e comprido. Nesta fase podemos supor que tateamos uma haste metálica ou um tubo ou mesmo um lápis metálico. Em seguida, nossa mão se desloca e começa a tatear apenas o anel da chave; o primeiro grupo de suposições é imediatamente afastado mas ainda não sugere uma hipótese nova. Continuamos a tatear e o nosso dedo se coloca no sentido do palhetão da chave com seu corte característico. Aqui distinguimos os pontos mais informativos, a reunião de todos os indícios sucessivamente perceptíveis e então surge a última hipótese: "é uma chave!"; esta hipótese será confirmada pela verificação posterior.

Percepção visual: na percepção visual, devido a anatomofisiologia da visão (estudada anteriormente), o homem percebe determinada imagem no espaço por completo, ou seja, percebe sua complexidade. Nesse sentido, Luria (1981, p. 204) aponta que "a possibilidade de uma extensa síntese simultânea, que permite a percepção de toda uma situação ao mesmo tempo (por exemplo, o exame simultâneo de

um quadro inteiro), constitui fator peculiar à percepção visual".

Assim, em formas simples e já conhecidas, a percepção visual consegue discriminar os indícios e sintetizar momentaneamente a informação. Isso não ocorre quando se está diante de objetos complexos e pouco conhecidos (ou desconhecidos). Nesse caso, necessitamos discriminar os indícios, sintetizá-los, produzir uma hipótese e compará-la com o produto final.

Diante da idéia defendida e comprovada por A. L. Yarbus, psicofisiologista soviético, que o olho imóvel percebe a imagem por um tempo muito curto e que, depois desse período, a imagem passa a ser um campo vazio, alguns pesquisadores dedicaram-se a estudar os movimentos dos olhos. De acordo com Luria (1979b, p. 67) "(...) os fatos mostram que o olho, ao examinar um objeto complexo, nunca se movimenta sobre ele de maneira uniforme mas sempre procura e discrimina os pontos mais informativos que atraem a atenção de quem os examina".

Percepção espacial: existem vários estudos sobre a percepção espacial como, por exemplo, a obra de Barbel Inhelder e Jean Piaget denominada "A representação do espaço na criança" (1993). Contudo, optou-se em enfatizar os apontamentos de Luria (1979b) sobre essa temática.

Segundo o referido autor, a percepção espacial constitui-se como um sistema complexo à medida que está vinculada com o reconhecimento, a análise e a síntese de um espaço assimétrico. Isto quer dizer que se processam e relacionam-se informações de objetos que estão em baixo, em cima, à

esquerda, à direita, próximos, distantes de um ponto de referência fixo (o indivíduo).

Vários mecanismos, já estudados anteriormente, estão relacionados com a percepção espacial. Entre eles, podemos citar os canais semicirculares do ouvido interno, o processamento visual e as áreas parietais do córtex cerebral.

Percepção auditiva: na percepção auditiva, conforme a anatomofisiologia da audição já estudada, o indivíduo passa a perceber "(...) uma sucessão de irritações que ocorrem no tempo" (LURIA, 1979b, p.86). Assim, essa percepção se difere da visual, que retrata a complexidade de um objeto em determinado espaço.

Há dois sistemas, conforme Luria (1979b), que constituem a percepção auditiva: o sistema rítmico-melódico de códigos e o sistema fonemático de códigos.

No primeiro sistema, está determinada a audição musical. Essa assume como função básica, distinguir as relações sonoras altas das relações rítmicas. Em seguida, formar uma síntese melódica e criar sons melódicos referentes ao estado emocional. Por fim, conservar esse sistema rítmico-melódico.

No sistema fonemático de código, está determinada a percepção do discurso sonoro. Nele encontra-se a importância de assimilação do sistema de fonemas (sons) da língua, em nosso caso, portuguesa. Caso não disponha do conhecimento sobre os sistema de fonemas

a audição fica desorganizada e a pessoa que não domina o sistema fonético de uma outra língua não só 'não o entende' como não distingue os traços fonéticos por exemplo, p e b, d e t essenciais para essa língua, noutros termos, 'não escuta' os sons que o compõem (LURIA, 1979b, p. 91)

Percepção temporal: no estudo da percepção do tempo, cabe destacar que são poucas as produções textuais encontradas se forem comparadas com as da percepção espacial.

A percepção temporal apresenta diferentes níveis. As formas mais elementares estão relacionadas com aquilo que são denominadas como "horas biológicas". Como exemplos,

apontamos as pulsações do coração, o surgimento da fome, entre outros.

Já às formas mais complexas correspondem as percepções relacionadas com os "padrões de avaliação do tempo criados pelo homem" (LURIA, 1979b, p.97). Esses padrões ainda podem indicar intervalos breves como os segundos e os minutos, intervalos longos como as horas, os dias, os meses, os anos.



### Atividade Final

A história de Victor do Aveyron, um menino encontrado nas florestas do sul da França, é muito conhecida na área da Educação Especial. Nessa e em outras áreas, vários contrapontos já foram apresentados sobre a proposta de educação desse menino realizada pelo médico Jean Itard.

Considerando esses aspectos, abaixo você encontra um breve trecho da obra "A educação de um selvagem: as experiências pedagógicas de Jean Itard" de Luci Banks-Leite e Izabel Galvão (2000) onde Jean Itard relata o caso. Leia esse trecho e busque relacionar o caso com os estudos realizados nessa unidade. Após, envie seus apontamentos para a biblioteca ou outra ferramenta a ser informada por ocasião da atividade, no ambiente virtual.

(...) Iniciando com a exposição das funções sensoriais do jovem selvagem, o cidadão Pinel apresentou-nos seus sentidos reduzidos a tamanho estado de inércia que aquele desafortunado se encontrava, sob esse aspecto, bem inferior a alguns de nossos animais domésticos; seus olhos sem fixidez, sem expressão, errando vagamente de um objeto para outro, sem nunca se deter em nenhum; tão pouco instruídos aliás, e tão pouco exercitados pelo tato, que não distinguiam um objeto em relevo de um corpo em pintura; o órgão da audição insensível aos mais fortes ruídos bem como à música mais tocante; o da voz reduzido a um estado completo de mudez e só

deixando escapar um som gutural e uniforme; o olfato tão pouco cultivado que recebia com a mesma indiferença o aroma dos perfumes e a exaltação fétida dos lixos de que sua cama estava repleta; enfim, o órgão do tato restringido às funções mecânicas da apreensão dos corpos.

Passando em seguida ao estado das funções intelectuais desse menino, o autor do relatório no-lo apresentou incapaz de atenção (a não ser para os objetos de suas necessidades e, conseqüentemente, de todas as operações da mente acarretadas pela primeira, desprovido de memória, de julgamento e de aptidão para a imitação, e de tal modo limitado nas próprias idéias relativas às suas necessidades que ainda não conseguira abrir uma porta nem subir numa cadeira para alcançar os alimentos que eram levantados fora do alcance de sua mão; enfim, desprovido de qualquer meio de comunicação, não conferindo nem expressão nem intenção aos gestos e aos movimentos de seu corpo, passando com rapidez e sem nenhum motivo presumível de uma tristeza apática às mais imoderadas gargalhadas; insensível a qualquer espécie de afeições morais; seu discernimento não passava de um cálculo de gulodice, seu prazer, uma sensação agradável dos órgãos do gosto, sua inteligência, a suscetibilidade de produzir algumas idéias incoerentes, relativas às suas necessidades; toda a sua existência, numa palavra, uma vida puramente animal (...). (BANKS-LEITE e GALVÃO, 2000, p. 131-132)



UNIDADE

# C

## DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

### **Objetivos da Unidade:**

Após o estudo do conteúdo e a realização das atividades propostas, esperamos que você alcance os seguintes objetivos:

- identifique os aspectos neurofisiológicos da linguagem;
- compreenda o desenvolvimento da linguagem dos indivíduos;
- conheça os principais distúrbios da linguagem.

# Introdução

Esta unidade, "Desenvolvimento da linguagem", apresenta subsídios para sua formação acadêmica e sua atuação profissional, em uma das funções psíquicas superiores mais importantes do homem, e ainda não totalmente conhecida em sua plenitude. Embora ainda não saibamos definitivamente em que momento evolutivo o homem começou a falar, sabemos quais as áreas do cérebro implicadas na linguagem.

Serão apresentados, num primeiro momento, os aspectos neurofisiológicos da linguagem. Esses aspectos são imprescindíveis para compreender o desenvolvimento e os distúrbios da linguagem. Cabe destacar que na primeira unidade do caderno didático já foram trabalhados conceitos relativos a esses aspectos. Portanto, se surgirem algumas dúvidas, você pode revisar o que fora estudado.

Num segundo momento, será abordado o desenvolvimento da linguagem dos indivíduos. Torna-se necessário conhecer esse padrão de desenvolvimento pois em seguida serão estudados os distúrbios da linguagem.

Os distúrbios foram agrupados em distúrbios da linguagem verbal e distúrbios da linguagem escrita que envolve os processos de leitura e escrita. Nos distúrbios da linguagem verbal você estudará as alterações na voz, os problemas de articulação, a mudez, as alterações no ritmo, os atrasos no desenvolvimento da linguagem e as afasias. Nos distúrbios da linguagem escrita, no que concerne ao processo de escrita, você conhecerá a disgrafia, a disortografia, os erros de formulação e sintaxe.

As novas teorias lingüísticas apontam a linguagem como uma forma de interação humana e não mais como um meio, como um instrumento de comunicação. Isto significa que a língua não é apenas um código que transmite ao receptor uma determinada mensagem. Ela é inerente à própria condição humana, pressuposto básico para o processo de desenvolvimento e, por conseguinte, à aprendizagem.

Nesta unidade, lembre-se de buscar sempre relações com seus conhecimentos prévios e suas experiências cotidianas.



# 1 Aspectos neurofisiológicos da linguagem

A linguagem é um fenômeno complexo em que participam áreas corticais e subcorticiais, em que o córtex cerebral certamente tem o papel mais importante. Atualmente, como visto na primeira unidade da disciplina, admite-se que as áreas cerebrais responsáveis pela linguagem estão localizadas no hemisfério esquerdo. Desse modo, elas vêm sendo denominadas de "regiões da linguagem". De acordo com Oliveira (1999), são duas as regiões: região frontal da linguagem e região temporal da linguagem. Observe, novamente, essas regiões na figura abaixo.

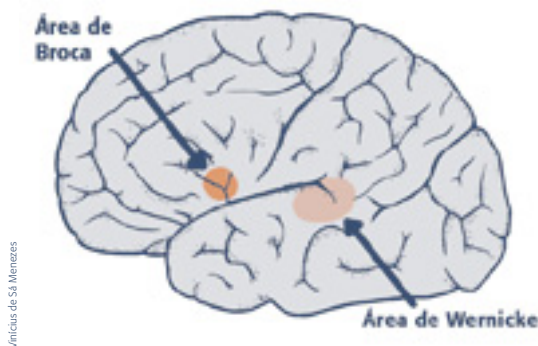


Figura C.1: Áreas da linguagem

A primeira região está localizada no giro pósterolateral do lobo frontal esquerdo. Também é denominada de área de Broca. Ela corresponde à linguagem expressiva e às capacidades para ler, escrever, calcular, entre outras.

A segunda região está localizada no lobo temporal pósterosuperior, logo atrás do ouvido. Ela participa determinantemente na

compreensão da linguagem. Também é conhecida como área de Wernicke.

Ambas as regiões citadas se inter-relacionam, pois estão ligadas por fibras nervosas (fascículo arqueado), através das quais informações para a correta expressão da linguagem passam da área da linguagem compreensiva para a área da linguagem expressiva.

Lesões nas áreas da linguagem têm como conseqüências distúrbios denominados de afasias. Essas alterações de linguagem são atribuídas a lesões de áreas corticais de associação, com integridade (não lesão) das vias sensitivas ou motoras (áreas primárias de projeção) envolvidas na fonação. Na afasia motora ou de expressão, a lesão ocorre na área de Broca - a pessoa tem capacidade de compreensão da linguagem falada ou escrita, porém dificuldades de expressão verbal e, nas afasias sensitivas ou de percepção, a lesão se dá na área de Wernicke, resultando em dificuldades de compreensão da linguagem expressiva.

## ***Desenvolvimento da linguagem***

Antes de se estudar, brevemente, o desenvolvimento da linguagem, torna-se necessário esclarecermos alguns aspectos referentes a ela. Certamente você já aprendeu, nas outras disciplinas, as concepções sobre linguagem e língua advindas de diferentes posições teóricas. Nesta disciplina, ao focar esse conteúdo, abordaremos a linguagem

simplesmente como meio de interação indispensável à convivência social - linguagem entendida como verbal (escrita ou oral) e não-verbal.

Considerando o exposto acima, utilizaremos o que Caturani e Wajnsztejn (1998) apontam como três características fundamentais para o desenvolvimento da linguagem. A primeira refere-se à evolução bioneurológica como, por exemplo, o desenvolvimento adequado da coordenação motora e da postura. A segunda característica vincula-se aos aspectos neurofisiológicos estudados anteriormente. Por fim, a última característica está associada aos estímulos advindos do ambiente em que se encontra o indivíduo.

Assim, apresentando essas características essenciais, o indivíduo, que desde o seu nascimento até a idade adulta estará convivendo em diferentes espaços, compreenderá/atuará nesses espaços referidos através da linguagem. De acordo com Luque e Vila (apud COLL, PALACIOS e MARCHESI, 1995), esse contínuo domínio da linguagem está intrinsecamente relacionado com os avanços apresentados no desenvolvimento global do indivíduo.

Apresenta-se a seguir um quadro relativo à aquisição e ao desenvolvimento da linguagem com comparações com a experiência social e o desenvolvimento cognitivo descrito por Piaget.

### Você Sabia?

Leia sobre a teoria de Jean Piaget nos cadernos didáticos da disciplina de Psicologia da Educação I e III.

	Experiência social e desenvolvimento cognitivo de acordo com Piaget	Aquisição e desenvolvimento da linguagem
Dos 0 aos 2 anos	Relação entre adulto e bebê. Inteligência sensorio-motora.	Dos 0 aos 2 meses as crianças usam o grito e o choro para exprimir suas necessidades. Dos 2 aos 4 meses balbuciam e em torno do 1º ano começam a enunciar as primeiras palavras.
Dos 2 aos 4 anos	Relação com a família. Inteligência pré-operatória.	Enunciado de frases com três ou quatro elementos lingüísticos e domínio de orações simples.
Dos 4 aos 7 anos	Relações na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Inteligência pré-operatória.	Aumento do vocabulário das crianças e aprendizagem da linguagem escrita.
Dos 7 aos 12 anos	Relações diversas (escola, amigos, meios de comunicação, etc.). Operações concretas.	Permanência da utilização da leitura e da escrita e conhecimento das novas linguagens.
Da adolescência à idade adulta	Relações diversas. Operações formais.	Uso contínuo das linguagens verbais e não-verbais.

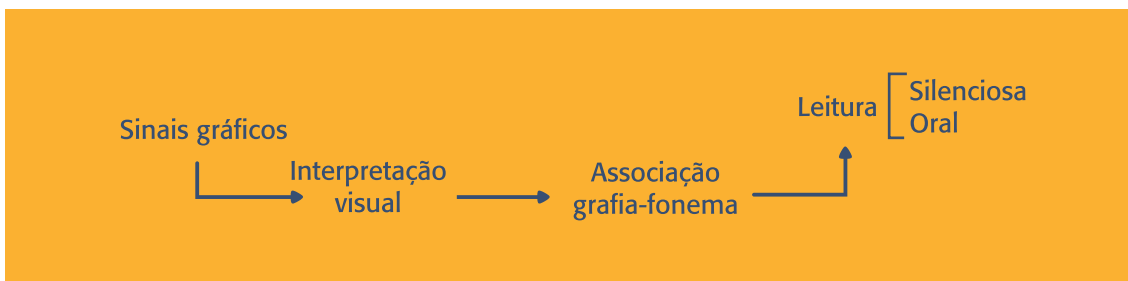
Figura C.2: Adaptado de Luque e Vila (apud COLL, PALACIOS e MARCHESI, 1995, p.153)

Os conceitos de padrões de desenvolvimento da linguagem podem variar entre os diversos autores que estudam o tema, porém deve-se levar em conta, sempre, que esses padrões não podem ser entendidos rigidamente, pois há que considerar as características próprias de cada criança, bem como outros fatores que podem interferir no desenvolvimento da linguagem: condições de nascimento, meio ambiente, relacionamento familiar, estimulação do meio, interação mãe-filho, características culturais, dificuldades de ordem física, etc.

### **O processo de leitura e escrita**

Na área da Educação Especial as pessoas constantemente falam no processo de leitura e escrita. Por isso, nesse item serão apresentados, brevemente, os componentes e as fases constituintes ou operações cognitivas da leitura e da escrita.

Nas palavras de Fonseca (1984, p. 247), a leitura "envolve a descodificação dos símbolos gráficos (grafemas-letras) e a associação interiorizada com componentes auditivos (fonemas), que se lhes sobrepõe e lhes conferem significado". Observe o esquema a seguir:



Nessa definição encontramos os dois componentes da leitura: a descodificação dos sinais gráficos e a compreensão do significado das palavras. A descodificação pode ser denominada como o processo no qual são interpretados os sinais gráficos de uma palavra. Já a compreensão diz respeito ao produto resultante da relação estabelecida entre as informações armazenadas na memória do indivíduo e as encontradas no texto.

Considerando esses componentes, podemos descrever as fases ou estágios da leitura. Os autores Stenberg e Gricorenko (2003) apresentam o reconhecimento da palavra por pista visual como uma das primeiras fases da

leitura. Essa fase ocorre, geralmente, dos dois aos cinco anos. Nela, a criança identifica as palavras por diferentes formas visuais.

A segunda fase, compreende o reconhecimento da palavra por pista fonética. Essa se desenvolve em torno dos cinco aos seis anos de idade. A criança passa a identificar as palavras pelos sons nelas contidos. Segundo Fonseca (1984), a correspondência entre letras e sons mostra o fundamento do sistema alfabético no qual cada letra corresponde a um fonema.

O reconhecimento controlado da palavra corresponde à terceira fase descrita por Stenberg e Gricorenko (2003). Ela se dá,

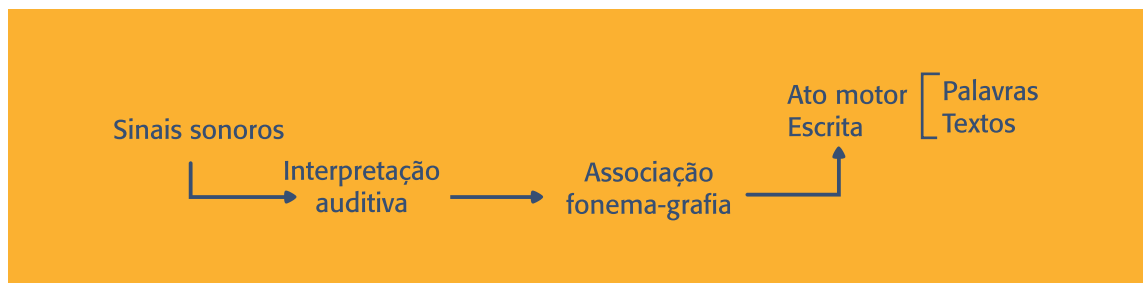
normalmente, dos seis aos sete anos. Nessa fase, as crianças usam tanto pistas fonéticas quanto pistas ortográficas para compreender palavras soltas. Conforme Fonseca (1984), nesse momento, ocorre a integração dos sistemas visual e auditivo.

A quarta fase refere-se ao reconhecimento automático da palavra. Conforme destacam Stenberg e Gricorenko (2003, p. 104), "a automatização é uma parte importante da inteligência, amplamente definida, e exerce um papel importante em muitos tipos de desempenhos competentes". Assim sendo, a automatização das palavras mostra que o indivíduo já construiu a significação de

determinados vocábulos. Diante disso, a criança será capaz de apresentar diferenças na velocidade em que realiza a leitura.

Na leitura de estratégias, última fase, as crianças ou adultos tendem a utilizar diversas estratégias metacognitivas para auxiliar a compreensão e a velocidade da leitura. Nas palavras de Stenberg e Gricorenko (2003), os leitores estratégicos utilizam-se dos seguintes processos mentais: codificação seletiva, combinação seletiva e comparação seletiva.

Utilizando novamente as afirmações de Fonseca (1984), podemos dizer que a escrita compreende a conversão dos fonemas em letras equivalentes. Observe o esquema a seguir:



Nesse sentido, a escrita, assim como a leitura, compreende dois componentes: a codificação tomada como produção de palavras e a composição correspondente à produção de textos.

O referido autor aponta as seguintes operações cognitivas envolvidas no processo de escrita:

- 1° - intenção;
- 2° - formulação de idéias com recurso à linguagem interna, apelando à rememoração das unidades de significação que se desejam expressar;
- 3° - chamada das palavras à consciência (factor semântico);
- 4° - colocação das palavras segundo regras gramaticais (factor sintáxico);
- 5° - codificação com apelo à seqüência das unidades

lingüísticas (relação todo+partes);

6° - mobilização dos símbolos gráficos equivalentes aos símbolos fonéticos (conversão fonema-grafema);

7° - chamada dos padrões motores (conversão visuo-táctilo-quinestésica);

8° - praxia manual e escrita propriamente dita (FONSECA, 1984, p. 251).

Cabe evidenciar que há diversas teorias que explicam a aquisição da leitura e da escrita, muitas delas divergentes entre si. Foi apresentada no item acima, uma das concepções sobre a temática. Entretanto, independente da concepção ou teoria que norteie o trabalho na área, pensamos ser muito esclarecedor e pertinente o que Popovic (1984 *apud* COELHO e JOSÉ, 1999, p.76), afirma:

(...) a fala, a leitura e a escrita não podem ser consideradas como funções autônomas e isoladas, mas sim como manifestações de um mesmo sistema, que é o sistema funcional da linguagem. A fala, a leitura e a escrita resultam do harmônico desenvolvimento e da integração das várias funções que servem de base ao sistema funcional da linguagem desde o início de sua organização.

A seguir, apresentaremos alguns distúrbios relacionados à linguagem verbal e outros relacionados ao processo de leitura e escrita. Convém lembrar que as dificuldades relacionadas à leitura e escrita serão citadas agora, porém aprofundadas na disciplina de Dificuldades de Aprendizagem, num semestre posterior a este.

## 2 Distúrbios da linguagem

Ao abordarmos os distúrbios da linguagem, descreveremos aqueles que tem relação com a linguagem verbal, com a linguagem escrita e com os processos de leitura e escrita.

Nos distúrbios da linguagem verbal selecionamos os ligados às alterações na voz (disfonias ou afonias), aos problemas de articulação (dislalias, disartrias, linguagem tatibitate e rinolalia), às alterações no ritmo (gaguez), aos atrasos no desenvolvimento da linguagem e às afasias.

### **Alterações na voz**

Nos distúrbios referentes às alterações na voz, encontram-se as disfonias e as afonias. As disfonias caracterizam-se pelo comprometimento da fala devido a uma impossibilidade de controlar o mecanismo de produção dos sons. As causas podem ser orgânicas, isto é, com comprometimento do sistema nervoso central, ou funcionais quando decorrem de fatores psicológicos. Entre os exemplos podemos citar a voz anasalada e a voz rouca. Já as afonias compreendem a ausência total da voz por períodos temporários, geralmente ligados a problemas emocionais.

### **Problemas de articulação**

Esses distúrbios podem aparecer de diferentes formas, denominadas a partir das características apresentadas, como: dislalia, disartria, linguagem tatibitate e rinolalia.

A dislalia corresponde "a omissão, substituição, distorção ou acréscimo de sons na palavra falada" (COELHO e JOSÉ, 1999, p.47).

Sua origem pode ser orgânica, no caso de haver comprometimento nos órgãos fono-articulatórios periféricos, tais como, lábio leporino, defeitos na arcada dentária etc., ou funcional, sem comprometimento orgânico e decorrente de articulação alterada de fonemas. As alterações mais comuns são por omissão (não pronuncia alguns fonemas), substituição (troca alguns fonemas por outros) e rotacismo (substitui o r pelo l). Um fator muito importante a ser considerado pelo professor, principalmente pelo educador especial, refere-se à idade em que a maioria das crianças já consegue articular corretamente os fonemas, que acontece ao redor dos 7 anos, quando há maturidade suficiente para produzir todos os sons lingüísticos.

A disartria compreende as dificuldades apresentadas para realizar movimentos na expressão oral. Essa dificuldade ainda provoca distúrbios no ritmo e na entonação. As causas da disartria são neurológicas. Nesse sentido, são conseqüências de lesões no cérebro ou nos músculos responsáveis pela produção de som. Geralmente acompanha os quadros de paralisia cerebral.

A linguagem tatibitate ocorre quando a criança preserva a linguagem infantil. Por isso, considera-se que as origens desse distúrbio sejam emocionais. Um exemplo muito encontrado, como relatam José e Coelho (1999), é o de crianças que ao ganharem um irmão mais novo começam a se expressar através da linguagem tatibitate e acabam voltando a chupar o dedo, além de outras manifestações

de ordem regressiva do ponto de vista emocional. Muitas vezes, os adultos acham "engraçadinho" esta forma de fala e reforçam-na ao se dirigirem às crianças reproduzindo essa maneira de falar ou a expressão infantilizada. Neste distúrbio da articulação, assim como em qualquer outro, a criança nunca deve ser corrigida diretamente, mas sim deve ser repetida a ela a articulação correta da palavra, sem chamar-lhe a atenção para o erro.

Na rinolalia a criança apresenta uma ressonância nasal maior ou menor que a considerada padrão na fala. Ela pode ser conseqüência de problemas nasais, na fissura palatina (encontrada no céu da boca), no lábio fendido, entre outros.

#### ***Alterações no ritmo***

Nesse grupo encontramos a gagueira, também denominada de gaguez, tartamudez ou disfemia. De acordo com Ortega e Ruiz (apud BAUTISTA, 1997, p.89), a gagueira "é uma alteração no ritmo da fala e da comunicação, caracterizada por uma série de repetições ou bloqueios espasmódicos durante a emissão dos discursos".

Os estudos mais recentes apontam causas múltiplas para a gagueira, desde uma etiologia orgânica, passando por causas neurológicas, glandulares, funcionais e psicológicas, o que demonstra que ainda não há clareza quanto ao que causa a gagueira. Sabe-se também que ela costuma acontecer em crianças com idade de 3 e 4 anos (onde é entendida como fisiológica, ou seja, sem conotação de patologia), 7 anos e na puberdade, sendo mais comum em homens do que em mulheres. Assim como nas outras alterações da linguagem, também aqui não se deve criticar ou tentar corrigir diretamente a

criança, o que só fará aumentar sensivelmente a insegurança dela, levando, em alguns casos ao próprio mutismo, ou seja, a criança recusa-se a se expressar oralmente.

#### ***Alterações no desenvolvimento da linguagem***

Aproximadamente, aos três anos, a linguagem verbal da maioria das crianças já se encontra estruturada. Basta lembrar que nesse período de desenvolvimento elas dominam orações simples. Caso isso não ocorra pode-se dizer que a criança apresenta atrasos na linguagem.

Dentre as características do atraso na linguagem, Coelho e José (1999, p.47), destacam "deficiência no vocabulário; deficiência na capacidade de formular idéias; desenvolvimento retardado da estruturação de sentenças".

Apresentam-se como causas da maioria dos atrasos de linguagem, os problemas de audição e, principalmente, os de origem emocional tais como: trauma, uso de diferentes idiomas em casa e na escola, etc. Há que lembrar que o principal fator de estimulação para o desenvolvimento da linguagem ainda é a relação mãe-filho e, na ausência da mãe, aquele que interagir com a criança durante o seu desenvolvimento.

#### ***Afásias***

Nas palavras de Barbizet e Duizabo (1985, p. 35), afasia corresponde "à desordem dos mecanismos psico-sensorial-motores que intervêm na percepção e expressão da linguagem e que se elaboram em uma região limitada do hemisfério dominante".

Outros aspectos referentes às afasias foram abordados no item 3.1 da Unidade B.

Em qualquer alteração da linguagem, o profissional da fonoaudiologia deve ser o indicado para o tratamento, porém o educador especial pode e deve participar no acompanhamento e evolução da criança, minimizando (ou, às vezes, se não agir corretamente, agravando) o problema. Para isso, deve trabalhar em consonância com o profissional da fonoaudiologia.

Quanto aos distúrbios da escrita e da leitura, várias causas podem ser atribuídas, desde causas orgânicas, psicológicas, pedagógicas e socioculturais, que serão devidamente aprofundadas quando do estudo na disciplina Problemas de Aprendizagem. Portanto, destacaremos apenas a disgrafia, a disortografia, e os erros de formulação e sintaxe.

### **Disgrafia**

Na disgrafia, apesar de a criança possuir o órgão sensorial da visão sem comprometimentos, ela demonstra incapacidade de transcrever no plano motor os estímulos visuais. Assim, na escrita, essas crianças apresentam lento traçado das letras, margens mal feitas, espaço irregular entre as palavras, separação inadequada e distorção de letras, etc.

### **Disortografia**

A disortografia corresponde à incapacidade de transcrever a linguagem oral sem erros ortográficos ou sem troca de letras. Contudo, torna-se necessário tomar alguns cuidados uma vez que se entende que nos primeiros anos do Ensino Fundamental essas transcrições são normais, uma vez que ocorrem quando a criança

ainda não alcançou o domínio fonético.

### **Erros de formulação e sintaxe**

Esses distúrbios decorrem da dificuldade apresentada pela criança em transferir o conhecimento oral para a escrita. De acordo com Coelho e José (1999, p. 97),

trata-se de casos em que a criança consegue ler com fluência e apresenta uma linguagem oral perfeita, compreendendo e copiando palavras, mas não consegue escrever(...). Na forma escrita, comete erros que não apresenta na forma falada.

Nos distúrbios da leitura, destaca-se a dislexia.

### **Dislexia**

Embora existam vários estudos sobre essa dificuldade, ainda não existe um consenso entre os autores sobre suas origens, assim como no que se refere às definições ou conceitos. Cruz (1999) refere vários conceitos citando pesquisadores americanos e europeus, dos quais apresentaremos apenas dois desses conceitos. Um bem sintético, de Benson (1981), que diz que "a dislexia é uma incapacidade para aprender a ler" (CRUZ, 1999, p. 156); e outro, bem mais explicativo

(...) dislexia evolutiva ou desenvolvimental se refere aqueles indivíduos que, na inexistência de uma lesão cerebral (pelo menos conhecida), na presença de uma inteligência normal (ausência de um déficit intelectual) e excluindo outros problemas como alterações emocionais severas, um contexto sociocultural desfavorecido, a carência de oportunidades educativas adequadas ou um desenvolvimento insuficiente da linguagem oral, tem dificuldades nos mecanismos específicos de leitura (CITOLER, 1996, apud CRUZ, 1999, p. 157).

Os autores Citoler e Sanz (apud BAUTISTA, 1997) apontam para dois tipos de dislexia. O primeiro tipo, denominado dislexia adquirida,



diz respeito às pessoas que adquiriram durante algum período da vida uma dificuldade de leitura devido a uma lesão cerebral. O segundo tipo, denominado de dislexia evolutiva, compreende as dificuldades de leitura que se desenvolveram lentamente na história de um indivíduo.

Dentre as características apresentadas por uma pessoa com dislexia, podemos citar a lentidão para realizar uma leitura, os problemas de compreensão na leitura, as dificuldades em desenvolver operações matemáticas, as dificuldades em fazer redações, as dificuldades em diferenciar direita e esquerda, etc.



### Atividade Final

Nesta atividade, você deverá realizar a leitura da reportagem "Menor é melhor" (2004) que estará disponível na biblioteca - material do professor ou no endereço: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/sinapse/ult1063u726.shtml>. A partir disso, será organizada uma atividade para discutirmos aspectos do desenvolvimento humano, especificamente, aqueles ligados à área da linguagem. As orientações para realização desta atividade estarão disponíveis no ambiente virtual.



UNIDADE

# D

## **DISTÚRBIOS PSICOMOTORES E O PROCESSO DE LEITURA E ESCRITA**

### **Objetivos da Unidade:**

Após o estudo do conteúdo e a realização das atividades propostas, esperamos que você alcance os seguintes objetivos:

- compreenda noções relativas a psicomotricidade;
- conheça os principais distúrbios psicomotores.

# Introdução

Nesta unidade serão apresentadas algumas noções relativas à psicomotricidade. Essas noções contemplam o conceito de psicomotricidade, as funções psicomotoras e o desenvolvimento psicomotor. Para fins didáticos, o desenvolvimento motor foi descrito através dos seguintes aspectos: coordenação, esquema corporal, lateralidade, estruturação espacial, estruturação temporal, discriminação visual e auditiva. Compreende-se que a partir do nascimento, a criança apresenta potencial para desenvolver-se, porém este potencial não depende apenas da maturação orgânica mas também da interação com o outro. É nesta interação que ela organiza sua imagem corporal, que é a base de seu desenvolvimento motor e

da aprendizagem.

Ainda, serão abordados os principais distúrbios psicomotores, que podem acontecer tanto na criança com deficiência, como naquela sem deficiência. Esses distúrbios também foram divididos em distúrbios do esquema e imagem corporal, distúrbio da estruturação espacial, distúrbio da estruturação temporal, distúrbio da discriminação visual e auditiva e distúrbio da lateralidade.

Convém ressaltar que esta subunidade apresenta diferenças com relação ao programa da disciplina. Essas modificações foram realizadas para melhor contemplar as abordagens dos autores utilizados como, por exemplo, Jean Le Boulch e Gislene de Campos Oliveira.

# 1 Conceito de psicomotricidade

Podemos iniciar esta conversa reconhecendo a diferença existente sobre os termos motricidade e psicomotricidade. O primeiro, caracteriza-se pela capacidade neurofisiológica que o homem tem para realizar determinado movimento, ou seja, deslocar um corpo ou objeto no espaço. Já o segundo, relaciona o movimento humano à aprendizagem. Isso quer dizer que a ação de deslocar um corpo ou objeto alia-se ao pensamento caracterizando a existência de funções neurofisiológicas e psíquicas.

relação. A psicomotricidade é um nó que ata psiquismo e movimento até confundi-los entre si em uma relação de implicações e expressões mútuas.

Nesse sentido, apontamos a necessidade de fazer algumas considerações sobre psicomotricidade. Sabemos que, inicialmente, a psicomotricidade estava relacionada com uma reeducação. Isso significava trabalhar com patologias, com as deficiências apresentadas pelas crianças. Atualmente, a abordagem defendida por alguns pesquisadores é a educação psicomotora. Assim, conforme Le Boulch (1982, p.13)

a educação psicomotora concerne uma formação de base indispensável a toda criança que seja 'normal' ou 'com problemas'. Responde a uma dupla finalidade: assegurar o desenvolvimento funcional tendo em conta possibilidades da criança e ajudar sua afetividade a expandir-se e a equilibrar-se através do intercâmbio com o ambiente humano.



Venícios de S.S. Menezes

**Figura D.1:** Atividades psicomotoras como estímulo para a aprendizagem

Diante disso, Mora e Palácios (1995, p.39) destacam que

a psicomotricidade é ao mesmo tempo fonte de conhecimento e expressão dos conhecimentos que já se tem, meio de gerar vivências e emoções através da relação e expressão de vivências e emoções na

## ***Funções psicomotoras***

Estudando a educação psicomotora, defendida por Jean Le Boulch em sua obra "O desenvolvimento psicomotor: do nascimento aos seis anos" (1982) encontram-se dois grupos de funções psicomotoras: a função de ajustamento e as funções gnósicas.

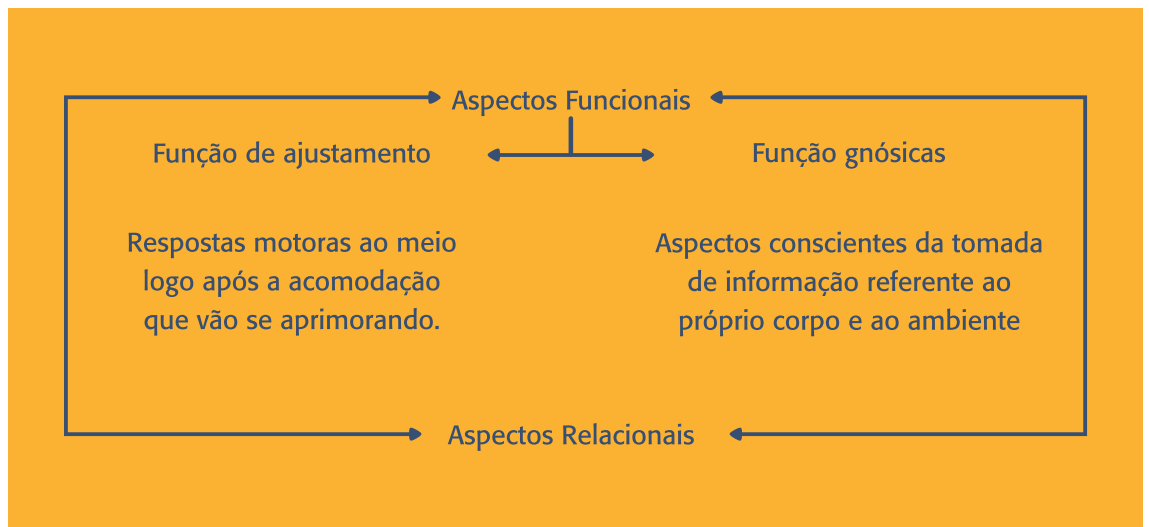
Na função de ajustamento, torna-se necessário revisar os estudos de Jean Piaget. Nesses, encontra-se o conceito de adaptação que envolve dois processos indissociáveis e complementares: a assimilação e a acomodação. Na assimilação, o homem transforma o meio externo a fim de satisfazer

suas necessidades. Na acomodação, o homem modifica suas estruturas para atuar no meio externo. Dessa maneira, Le Boulch (1982, p. 28) aponta como ajustamento "o aspecto que toma a acomodação logo que dá a resposta motora às solicitações do meio".

Nas funções gnósicas temos os aspectos

conscientes na tomada de informação. Esses aspectos dizem respeito à organização das informações do ambiente externo e do próprio corpo.

Observe o quadro seguinte que referenda essas funções psicomotoras:



**Figura D.2:** Funções psicomotoras segundo Le Boulch.

Adaptado de: LE BOULCH, Jean. O desenvolvimento psicomotor: do nascimento aos 6 anos. Tradução Ana Guardiola Brizolara. Porto Alegre: Artes Médicas, 1982, p. 32.

### ***Desenvolvimento psicomotor***

Considerando as funções psicomotoras analisadas acima, no desenvolvimento psicomotor torna-se necessário observarmos, brevemente, alguns aspectos como: coordenação global, fina e óculo-manual, esquema corporal, lateralidade,

estruturação espacial, estruturação temporal e discriminação visual e auditiva. Esses aspectos foram abordados no livro "Psicomotricidade: educação e reeducação num enfoque psicopedagógico"(2002) da autoria de Gislene de Campos Oliveira.



**Figura D.3:** A relação corpo e meio no desenvolvimento psicomotor

### **Coordenação**

Nos aspectos referentes à coordenação, pode-se dizer que ela se divide em global, fina e óculo manual. A coordenação global corresponde às atividades realizadas por grandes músculos como, por exemplo, andar. A coordenação fina refere-se às habilidades manuais. Nela, encontra-se a coordenação óculo-manual, na qual a visão e as mãos atuam juntas. Como exemplo temos a escrita, que só é possível através do desenvolvimento dessa coordenação.

### **Esquema corporal**

O esquema corporal revela a importância do corpo na relação com o próprio eu, com os outros, e com o mundo. De acordo com Oliveira

(2002, p.51) "o corpo é o ponto de referência que o ser humano possui para conhecer e interagir com o mundo".

Assim, o conceito de esquema corporal é uma representação mental construída a partir das experiências vivenciadas pela criança com o próprio corpo e as possibilidades de expressar-se por meio dele. Nessa construção, a criança acaba criando uma imagem corporal através de percepções internas e externas e do relacionamento com os outros.

Diante disso, através de Le Boulch (apud OLIVEIRA, 2002), podemos identificar três estágios no desenvolvimento do esquema corporal: o corpo vivido (até os 3 anos), o corpo percebido ou descoberto (dos 3 aos 7 anos) e o corpo representado (dos 7 aos 12 anos).

No primeiro estágio, a criança entendendo os objetos do mundo como extensão de seu próprio corpo busca conhecê-los. Inicialmente, explora esses objetos através dos sentidos e dos atos motores simples. Posteriormente, com o desenvolvimento de atos motores mais complexos, a criança constrói a imagem de que seu corpo é diferente do mundo ao seu redor. Esses são os primeiros passos para a construção da imagem corporal.

No estágio do corpo percebido, a criança, compreendendo a separação entre seu corpo e o mundo, busca conhecer características do próprio corpo através de experiências perceptivas. Isso possibilita que suas interações com o mundo se dêem através de movimentos cada vez mais conscientes.

No último estágio, a criança desenvolve a capacidade de representar mentalmente seu próprio corpo. Assim sendo, conhece suas características e consegue controlar seus

próprios movimentos no meio social.

### ***Lateralidade***

Conforme as palavras de Oliveira (2002, p.62), "a lateralidade é a propensão que o ser humano possui de utilizar preferencialmente mais um lado do corpo do que o outro em três níveis: mão, olho e pé". Nesse sentido, o lado que se apresentar dominante nesses níveis terá como características essenciais a força muscular, a precisão e a rapidez.

### ***Estruturação espacial***

Nesse momento, torna-se importante destacar que espaço e tempo são conceitos indissociáveis. Piaget (apud OLIVEIRA, 2002, p.85) já descrevia: "o espaço é um instantâneo tomado sobre o curso do tempo e o tempo é o espaço em movimento". Assim, os estudos apenas separam essas duas esferas para compreender melhor seus fundamentos.

As pessoas se situam no meio onde vivem e estabelecem relações através do espaço. Dessa maneira, a estruturação espacial pode ser considerada uma aprendizagem, uma construção mental "que se opera através de seus movimentos em relação aos objetos que estão em seu meio" (OLIVEIRA, 2002, p. 77).

Dentre as aprendizagens, destaca-se como essenciais para estruturação/organização

espacial a imagem corporal e a lateralidade bem desenvolvidas. Ambas possibilitam que a criança transcenda o corpo como meio de referência para buscar relações com outros pontos. Além disso, configura-se como importante a memória espacial que permite lembrar aquilo que está faltando em determinado lugar. Dessa maneira, ao final, a criança é capaz de compreender as relações espaciais "tão importante para que se situe e se movimente em seu meio ambiente" (OLIVEIRA, 2002, p.81).

### ***Estruturação temporal***

Assim como no espaço, as pessoas também se inserem no tempo que acaba mostrando momentos de mudança. Essa estruturação temporal também necessita ser construída mentalmente.

Por isso, entre os conceitos que vão sendo aprendidos no decorrer do desenvolvimento infantil, indispensáveis para a orientação temporal, estão a simultaneidade de movimentos, a ordem e a seqüência dos movimentos, a duração dos intervalos (tempo longo ou tempo curto; tempo subjetivo ou tempo objetivo); a renovação de períodos como os dias e as estações e o ritmo. Esse último, envolvendo o tempo e o espaço, possibilita o movimento.



***Discriminação visual e auditiva***

Tanto a discriminação visual quanto a auditiva são essenciais para a aprendizagem da leitura e da escrita. Na discriminação visual, primeiramente, é importante que a criança construa "um padrão de impulsos neurológicos que a capacitará a controlar este mecanismo visão com precisão" (OLIVEIRA, 2002, p. 100). Mas, ainda necessitará desenvolver a memória visual a fim de recordar os símbolos visuais

utilizados. Com esses requisitos, a criança terá condições de atingir a organização visual.

Na discriminação auditiva, esses requisitos, acuidade auditiva e memória auditiva, também aparecem. O primeiro refere-se à capacidade de discriminar os sons existentes na língua. Já o segundo diz respeito à capacidade de recordar as palavras. A discriminação auditiva aparece relacionada, principalmente, com a escrita e com o ditado.

## 2 Distúrbios do esquema e imagem corporal

Diante de um distúrbio do esquema e imagem corporal, a criança apresentará comprometimentos relativos ao conhecimento do próprio corpo. Assim, ela poderá sentir muita dificuldade na realização de gestos simples como abotoar a própria roupa.

Sabendo que o esquema corporal é indispensável na organização espaço-temporal, também poderá mostrar perturbações nessa organização. Por exemplo, as crianças que não

conseguem distinguir o que está em cima e o que se encontra embaixo.

Esses problemas podem instigar outros no desenvolvimento da linguagem e na relação com os outros. Como exemplo destacam-se as palavras de Oliveira (2002, p. 62): "na escrita (...) pode não se dispor bem e nem obedecer aos limites de uma folha, não conseguir trabalhar com vírgulas, pontos, nem armar corretamente contas de somar."

### 3 Distúrbios na estruturação espacial

Pessoas com distúrbios na estruturação espacial podem apresentar inúmeras dificuldades que são descritas por De Meur, Staes, Le Boulch e Santos (apud OLIVEIRA, 2002). Essas dificuldades apresentam-se bastante relacionadas com a aprendizagem da leitura e da escrita.

Entre elas destacamos: as dificuldades de assimilar ou reconhecer as posições de termos

espaciais como, por exemplo, o não reconhecimento da direção de letras como "b" e "d"; a falta de memória espacial que ocasiona o esquecimento ou a confusão entre significado e letra; dificuldade de compreender relações espaciais como o tamanho e a quantidade de determinada substância, constantes esbarrões com objetos, entre outros.

## 4 Distúrbios na estruturação temporal

Entre as dificuldades apontadas por Oliveira (2002), apresentam-se: a dificuldade na organização do tempo; a falta de um padrão rítmico constante e, conseqüentemente, a falta de coordenação nos movimentos.

Existem também as dificuldades relacionadas diretamente com a leitura e a escrita. Elas correspondem à não-percepção de intervalos de tempo, ou seja, dos espaços existentes entre as palavras; a confusão para ordenar letras ou sílabas; o esquecimento do valor sonoro das letras.

Além dessas dificuldades, Kephart (apud OLIVEIRA, 2002) aborda aquelas onde estão desenvolvidas apenas a organização temporal ou a organização espacial. Na primeira, em que a criança é organizada no tempo e não no espaço, ela apresenta uma leitura lenta e, constantemente, fica presa ao contexto. Na segunda, em que o que está presente é apenas a organização do espaço, a criança mostrará imensa dificuldade para compreender o que está sendo lido ou para escrever em determinada seqüência.

## 5 Distúrbios na discriminação visual e auditiva

As dificuldades decorrentes da discriminação visual e auditiva apresentam-se, especialmente, na aprendizagem da escrita e da leitura. Assim, temos na discriminação visual a confusão de letras simétricas ou parecidas como "b" e "d", "h" e "b"; uma leitura lenta e, muitas vezes,

desordenada à medida que a criança não consegue manter os olhos numa mesma direção na leitura. Na discriminação auditiva pode aparecer o esquecimento dos sons que as letras representam ou a confusão de letras pelos seus sons como, por exemplo, "p" e "b".

## 6 Distúrbios da lateralidade

Como visto anteriormente, o ser humano tem a propensão de apresentar um lado mais dominante nos níveis mão, olho e pé. Se essa condição for alterada, temos a lateralidade cruzada. Nesse distúrbio, a criança pode apresentar, por exemplo, mão direita dominante e pé esquerdo dominante. Isso acarretará alguns

problemas como: comprometimento na leitura e na escrita, dificuldades na coordenação fina, dificuldades na discriminação visual, dificuldades de estruturação espacial, aparecimento de sincinesias, problemas afetivos, entre outros.

**Atividade Final**

Realize esta atividade em grupos de até cinco componentes. Construa um texto de até duas laudas justificando a relação entre psicomotricidade e aprendizagem. A produção deverá ser postada no ambiente virtual, em prazo estipulado durante o desenrolar da disciplina.

# Referências

## Referências Bibliográficas

- BANKS-LEITE, Luci e GALVÃO, Izabel (orgs.). **A educação de um selvagem**: as experiências pedagógicas de Jean Itard. São Paulo: Cortez, 2000.
- BARBIZET, J. e DUIZABO, Ph. **Manual de Neuropsicologia**. Porto Alegre: Artes Médicas; São Paulo: Masson, 1985.
- BATSHAW, Mark L. e PERRET, Yvonne M. **Criança com deficiência**: uma orientação médica. Tradução de T. M. Male. São Paulo: Maltese, 1990.
- BAUTISTA, Rafael (coord.). **Necessidades educativas especiais**. Tradução de Ana Escoval. 2 ed. Lisboa, Portugal: Dinalivro, 1997.
- CASANOVA, Jordã Peña. **Manual de Fonoaudiologia**. Tradução de Alda Leite Rodriguez. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.
- CATURANI, Alessandra Bernardes e WAJNSZTEJN (orgs.). **Neurologia**: uma visão interdisciplinar na aprendizagem. São Paulo: Olavobrás, 1998.
- CHURCH, Joseph e STONE, Joseph. **Infância e adolescência**. 2 ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1972.
- COELHO, Maria Teresa e JOSÉ, Elisabete da Assunção. **Problemas de aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1999.
- COLL, César, PALACIOS, Jesús e MARCHESI, Alvaro (orgs.). **Desenvolvimento psicológico e educação: Psicologia Evolutiva**. Tradução de Marcos <sup>a</sup> G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. v.1.
- CRUZ, Vítor. **Dificuldades de aprendizagem**: fundamentos. Porto, Portugal: Porto Editora, LDA, 1999.
- \_\_\_\_\_. **Aprender a aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- FONSECA, Vítor da. **Uma introdução às dificuldades de aprendizagem**. Lisboa: Editorial Notícias, 1984.
- GALLAGHER, James J. e KIRK, Samuel A. **Educação da criança excepcional**. Tradução de Marília Zanella Sanvicente. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- HURTADO, Johann G. G. Melcherts. **Glossário básico de psicomotricidade e ciências afins**. Curitiba: Educa/Editer, 1983.
- LE BOULCH, Jean. **O desenvolvimento psicomotor: do nascimento aos 6 anos**. Tradução de Ana Guardiola Brizolara. Porto Alegre: Artes Médicas, 1982.
- LURIA, Aleksandr Romanovich. **Fundamentos de Neuropsicologia**. Tradução de Juarez Aranha Ricardo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981.
- \_\_\_\_\_. **Curso de Psicologia Geral**: introdução evolucionista à Psicologia. Tradução de Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979a, v.1.



\_\_\_\_\_. **Curso de Psicologia Geral:** sensações e percepções - Psicologia dos processos cognitivos. Tradução de Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979b, v. 2.

\_\_\_\_\_. **Curso de Psicologia Geral:** atenção e memória. Tradução de Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979c, v. 3.

\_\_\_\_\_. **Curso de Psicologia Geral:** linguagem e pensamento. Tradução de Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979d, v. 4.

MACHADO, Angelo. **Neuroanatomia funcional.** 2 ed. São Paulo: Ateneu, 2005.

OLIVEIRA, Gislene de Campos. **Psicomotricidade:** educação e reeducação num enfoque psicopedagógico. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

OLIVEIRA, Maria Aparecida Domingues de. **Neurofisiologia do comportamento:** uma relação entre o funcionamento cerebral e as manifestações comportamentais. Canoas: Ed. ULBRA, 1999.

\_\_\_\_\_. **Neuropsicologia básica.** Canoas: Ed. ULBRA, 2005.

PIAGET, Jean e INHELDER, Barbel. **A representação do espaço na criança.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

SCHWARTZMAN, José Salomão. **Transtorno de déficit de atenção.** São Paulo: Mackenzie, 2001.













