

Fundamentos da Neurofisiologia e Neuropsicologia

KEVIN DANIEL DOS SANTOS LEYSER



FUNDAMENTOS DA NEUROFISIOLOGIA E NEUROPSICOLOGIA

Prof. Kevin Daniel dos Santos Leyser



2018



Copyright © UNIASSELVI 2018

Elaboração:

Prof. Me. Kevin Daniel dos Santos Leyser

Revisão, Diagramação e Produção:

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

159

L685f Leyser, Kevin Daniel dos Santos

Fundamentos de neurofisiologia e neuropsicologia / Kevin Daniel dos Santos Leyser. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

297 p. : il.

ISBN 978-85-515-0149-8

1. Psicologia – outros aspectos.

I. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.

APRESENTAÇÃO



O presente livro de estudos tem como objetivo compreender os princípios básicos do funcionamento cerebral, conhecendo a natureza das bases neurofisiológicas e neuropsicológicas dos comportamentos humanos simples e complexos, assim como conhecer o campo de estudo, questões práticas e aplicações clínicas da neuropsicologia. O intuito é proporcionar um contato com os principais tópicos, autores, obras, além dos instrumentos necessários, não apenas para acompanhar a disciplina ofertada, mas também para os estudos autônomos posteriores.

Na Unidade 1, Introdução à neuropsicologia, neurofisiologia e neuroanatomia, apresentamos, no primeiro tópico, a disciplina de neuropsicologia, com suas ramificações e áreas de investigação e aplicações. A neuropsicologia será contextualizada historicamente, assim como se fará esclarecimentos sobre questões conceituais centrais desta área do conhecimento científico. Entre as principais ramificações, exploraremos a neuropsicologia clínica, a experimental, a comparada e a cognitiva. No segundo tópico, introduziremos a neurofisiologia básica. Nele, explorar-se-á o sistema nervoso, suas principais divisões e as células no sistema nervoso. Em detalhes será analisado o neurônio, o axônio e a mielinização, os tipos de neurônios e as células gliais. Além disso, será também foco do segundo tópico a comunicação entre os neurônios, ou seja, o potencial de ação, a neurotransmissão e os neurotransmissores. O terceiro tópico da primeira unidade focará a neuroanatomia básica. O acadêmico conhecerá mais sobre o desenvolvimento do sistema nervoso central, a medula espinal, o tronco encefálico, o cerebelo, o córtex cerebral, os nervos cranianos, o sistema ventricular e as artérias do cérebro, sistemas sensoriais e motores, assim como as lesões e o funcionamento cerebral.

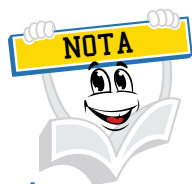
Na Unidade 2, Neuropsicologia e neurofisiologia do desenvolvimento, o objetivo central é conduzir o leitor e estudante desta disciplina ao conhecimento neuropsicológico e neurofisiológico aplicado ao desenvolvimento humano de 0 a 18 anos de idade. Para isso, a unidade será dividida em três tópicos. O primeiro vai explorar a pesquisas atuais da área aplicada ao desenvolvimento neuropsicológico e neurofisiológico de recém-nascidos e da primeira infância (0 a 3 anos de idade). O mesmo será feito nos próximos tópicos, sendo o segundo focado na segunda infância e na terceira infância, 3 anos a 5 anos de idade e 6 anos a 11 anos de idade, respectivamente. O terceiro tópico, portanto, focará no desenvolvimento de adolescentes, de 12 a 18 anos de idade.

A Unidade 3, Questões práticas na neuropsicologia escolar, tem como objetivo delimitar a investigação neuropsicológica e neurofisiológica em uma área específica, o estudo e, especificamente, a prática da psicologia escolar.

No primeiro tópico serão esclarecidos os princípios neuropsicológicos da prática da psicologia escolar, introduzindo assim as principais teorias que embasam esta prática atual. No segundo tópico, o foco se voltará para a avaliação e a intervenção neuropsicológica escolar. Faremos um resgate evolutivo e histórico dos instrumentos avaliativos e de seus referenciais teóricos, analisando seus pontos fortes e fracos. Finalmente, no terceiro tópico, exploraremos a colaboração em neuropsicologia escolar com o lar, a escola e outros profissionais. O intuito é apresentar a complexidade real da prática da neuropsicologia escolar, que para ser efetiva precisa colaborar com todos os atores da comunidade escolar.

Desejamos uma boa jornada a todos, rumo à edificação da educação e sucesso frente aos desafios intelectuais, práticos, éticos e pessoais proporcionados pelo estudo dos Fundamentos da Neurofisiologia e da Neuropsicologia.

Prof. Me. Kevin Daniel dos Santos Leyser



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, *tablet* ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



Olá acadêmico! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, a Uniasselvi disponibiliza materiais que possuem o código *QR Code*, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de *QR Code*. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!



BATE SOBRE O PAPO ENADE!



Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o **ENADE**?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades.



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE.



Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.



Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas.



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE!



SUMÁRIO

UNIDADE 1 – INTRODUÇÃO À NEUROPSICOLOGIA, NEUROFISIOLOGIA E NEUROANATOMIA.....	1
TÓPICO 1 – A DISCIPLINA DA NEUROPSICOLOGIA.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 RAMIFICAÇÕES DA NEUROPSICOLOGIA.....	4
3 NEUROPSICOLOGIA COMPARADA.....	5
4 QUESTÕES CONCEITUAIS.....	7
5 O CONTEXTO HISTÓRICO.....	8
6 A NEUROPSICOLOGIA CLÍNICA.....	11
7 A NEUROPSICOLOGIA EXPERIMENTAL.....	14
8 A NEUROPSICOLOGIA COGNITIVA.....	17
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
RESUMO DO TÓPICO 1.....	19
AUTOATIVIDADE.....	20
TÓPICO 2 – NEUROFISIOLOGIA BÁSICA.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 O SISTEMA NERVOSO E SUAS PRINCIPAIS DIVISÕES.....	21
3 CÉLULAS NO SISTEMA NERVOSO.....	22
4 O NEURÔNIO.....	23
5 O AXÔNIO E A MIELINIZAÇÃO.....	28
6 DIFERENTES TIPOS DE NEURÔNIOS.....	29
7 CÉLULAS GLIAIS.....	31
7.1 ASTRÓCITOS (ASTRÓGLIA).....	32
7.2 OLIGODENDRÓCITOS (OLIGODENDRÓGLIA).....	33
7.3 CÉLULAS MICROGLIAIS.....	33
7.4 CÉLULAS DE SCHWANN.....	33
8 COMO OS NEURÔNIOS SE COMUNICAM I: O POTENCIAL DE AÇÃO.....	34
8.1 O POTENCIAL DE MEMBRANA.....	35
8.2 DEPOLARIZAÇÃO E HIPERPOLARIZAÇÃO.....	35
8.3 COMO O IMPULSO NERVOSO É TRANSMITIDO?.....	37
9 COMO OS NEURÔNIOS SE COMUNICAM II: NEUROTRANSMISSÃO.....	37
9.1 A SINAPSE.....	38
10 O QUE É UM NEUROTRANSMISSOR?.....	39
11 TIPOS DE NEUROTRANSMISSOR.....	40
11.1 ACETILCOLINA.....	41
11.2 MONOAMINAS (AMINAS BIOGÊNICAS).....	41
11.3 GLUTAMATO.....	41
11.4 ÁCIDO γ-AMINO BUTÍRICO.....	42
11.5 GLICINA.....	42
12 RECAPTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS NEUROTRANSMISSORES.....	42
13 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
RESUMO DO TÓPICO 2.....	44
AUTOATIVIDADE.....	45

TÓPICO 3 – NEUROANATOMIA BÁSICA.....	47
1 INTRODUÇÃO	47
2 TERMOS POSICIONAIS.....	48
3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL	51
4 MEDULA ESPINAL	52
4.1 NERVOS ESPINAIS.....	54
5 TRONCO ENCEFÁLICO.....	55
5.1 O BULBO (MEDULA OBLONGA).....	56
5.2 A PONTE (PONS).....	57
5.3 MESENCÉFALO	57
5.4 DIENCÉFALO	58
6 CEREBELO	59
7 CÓRTEX CEREBRAL	59
7.1 FISSURAS E SULCOS	60
7.2 LOBOS DO CÉREBRO	60
7.2.1 Função do lobo frontal.....	62
7.2.2 Função do lobo temporal.....	62
7.2.3 Função do lobo parietal	63
7.3 GÂNGLIOS BASAIS (NÚCLEOS DA BASE)	64
7.4 SISTEMA LÍMBICO.....	66
8 ORGANIZAÇÃO DO CÓRTEX CEREBRAL.....	67
8.1 AS SEIS CAMADAS DO CÓRTEX.....	68
8.2 COLUNAS DO CÓRTEX.....	70
8.3 CONEXÕES CORTICOCORTICAIS, TALAMOCORTICAIS E ÁREAS DE ASSOCIAÇÃO	70
9 NERVOS CRANIANOS	73
10 COBRINDO O CÉREBRO.....	74
11 SISTEMA VENTRICULAR.....	74
12 ARTÉRIAS DO CÉREBRO.....	76
13 LESÕES E O MAU FUNCIONAMENTO CEREBRAL.....	77
14 SISTEMAS SENSORIAIS E MOTORES	80
14.1 SISTEMA VISUAL	80
14.1.1 O olho e além.....	81
14.1.2 Núcleo geniculado lateral.....	82
14.1.3 Colículo Superior e a Área pré-tectal (pretectum).....	84
14.1.4 Dano à via visual	84
14.1.5 Córtex visual primário.....	85
14.1.6 Teorias do funcionamento do sistema visual	87
14.2 SISTEMA AUDITIVO	90
14.3 SISTEMA SOMATOSSENSORIAL.....	92
14.4 SISTEMA GUSTATIVO.....	93
14.5 SISTEMA OLFATIVO	94
14.6 SISTEMA MOTOR.....	95
14.6.1 Sistema motor periférico.....	95
14.6.2 Sistema motor central.....	96
14.6.3 O córtex e o movimento.....	96
LEITURA COMPLEMENTAR.....	97
RESUMO DO TÓPICO 3.....	103
AUTOATIVIDADE	104

UNIDADE 2 – NEUROPSICOLOGIA E NEUROFISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO.....	105
TÓPICO 1 – DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DE RECÉM-NASCIDOS E DA PRIMEIRA INFÂNCIA (0 A 3 ANOS)	107
1 INTRODUÇÃO.....	107
2 PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO E REFLEXOS BÁSICOS.....	108
2.1 DESENVOLVIMENTO CEREBRAL E CRESCIMENTO FÍSICO.....	109
2.2 SENSACÃO E PERCEPÇÃO.....	110
3 PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO EMOCIONAL E DE APEGO	111
3.1 ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO EMOCIONAL.....	112
3.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO EMOCIONAL	114
4 DESENVOLVIMENTO SOCIAL.....	114
4.1 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL	115
4.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL	118
5 DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM.....	118
5.1 ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM.....	119
5.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM.....	121
6 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO.....	122
6.1 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO COGNITIVOS.....	123
6.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO	127
7 MENSURANDO O COMPORTAMENTO DO NEONATO E DA PRIMEIRA INFÂNCIA	127
7.1 EXAMES DO ESTADO DE NEONATOS	128
7.2 AVALIAÇÕES DE RASTREAMENTO E DESENVOLVIMENTO	129
7.3 QUESTÕES NO DESENVOLVIMENTO	129
7.4 PREMATURIDADE	129
7.5 NUTRIÇÃO E PROBLEMAS DE ALIMENTAÇÃO	130
7.6 SÍNDROME DA MORTE SÚBITA INFANTIL	131
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
RESUMO DO TÓPICO 1.....	133
AUTOATIVIDADE	134
TÓPICO 2 – DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DA SEGUNDA INFÂNCIA (3 A 5 ANOS) E DA TERCEIRA INFÂNCIA (6 A 11 ANOS)	135
1 INTRODUÇÃO.....	135
2 DESENVOLVIMENTO FÍSICO E CRESCIMENTO DO CORPO	136
2.1 DESENVOLVIMENTO MOTOR	137
2.2 DESENVOLVIMENTO CEREBRAL	137
3 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO.....	138
3.1 FUNÇÃO EXECUTIVA.....	138
3.2 REPRESENTAÇÃO E TEORIA DA MENTE	139
3.3 DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM.....	140
4 AUTOCONCEITO E DESENVOLVIMENTO SOCIAL.....	141
4.1 REGULAÇÃO EMOCIONAL.....	142
4.2 COMPORTAMENTO AGRESSIVO E PROSOCIAL.....	142
4.3 PRONTIDÃO ESCOLAR E DESENVOLVIMENTO NA SEGUNDA INFÂNCIA	143
5 ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E PERÍODOS SENSÍVEIS DA TERCEIRA INFÂNCIA.....	144
6 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM E PERÍODOS SENSÍVEIS DA TERCEIRA INFÂNCIA	146

7 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO MOTOR E PERÍODOS SENSÍVEIS.....	148
8 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E PERÍODOS SENSÍVEIS	149
9 PROBLEMAS DE SAÚDE.....	150
10 QUESTÕES EDUCATIVAS	152
11 RELACIONAMENTOS FAMILIARES E COM PARES	155
RESUMO DO TÓPICO 2.....	158
AUTOATIVIDADE	160

TÓPICO 3 – DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO	
DO ADOLESCENTE (12 A 18 ANOS).....	161
1 INTRODUÇÃO	161
2 O CÉREBRO EM DESENVOLVIMENTO MALEÁVEL	161
3 MUDANÇAS NOS LOBOS FRONTAIS DURANTE A ADOLESCÊNCIA.....	163
4 MUDANÇAS EM OUTRAS PARTES DO CÓRTEX	164
5 ESTRUTURAS ENVOLVIDAS NA REATIVIDADE EMOCIONAL E	
COMPORTAMENTOS DE RISCO	165
5.1 VOLUME DA SUBSTÂNCIA BRANCA E O DESENVOLVIMENTO PSICOLÓGICO	
DURANTE A ADOLESCÊNCIA	167
6 DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO ADOLESCENTE E COMPORTAMENTOS	
TÍPICOS ADOLESCENTES.....	171
6.1 DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO ADOLESCENTE E OS TRANSTORNOS	
PSICOLÓGICOS.....	172
6.2 QUESTÕES DE MEDICAÇÃO E O CÉREBRO ADOLESCENTE	173
6.3 DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO ADOLESCENTE E O USO DE DROGAS	174
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
RESUMO DO TÓPICO 3.....	180
AUTOATIVIDADE	181

UNIDADE 3 – QUESTÕES PRÁTICAS EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR.....	183
--	------------

TÓPICO 1 – PRINCÍPIOS NEUROPSICOLÓGICOS E A PRÁTICA DA	
PSICOLOGIA ESCOLAR.....	185
1 INTRODUÇÃO	185
2 AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM NA INFÂNCIA	186
2.1 CRIANÇAS COM CONDIÇÕES MÉDICAS E O DESEMPENHO ESCOLAR	187
2.2 AUMENTO DO USO DE MEDICAMENTOS COM CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR	189
2.3 AUMENTO DO NÚMERO DE PROBLEMAS EDUCACIONAIS E COMPORTAMENTAIS	
DESAFIADORES NAS ESCOLAS.....	190
3 A NECESSIDADE DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA NAS ESCOLAS	192
3.1 UTILIDADE LIMITADA DE ALGUNS RELATÓRIOS NEUROPSICOLÓGICOS	192
4 INFLUÊNCIAS HISTÓRICAS DA NEUROPSICOLOGIA CLÍNICA E PEDIÁTRICA.....	194
4.1 ESTÁGIO DA ABORDAGEM DE TESTE ÚNICO.....	195
4.2 ESTÁGIO DA BATERIA DE TESTES/ESPECIFICAÇÃO DA LESÃO	196
4.2.1 Contribuições de Halstead-Reitan à Neuropsicologia Clínica.....	196
4.2.2 Contribuições de Alexander Luria à Neuropsicologia Clínica	197
4.2.3 Contribuições de Kaplan e colegas à Neuropsicologia Clínica.....	198
4.2.4 As orientações filosóficas dos praticantes de neuropsicologia clínica de adultos	198
4.2.5 Baterias de Teste Neuropsicológicas para Crianças.....	199
4.2.6 Testes Halstead-Reitan para crianças.....	199
4.2.7 Bateria neuropsicológica de Luria-Nebraska: revisão para crianças	200

4.3	ESTÁGIO DO PERFIL FUNCIONAL	201
4.4	ESTÁGIO INTEGRATIVO E PREDITIVO	202
4.4.1	Desenvolvimento de testes especificamente concebidos para crianças em idade escolar	203
4.4.2	Influências de estudos de imageamento cerebral sobre a aprendizagem e o comportamento	203
5	EXPANSÃO DE QUADROS TEÓRICOS DE REFERÊNCIA	204
5.1	INFLUÊNCIAS DA ABORDAGEM DE BATERIA CRUZADA	204
5.2	INFLUÊNCIAS DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO DO PROCESSO	205
5.3	ÊNFASE NA AVALIAÇÃO ECOLÓGICA VÁLIDA	205
5.4	VÍNCULO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COM INTERVENÇÕES BASEADAS EM EVIDÊNCIAS	206
6	INTEGRAÇÃO DOS PRINCÍPIOS NEUROPSICOLÓGICOS E A PSICOLOGIA ESCOLAR.....	207
6.1	DEFINIÇÃO DA NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR.....	209
6.2	PAPÉIS E FUNÇÕES DE UM NEUROPSICÓLOGO ESCOLAR.....	210
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	211
	RESUMO DO TÓPICO 1.....	212
	AUTOATIVIDADE	214
	 TÓPICO 2 – AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO NEUROPSICOLÓGICA ESCOLAR	 215
1	INTRODUÇÃO	215
2	MODELO CONCEITUAL COMO GUIA DE AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO	216
3	MODELO DE RESPOSTA À INTERVENÇÃO (RTI).....	217
4	O MODELO DE TESTE DAS HIPÓTESES COGNITIVAS (CHT).....	220
5	MODELO DE RESPOSTA À INTERVENÇÃO CORRETA (RTRI)	222
6	MODELO CONCEITUAL NEUROPSICOLÓGICO ESCOLAR	227
	RESUMO DO TÓPICO 2.....	231
	AUTOATIVIDADE	232
	 TÓPICO 3 – COLABORAÇÃO EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR COM O LAR, A ESCOLA E OUTROS PROFISSIONAIS	 233
1	INTRODUÇÃO	233
2	O PAPEL DE CONSULTOR EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR	233
3	COLABORAÇÃO ASSOCIADA E AGÊNCIAS EXTERNAS.....	237
4	COLABORAÇÃO COM OUTROS PARA ATENDER ÀS NECESSIDADES DA CRIANÇA	239
4.1	COLABORANDO COM PAIS/GUARDIÕES/PAIS ADOTIVOS	240
4.2	COLABORANDO COM AS PARTES INTERESSADAS INDIRETAS	241
4.3	COLABORANDO COM PATOLOGISTAS DA FALA E LINGUAGEM	242
4.4	COLABORANDO COM EDUCADORES	243
4.5	CONSULTORIA COM ADMINISTRADORES.....	246
4.6	CONSULTA COM PROVEDORES DE CUIDADOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL	248
4.7	CONSULTA COM A EQUIPE MÉDICA	248
5	COMUNICANDO RESULTADOS NEUROPSICOLÓGICOS ESCOLARES	249
	RESUMO DO TÓPICO 3.....	250
	AUTOATIVIDADE	251
	 REFERÊNCIAS	 253

INTRODUÇÃO À NEUROPSICOLOGIA, NEUROFISIOLOGIA E NEUROANATOMIA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade você deverá ser capaz de:

- compreender o contexto histórico da neuropsicologia, suas principais áreas de pesquisa e atuação, suas ramificações, conceitos e questões centrais;
- conhecer as questões centrais do processo neurofisiológico humano e identificar a relação das partes com todo o sistema neurofisiológico humano básico;
- identificar as estruturas centrais que compõem a neuroanatomia humana e suas respectivas funções;
- compreender a relação entre a neurofisiologia e neuroanatomia humana no estudo da neuropsicologia humana.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – A DISCIPLINA DA NEUROPSICOLOGIA

TÓPICO 2 – NEUROFISIOLOGIA BÁSICA

TÓPICO 3 – NEUROANATOMIA BÁSICA



A DISCIPLINA DA NEUROPSICOLOGIA

1 INTRODUÇÃO

O cérebro humano é uma máquina fascinante e enigmática. Pesando apenas cerca de 1.36 quilogramas e com um volume de cerca de 1.250 centímetros cúbicos, tem a capacidade de monitorar e controlar nossos sistemas básicos de suporte à vida, manter nossa postura e dirigir nossos movimentos, para receber e interpretar informações sobre o mundo ao nosso redor, e armazenar informações de forma facilmente acessível ao longo de nossas vidas. Isso nos permite resolver problemas que vão do estritamente prático ao altamente abstrato – comunicarmos com nossos semelhantes através da linguagem, criar novas ideias e imaginar coisas que nunca existiram, sentir amor, felicidade, decepção, e experimentar uma consciência de nós mesmos como indivíduos. O cérebro pode não só empreender tal variedade de funções diferentes, como também fazer mais ou menos todas elas simultaneamente. Como isso é alcançado é um dos problemas mais desafiadores e emocionantes enfrentados pela ciência contemporânea.

Deve ser dito, desde logo, que somos completamente ignorantes de muitas das coisas que o cérebro faz e de como elas são feitas. No entanto, avanços muito consideráveis foram feitos nas neurociências nas últimas décadas, e há uma crescente confiança entre os neurocientistas de que um entendimento real está começando a emergir. Este sentimento é encorajado pela crescente integração das várias disciplinas envolvidas na neurociência e uma convergência de achados experimentais e modelos teóricos.

A neuropsicologia, como uma das neurociências, tornou-se um campo separado de especialização em psicologia ao longo dos últimos 50 anos, embora sempre tenha havido interesse nela ao longo dos 140 anos de história da psicologia científica moderna. A neuropsicologia procura compreender a relação entre o cérebro e o comportamento, ou seja, tenta explicar a maneira como a atividade do cérebro é expressa em comportamento observável. Quais são os mecanismos responsáveis pelo pensamento, a aprendizagem e as emoções humanas, como funcionam esses mecanismos e quais os efeitos das mudanças nos estados cerebrais em relação ao comportamento humano? Há uma variedade de maneiras pelas quais os neuropsicólogos conduzem suas investigações sobre tais questões, mas o tema central de cada uma é que, para entender o comportamento humano, precisamos entender o cérebro humano.

Uma psicologia sem qualquer referência à fisiologia dificilmente pode ser completa. A operação do cérebro é relevante para a conduta humana e a compreensão de como o cérebro se relaciona com o comportamento pode contribuir significativamente para entender como outros fatores, mais puramente psicológicos, operam na direção do comportamento. A forma como o cérebro lida com funções humanas inteligentes e complexas é um assunto importante de investigação por direito próprio, e tem uma relevância imediata para aqueles com lesões cerebrais e doenças, bem como uma relevância mais ampla para a prática médica.

Neste tópico, vamos introduzir a você, acadêmico, o estudo da neuropsicologia. O objetivo é compreender o contexto histórico desta disciplina, suas principais áreas de pesquisa e atuação, suas ramificações, conceitos e questões centrais. Vamos agora às ramificações da neuropsicologia.

2 RAMIFICAÇÕES DA NEUROPSICOLOGIA

A neuropsicologia é, muitas vezes, dividida em duas áreas principais: neuropsicologia clínica e neuropsicologia experimental. A distinção é principalmente entre estudos clínicos, indivíduos com lesões cerebrais e estudos experimentais em indivíduos normais, embora os métodos de investigação também diferem. A divisão entre as duas não é absolutamente clara, mas ajuda a formar uma classificação inicial dos tipos de trabalho em que os neuropsicólogos estão envolvidos (FUENTES, 2014).

A **neuropsicologia clínica** trata de pacientes com lesões cerebrais. Essas lesões podem ser os efeitos de doenças ou tumores, podem resultar de dano físico ou trauma no cérebro, ou ser o resultado de outras alterações bioquímicas, talvez causadas por substâncias tóxicas. O trauma pode ser acidental, causado por ferimentos ou colisões; pode resultar de alguma falha no sistema vascular que fornece sangue ao cérebro; ou pode ser o resultado pretendido da intervenção neurocirúrgica para corrigir algum problema neurológico (MALLOY-DINIZ et al., 2016). O neuropsicólogo clínico mensura déficits na inteligência, personalidade e funções sensório-motoras por procedimentos de testes especializados e relaciona os resultados com as áreas específicas do cérebro que foram afetadas. As áreas danificadas podem estar claramente circunscritas e limitadas em extensão, particularmente no caso de lesões cirúrgicas (quando uma descrição objetiva das partes do cérebro que foram removidas pode ser obtida), ou podem ser difusas, afetando células em várias partes do cérebro, como é o caso de certas doenças cerebrais. Os neuropsicólogos clínicos empregam essas mensurações não apenas na investigação científica das relações cérebro-comportamento, mas também no trabalho clínico prático de auxiliar no diagnóstico de lesões cerebrais e na reabilitação destes pacientes (MIOTTO; SCAFF; LUCIA, 2017).

A **neurologia comportamental**, como uma forma de neuropsicologia clínica, também trata de pacientes clínicos, mas a ênfase é sobre definições conceituais de comportamento e não operacionais. Os casos individuais, em vez de estatísticas de grupo, são o foco da atenção, e esta abordagem geralmente envolve testes menos formais para estabelecer desvios qualitativos do funcionamento "normal". Estudos em neurologia comportamental geralmente podem experimentar aspectos mais amplos do comportamento do que é usual na neuropsicologia clínica (MALLOY-DINIZ et al., 2010).

A distinção entre neuropsicologia clínica e neurologia comportamental não é inteiramente clara, e é ainda mais borrada pelas tradições históricas de investigação em diferentes países, particularmente nos Estados Unidos, na antiga União Soviética e na Grã-Bretanha. Exemplos de trabalho clínico nesses países serão discutidos mais adiante neste tópico.

Em contraste, neuropsicólogos experimentais trabalham com indivíduos normais com cérebros intactos. Esta é a área mais recente da neuropsicologia a se desenvolver, e cresceu rapidamente desde a década de 1960, com a invenção de uma variedade de técnicas que podem ser empregadas no laboratório para estudar funções superiores do cérebro. Existem relações estreitas entre a neuropsicologia experimental, a psicologia experimental e psicologia cognitiva, e os métodos laboratoriais empregados nestas três áreas têm fortes semelhanças. Os sujeitos da pesquisa geralmente são solicitados a realizar tarefas de desempenho, enquanto sua precisão ou velocidade de resposta são registradas, das quais as inferências sobre organização do cérebro podem ser feitas. Variáveis associadas, incluindo variáveis psicofisiológicas ou eletrofisiológicas, também podem ser registradas.

3 NEUROPSICOLOGIA COMPARADA

Embora o tema deste livro seja neuropsicologia humana (e neurofisiologia humana), não se deve esquecer que a neuropsicologia experimental foi conduzida também com outros animais, embora essa forma de pesquisa esteja agora em declínio. Ao mesmo tempo, o termo neuropsicologia foi de fato tomado para se referir a esta área, mas agora é usado de forma mais geral e a importância relativa dos estudos em outros animais de neuropsicologia comparada diminuiu. A óbvia vantagem de trabalhar com este campo da neuropsicologia, questões éticas à parte, é que lesões precisas podem ser introduzidas no cérebro e posteriormente confirmadas pela histologia. Mudanças no comportamento do animal são observadas e podem ser correlacionadas com as lesões experimentais. As desvantagens são os problemas de investigar funções de ordem superior usando outros animais como sujeitos (o estudo da linguagem é descartado, para tomar o exemplo mais óbvio) e a dificuldade de generalizar do cérebro de outros animais para o cérebro humano. Embora possa ser possível descobrir

com grande detalhe como alguma função perceptiva é realizada no cérebro do rato, do gato ou do macaco, pode não ser necessariamente realizada da mesma maneira no cérebro humano. Há também diferenças básicas na quantidade e distribuição de diferentes tipos de tecido cortical nos cérebros dos vários animais e dos seres humanos, o que aumenta as dificuldades de generalização (KOLB; WHISHAW, 2006).

No entanto, os estudos em outros animais continuam a ser importantes, particularmente no que diz respeito às funções dos sistemas subcortais – as funções localizadas nas estruturas abaixo do manto superficial do cérebro que lidam com aspectos relativamente básicos de sensação, percepção, aprendizagem, memória e emoção. Esses sistemas são mais difíceis de estudar em seres humanos, porque o dano a essas regiões pode interferir muito mais radicalmente com toda uma gama de comportamentos e muitas vezes pode resultar em morte. Um dos problemas enfrentados pela neuropsicologia contemporânea é integrar o estudo de funções corticais e comportamentos de nível superior, que geralmente foram estudados em seres humanos, com o estudo de estruturas subcortais e sistemas comportamentais mais básicos, que foram estudados em outros animais. Estes tendem a ser áreas separadas de pesquisa, embora agora haja sinais de integração entre os dois. Por exemplo, a inteligência atualmente está sendo discutida não apenas em termos de desempenho humano em testes de inteligência, mas também em termos de processos subjacentes básicos de aprendizagem, atenção e motivação que só são compreendidos, em termos neuropsicológicos, a partir de estudos em outros animais. O comportamento sexual é outra área em que os sistemas básicos só estão abertos a estudos experimentais comparados, mas devem ser vistos no contexto de comportamentos socializados e cognitivamente controlados em seres humanos.



George Ettlinger (1927-1993) foi um dos poucos investigadores que ativamente combinou a pesquisa humana e animal, praticando assim a neuropsicologia comparada, ele fez isso consistentemente através de sua carreira científica. O trabalho de Ettinger centrou-se na importância do neocórtex temporal inferior na aprendizagem de discriminação visual e memória em macacos e na importância do lobo temporal ventral na visão. Os modelos animais de Ettinger traziam ablação pré-estriada inferotemporal ou latero-ventral. Em 1966, George Ettlinger, com o psicólogo Colin Blakemore e o neurocirurgião Murray Falconer, descreveu os resultados de um estudo sobre a correlação entre inteligência pré-operatória e a gravidade da esclerose temporal mesial em espécimes de lobo temporal excisados para tratar a epilepsia intratável. Esse estudo é precursor do que se tornou uma das técnicas mais interessantes para explorar a relação entre certos aspectos da memória humana e estruturas do lóbulo temporal.

4 QUESTÕES CONCEITUAIS

A neuropsicologia sofre dificuldades filosóficas e conceituais, não menos do que outras áreas da psicologia, e talvez mais do que muitas. Há dois problemas em particular dos quais cada estudante do assunto deve estar ciente.

O primeiro deles decorre da natureza dos métodos que devem ser utilizados na investigação neuropsicológica. As descrições da organização do cérebro só podem ser inferências relativamente distantes do desempenho humano que realmente é observado. Os estados reais do cérebro não são observados. Mensurações comportamentais são tomadas, e por uma linha de raciocínio que se baseia em informações sobre o arranjo geral do cérebro (no caso da neuropsicologia experimental) ou sobre as mudanças cerebrais de um tipo particular de paciente (no caso de neuropsicologia clínica), são tiradas conclusões sobre o que a correlação deve ser entre estados cerebrais e comportamento. A única exceção a esta regra geral é em estudos eletrofisiológicos e estudos do fluxo sanguíneo cerebral e metabolismo através de técnicas avançadas de escaneamento cerebral, em que os estados cerebrais reais podem ser observados, embora bastante grosseiramente, em "tempo real" ao lado do desempenho humano que está sendo mensurado. Isso torna esses estudos de especial importância em neuropsicologia. No entanto, em geral, o estudo neuropsicológico prossegue apenas por inferência. É importante lembrar isso ao avaliar a validade de muitos dos achados alegados pelos neuropsicólogos, e também estar particularmente atentos para que o raciocínio utilizado no design de inferências esteja bem fundamentado e os dados não estejam abertos a explicações alternativas (SANTOS; BUENO, 2015).

O segundo problema é ainda mais fundamental, e é geralmente referido como o problema mente-corpo. É um assunto muito complexo para receber um tratamento satisfatório aqui, mas, em síntese, está preocupado com as dificuldades filosóficas que surgem quando falamos de eventos mentais ou "mente", e eventos fisiológicos ou "corpo", e tentamos relacionar os dois. Primeiro, temos que decidir se a mente e o corpo são ou não são, de forma fundamental, diferentes tipos de coisas. Se eles são, então há problemas ao dar explicações que correlacionam os dois. Se não o são, devemos ter cuidado para não nos deixar enganar pela nossa linguagem e conceitos comuns, que tendem a tratar a mente e o corpo como se fossem tipos diferentes de coisas. O debate durou alguns séculos e está longe de ser resolvido, mas existe uma posição geral aceita pela maioria, senão por todos os neuropsicólogos (FUENTES et al., 2014).

Esta posição é conhecida como "materialismo emergente" ou "monismo psiconeural emergente" (MAHNER; BUNGE, 2000). Ela rejeita a ideia de que a mente e o corpo são fundamentalmente diferentes (por isso é "monista" e não "dualista") e propõe que todos os estados mentais sejam estados do cérebro. Os eventos mentais, portanto, existem, mas não são entidades separadas. No entanto, os estados mentais não podem ser reduzidos a um conjunto de estados físicos, porque o cérebro não é uma máquina física, mas um biosistema, e, portanto, possui propriedades peculiares aos seres vivos. O cérebro é visto

como não apenas uma composição complexa de células, mas como tendo uma estrutura e um ambiente. O resultado é que existem propriedades "emergentes" que incluem a capacidade de pensar, sentir e perceber. Essas propriedades são emergentes, assim como a doçura de uma maçã é uma propriedade emergente. Não há nada na química ou estrutura física da maçã que possui doçura. É todo o objeto, em interação com o comedor, que produz a qualidade da doçura. A mente é, portanto, vista como uma coleção de bioatividades emergentes, e isso tem implicações para teorias e métodos em neuropsicologia. Isso significa que às vezes é bastante adequado e sensível reduzir as explicações para níveis inferiores de descrição, puramente em termos da fisiologia ou bioquímica envolvidas. No entanto, isso também significa que a integração entre esses processos mais inferiores e sua descrição em termos de conceitos de nível superior (relativos às propriedades emergentes) são viáveis e valiosas.

O estudante, ao se interessar por neuropsicologia, não deve estar excessivamente preocupado com as questões filosóficas. Muito, se não a maioria, do trabalho neuropsicológico é conduzido a ignorá-las completamente. No entanto, alguma posição está sempre implícita em qualquer investigação ou modelo teórico, e é sábio não perder de vista as implicações de se manter uma posição específica para obter uma compreensão satisfatória de como o cérebro funciona.

5 O CONTEXTO HISTÓRICO

É intrigante descobrir há quanto tempo o estudo neuropsicológico pode ter sido realizado. Embora a interpretação do conteúdo seja pouco incerta, há um papiro egípcio que data de cerca de 2500 AEC, que relata alguns casos de trauma no cérebro. Muitas sociedades primitivas, e até algumas sociedades mais desenvolvidas, praticaram desde o início a trepanação de crânios, embora a evidência seja geralmente em forma de artefatos e em restos humanos. Na trepanação, as aberturas grandes ou pequenas são feitas no crânio que podem ou não ser posteriormente reparadas. O propósito destes, seja mágico, médico, religioso ou simplesmente punitivo, geralmente permanece obscuro, mas a prática foi registrada em uma grande proporção do globo no último século (KOLB; WHISHAW, 2006).

Na Grécia clássica, havia, como se poderia esperar, um interesse no cérebro e suas funções, e os escritores hipocráticos reconheceram claramente o papel do cérebro nas funções mentais a partir de um estudo cuidadoso de seus pacientes. No entanto, enquanto essas ideias passaram para o mundo árabe e foram preservadas até o Renascimento, as ideias gregas sobre o cérebro não ocuparam um lugar importante no pensamento medieval ocidental. Galeno, no século II EC. também fez avanços notáveis na observação da anatomia do cérebro, mas suas ideias sobre o funcionamento do cérebro e as desenvolvidas a partir de seu trabalho não constituem a base do nosso entendimento hoje (BENTON, 2000).

Seguindo o Renascimento e o crescimento da anatomia humana prática (em vez da dissecação de animais, que anteriormente fora praticada), houve descrições cada vez mais sofisticadas e precisas da anatomia do cérebro e, por volta do meio do século XIX, vários fatores se uniram para formar a base da neuropsicologia moderna. Esses fatores incluíram: a localização do córtex cerebral como fonte do comportamento inteligente; a descrição precisa da neuroanatomia das vias sensoriais e motoras; a ideia de que os processos psicológicos poderiam ser analisados e agrupados em vários conjuntos associados de "faculdades" e a observação de que áreas específicas do cérebro poderiam ser identificadas que, se danificadas, resultariam na perda de habilidades linguísticas (BENTON, 2000).

Nas primeiras décadas de 1800, Franz Joseph Gall, com Johann Spurzheim, fundaram a "ciência" da frenologia, que se baseava na ideia de que o desenvolvimento das várias faculdades mentais estava associado ao desenvolvimento de certas áreas do cérebro e que isso, por sua vez, se refletia em protusões e depressões no crânio que cobriam a área relevante. "Ler essas protusões e depressões" estava em moda durante grande parte do século XIX. O professor J. Millot Severn fornecia "delineações" da pessoa ou de fotografias no Instituto de Frenologia de Brighton até a Primeira Guerra Mundial. Embora as hipóteses sobre o desenvolvimento do cérebro e sua reflexão na topografia do crânio, em última instância, foram descartadas, a frenologia pelo menos plantou a ideia de que as características psicológicas poderiam ser divididas em vários componentes e cada componente associado a uma área específica do cérebro (BARR; BIELAUSKAS, 2016).

Paul Broca, em 1861, demonstrou que as lesões de uma área específica interferiram com a produção da fala, como Karl Wernicke faria para a compreensão da fala. A partir da década de 1860, houve um estudo intensivo das lesões corticais de pacientes com déficits psicológicos na tentativa de mapear relações comportamento-cérebro. Esta abordagem é conhecida como *teoria do localizacionismo* porque atribuiu uma função específica a uma parte precisa ou localização do cérebro, e teve sucesso moderado (RAYMER; ROTH, 2018).

Desde o início, no entanto, havia aqueles que apoiaram uma teoria da equipotencialidade, acreditando que o mapeamento preciso das funções era impossível, porque o dano em diferentes locais no cérebro poderia resultar no mesmo déficit específico. A teoria da equipotencialidade afirma que, embora a entrada sensorial possa ser localizada, a percepção envolve todo o cérebro e os efeitos das lesões cerebrais dependem não de sua localização, mas de sua extensão. Não é qual célula está danificada que importa, mas quantas. Esta teoria teve muitos apoiadores eminentes até o século XX, incluindo Kurt Goldstein, Henry Head e Karl Lashley. No entanto, porque foi possível, por um lado, demonstrar algum tipo de relação entre locais corticais e certas funções específicas e, por outro lado, foi impossível derivar um bom índice de danos cerebrais que seja independente do local do dano, a teoria da equipotencialidade mostrou-se bastante insatisfatória (KOLB; WHISHAW, 2006).

Uma terceira posição, que em grande parte deriva do trabalho de Hughlings Jackson, e às vezes é denominada teoria interacionista, propõe que as funções superiores sejam construídas a partir de uma série de habilidades componentes mais básicas. Essas habilidades componentes são relativamente localizadas, mas devido à potencial variedade de formas complexas nas quais as habilidades estão conectadas para formar funções inteligentes, o comportamento de nível superior não parece necessariamente ser localizado. O fato de que nenhuma função ou processo de aprendizagem é totalmente dependente de uma determinada área do córtex e que cada parte do cérebro desempenha um papel desigual em diferentes funções, apoiaria essa posição. A teoria interacionista, muitas vezes ligada à equipotencialidade regional, que defende a equipotencialidade, mas dentro de regiões relativamente bem definidas, é a posição implicitamente aceita pela maioria dos neuropsicólogos contemporâneos. Importantes exemplos modernos de teorias que expressam essa posição são as de Alexander Luria e Norman Geschwind, embora Geschwind tenha enfatizado o papel das conexões entre os elementos componentes e não os próprios elementos (FUENTES et al., 2014).

A neuropsicologia clínica no século XX mostrou um acúmulo constante de relatórios clínicos e pesquisas que gradualmente refinaram as posições teóricas esboçadas acima. As duas Guerras Mundiais deram um impulso particular à pesquisa, e posteriormente os conflitos no Sudeste Asiático, que proporcionaram casos de lesões traumáticas localizadas bastante circunscritas. Grandes avanços foram feitos nesses momentos, tanto conceitualmente como na sofisticação das descrições psicológicas, por Hans-Lukas Teuber, Alexander Luria, Oliver Zangwill e uma série de outros neuropsicólogos. Esta abordagem, de examinar déficits psicológicos relativamente discretos, juntamente com o desenvolvimento subsequente por neuropsicólogos, como as baterias de testes neuropsicológicos Halstead-Reitan, que avaliaram uma ampla gama de funções comportamentais, formam a base da neuropsicologia clínica contemporânea (MIOTTO; SCAFF; LUCIA, 2017).

A neuropsicologia experimental tem origens mais recentes. Ela cresceu a partir de duas fontes independentes, embora relacionadas. A primeira é a psicologia experimental geral e, em particular, a ramificação agora descrita como psicologia cognitiva. A partir da década de 1940, estimulada em parte pelas demandas de tempos de guerra para investigar as características do desempenho das pessoas que operavam equipamentos complexos, a análise foi desenvolvida dos seres humanos como sistemas de processamento de informações. Algumas das formas de investigação – examinar as respostas dos sujeitos a estímulos visuais apresentados brevemente ou a mensagens auditivas complexas e concorrentes – foram vistas como relevantes para a neuropsicologia. Verificou-se que um modelo neuropsicológico da organização do cérebro pode ser um componente poderoso na explicação de certos aspectos do desempenho humano, e os métodos do laboratório psicológico experimental foram empregados para estudar hipóteses sobre a organização do cérebro (BENTON, 2000).

A realização do significado da pesquisa do desempenho humano surgiu como resultado do interesse na outra fonte da neuropsicologia experimental. Este foi o ressurgimento fortuito (para o pesquisador, pelo menos) da cirurgia "cérebro dividido" ou "comissurotomia" na década de 1960. Esta cirurgia, que divide as conexões entre os dois hemisférios do cérebro, foi pensada para produzir dois sistemas cerebrais independentes dentro do indivíduo e permitiu o estudo da especialização relativa desses dois sistemas em pacientes com o cérebro dividido. Sua importância histórica reside não só nos dados coletados em tais estudos, mas também nas técnicas desenvolvidas no decorrer das investigações, que poderiam ser empregadas no laboratório com humanos intactos normais para extrair inferências sobre a organização cerebral. É a partir do estudo de pacientes com o cérebro dividido que a neuropsicologia experimental moderna pode ser considerada vigente, e o grande número de estudos nesta área, particularmente nos anos 70 e 80, estabeleceu a neuropsicologia experimental como um elemento significativo da psicologia moderna (BARR; BIELAUSKAS, 2016).



Assista ao vídeo Neuropsicologia: mente e cérebro - uma relação contínua, com Elsa Lima Gonçalves Antunha. Este vídeo faz parte de "O Legado da Psicologia para o Desenvolvimento Humano" - 2ª Fase - DVD 3 - Entrevista 9, publicado pelo Instituto de Psicologia da USP em 1º out. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1nH3lfNxauw>>.

6 A NEUROPSICOLOGIA CLÍNICA

A neuropsicologia clínica depende quase que exclusivamente da correlação estabelecida entre o dano a uma determinada região do cérebro e um déficit relativamente específico de funções psicológicas, indexado por uma variedade de testes psicológicos mais ou menos formais. A coleta de dados pela qual essas correlações são estabelecidas permite que modelos sejam construídos de como os sistemas de funções psicológicas estão organizados no cérebro. Ela também permite o conhecimento dos déficits exibidos por um paciente específico para ser usado para indicar onde o dano cerebral pode estar localizado, bem como fornecer uma descrição psicológica da deficiência que esse paciente experimenta. Dentro desta metodologia central, essencialmente muito simples, existem diferentes tradições históricas que influenciaram a prática da neuropsicologia clínica. Essas tradições estão longe de ser independentes, mas são caracterizadas por diferentes ênfases na abordagem, das quais o acadêmico deve estar ciente. As três principais tradições históricas podem ser associadas ao trabalho na América do Norte, na antiga União Soviética e na Grã-Bretanha (BARR; BIELAUSKAS, 2016).

De todas as tradições históricas, a América do Norte mostrou a abordagem mais sistemática. Aliada ao interesse geral da psicologia americana na avaliação das diferenças individuais, a investigação neuropsicológica tem sido associada a modelos psicológicos de habilidades humanas, ou seja, os testes que são usados são mais prováveis de ser selecionados porque acredita-se que eles mensuram algum elemento de um esquema de habilidades psicológicas. Isto é nem sempre inteiramente explícito, mas as teorias sobre a estrutura das habilidades humanas têm influenciado na seleção de quais aspectos do comportamento devem ser avaliados. Por isso, é apenas na América do Norte que as baterias sistemáticas (coleções de testes) para a avaliação de pacientes neurológicos surgiram. A mais utilizada é a Bateria de Teste Neuropsicológica Halstead-Reitan, que incorpora uma série de testes que abrangem todos os principais elementos das habilidades psicológicas. Inclui uma avaliação completa da inteligência do paciente, que produz informações dos subprogramas componentes da escala de inteligência, uma avaliação sistemática das habilidades linguísticas do paciente através de uma bateria padrão de afasia e uma série de testes mais especializados para avaliar a percepção, habilidades psicomotoras, de memória, de aprendizagem e de pensamento. Isso permite uma análise do padrão geral de déficits e habilidades preservadas no paciente, o que pode levar a um diagnóstico de qualquer disfunção. Foram feitas tentativas para melhorar a eficiência diagnóstica desta abordagem pela aplicação das técnicas estatísticas especializadas de análise de função multivariada e discriminante e até mesmo para automatizar a interpretação dos resultados dos testes por meio de análise de informações computadorizadas, tal como a Bateria Neuropsicológica Luria-Nebraska mais recente. Tais abordagens alcançaram um grau considerável de sucesso, embora seja imposta uma penalidade pelo tempo necessário para administrar os testes extensivos (GURD; KISCHKA; MARSHALL, 2010; BENTON, 2000).

Por outro lado, a neuropsicologia russa, que reflete novamente o caráter geral da psicologia desenvolvida em solo soviético, tende a adotar uma abordagem de estudo de caso único ligada às teorias predominantes sobre organização cerebral. Essas teorias são expressas em termos de sistemas funcionais que podem ser referenciados a regiões específicas do cérebro. Um pouco informais e, em geral, não padronizados, os testes são usados para avaliar o estado funcional desses sistemas, e apenas os testes que o clínico considera imediatamente relevantes para um paciente serão empregados. Refletindo novamente os interesses da psicologia russa, as mensurações psicofisiológicas e eletrofisiológicas podem ser tomadas ao lado das obtidas a partir de instrumentos psicométricos mais típicos, como testes psicológicos padrão. Tentativas, não totalmente bem-sucedidas, foram feitas para extrair uma bateria sistemática dos procedimentos investigativos empregados na neuropsicologia russa. As dificuldades que surgem em tal exercício são em grande parte devido ao fato de que os testes geralmente não são procedimentos formais, padronizados, não "testes" no sentido psicométrico, mas são procedimentos gerais para a avaliação de alguma função que depende da habilidade clínica e visão do investigador.

A neuropsicologia britânica está entre essas duas abordagens. Essa terceira tradição extraiu tanto da história da neurologia britânica como dos vieses empíricos na psicologia britânica. Na Grã-Bretanha há uma tendência de usar procedimentos padronizados, mas a seleção de testes é mais pragmática. A pesquisa em neuropsicologia clínica tende a se concentrar em algum aspecto relativamente discreto do desempenho e a investigá-lo por procedimentos controlados em uma amostra homogênea de pacientes selecionados de acordo com algum critério, que é frequentemente o lócus regional de sua lesão. Esses procedimentos, originalmente empregados em investigações experimentais, muitas vezes evoluíram para testes padronizados relativamente formais que podem ser usados para investigar os problemas de pacientes individuais. Embora a pesquisa tenha tendido, portanto, a se concentrar em dados de grupo, a investigação de pacientes individuais prossegue pela seleção de testes adequados, de forma relativamente padrão, que são combinados para obter uma descrição dos déficits presentes nesse paciente. Esta tradição, ao invocar dados de procedimentos padronizados, enfatiza a natureza individual de cada caso e não é contrária à construção de investigações experimentais de um único caso para esclarecer algum aspecto dos problemas mostrados por um paciente em particular (GURD; KISCHKA; MARSHALL, 2010).

Descrever as três tradições históricas dessa maneira subestima a variedade de abordagens a serem encontradas na prática da neuropsicologia clínica e o crescente internacionalismo da disciplina. Provavelmente, é justo dizer que a abordagem britânica agora está se tornando o estilo internacional dominante, particularmente devido à crescente influência da neuropsicologia cognitiva e à adoção da abordagem pela Europa e pela Australásia.

No entanto, todas as abordagens dependem, até certo ponto, da habilidade clínica e da visão do investigador. Talvez, especialmente dentro da abordagem britânica há um forte elemento de trabalho de detetive científico na seleção de testes adequados e no desenvolvimento de uma investigação apropriada para cada paciente. Existe uma certa satisfação no exercício de uma habilidade clínica que permite ao neuropsicólogo clínico tomar informações sobre o paciente de outras especialidades médicas, desenvolver uma investigação, chegar a uma descrição relativamente específica do problema do paciente em termos psicológicos e contribuir para o diagnóstico da lesão do paciente, que posteriormente pode responder ao tratamento e à reabilitação prestada pelo neuropsicólogo ou outros especialistas. Há também uma emoção definitiva na solução bem-sucedida deste tipo de problema de detetive, que exige habilidade intelectual e clínica, e que pode beneficiar um paciente em perigo, dor ou sofrimento.

A relevância da neuropsicologia clínica não é difícil de ver. Apesar dos desenvolvimentos em outros campos neurológicos, particularmente o desenvolvimento do imageamento cerebral moderno ou "escaneamentos cerebrais" que permitem uma visualização muito mais clara das mudanças nas estruturas dentro da cabeça, os neuropsicólogos ainda podem contribuir substancialmente

para o diagnóstico e localização de lesões em casos individuais. Além disso, embora tenha sido um campo lento para se desenvolver, a neuropsicologia pode desempenhar um papel central na reabilitação de pacientes com lesões cerebrais. A fim de incentivar a reaprender as habilidades perdidas e o desenvolvimento de estratégias compensatórias, e promover o ajuste social e profissional apropriado, é essencial uma descrição precisa dos déficits psicológicos. Esta descrição necessita, é claro, ser integrada com a aplicação de teorias de aprendizagem, memória, linguagem e habilidades motoras. O nosso conhecimento em desenvolvimento da organização neuropsicológica do cérebro permite a formulação de planos coerentes que possam ajudar aos pacientes individuais a compensar as suas desvantagens, bem como as estratégias cognitivas que lhes permitam superar suas dificuldades com sucesso.



Assista ao vídeo do programa Roda de Entrevista – Neuropsicologia, publicado pela TV Brasil Central em 23 de agosto de 2017. Esta Roda de Entrevista teve como convidada a psicóloga e mestre em neurociências Marina Nery, coordenadora da Sétima Edição do Neuropsicologia na Prática Clínica. Enzo De Lisita e as jornalistas convidadas, Vânia Saviola e Tetê Ribeiro, conversaram com Marina sobre como a neuropsicologia ajuda no tratamento da dislexia, da perda da memória, na reabilitação de adultos e idosos e ainda na neuropsicologia forense. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=k0OWtfQpgVU>>.

7 A NEUROPSICOLOGIA EXPERIMENTAL

A neuropsicologia experimental é melhor compreendida em termos dos vários métodos que foram utilizados em estudos de pesquisa. Estes podem ser agrupados em métodos que dependem da lógica da apresentação do estímulo, aqueles em que as assimetrias laterais no desempenho humano permitem inferências mais distantes e as que envolvem várias técnicas especializadas (KOLB; WHISHAW, 2006).

De longe, os mais numerosos são os estudos que dependem da lógica de apresentação do estímulo. Estes empregam as técnicas conhecidas como apresentação do campo visual dividido, escuta dicótica e apresentação tátil lateralizada. Em todos eles os estímulos apresentados para posterior análise e resposta cognitiva são "lateralizados". O cérebro (como é esclarecido em capítulos posteriores deste livro) é dividido em dois hemisférios laterais que são apenas interligados no nível cortical por uma série de comissuras, sendo a mais importante o corpo caloso. A partir de evidências clínicas, particularmente de pacientes com cérebro dividido, os hemisférios podem ser considerados sistemas relativamente independentes com suas próprias especializações particulares. A entrada sensorial, através da visão, audição ou toque, é lateralizada ao hemisfério

contralateral; isto é, os estímulos apresentados em um lado do corpo são recebidos no lado oposto do cérebro. Este mapeamento contralateral é completo para a visão, mais ou menos completo para o tato e predominante para a audição. Também funciona de forma semelhante para o controle motor voluntário. Portanto, se os estímulos são apresentados em um local selecionado em um lado do corpo, é para o lado oposto do cérebro que vai a informação inicialmente e o desempenho subsequente, geralmente em termos de precisão ou latência de resposta, pode ser estudado de acordo com a recepção inicial da informação em um dos hemisférios. O uso da mão esquerda ou direita para responder é uma variável adicional que pode ser incluída no projeto. Quando os estímulos visuais são empregados, a técnica é a apresentação de campo visual dividida; quando auditivo, é a da escuta dicótica, e quando tátil, a de apresentação tátil lateralizada (SANTOS; BUENO, 2015; FUENTES et al., 2014).

Embora uma série de eventos muito complexos, envolvendo ambos os hemisférios, acompanhe a recepção inicial de informações da apresentação lateralizada, foi possível estabelecer uma série de assimetrias no desempenho, que são tomadas para indicar diferentes especialidades dos hemisférios cerebrais. Estas se relacionam em parte com a natureza da informação dada ao sujeito, seja verbal ou não verbal (por exemplo: palavras ou rostos), em parte com a natureza da tarefa cognitiva (nomeação, correspondência ou avaliação) e, em parte, com variáveis atentas mais gerais. Apesar de uma série de problemas metodológicos e alguma falta de clareza nos modelos cognitivos e neuropsicológicos que são utilizados nesta área, parece haver consistência suficiente nos dados para permitir conclusões sobre a organização cerebral a partir desses estudos. Essas técnicas levaram a avanços muito consideráveis em nossa compreensão dos princípios subjacentes à operação do cérebro para a função psicológica, e o progresso foi feito na construção de modelos coerentes da função neuropsicológica (FUENTES et al., 2014).

Associadas a essas técnicas mais diretas (embora não se possa esquecer que elas ainda dependem de uma cadeia de inferência bastante indireta sobre o cérebro) estão algumas outras assimetrias do desempenho. Uma delas diz respeito aos movimentos oculares laterais. Muitos sujeitos, quando envolvidos na resolução de um problema que lhes foi dado, evitavam o seu olhar tanto para a direita como para a esquerda, e isso demonstrou estar associado à natureza dos processos mentais (baseados tanto verbalmente quanto espaço-perceptivamente) necessários para solucionar o problema. Acredita-se que isso retrata, por sua vez, a operação de sistemas de cérebro lateralizados. Algumas outras assimetrias do desempenho – a direção do movimento preferido em desenhar círculos, a extensão da rotação do polegar e as preferências para julgar as composições pictóricas, entre outras – também foram associadas à especialização hemisférica, embora a conexão esteja bem menos estabelecida (KOLB; WHISHAW, 2006).

Uma pesquisa mais extensa foi feita sobre a dominância manual. As diferenças individuais sempre foram um tema de estudo em neuropsicologia experimental, com a dominância manual e, em menor grau, o gênero como as variáveis mais importantes. Está bem estabelecido a partir de evidências clínicas

e outras evidências experimentais de que as pesquisas com dominância da mão direita e da mão esquerda diferem em sua organização cerebral. Embora existam grupos de canhotos que mostram um padrão de assimetria invertido lateralmente, aqueles com dominância da mão esquerda, em geral, parecem ter menos cérebros lateralizados do que aqueles com dominância da mão direita. Foram realizadas pesquisas sobre o desempenho relativo dos destros e dos canhotos para esclarecer essas diferenças e ampliar nossa compreensão da organização do cérebro em geral (BENTON, 2000).

Por fim, existem algumas técnicas mais especializadas que se aproximam de uma associação direta de eventos cerebrais com processos psicológicos. No teste de Wada, o amobarbital sódico é injetado na artéria carótida interna esquerda ou direita, que é o principal suprimento de sangue para o cérebro. O efeito é reprimir toda a atividade no lado da injeção por um período de alguns minutos. Por conseguinte, é possível observar as funções de uma metade do cérebro, enquanto a outra metade foi temporariamente colocada fora de ação. Devido aos riscos envolvidos nesta injeção, o teste não é feito em indivíduos normais, e só é realizado como parte da avaliação de pacientes que devem sofrer certos tipos de neurocirurgia. Contudo, produziu alguns dados valiosos (BARR; BIELAUSKAS, 2016).

O estudo do fluxo sanguíneo cerebral regional (FSCr) e outros processos metabólicos podem, no entanto, ser realizados com sujeitos voluntários. Aqui, uma quantidade de gás marcado radioativamente é inalada, absorvida na corrente sanguínea e, em seguida, é rastreada por uma série de detectores colocados ao longo da cabeça enquanto passa pelo cérebro. Existe uma série de técnicas similares, mas todas compartilham a mesma metodologia essencial. Os indivíduos podem estar envolvidos em alguma tarefa mental durante este procedimento, e regiões mais ativas do cérebro, exigindo mais sangue, aparecem nos detectores de gravação. As quantidades de radiação são pequenas, mas o problema com a técnica é a sua má resolução. Leva algum tempo para que os elementos radioativos passem pela cabeça e a correlação temporal com eventos psicológicos é, portanto, imprecisa (MALLOY-DINIZ et al., 2016; ABRISQUETA-GOMEZ et al., 2012).

A última técnica especializada de importância é o estudo de variáveis eletrofisiológicas. A atividade elétrica do cérebro tem sido registrada há muitos anos para fins clínicos e neurológicos, mas recentemente atraiu a atenção como técnica de pesquisa em psicologia. A atividade elétrica pode ser registrada enquanto os indivíduos se envolvem em tarefas psicológicas e podem ser analisados em termos de atividade característica em determinados locais durante certos períodos (registro eletroencefalográfico contínuo – EGG-C), ou em termos de resposta típica do cérebro a algum evento de estímulo. Embora existam consideráveis dificuldades técnicas e metodológicas nesta área, oferece uma oportunidade de observar eventos psicológicos e eventos cerebrais associados simultaneamente e com um bom grau de resolução. Este é um avanço fundamental, mas, embora tenha parecido ser uma grande promessa para o futuro, ele ainda não conseguiu fornecer os *insights* que eram antecipados (KOLB; WHISHAW, 2006).

8 A NEUROPSICOLOGIA COGNITIVA

A neuropsicologia cognitiva desenvolveu-se na década de 1970 como um relativamente distinto sub-ramo da neuropsicologia. Sempre houve um intercâmbio produtivo entre os campos da psicologia cognitiva e da neuropsicologia. Os modelos cognitivos das habilidades humanas informam a análise neuropsicológica e os achados neuropsicológicos contribuíram para o desenvolvimento dos modelos cognitivos. No entanto, isso se tornou mais formalizado na neuropsicologia cognitiva pelo desenvolvimento explícito de modelos cognitivos com base em dados neuropsicológicos e na utilização desses modelos na análise de problemas neuropsicológicos clínicos (MANNING, 2012).

Um bom exemplo pode ser dado em um dos modelos mais desenvolvidos, que é para leitura de uma palavra única. Com base em modelos cognitivos anteriores do processo de leitura em indivíduos normais, desenvolveram-se modelos neuropsicológicos cognitivos em que as várias formas de distúrbios neuropsicológicos de leitura podem ser entendidas em termos de falhas em um ou mais processos específicos de componentes ou nas conexões entre esses processos. Visualizado como um fluxograma do processo de leitura, o distúrbio de leitura pode ser descrito como erros nas "caixas" ou nas "setas" das quais o gráfico é composto. O modelo pode, é claro, ser testado em sua capacidade de caracterizar adequadamente a dificuldade que um paciente particular experimenta, ao lado de sua coerência com os achados experimentais de indivíduos normais que leem palavras únicas no laboratório (FUENTES et al., 2014; MANNING, 2012).

Foram identificadas duas formas de neuropsicologia cognitiva: uma forma "dura" e uma "suave". A forma suave aceita que alguma referência ao que se sabe sobre a estrutura e organização neurológica do cérebro é apropriada e que o modelo deve ser amplamente consistente com essa informação. A anatomia do cérebro pode ser um guia útil para a estrutura do modelo neuropsicológico cognitivo. No entanto, a forma dura adota a posição de que o modelo é bastante independente das considerações anatômicas das estruturas cerebrais. A análise é puramente a nível psicológico e as descrições formuladas em termos de processos psicológicos. Parece estranho para muitos neuropsicólogos ter um ramo de neuropsicologia que não precisa fazer referência ao cérebro; mas é a este caminho que a lógica dessa abordagem conduz (MANNING, 2012; BENTON, 2000).

A neuropsicologia cognitiva tem sido proeminente e influente na formação do desenvolvimento da neuropsicologia nos últimos 40 anos. Modelos particularmente bem-sucedidos foram desenvolvidos não só para leitura de palavras, mas também para reconhecimento de rosto, percepção de objetos e várias outras habilidades. Esses modelos também continuaram a causar impacto na psicologia cognitiva de indivíduos normais. No entanto, deve ser reconhecido que, além de uma sofisticação geralmente aumentada da compreensão neuropsicológica, esses modelos tiveram relativamente pouco impacto na prática clínica. As demandas de realizar a análise neuropsicológica cognitiva relevante

normalmente excedem o tempo disponível para um clínico em lidar com um determinado cliente. A contribuição da neuropsicologia cognitiva – e é um contributo substancial – tem sido em pesquisa e desenvolvimento teórico em vez de no desenvolvimento de ferramentas e procedimentos úteis.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A neuropsicologia, como muitas ciências, tem seus elementos marginais, e porque recentemente se tornou moda, talvez mais que o devido. A lateralização do hemisfério tem sido o ponto de partida para toda uma série de teorias sobre a consciência, as diferenças culturais e o ajuste profissional e educacional. Sugeriu-se que a consciência se originasse de processos no hemisfério direito que originalmente foram atribuídos à "voz dos deuses". Foi proposto que as diferenças no desenvolvimento social entre culturas primitivas tenham suas origens no desenvolvimento relativo das especializações dos dois hemisférios cerebrais, e que os estilos de pensamento oriental e ocidental refletem diferenças laterais semelhantes. O sucesso ocupacional foi atribuído à "hemisfericidade", ou ao equilíbrio relativo entre as atividades dos dois lados do cérebro, e questionários foram projetados para mensurar esse equilíbrio. As mudanças nos currículos educacionais foram propostas para desenvolver os aspectos supostamente mais criativos da função do hemisfério direito.

Embora muitas dessas ideias sejam estimulantes e excitantes, é preciso dizer que vão muito além da evidência científica atualmente disponível, e podem ser prejudiciais se incorporadas em nossas ideias culturais gerais ou traduzidas em política social. Espera-se que o acadêmico, tendo lido este livro e algumas das leituras recomendadas, esteja em melhor posição para fazer uma avaliação equilibrada de algumas dessas ideias, assim como a sua importância e valor.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você aprendeu que:

- A neuropsicologia pode ser dividida em dois ramos. O primeiro, a neuropsicologia clínica, inclui a neurologia comportamental e lida com pacientes com lesões cerebrais. Três tradições históricas, ligeiramente associadas com a América do Norte, a antiga União Soviética e a Grã-Bretanha, podem ser identificadas.
- O segundo ramo é a neuropsicologia experimental, que estuda assuntos normais no laboratório por uma variedade de técnicas, incluindo escuta dicótica, campo visual dividido e apresentação tátil lateralizada, bem como técnicas fisiológicas mais especializadas. Estudar os cérebros dos animais, conhecido como neuropsicologia comparativa, faz uma contribuição distinta, mas importante.
- Existem questões conceituais fundamentais levantadas pela neuropsicologia, que incluem o problema mente-corpo. A posição geralmente aceita é o materialismo emergente ou o monismo psiconeural emergente, que afirma que todos os estados mentais também são estados do cérebro, mas não podem ser reduzidos às propriedades das células isoladas. As origens históricas da neuropsicologia moderna podem ser seguidas até a segunda metade do século XIX. As posições teóricas iniciais incluíram teorias localizadas e equipotenciais, mas a maioria dos neuropsicólogos aceita a teoria interacionista com seu conceito associado de equipotencialidade regional.
- A neuropsicologia é um campo de estudo fascinante e atualmente muito emocionante. Nos níveis conceituais e teóricos, e no nível de aplicação prática, há uma variedade de desafios e uma série de mistérios. Não sabemos muito sobre o cérebro e devemos suspeitar que ainda contém muitos segredos. Desenvolvimentos dramáticos estão sendo feitos e há a promessa de mais por vir. Esperamos que alguma dessas fascinações e emoções seja vislumbrada pelos leitores começando seu estudo de neuropsicologia.

AUTOATIVIDADE



- 1 Quais são as duas principais áreas em que a neuropsicologia é dividida? Por quê?
- 2 O que é a neuropsicologia comparada? Quais são as suas vantagens?
- 3 O que é a neuropsicologia cognitiva? Descreva as suas duas formas.



NEUROFISIOLOGIA BÁSICA

1 INTRODUÇÃO

Considera-se que todo neurônio possui em miniatura a capacidade integradora de todo o sistema nervoso. Os neurônios podem transformar a informação e transmiti-la a outros neurônios. Na maioria, a unidade do corpo da célula dendrítica é especializada como receptor e integrador do input sináptico de outros neurônios e o axônio é especializado em transmitir informações codificadas da unidade do corpo da célula dendrítica para as junções sinápticas, onde as funções de transformação ocorrem com outros neurônios ou efetores (músculos e glândulas). Para atender a essas tarefas, o neurônio é assim organizado:

- (1) um segmento receptivo (dendritos e corpo celular);
- (2) um segmento condutor (axônio); e
- (3) um segmento efector (sinapse).

Este tópico versará sobre várias questões centrais destes processos com o intuito de oferecer a você, acadêmico, um entendimento da neurofisiologia humana básica.

2 O SISTEMA NERVOSO E SUAS PRINCIPAIS DIVISÕES

A massa ovoide de cerca de 1400 g, tipo acinzentada, macia como geleia e com aspecto semelhante ao miolo de uma noz, envolvida pela caixa craniana, juntamente com a haste de 1 cm de espessura e 45 cm de comprimento que se estende da parte posterior-inferior, fornece a base fundamental para o comportamento humano adulto. O cérebro é parte do sistema nervoso (SN), a massa corporal de tecido nervoso interconectivo e interativo. O SN compreende duas partes principais: o sistema nervoso central (SNC) e o sistema nervoso periférico (SNP).

O SNC consiste no tecido nervoso envolto pela caixa craniana e a coluna vertebral, nomeadamente o cérebro e a medula espinal. O SNP consiste no tecido nervoso fora desses ossos: os nervos cranianos, os nervos espinhais e alguns nervos dos órgãos sensoriais (HALL, 2017). Contém dois outros sistemas distintos: o sistema nervoso somático, que recebe informação sensorial dos músculos e da pele e envia mensagens aos músculos esqueléticos; e o sistema nervoso autônomo (SNA), que inerva as glândulas e órgãos do corpo. O SNA tem duas ramificações: o Sistema Nervoso Simpático, que é responsável pela excitação do corpo através do aumento da frequência cardíaca, liberação de adrenalina e supressão do sistema digestivo; e o Sistema Nervoso Parassimpático, que tem o papel oposto de diminuir a frequência cardíaca e facilitar a atividade do sistema digestivo. Assim, um é consumidor de energia, o outro conservador de energia (CARDINALI, 1992).

Existe uma interação considerável entre o SNC e o SNP. Os nervos do SNP podem detectar estímulos de fora do corpo e transmitir mensagens sobre esses estímulos ao cérebro. Alternativamente, o próprio cérebro pode enviar mensagens para o SNP. Os nervos cranianos e espinhais do SNP são considerados com mais detalhes no próximo tópico deste livro, assim como a anatomia básica e a estrutura do cérebro. Este tópico aborda a composição do SNC e como as estruturas fundamentais do SNC se comportam e interagem para permitir que o comportamento ocorra.

3 CÉLULAS NO SISTEMA NERVOSO

O SNC e SNP são constituídos por diferentes tipos de células. Essas células são principalmente de dois tipos: células nervosas, conhecidas como neurônios, e células de suporte, conhecidas como células gliais (astrócitos, oligodendrócitos, endotélio, células de Schwann, micróglia). Estima-se que aproximadamente existam 86 bilhões de neurônios no cérebro humano e 20 milhões de neurônios na medula espinal. O número de células gliais no cérebro é de aproximadamente 84 bilhões (LENT et al., 2012; HERCULANO-HOUZEL, 2005). Embora essa estimativa seja bastante surpreendente, se você considerar que os neurônios também se comunicam com outros neurônios, que por sua vez se comunicam com outros neurônios, você pode rapidamente ver como é desafiador compreender e estudar as funções do cérebro. Estima-se que ocorram no mínimo 100 trilhões de conexões neurais no cérebro humano adulto. A complexidade da comunicação é ainda mais agravada pela maneira como os neurônios se comunicam. Isso será retomado mais adiante neste tópico (ZORZETTO, 2012).

As células gliais são assim chamadas porque, como o próprio nome sugere, elas são pensadas como sendo a cola que mantém os neurônios juntos. Embora esta descrição não seja rigorosamente precisa (as células gliais não colam os neurônios uns com os outros), elas estão intimamente ligadas aos neurônios e servem para atender às necessidades desses neurônios. Enquanto os neurônios desempenham as funções do SNC, as células gliais dão suporte físico e prático

essencial aos neurônios para que funcionem. Elas podem reparar os danos neuronais, podem moldar o neurônio e podem controlar o desenvolvimento do neurônio. No total, existe uma mesma média de células gliais comparada ao número de neurônios no SNC, entretanto, a distribuição é diferenciada nas diferentes estruturas (HERCULANO-HOUZEL, 2014).

Os neurônios se comunicam entre si através de sinais elétricos. Este sinal elétrico ou descarga é chamado de impulso nervoso e permite que os neurônios se comuniquem ao longo de grandes distâncias. Os impulsos são rápidos (na ordem de milissegundos) e podem ser enviados entre os neurônios do SNC e SNP ou de neurônios no SNC e SNP para outros neurônios no SN.



O que o cérebro humano tem de tão especial?

O cérebro humano é um enigma, ele é curiosamente grande em relação ao tamanho de nosso corpo, consome uma quantidade imensa de energia para o seu peso e tem o córtex cerebral bizarramente denso. Mas: por quê? A neurocientista Suzana Herculano-Houzel põe seu chapéu de detetive e nos conduz por esse mistério. Ao fazer "sopa de cérebro", ela chega a uma conclusão surpreendente.

Veja o vídeo "Suzana Herculano-Houzel at TEDGlobal 2013", disponível em: <https://www.ted.com/talks/suzana_herculano_houzel_what_is_so_special_about_the_human_brain/transcript?language=pt-br>.

4 O NEURÔNIO

Nascemos com todos os neurônios que teremos na vida. Há uma estimativa comum de que perdemos 100.000 destes por dia desde o nascimento. Contudo, entre as idades de 20 e 60 anos, nós perdemos aproximadamente entre 1,1 a 3,1 gramas do tecido cerebral a cada ano. Após a idade de 60 anos, nós perdemos entre 3,1 a 4 gramas por ano. O que, de acordo com Larry Squire (2003), faz com que a estimativa de 100.000 neurônios por dia seja um mito. O autor afirma que de fato perdemos células todos os dias, mas não em escala tão alta. A probabilidade é de que o número seja apenas um décimo de 100.000 neurônios (HALL, 2017; JUAN, 2006).

Ao contrário de outras células do corpo, os neurônios não podem se regenerar quando morrem. De fato, a busca por encontrar uma maneira de regenerar os neurônios foi descrita como o "Santo Graal" da neurobiologia (NICOLELIS, 2011), e o ponto de discussão a seguir levanta o debate. Desde o nascimento, portanto, encontramos uma perda maciça de neurônios. Com base na estimativa acima, perderíamos muitos neurônios em um ano. Isso não

significa necessariamente que ficaremos mal, tendo que lidar com alguns bilhões de neurônios. Na verdade, a perda neuronal é necessária porque os neurônios redundantes são perdidos e as conexões entre os neurônios eficientes existentes são aumentadas (MACKAY, 2006).



Ponto de discussão: os neurônios podem se regenerar?

Era uma vez uma visão comum de que, quando os neurônios morrem eles simplesmente morriam e não eram substituídos. Quando sua pele é cortada, pode curar-se dentro de alguns dias. Quando seus ossos se quebram, as partes fraturadas podem se fundir ao longo do tempo. Quando partes do cérebro são lesadas, pensa-se que elas não se recuperam mais. Descobrir a regeneração dos neurônios foi considerado o Santo Graal da neurobiologia. No entanto, a pesquisa de Gerd Kempermann e seus colegas (KEMPERMANN; KUHN; GAGE, 1997; KEMPERMANN; GAGE, 1999) sugere que o Graal pode ser exumado.

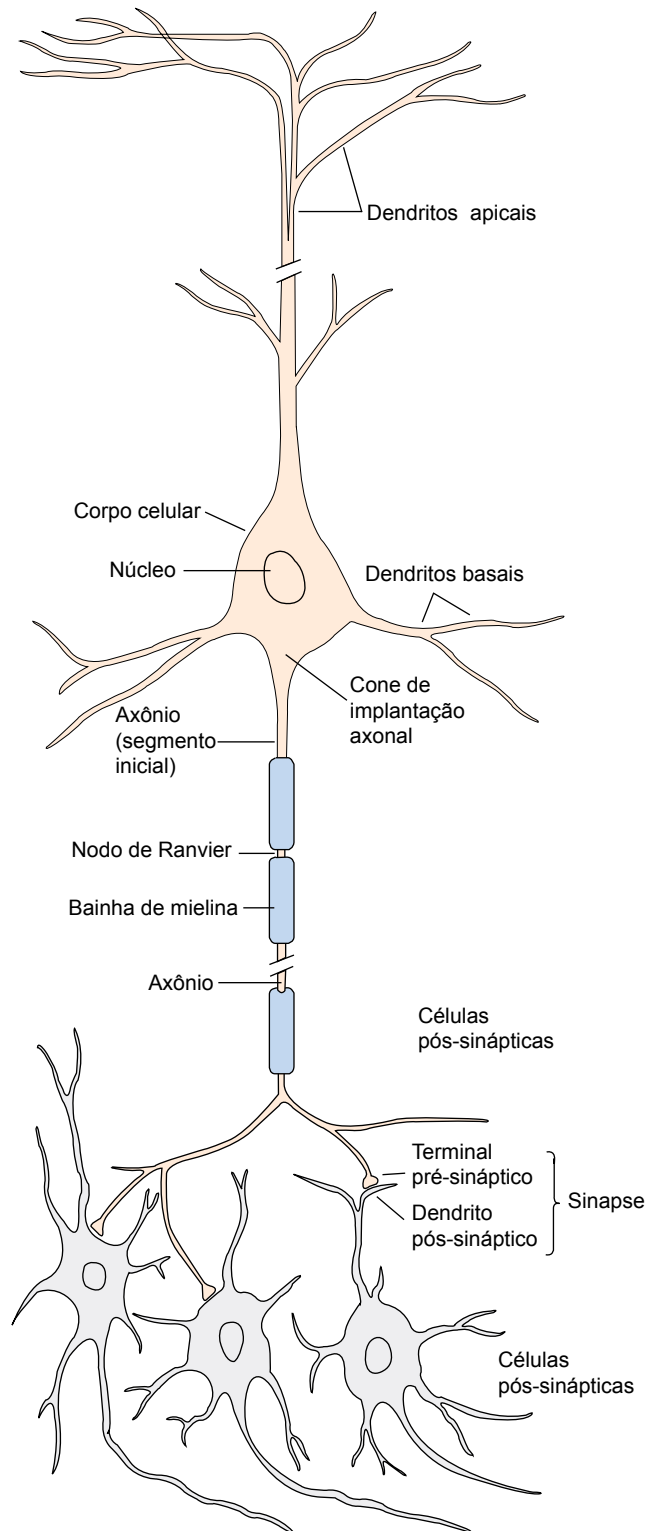
A pele e os ossos podem se curar por causa das células-"tronco", cujo trabalho é regenerar as células. O cérebro foi pensado ser incapaz de reparar-se porque estas células-tronco estavam ausentes no cérebro. O que Kempermann e sua equipe descobriram foi que uma parte do cérebro do rato parecia criar novos neurônios – o hipocampo, uma estrutura importante para a formação de novas memórias. Como esta pesquisa ainda é relativamente muito nova, no entanto, pouco se sabe sobre essas células "novas". Quantas células são produzidas? O hipocampo é a única área a produzir? Eles funcionam como outros neurônios? Eles funcionam? Eles são criados para substituir outras células ou para existir junto a elas? O que promove sua fabricação? Eles são produzidos em humanos no mesmo grau?

Sabemos também que os neurônios olfativos que compõem o nervo olfativo são únicos de várias maneiras, sendo dos poucos tipos de neurônios humanos que podem se regenerar. Mas não sabemos muito ainda sobre a capacidade regenerativa destes neurônios.

Todas essas perguntas são emocionantes para responder, especialmente porque as respostas podem, um dia, levar a um kit de reparo neuronal avançado para alguns dos nossos transtornos neurológicos mais sérios, como a doença de Alzheimer.

O neurônio tem uma série de características identificáveis e características físicas que são tornadas visíveis por técnicas de coloração. Essas técnicas envolvem corantes especiais que destacam partes específicas do neurônio. Algumas técnicas destacam algumas partes do neurônio, enquanto outras técnicas destacam outras partes. As várias partes, às vezes, aparecem como manchas escuras ou coloridas, contrastando com a coloração clara ao redor delas. A estrutura básica do neurônio pode ser vista na Figura 1.

FIGURA 1 – O NEURÔNIO E SEUS PROCESSOS



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 20)

Uma camada de lipídios, chamada de membrana, cobre a célula. Esta membrana existe para separar um neurônio de outro e contém substâncias que podem: (1) detectar material fora da célula e (2) permitir a saída de material da célula. Essas substâncias transportam ativamente material dentro e fora da célula. Mais importante ainda, a membrana possui certas propriedades que lhe permitem transportar impulsos nervosos, a carga elétrica que permite que os neurônios se comuniquem uns com os outros.

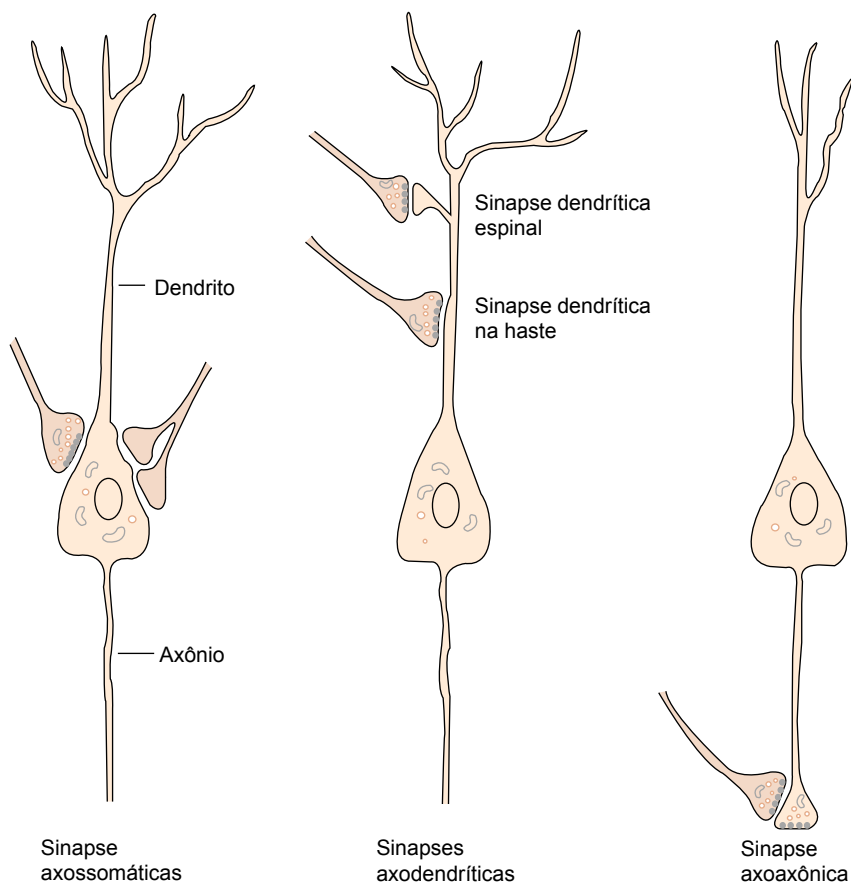
O centro do neurônio é chamado de corpo celular (ou soma ou pericário). Dentro do corpo celular tem um núcleo, e dentro do núcleo tem um nucléolo. O núcleo é grande e torna o neurônio claramente distinto de outras células do SN. O neurônio é cercado por fluido extracelular, assim chamado porque existe fora da célula (este também é conhecido como fluido intersticial). O fluido dentro da célula é chamado de fluido intracelular. Vários processos se estendem a partir do corpo celular que recebe ou envia sinais elétricos. Estes são chamados de dendritos e axônios (HALL, 2017). Normalmente, existem vários dendritos que se estendem a partir do corpo celular, mas apenas um axônio. Os dendritos podem se ramificar para formar uma massa de processos dendríticos. Isso é vantajoso, porque o papel dos dendritos é receber sinais de outros neurônios. Os dendritos também podem ter neles pequenos espigões ou espinhas, que aumentam sua área de superfície e, portanto, permitem que mais informações sejam recebidas. O axônio é responsável por levar o impulso nervoso a outros neurônios. Os axônios podem ser curtos ou muito longos (o mais longo é pouco mais de 1 m). A vantagem de ter axônios de diferentes comprimentos é que permite que eles se comuniquem com neurônios que estão muito distantes ou muito próximos do axônio (KANDEL et al., 2014).

O axônio deixa o corpo celular em um ponto chamado de Cone de implantação ou o segmento inicial ou zona de disparo. No final do axônio há um ligeiro alargamento semelhante a um botão chamado terminal axonal. Isso também tem vários nomes, incluindo botão terminal ou botão sináptico. O terminal axonal normalmente é encontrado perto do neurônio que recebe a mensagem do axônio. O ponto de contato entre o botão do terminal e o outro neurônio é chamado de sinapse. É aqui que a informação é enviada de um neurônio para outro. No SNP, os botões terminais podem formar sinapses com células musculares (OLIVEIRA, 2000).

A comunicação na sinapse é possível graças à liberação de substâncias químicas conhecidas como neurotransmissores. Estes são armazenados nas vesículas sinápticas do botão do terminal. Embora existam muitos neurotransmissores, são bastante difíceis de identificar. Eles são liberados pelo impulso nervoso, que leva o neurotransmissor a deixar o botão terminal e entrar no espaço entre o botão e o neurônio receptor. Este espaço é chamado de fenda sináptica e tem aproximadamente 20 nm de largura (cerca de 0,00002 mm). Uma vez que os neurotransmissores são liberados pelo botão terminal e as proteínas necessárias para a transmissão desses produtos químicos são armazenadas lá, a membrana do neurônio voltado para a fenda (o botão do terminal) é mais espessa que a do

neurônio receptor. Esta membrana mais espessa é chamada de membrana pré-sináptica, porque está situada antes da fissura (por isso, pré-sináptica). A superfície da célula contatada é chamada de membrana pós-sináptica. Da mesma forma, aqueles neurônios situados antes da fenda são chamados neurônios pré-sinápticos, enquanto aqueles que recebem o neurotransmissor são chamados de neurônios pós-sinápticos. Sinapses podem ocorrer quase em qualquer lugar no neurônio (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013). Por exemplo, pode haver sinapses no corpo da célula (sinapses axossomáticas), dendritos (sinapses axodendríticas) e no próprio axônio (sinapses axoaxônicas), como se vê na Figura 2.

FIGURA 2 – EXEMPLOS DE SINAPSES AXONAIS



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 205)

Existem centenas, possivelmente milhares, de sinapses em cada neurônio. O número é tão grande que o neurobiólogo Gerald Edleman, vencedor do Prêmio Nobel, estimou que levaria 32 milhões de anos para contar o número de sinapses no SNC.

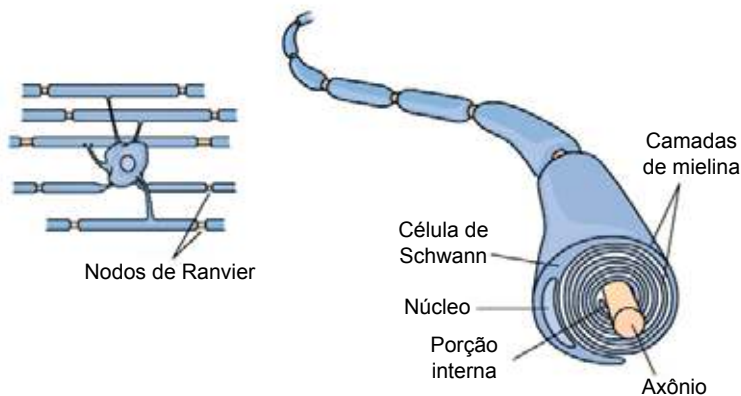
5 O AXÔNIO E A MIELINIZAÇÃO

O axônio é um dos processos mais importantes que se estendem a partir do corpo celular. É coberto por uma membrana chamada membrana axonal (ou axolema). Quase todos os axônios no SNC estão rodeados por uma bainha de mielina. Esta bainha é composta por uma série de camadas (lamelas) de lipídios (gorduras) e proteínas chamadas mielina, que isolam o axônio do seu entorno e de outros neurônios. A bainha contém cerca de 80% de lipídios e 20% de proteína. Este isolamento é vantajoso porque ajuda a condução rápida de impulsos nervosos. Faz isso reduzindo a perda do fluxo de corrente do axônio para o fluido circundante. Os axônios cobertos de mielina são chamados de axônios mielinizados; aqueles não cobertos são chamados de axônios não mielinizados. Quanto mais espessa a bainha, mais rápida é a velocidade de condução do sinal. Em algumas doenças, os axônios podem tornar-se desmielinizados (por exemplo, em esclerose múltipla). Como resultado, a condução de impulso é retardada consideravelmente ou é completamente interrompida. Se a doença evoluir, o próprio axônio (assim como a bainha de mielina) pode degenerar (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2010).

A bainha de mielina é de forma cilíndrica, produz uma aparência esbranquiçada (devido ao teor de gordura) e é produzida por um tipo específico de célula glial. Em certos intervalos, no entanto, a membrana axonal não está mielinizada, expondo-a ao fluido circundante. Esses pontos não mielinizados do axônio são chamados de Nódulos de Ranvier e separam os segmentos do axônio mielinizado (os nódulos têm cerca de 1-2 mm de comprimento, o segmento mielinizado é de cerca de 1 mm). Esses nódulos ajudam na velocidade de condução, fazendo com que o impulso nervoso passe de um nódulo para o outro.

FIGURA 3 – (A) UM OLIGODENDRÓCITO; (B) UMA CÉLULA DE SCHWANN

A) UM OLIGODENDRÓCITO; B) UMA CÉLULA DE SCHWANN



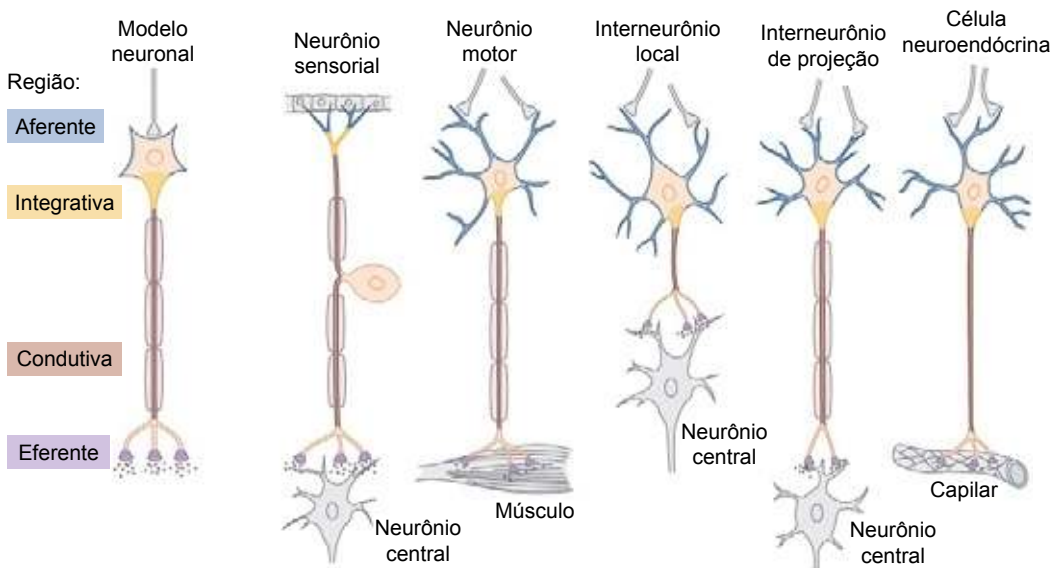
FONTE: Kandel et al. (2014, p. 24)

No SNC, a mielina é feita a partir de um tipo de célula glial chamada oligodendrócitos (ou oligodendróglia). No SNP, a mielina é produzida pelas células de Schwann. Ambas as células estão ilustradas na Figura 3. A mielinização é um processo importante no SN, uma vez que está intimamente relacionado com a maturação funcional. Começa antes do nascimento e continua até a idade de dois anos, possivelmente terminando durante a adolescência ou a idade adulta jovem.

6 DIFERENTES TIPOS DE NEURÔNIOS

Existem diferentes tipos de neurônios no SNC, que podem ser distinguidos pelo comprimento de seus processos ou pelo número de processos que se estendem a partir deles. Alguns estão ilustrados na figura a seguir. Por exemplo, os neurônios de projeção enviam impulsos através de axônios longos para outros neurônios através de longas distâncias (também conhecidas como células de Golgi tipo 1). Os axônios de neurônios de projeção também podem "projetar" colaterais axônicos à medida que se dirigem para seu local-alvo. Os colaterais – processos que se estendem a partir do axônio – podem, portanto, terminar mais cedo e em diferentes lugares do axônio.

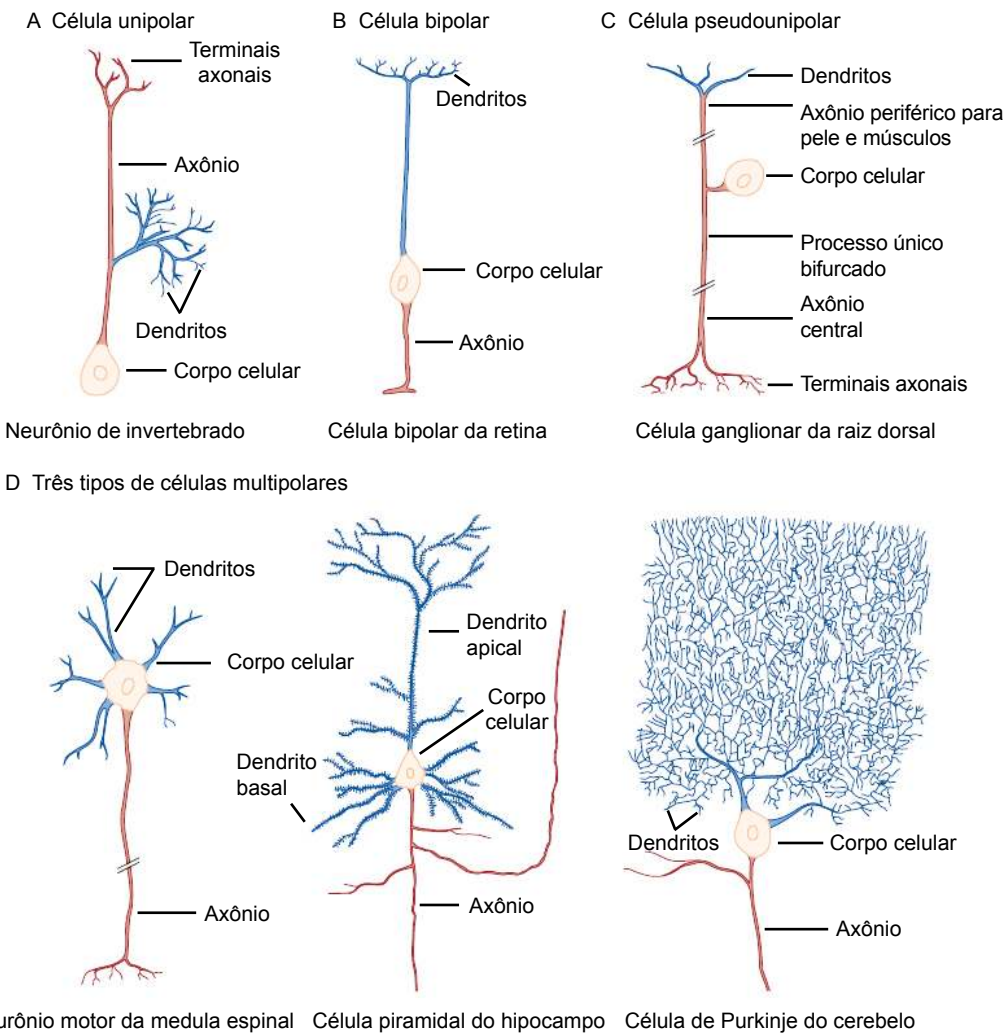
FIGURA 4 – TIPOS DE NEURÔNIOS E INTERNEURÔNIOS



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 27)

Um segundo tipo de neurônio é chamado de interneurônio (também chamado de célula de Golgi tipo 2). Os interneurônios têm processos curtos que ocorrem perto do corpo celular. Pode-se argumentar que cada neurônio é um interneurônio, porque cada neurônio envia sinais e recebe sinais de muitos outros neurônios e, portanto, pode mediar a atividade de outros neurônios. No entanto, o termo "interneurônio" é reservado para aqueles neurônios que se comunicam com apenas um grupo de neurônios. Os neurônios também são descritos de acordo com o número de axônios e dendritos que eles enviam, como se vê na figura a seguir.

FIGURA 5 – TIPOS DE CÉLULAS: (A) CÉLULA UNIPOLAR; (B) CÉLULA BIPOLAR; (C) CÉLULA PSEUDOUNIPOLAR; (D) TRÊS TIPOS DE CÉLULAS MULTIPOLAR



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 22)

Os corpos celulares dos neurônios do SNC frequentemente aglomeram-se em grupos. Quando isso acontece, os corpos celulares formam núcleos (ou, quando ocorrem no SNP, gânglios). Grupos de axônios podem deixar esses núcleos em uma formação próxima e paralela. Quando grupos de axônios se estendem a partir de corpos celulares, eles formam um trato (no SNP eles formam um nervo). Os tratos axonais às vezes são acompanhados por coleções menores e paralelas de axônios, que geralmente se ramificam antes que os tratos terminem. Estes feixes menores terminam em outros neurônios. No entanto, é o trato que proporciona a maior rota para o impulso nervoso. Esses tratos, por causa de seus axônios mielinizados, produzem uma cor esbranquiçada (TORTORA; DERRICKSON, 2017). O tecido que contém grande número de axônios mielinizados é, portanto, chamado de substância branca; o tecido que contém principalmente corpos celulares e dendritos (assim como alguns axônios) é chamado de matéria cinzenta (porque parece cinza). Apesar da complexidade do sistema (considere novamente o número de conexões e interconexões possíveis), há uma organização nesta complexidade, como veremos adiante.

7 CÉLULAS GLIAIS

Embora elas não colem estritamente partes do sistema nervoso em conjunto, as células gliais ou de suporte ajudam a ligar neurônios e seus processos juntos. Embora cerca de 50 por cento das células do cérebro sejam células gliais, até recentemente foram pensadas para desempenhar funções bastante secundárias, como atender às necessidades dos neurônios. No entanto, agora parece que as células gliais podem determinar o número de sinapses geradas no cérebro (HERCULANO-HOUZEL, 2014).

A descoberta seguiu outro achado extraordinário: as sinapses de neurônios crescidos com astrócitos – um tipo de célula glial – eram dez vezes mais ativas que as cultivadas sem astrócitos. A mera proximidade das células gliais aos neurônios torna os neurônios mais sensíveis. Os neurônios expostos a células gliais podem formar sete vezes mais sinapses que aqueles que não estão expostos.

Existem três tipos principais de células gliais que servem a uma função distinta e possuem uma estrutura distinta.

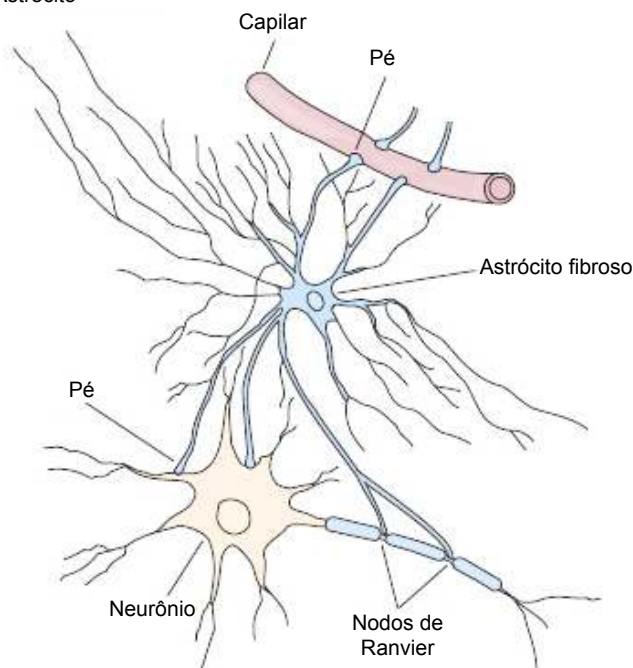
7.1 ASTRÓCITOS (ASTRÓGLIA)

Os astrócitos são o tipo mais comum de células gliais, de fato, de qualquer tipo de célula cerebral. Eles são chamados assim por sua forma de estrela, e sua função é fornecer suporte físico para células, como se vê na Figura 6. Eles também são responsáveis pela fagocitose, o processo pelo qual as células mortas são engolidas e digeridas. Como os neurônios morrem ou são mortos, seria desvantajoso ter resíduos e detritos deste tipo flutuando ao redor do SNC, e os astrócitos garantem que esses detritos sejam aspirados. Os astrócitos também produzem tecido cicatricial quando o SNC está danificado ou ferido. Eles executam todas as funções de suporte envolvendo os braços de suas estrelas em torno de vários processos.

Os astrócitos podem trocar substâncias com neurônios, remover ou quebrar os neurotransmissores liberados para a fenda sináptica, impedindo assim a acumulação de neurotransmissores no fluido extracelular e regulando a concentração de íons de potássio no fluido extracelular. Conforme veremos na sequência, a excitabilidade dos neurônios depende da concentração de potássio. Se um neurônio está "sobreativado", muito potássio pode ser deixado no fluido extracelular. Os astrócitos ajudam na remoção desse excesso de substância.

FIGURA 6 – UM ASTRÓCITO

C Astrócito



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 24)

7.2 OLIGODENDRÓCITOS (OLIGODENDRÓGLIA)

Oligodendróglia são outro tipo de célula glial que suporta o SNC. Sua principal função é a produção de mielina. Às vezes, a oligodendróglia é encontrada muito perto do corpo celular. Quando isso ocorre, elas são chamadas de células satélites.

7.3 CÉLULAS MICROGLIAIS

Entre 5 e 20 por cento das células gliais são microglia, assim chamadas porque são pequenas; elas são distribuídas uniformemente por todo o SNC. A microglia possui propriedades fagocíticas e é pensado que é ativada em resposta a algum dano ao cérebro, como inflamação, tumor ou infecção. Às vezes, elas são chamadas de "células varredoras". Por exemplo, é pensado que elas destroem organismos invasores, removem material perigoso e promovem o reparo de tecidos ao secretar o fator de crescimento (KREUTZBERG, 1996). O tamanho pequeno as torna difíceis de identificar; parecem não ter características estruturais claras. Na verdade, de acordo com alguns autores, elas podem até ser uma variedade de oligodendrócitos (BRODAL, 1992).

7.4 CÉLULAS DE SCHWANN

Como vimos no subtópico sobre mielinização, o SNP possui seu próprio tipo de célula de suporte, a célula de Schwann, para ajudar a apoiar e isolar os processos desse sistema. As células de Schwann também fornecem orientação física aos axônios do SNP que estão brotando ou que foram danificados. Por exemplo, quando os axônios morrem, as células de Schwann ajudam a digerir o material morto e a se arrumar cilindricamente ao redor do axônio para orientar seu crescimento (ao contrário dos neurônios – o corpo celular –, os axônios podem regenerar, dentro de certos limites).

Existem células de Schwann que mielinam e outras não. As células de Schwann não mielinizantes são chamadas de células Schwann terminais. Há algumas evidências que sugerem que essas células mantêm e reparam neurônios nas sinapses neuromusculares, detectando mudanças na sinapse e respondendo a elas (SON; TRACHTENBERG; THOMPSON, 1996).

8 COMO OS NEURÔNIOS SE COMUNICAM I: O POTENCIAL DE AÇÃO

Os neurônios se comunicam entre si, enviando impulsos elétricos chamados potenciais de ação. O potencial refere-se à fonte de atividade elétrica – o método de comunicação do neurônio é, portanto, elétrico. Esta comunicação depende da excitabilidade do neurônio – sua capacidade de reagir a um estímulo com uma descarga elétrica (ou corrente ou impulso – todas essas palavras se referem à mesma coisa).

O potencial de ação é produzido por partículas carregadas chamadas íons, que passam através da membrana celular. O líquido extracelular e intracelular contém íons. Estes íons são carregados positivamente (cátions) ou carregados negativamente (ânions). A frase familiar "opostos se atraem" tem sua origem na química eletrolítica, porque enquanto os íons carregados de forma semelhante se repelem, os íons carregados de forma diferente se atraem. A força produzida por essa repulsão e atração é chamada de pressão eletrostática. Existem muitos íons diferentes distribuídos de forma desigual dentro e fora da membrana celular (intracelular e extracelularmente). É essa distribuição que dá à membrana seu potencial elétrico e, portanto, é chamado de potencial de membrana. A membrana possui uma carga elétrica, pois existem íons positivos e negativos dentro e fora da membrana celular (FUJITA, 1988).

A membrana é seletivamente permeável aos íons, ou seja, permite apenas certos íons. Talvez os íons mais significativos sejam Na (sódio), K⁺ (potássio), Ca²⁺ (cálcio) e Cl⁻ (cloreto). Os íons de potássio, sódio e cloreto são encontrados em fluidos extracelulares e intracelulares, embora haja mais potássio no fluido intracelular e mais sódio e cloreto no fluido extracelular. O cloreto é o ânion extracelular mais proeminente. Os tipos de abertura dos canais iônicos que são controlados por neurotransmissores são chamados de transmissores ou ligantes. Alguns canais são regulados pela magnitude do potencial de membrana. Esses canais são chamados de canais iônicos sensíveis à voltagem ou voltagem-dependentes, e são estes que são responsáveis por produzir o potencial de ação. A permeabilidade da membrana, isto é, a capacidade de permitir que o potássio entre ou saia, depende não só de quantos canais existem, de como eles são distribuídos e de quanto eles abrem, mas também do gradiente de concentração do íon. Quanto mais concentrado for, maior o fluxo de íons (LE MOS, 2001).

8.1 O POTENCIAL DE MEMBRANA

Se o interior da membrana é negativo em relação ao exterior, os íons positivos serão atraídos para dentro. Como resultado, os íons negativos serão forçados a sair porque, como você lembrará, os íons carregados de forma semelhante são repelidos. O grau de atração ou repulsão é determinado pelo potencial de membrana. Para a maioria dos neurônios, a carga através desta membrana é de cerca de 60-70 milivolts (mV) quando não recebe estimulação. Esta carga é chamada de potencial de repouso. Como há mais íons negativos dentro da célula, esse potencial de repouso foi arbitrariamente definido como negativo, isto é, -60/ 70mV (CARDINALI, 1992).

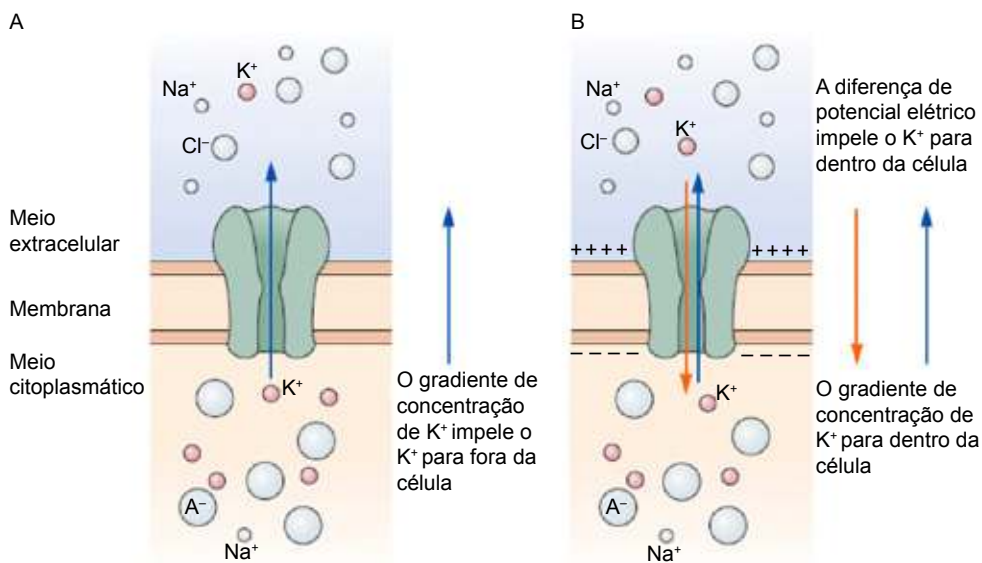
O potencial é produzido pela permeabilidade seletiva da membrana aos íons e às diferentes concentrações de íons dentro e fora da célula. A distribuição desigual dos íons é mantida por "bombas" na membrana celular. O potássio, por exemplo, flui através da membrana facilmente quando a célula está em repouso, enquanto o sódio passa com dificuldade. Assim, a expulsão de potássio resulta no interior da célula perdendo íons positivos, produzindo uma carga negativa no interior. O potássio não deixa o interior da célula sem parar, porque em um certo ponto a membrana irá forçar o potássio a retornar para dentro da célula. A 70 mV, as forças dos fluxos de potássio para fora e para dentro são similares. Isso representa o potencial de equilíbrio do potássio. O potencial de repouso é ligeiramente inferior ao potencial de equilíbrio do potássio porque a membrana também é permeável (mas apenas ligeiramente) aos íons de sódio carregados positivamente. Assim, à medida que os íons de potássio fluem, um pequeno número de íons de sódio entra na membrana, tornando a carga interna negativa ligeiramente menos negativa. O mecanismo que regula o influxo e o efluxo de sódio e potássio é a bomba sódio-potássio. Ela força os íons de sódio para fora em troca de íons de potássio, geralmente na proporção de 3:2, que é para cada três íons de sódio expulso, dois íons de potássio são empurrados para dentro (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2010).

8.2 DEPOLARIZAÇÃO E HIPERPOLARIZAÇÃO

Quando os canais de sódio são abertos, a célula se torna mais permeável ao sódio e o potencial de repouso torna-se mais como o potencial de equilíbrio para o sódio (55 mV). O aumento da permeabilidade e do influxo de sódio constituem o que se denomina despolarização: os íons positivos tornam o potencial de membrana menos negativo. Se isso continuar e os íons positivos continuarem a fluir para a célula, a carga intracelular inverte de negativo para positivo. Eventualmente, o potencial de repouso é alcançado, mas é primeiro ultrapassado. Quando isso acontece, a membrana é descrita como hiperpolarizada e o processo é chamado de hiperpolarização. O tempo decorrido da despolarização para a hiperpolarização é de aproximadamente 2-3 milissegundos (ms). Este é o potencial de ação: a despolarização e a hiperpolarização da membrana celular produzidas por aumento da permeabilidade celular aos íons de sódio. Para

permitir um potencial de ação, a membrana deve atingir o limiar de excitação, ou seja, deve estar excitada até certo ponto antes que um potencial de ação seja disparado (OLIVEIRA, 2000). O número de potenciais de ação pode atingir 100 por segundo. Embora esse processo possa parecer exigir uma grande troca de íons, a quantidade real de íons que flui dentro e fora da célula é pequena (por exemplo, um por cada 3000 íons no caso do potássio, veja a figura a seguir).

FIGURA 7 – O FLUXO DE POTÁSSIO ATRAVÉS DE UMA MEMBRANA CELULAR



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 116)

A força de um potencial de ação é a mesma, independentemente da força da estimulação. Assim, embora um estímulo fraco e forte possa desencadear um potencial de ação, a força do potencial de ação é a mesma. No entanto, existem fatores que influenciam a geração do potencial de ação. Estas são a frequência e o padrão da estimulação. Às vezes, um estímulo não é suficiente para precipitar um potencial de ação: são necessários vários repentinos de estimulação.

Um íon até agora não mencionado é o cálcio. Embora isso não pareça tão importante quanto o sódio e o potássio em causar o potencial de ação, o cálcio desempenha um papel importante na regulação extracelular da excitabilidade da membrana celular. A membrana contém canais de cálcio voltagem-dependentes. O cálcio entra na célula durante o potencial de ação (na verdade, através de canais de cálcio assim como de sódio). Talvez o seu papel mais importante seja intracelular. Sua presença nos botões terminais dos axônios é necessária para a liberação de neurotransmissores (TORTORA; DERRICKSON, 2017).

No período que se segue ao potencial de ação, há um período de relativa calma antes que outro potencial de ação seja disparado. Este estado de repouso é chamado de período refratário da célula. Este estado foi classificado em duas fases: o período refratário absoluto, onde uma célula é incapaz de produzir outro potencial de ação, independentemente da força ou frequência de estimulação; e o período refratário relativo, onde é necessária uma despolarização mais forte do que o normal.

8.3 COMO O IMPULSO NERVOSO É TRANSMITIDO?

Embora o axônio possa enviar uma corrente elétrica, ele faz isso de maneira bem diferente do fio de cobre. Pode perder partículas e tem alta resistência interna: qualquer sinal elétrico normal logo desapareceria e morreria em tais circunstâncias. A razão pela qual o potencial de ação não morre é que ele é repropagado (ou recarregado) à medida que ele faz seu caminho ao longo do axônio.

O curso do potencial de ação é diferente, dependendo se o axônio é mielinizado ou não mielinizado. Nos axônios não mielinizados, o impulso deixa o cone de implantação do axônio, onde ocorre a despolarização e onde o potencial de ação é desencadeado e passa pela repolarização. Nos axônios mielinizados, o impulso ainda continua por uma curta distância, mas é regenerado nos nódulos de Ranvier, as partes não mielinizadas dos axônios mielinizados, que são diretamente expostos ao fluido extracelular. A passagem do impulso do cone de implantação do axônio para o primeiro nódulo é eletrotônico (passiva). Este nódulo se torna despolarizado e ocorre outro potencial de ação. O potencial ocorre porque os canais de sódio voltagem-dependentes são abertos aqui. A mensagem elétrica é assim passada ao longo do axônio ao ser regenerada em cada nódulo. Considerando que a passagem do potencial de ação em axônios não mielinizados é suave, o curso do potencial de ação em axônios mielinizados é ligeiramente mais intenso porque é repropagado em cada nódulo (MARQUES; NOGUEIRA, 1983). Em cada nódulo, portanto, há um ligeiro atraso antes do impulso se mover, porque a membrana precisa abrir canais e permitir o fluxo de íons para dentro e para fora.

9 COMO OS NEURÔNIOS SE COMUNICAM II: NEUROTRANSMISSÃO

Para apoiar a função geral do sistema nervoso, os neurônios desenvolveram capacidades únicas para sinalização intracelular (comunicação dentro da célula) e sinalização intercelular (comunicação entre células). Para alcançar uma comunicação rápida e de longa distância, os neurônios desenvolveram habilidades especiais para o envio de sinais elétricos (potenciais de ação) ao longo dos axônios. Este mecanismo, chamado de condução, é como o corpo celular de um neurônio se comunica com seus próprios terminais através do axônio. A comunicação entre neurônios é conseguida em sinapses pelo processo de neurotransmissão. Agora, portanto, vamos explorar um pouco como ocorrem as sinapses.

9.1 A SINAPSE

Para recapitular: quando um potencial de ação é enviado pelo axônio, a despolarização ocorre no botão terminal, ele não é o fim do processo de comunicação. Quando a despolarização ocorre no botão do terminal, os canais de cálcio se abrem, permitindo que esse íon entre na célula. O aumento da permeabilidade ao cálcio e sua presença na célula é responsável pela secreção de um neurotransmissor pelas vesículas sinápticas. O neurotransmissor é liberado na fenda sináptica por um processo chamado exocitose. Isso significa que a vesícula que contém o transmissor move-se até a membrana celular do botão terminal pré-sináptico, empurra-se contra ela e se funde com ela. Quando isso ocorre, a vesícula libera o neurotransmissor, que se move para o líquido extracelular do espaço sináptico, onde ele se liga ao botão pós-sináptico ou receptor do terminal de outro neurônio. Uma nova etapa de comunicação é então alcançada. Às vezes, o neurotransmissor é liberado em pequenos pacotes quânticos, chamados quanta (PINTO, 2006).

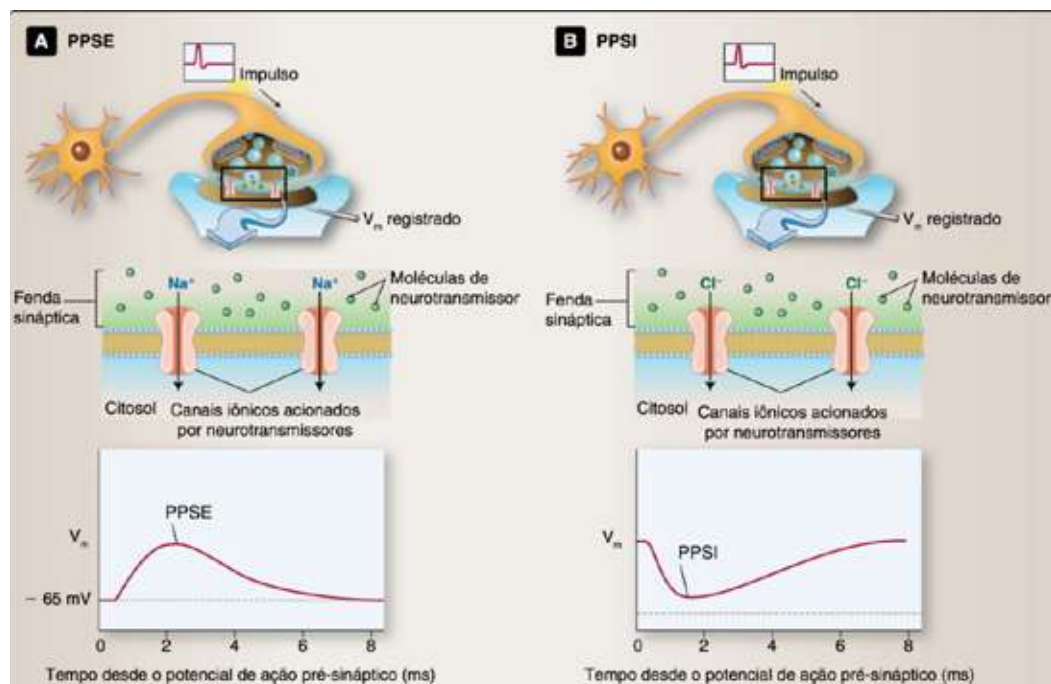
O neurotransmissor pode alterar o potencial da membrana, modificando assim sua permeabilidade. Devido a esse efeito, o neurotransmissor produz um potencial sináptico que é mais lento do que o potencial de ação. Se esse potencial é despolarizante, o neurônio pós-sináptico pode desencadear um potencial de ação. Quando isso acontece, o efeito do neurotransmissor é excitatório: ele excita uma célula para produzir um potencial de ação e resulta em íons de sódio e cálcio entrando e íons de potássio sendo empurrados para fora. Esse tipo de potencial é chamado de potencial pós-sináptico excitatório (PPSE).

A quantidade de neurotransmissor liberada pode ser dependente da quantidade de cálcio que entra no neurônio pré-sináptico após despolarização. Portanto, um aumento na quantidade de cálcio que entra no neurônio torna-se associado a maiores quantidades de neurotransmissores sendo liberados. Por outro lado, pequenas quantidades de cálcio que entram no neurônio serão associadas com pouca ou talvez nenhuma liberação de neurotransmissor. No entanto, às vezes essa relação não é óbvia: o aumento da transmissão sináptica pode não acompanhar o aumento do fluxo de cálcio. Além do mais, a diminuição do cálcio também acompanha os aumentos na liberação do neurotransmissor. Quando isso ocorre, a liberação do neurotransmissor é considerada independente do cálcio (PICCOLINO; PIGNATELLI, 1996). O mecanismo para isso é desconhecido.

É preciso mais do que um PPSE para produzir um potencial de ação na célula receptora. Normalmente, é necessária estimulação repetida (muitos PPSEs) antes que isso possa acontecer. Existe um certo valor limiar que esses potenciais devem atingir antes que a despolarização desencadeie um potencial de ação. O processo de estimulação repetida que produz um potencial de ação é chamado de soma, porque o efeito de um PPSE é adicionado ao próximo, que é adicionado ao próximo e assim por diante até atingir o limite de despolarização. Essa forma de estimulação repetida frequente é chamada de somação temporal (ROMERO, 2000).

O efeito contrário pode ocorrer no botão pós-sináptico e a membrana pode se tornar hiperpolarizada. Isso efetivamente evita o disparo de um potencial de ação pelo botão pós-sináptico. Quando isso ocorre, o efeito do neurotransmissor é chamado de inibitório e o potencial produzido por esses transmissores é chamado de potencial pós-sináptico inibitório (PPSI). Aqui, os íons de potássio deixam a membrana e os íons de cloreto negativos podem ser bombeados, fazendo com que o interior da célula seja carregado negativamente. O ponto de inibição é que evita que o neurônio se torne excessivamente estimulado, uma vez que a superestimulação pode resultar em dano celular ou morte. As crises epilépticas resultam de um disparo incontrolável de impulsos, razão pela qual muitas drogas para combater a epilepsia ajudam a inibição de impulsos. Devido aos dois efeitos diferentes que os neurotransmissores têm, eles são referidos como neurotransmissores excitatórios ou inibitórios. Veja na figura a seguir o PPSE e o PPSI.

FIGURA 8 – POTENCIAIS PÓS-SINÁPTICOS EXCITATÓRIOS (PPSE) E INIBITÓRIOS (PPSI)



FONTE: Krebs, Weinberg e Akesson (2013, p. 15)

10 O QUE É UM NEUROTRANSMISSOR?

Até agora descrevemos os efeitos de produtos químicos lançados por botões pré-sinápticos na sinapse sobre a atividade de neurônios pós-sinápticos. Esses produtos químicos enviam um sinal ao botão pós-sináptico e podem ser inibitórios ou excitatórios. Estas são as propriedades do neurotransmissor. A maioria dos neurotransmissores mais proeminentes é baseada em proteínas. Os neurotransmissores podem ser constituídos por moléculas de proteínas

pequenas ou grandes. Todos os neurotransmissores de pequenas moléculas, exceto a acetilcolina, são aminoácidos ou um tipo de aminoácido chamado amina. As moléculas maiores são constituídas por peptídeos (proteínas que são constituídas por um pequeno número de aminoácidos). Devido a isso, elas são chamadas neuropeptídios. Sua função não é tão clara quanto a dos transmissores de moléculas pequenas. Provavelmente há cerca de 30-40 neuropeptídeos identificáveis no SNC (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

A função de todos os neurotransmissores não é clara, porque o tipo de efeito que produzem depende do tipo de receptor com o qual eles se ligam ou se comunicam. Os neurotransmissores são feitos no corpo da célula e armazenados nas vesículas, como vimos no subtópico acima. Geralmente, um botão terminal contém um neurotransmissor e um ou mais neuropeptídeos. Isso complica qualquer compreensão dos efeitos específicos de cada tipo de transmissor, porque os transmissores são liberados juntos.

Os neurotransmissores são sintetizados no botão terminal por enzimas que viajam a partir do corpo celular. Os neuropeptídeos, por outro lado, são sintetizados no corpo da célula e viajam até o botão do terminal. A natureza transeunte dos peptídeos significa que eles são mais propensos do que os neurotransmissores a bloquear. Os axônios bloqueados podem impedir que um neuropeptídeo se mova suavemente para o corpo celular. Este problema não surge para os neurotransmissores.

Alguns dos neurotransmissores principais conhecidos e as funções que eles aparentam realizar estão descritos na sequência.

1.1 TIPOS DE NEUROTRANSMISSOR

Os neurotransmissores, também conhecidos como mensageiros químicos, são produtos químicos endógenos que permitem a neurotransmissão. Eles transmitem sinais através de uma sinapse química, como uma junção neuromuscular, de um neurônio (célula nervosa) a outro “neurônio-alvo”, célula muscular ou célula glandular. Os neurotransmissores são liberados de vesículas sinápticas em sinapses na fenda sináptica, onde são recebidos por receptores de neurotransmissores nas células-alvo. Muitos neurotransmissores são sintetizados a partir de precursores simples e abundantes, como os aminoácidos, que estão prontamente disponíveis a partir da dieta e requerem apenas um pequeno número de etapas biossintéticas para conversão. Os neurotransmissores desempenham um papel importante na formação da vida cotidiana e das funções. Seus números exatos são desconhecidos, mas mais de 100 mensageiros químicos foram identificados de maneira exclusiva. Existem muitas maneiras diferentes de classificar os neurotransmissores. Dividi-los em aminoácidos, péptidos e monoaminas é suficiente para alguns propósitos de classificação. A seguir, vamos descrever alguns dos neurotransmissores mais estudados.

11.1 ACETILCOLINA

A acetilcolina é um neurotransmissor de molécula pequena que é sintetizado pela ligação de colina à acetil coenzima A. A ligação é produzida pela enzima colina acetiltransferase (ChAT). Os neurônios que contêm acetilcolina ou ChAT são chamados de neurônios colinérgicos. Estes são encontrados principalmente no sistema motor, especialmente nos neurônios motores do tronco encefálico e da medula espinal que inervam os músculos do esqueleto. A química se liga aos receptores de acetilcolina. Isso eventualmente produz um potencial de ação que resulta em contração muscular. Os receptores de acetilcolina também são conhecidos como receptores nicotínicos, porque a nicotina parece produzir os mesmos efeitos nos músculos que a acetilcolina faz. Os receptores podem ser bloqueados, o que às vezes resulta em comprometimento motor. Curare é um bloqueador de acetilcolina; outro é a atropina (STERNBERG, R.; STERNBERG, K., 2016).

11.2 MONOAMINAS (AMINAS BIOGÊNICAS)

As monoaminas também são neurotransmissores de moléculas pequenas e incluem noradrenalina (também conhecida como norepinefrina), adrenalina (também conhecida como epinefrina), dopamina, serotonina (também conhecida como 5-HT ou 5-hidroxitriptamina) e histamina. Os três primeiros são coletivamente conhecidos como catecolaminas e são sintetizados a partir de tirosina, um aminoácido. Os dois últimos também são sintetizados a partir de aminoácidos, neste caso triptofano e histidina, respectivamente. As catecolaminas parecem estar envolvidas na maioria dos comportamentos importantes, como movimento, humor e cognição (HALL, 2017).

Os efeitos que esses neurotransmissores têm nos neurônios pós-sinápticos são complexos. Por exemplo, cada neurotransmissor possui diferentes tipos de receptores. Para a dopamina, existem os chamados receptores D1 e D2, que são diferentes em função e distribuição. A noradrenalina e a adrenalina possuem receptores alfa e beta, que às vezes produzem efeitos completamente diferentes. A serotonina possui vários tipos de receptores. Toda essa divergência de receptores significa que uma monoamina pode inibir e excitar, dependendo do tipo de receptor que contata (MACKAY, 2006).

11.3 GLUTAMATO

O glutamato é um aminoácido excitatório e é servido por receptores ionotrópicos e metabotrópicos. Dentre os ionotrópicos, o ácido α -amino-3hidroxi-5-metil-4-isoxazol propiônico (AMPA) e o cainato são responsáveis pela despolarização rápida. Os neurônios pré-sinápticos contendo glutamato podem controlar a liberação do neurotransmissor de locais de liberação específicos (RANG et al., 2016). Eles podem fazer isso através de autorreceptores pré-sinápticos, que dão feedback sobre a ação do neurotransmissor previamente liberado.

1.1.4 ÁCIDO γ -AMINO BUTÍRICO

O ácido γ -aminobutírico (ou GABA) é o mais comum dos neurotransmissores de SNC de aminoácidos inibitórios. Este transmissor produz hiperpolarização abrindo canais de cloreto ou canais de potássio. O GABA tem dois tipos de receptor: GABAA e GABAB. O receptor A é responsável pela inibição pré-sináptica e medeia a permeabilidade da membrana ao cloreto; O receptor B medeia a permeabilidade ao potássio. Drogas como benzodiazepinas e barbitúricos (os chamados medicamentos antiansiedade) se ligam a esses locais receptores e aumentam os efeitos do GABA, seja aumentando a frequência de abertura dos canais de cloreto ou prolongando essa abertura quando ocorre (HALL, 2017).

1.1.5 GLICINA

A glicina é outro neurotransmissor inibitório encontrado no tronco encefálico e nos interneurônios da medula espinal. Sua principal função parece ser a inibição dos neurônios motores: por exemplo, o bloqueador dos receptores de glicina, a estricnina, causa espasmos musculares (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2010).

1.2 RECAPTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS NEUROTRANSMISORES

Não é aconselhável que a neurotransmissão continue incessantemente por muitas das razões dadas para prevenir estimulação excitatória ou inibitória perpétua. Na verdade, a neurotransmissão tem um tempo definido e para dependendo do tipo de neurotransmissor e receptor que contata. Além disso, o neurotransmissor excedente no fluido extracelular que não se liga à membrana pós-sináptica é limpo pelos mecanismos de recaptação, ou seja, o neurotransmissor é retomado no botão pré-sináptico e armazenado, reutilizado ou quebrado. Alguns neurotransmissores, como a acetilcolina, também possuem enzimas na fenda sináptica que podem quebrá-las. No entanto, alguns produtos químicos, como a cocaína e as anfetaminas, impedem a recaptação, potencializando assim o efeito excitatório do neurotransmissor (HALL, 2017).

Alguns neurotransmissores são encontrados em grupos de neurônios (núcleos). Esses núcleos são distintos um do outro, pois alguns contêm, por exemplo, dopamina, enquanto outros contêm adrenalina. A noradrenalina é mais comum nos núcleos encontrados em uma parte do tronco encefálico chamado formação reticular. Esses núcleos formam um grupo neuronal distinto chamado núcleo *locus ceruleus*. No entanto, a dopamina é encontrada principalmente em núcleos grandes no mesencéfalo e na substância negra. A serotonina é encontrada predominantemente nos núcleos da rafe no tronco encefálico, enquanto a acetilcolina é encontrada no tronco encefálico e em partes do prosencéfalo, especificamente no núcleo basal de Meynert (CARDINALI, 1992).

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até agora, consideramos o neurônio e seus efeitos em outros neurônios como se um neurônio se comunicasse apenas com outros neurônios individuais. No SN, isso nunca acontece: grupos de neurônios exercem efeitos em outros grupos de neurônios. O caminho mais simples – um axônio de um neurônio que envia um potencial de ação para apenas um outro neurônio – não existe no SNC. Geralmente, os neurônios contatam muitos outros neurônios, porque seus axônios têm colaterais que se comunicam com outros neurônios antes do final do axônio chegar ao seu destino. Assim, há uma divergência de conexões neuronais. Inversamente, pode haver uma convergência de conexões com vários neurônios contatando um neurônio. Este neurônio poderia ser o alvo final para os outros neurônios. Há também uma forte presença de caminhos paralelos: dois neurônios enviam um potencial de ação em paralelo a outro neurônio. Há também *loops* de feedback intrincados. Por exemplo, um neurônio pode disparar um potencial de ação recebido por outro neurônio, que por sua vez envia uma mensagem ao remetente. Esta mensagem de retorno pode dizer ao neurônio se seu efeito foi fraco ou forte. Às vezes, um grupo de neurônios não envia a mesma mensagem. No entanto, desde que seja suficiente, a probabilidade de ter o efeito desejado no neurônio pós-sináptico é aumentada. Devido a essas conexões e interconexões, você não ficará surpreso ao ouvir que o SN nunca está inativo em um ser vivo com um sistema nervoso.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu que:

- Todo o comportamento depende do funcionamento normal e ativo do sistema nervoso (SN).
- O SN compreende dois sistemas principais: o sistema nervoso central (SNC) e o sistema nervoso periférico (SNP).
- O SNC representa o cérebro e a medula espinal; O SNP representa tecido nervoso que fica fora do crânio e da coluna vertebral.
- O tecido nervoso é constituído por neurônios (células nervosas) e células de suporte ou gliais (glia).
- As pesquisas no passado recente indicavam que havia mais células gliais do que neurônios, hoje sabemos que isso só é verdade em partes específicas do cérebro, mas que em um cálculo absoluto, há um pouco menos de glia do que neurônios.
- Os axônios são os processos que enviam mensagens elétricas para outros neurônios.
- Os neurônios se comunicam através de sinais elétricos ou impulsos chamados potenciais de ação.
- Os potenciais de ação são produzidos pela atividade de partículas carregadas eletricamente, chamadas íons.
- Os íons mais importantes são sódio, potássio, cálcio e cloreto.
- Os neurotransmissores são liberados do terminal para o espaço entre os neurônios transmissores (pré-sinápticos) e receptores (pós-sinápticos). Este espaço é chamado de fenda sináptica.
- Os neurotransmissores podem excitar ou inibir neurônios pós-sinápticos. Os mais conhecidos e os mais bem descritos são a acetilcolina (importante para o movimento muscular), as monoaminas de noradrenalina (norepinefrina), adrenalina (epinefrina), dopamina, serotonina (5-hidroxitriptamina ou 5-HT) e histamina, glutamato, ácido γ -aminobutírico e glicina.



- 1 Há dois tipos de células no SNC e no SNP, quais são essas células e quais as suas funções?
- 2 Os axônios cobertos de mielina são chamados de axônios mielinizados; aqueles não cobertos são chamados de axônios não mielinizados. Em certos intervalos dos axônios mielinizados, no entanto, a membrana axonal não está mielinizada, expondo-a ao fluido circundante. Como são chamados estes intervalos? E qual é a sua função?
- 3 A função de todos os neurotransmissores não é clara, porque o tipo de efeito que produzem depende do tipo de receptor com o qual eles se ligam ou se comunicam. Os neurotransmissores são sintetizados no botão terminal por enzimas que viajam a partir do corpo celular. Todavia, do que são constituídos os neurotransmissores?





NEUROANATOMIA BÁSICA

1 INTRODUÇÃO

Abrir qualquer texto sobre neuroanatomia pode parecer encontrar uma nova linguagem. A terminologia estranha e polissilábica tende a se misturar com uma linguagem complicada e técnica. Na verdade, ler neuroanatomia é realmente como ler muitas línguas, uma vez que muitos dos termos usados para descrever a função ou estrutura têm raízes gregas, francesas ou latinas ou podem ser uma combinação dessas e outras línguas. O poliglotismo não é essencial para a compreensão da neuroanatomia, mas é uma vantagem. Isso é o que parece mais assustador para um estudante de neuropsicologia: chegar a um acordo com os termos.

Além dos termos em diferentes idiomas, o acadêmico de neuropsicologia também encontrará mais de um termo referente à mesma função ou estrutura. Assim, por exemplo, a área 17, o córtex estriado e o córtex visual primário se referem à mesma área (um local na parte de trás do cérebro onde a informação visual da retina é processada). A área 44 também é conhecida como área de Broca, área anterior da linguagem ou operículo frontal. O efeito do dano a esta parte do cérebro é uma incapacidade em produzir fala. Isso é conhecido como a afasia de Broca. Também é conhecido como afasia motora, afasia não fluente, afasia de produção ou afasia expressiva. O dano à área de Wernicke (ou a área posterior de linguagem) produz incapacidade de compreender a linguagem. Isso se chama afasia de Wernicke, afasia sensorial ou afasia receptiva. Ao longo deste livro, os nomes alternativos são frequentemente dados para estruturas quando essas estruturas são encontradas pela primeira vez no texto, mas, por razões de clareza, apenas um termo é usado posteriormente.

2 TERMOS POSICIONAIS

Existem termos usados na neuropsicologia que descrevem a posição de partes do sistema nervoso. Uma lista deles aparece no quadro a seguir, os mais amplamente utilizados estão definidos ali.

QUADRO 1 – ALGUNS TERMOS E PREFIXOS FREQUENTEMENTE UTILIZADOS PARA DESCREVER A DIREÇÃO E A POSIÇÃO NEUROANATÔMICA

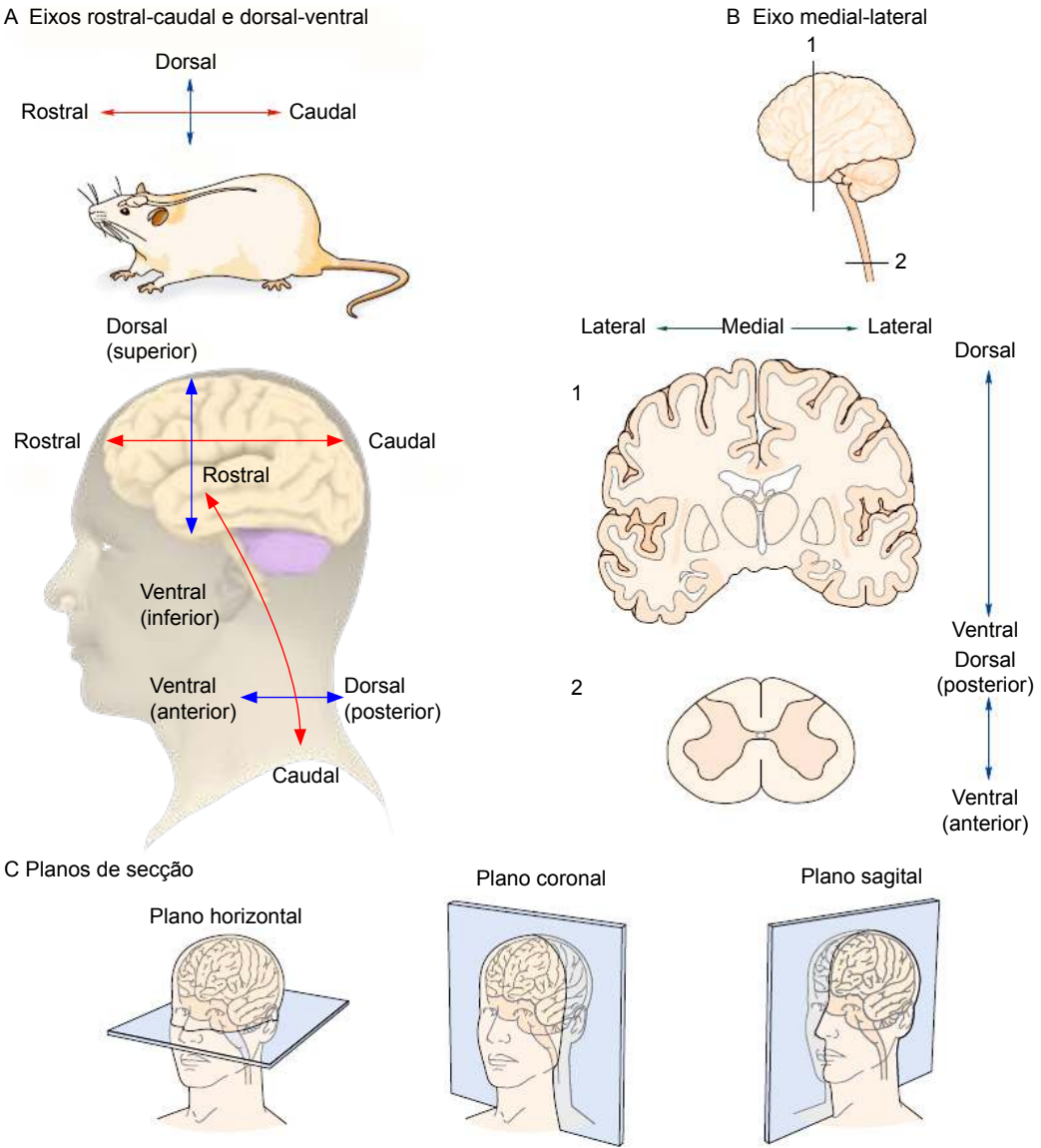
Termo	Definição
dis-	Perda parcial de
a-	Perda total de
distal	Longe de
proximal	Perto de
aferente	Convergindo para; que traz
eferente	Divergindo de; que leva
unilateral	De um lado
bilateral	De ambos os lados
coronal	Fatia vertical dividindo em metades dianteira e traseira
sagital	Fatia vertical dividindo em metades esquerda e direita
transversal	Seção horizontal paralela ao solo
medial	Em direção à linha média, próximo ao plano sagital mediano
caudal	Na direção da parte inferior do corpo
rostral	Na direção da frente
anterior	Na direção da frente
dorsal	Na direção das costas ou em cima
ventral	Face anterior ou inferior, oposto de dorsal
lateral	Em direção ao lado
ipsilateral	Do mesmo lado
contralateral	No lado oposto

FONTE: O autor

A direção das estruturas é descrita de acordo com uma neuraxis ou linha média, uma linha imaginária que pode ser extraída da medula espinhal para o cérebro e que nos serve como uma forma de descrição dos referenciais anatômicos. Suas partes são referidas como rostral, caudal, dorsal ou ventral, como se vê na figura a seguir. Rostral significa literalmente em direção ao bico ou ponta e normalmente se refere à parte anterior ou frontal da região. Caudal (literalmente, em direção à cauda) refere-se a uma região posterior a, ou para a extremidade traseira de outras regiões. O topo da cabeça ou de trás é referido como a superfície dorsal; a parte frontal do corpo (a parte voltada para o chão)

é referida como a superfície ventral. Dois outros termos descritivos, laterais e mediais, também são utilizados. Lateral significa para o lado; medial significa em direção à linha média. Frequentemente, esses termos são unidos para formar outros termos. Assim, as estruturas podem ser descritas como dorso-medial ou ventro-lateral.

FIGURA 9 – TERMOS POSICIONAIS ILUSTRADOS ESQUEMATICAMENTE



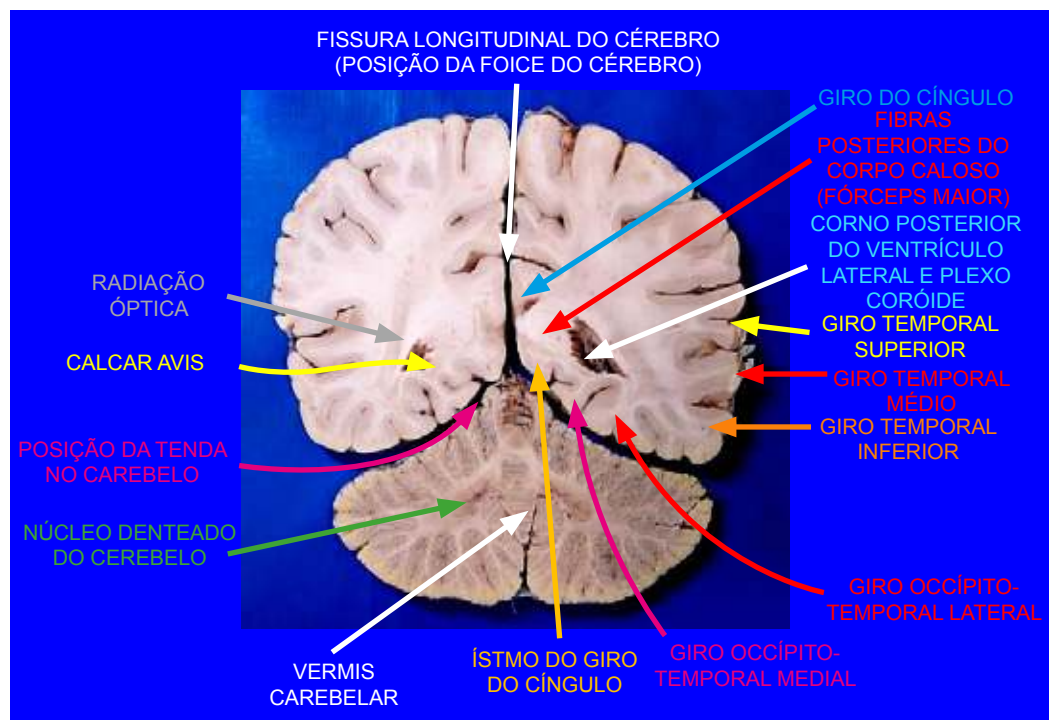
FONTE: Kandel et al. (2014, p. 301)

Processos ou estruturas também podem ser prefixados com pré-, significando antes; e pós-, significando depois, como no neurônio pré-sináptico e pós-sináptico. Processos como os axônios podem ser aferentes, o que significa que eles chegam a uma região particular, ou eferente, o que significa que eles são enviados de uma determinada região. Um mnemônico útil para aprender as diferenças entre esses dois é pensar em aferentes como chegar e eferentes como evadir (KANDEL et al., 2014).

O prefixo inter- refere-se a um processo que se encontra entre dois outros processos ou dentro de outro processo. Assim, inter-hemisférico refere-se a interações entre os dois hemisférios cerebrais, enquanto que intra-hemisférico se refere a interações dentro de um hemisfério cerebral. Um processo também pode ser descrito como ipsilateral, significando do mesmo lado; ou contralateral, o que significa no lado oposto. Assim, anestésiar o hemisfério esquerdo produzirá paralisia do membro contralateral (o braço direito).

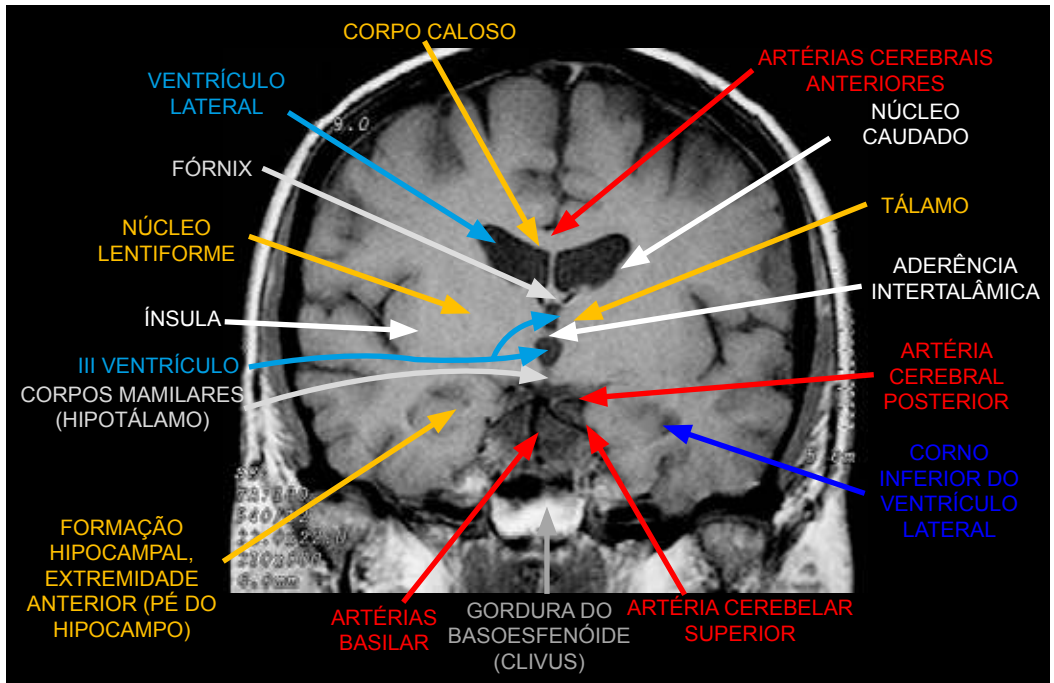
Quando se consideram seções ou perspectivas do cérebro ou da medula espinal, termos especiais são usados para descrever as formas como o cérebro foi “fatiado”. Esse corte é literal quando o cérebro é estudado *post mortem*, metafórico quando o cérebro vivo é estudado através de métodos de imageamento. Uma seção coronal é feita como se alguém estivesse cortando salame da frente para a extremidade traseira, conforme observado nas duas figuras seguintes.

FIGURA 10 – SEÇÃO CORONAL, FACE ANTERIOR, DE UM CÉREBRO HUMANO



FONTE: Disponível em: <<http://anatpat.unicamp.br/Dsc44828+++jpg>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

FIGURA 11 – SEÇÃO CORONAL VISTA ATRAVÉS DE UMA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA



FONTE: Disponível em: <<http://anatpat.unicamp.br/Dsc131488+++jpg>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

A seção horizontal é feita paralelamente ao chão. Assim, se você imaginar olhando para o topo do cérebro, as fatias seriam feitas como se estivessem tirando o topo de um ovo. Finalmente, uma seção sagital refere-se a fatiar, que é perpendicular ao solo. Mais uma vez, imagine-se olhando para o topo do cérebro, mas desta vez fazendo fatias da esquerda para a direita.

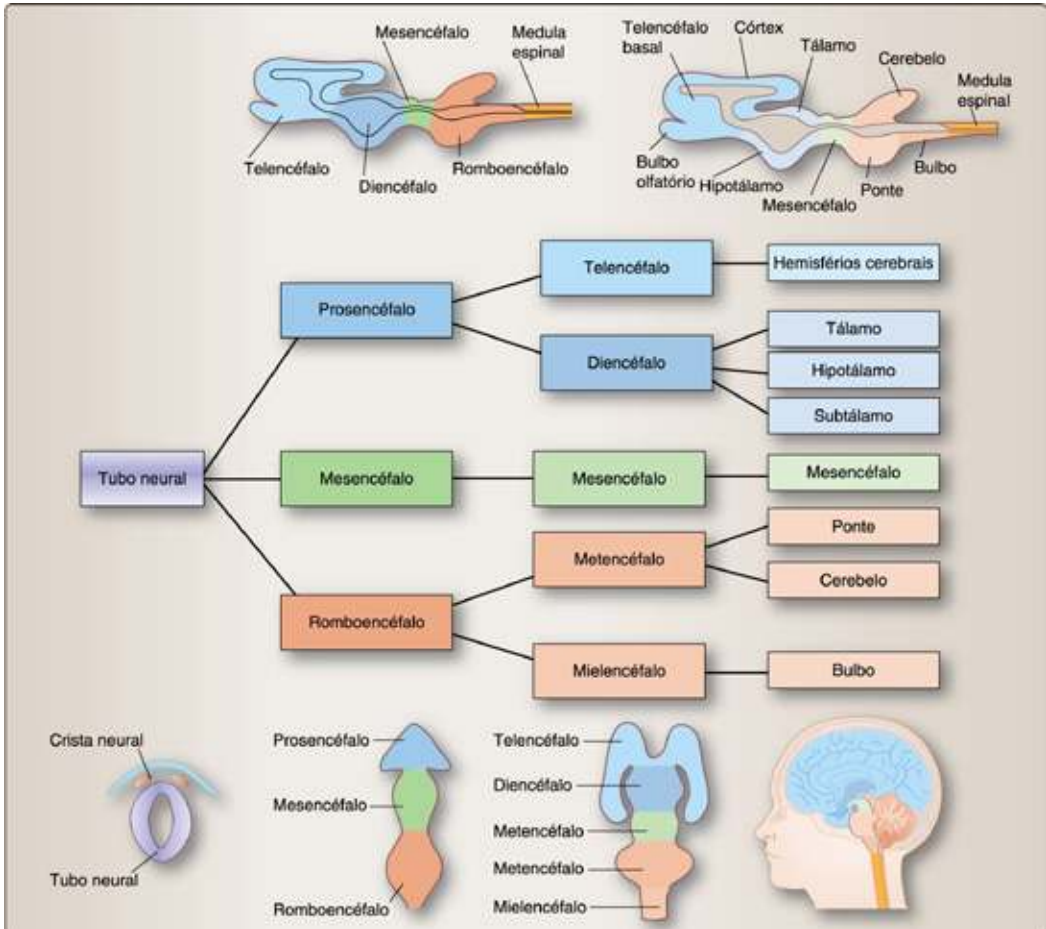
3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Um embrião humano começa a vida como um tubo oco chamado tubo neural. À medida que o embrião se desenvolve, o tubo alonga-se e se dobra e seu tecido engrossa. A parede do tubo é constituída por células que se tornarão, mais tarde, as células gliais e os neurônios do sistema nervoso. Nessa fase, essas células são chamadas células neuroepiteliais: as células gliais prospectivas são chamadas de espongioblastos e os neurônios prospectivos são chamados de neuroblastos. O interior do tubo é oco, formando um canal que contém líquido cefalorraquidiano (LCR) ou líquido cerebrospinal, um líquido claro e aquoso que atende várias funções no SNC e será descrito mais completamente depois. A cabeça do embrião se desenvolve no cérebro; o restante se endireita e se torna a medula espinal.

O canal desenvolve quatro protuberâncias, que mais tarde se tornam os quatro ventrículos do cérebro – câmaras profundas no cérebro – que contêm LCR. A extremidade da medula espinal do canal torna-se um canal longo, cheio de líquido que conecta os quatro ventrículos do cérebro. Os ventrículos ajudam a

dividir o cérebro em várias regiões gerais chamadas de prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo. Os ventrículos rostrais são chamados de ventrículos lateral e terceiro. A região que envolve os ventrículos laterais é chamada de telencéfalo, este consiste em dois divertículos laterais conectados por uma região mediana, o telencéfalo ímpar, e representa a parte mais desenvolvida e mais sofisticada do SNC, o córtex cerebral. A área que envolve o terceiro ventrículo torna-se o diencefalo. Essas subdivisões gerais são vistas na figura a seguir.

FIGURA 12 – DESENVOLVIMENTO DO ENCÉFALO



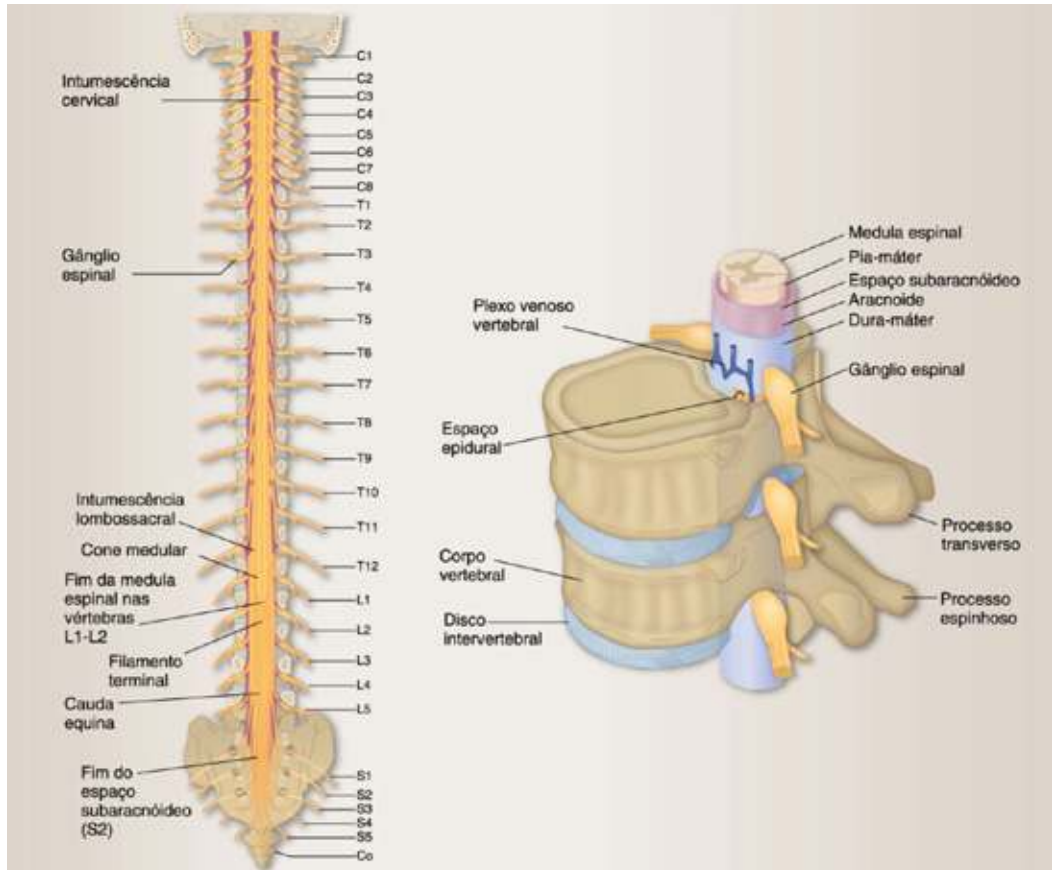
FONTE: Krebs, Weinberg e Akesson (2013, p. 26)

4 MEDULA ESPINAL

A medula espinal é do tamanho de seu dedo mínimo em diâmetro, mede cerca de 40-45 cm e é cilíndrica. Aparenta uma cor esbranquiçada porque a parte externa é feita de axônios. É encapsulada em uma coluna de osso, chamada coluna vertebral, uma estrutura semelhante a uma serpente que é mais longa do que a medula espinal e ajuda a protegê-la. O osso é composto por 24 vértebras,

que são descritas de acordo com a região que elas protegem. Assim, a partir do topo da medula, existem sete vértebras cervicais (C1-7, o C8 refere-se ao nervo espinal), 12 vértebras torácicas (T1-12) e cinco lombares (L1-5), seguido de dois ossos, a região sacral (S1-5, cinco segmentos que são fundidos entre si), e a região coccígea, conforme observado na figura a seguir.

FIGURA 13 – A MEDULA ESPINAL E AS VÉRTEBRAS



FONTE: Krebs, Weinberg e Akesson (2013, p. 74)

Estas vértebras protegem as partes da medula nas áreas do pescoço, do tórax e da parte inferior das costas, respectivamente. Em certos pontos, as vértebras não são separadas, mas fundidas. Estas são as vértebras sacral e coccígea, que são encontradas em direção ao final caudal da coluna. A medula espinal corre por dentro da coluna através de um espaço denominado forame espinal, que se encontra em cada vértebra. Conforme mencionado acima, há mais coluna do que a medula. A razão para isso é que a medula espinal termina em um conjunto de raízes espinais chamada cauda equina (literalmente, "cauda de cavalo" e assim chamado porque essas raízes parecem uma cauda de cavalo). A cauda começa na segunda vértebra lombar e termina no cóccix. Assim, as vértebras também se estendem à parte da cauda, protegendo-as assim também (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

Em relação ao corpo, a coluna vertebral é encontrada na superfície dorsal e na linha média das costas e se estende até a segunda vértebra lombar. A medula espinal se estende da extremidade inferior ou base do cérebro, o tronco encefálico, até uma estrutura em forma de cunha, chamada cone medular. Na verdade, a medula é mais espessa no tronco encefálico ou na extremidade cervical, mas ao longo de seu curso a sua intumescência difere. Seu outro aspecto intumescente está na região lombar. A medula também exhibe depressões estreitas, chamados sulcos, onde os nervos espinais atingem a medula.

4.1 NERVOS ESPINAIS

Os nervos espinais compõem parte do SNP, um sistema que ajuda a mediar a comunicação entre o SNC e outras partes do corpo. Dada a importância da medula espinal para o comportamento motor e sensorial, tais conexões são vitais. Os nervos periféricos entram e saem da medula espinal em pequenos feixes de axônios chamados de radículas. Estes, eventualmente, se unem para formar um processo mais grosso, chamado raiz. Assim, as raízes dorsais (posteriores) e ventrais (anteriores) entram e saem da medula espinhal. A raiz dorsal é especial na medida em que tem uma intumescência, chamada de gânglio espinal, que contém os corpos celulares para os axônios sensoriais que entram na medula. Juntos, as raízes dorsal e ventral compõem o nervo espinal. Há 31 pares de nervos espinais, um em cada lado da medula, e todos, exceto o primeiro par cervical, deixam a medula através dos espaços entre as vértebras. Há 12 pares de nervos espinais torácicos, cinco pares de nervos espinais lombares, oito pares de nervos espinais cervicais, cinco pares de sacrais e um par de coccígeo. Os dois tipos de raízes transportam diferentes tipos de informação (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009). A raiz ventral contém fibras motoras eferentes; a raiz dorsal contém fibras aferentes (sensoriais).

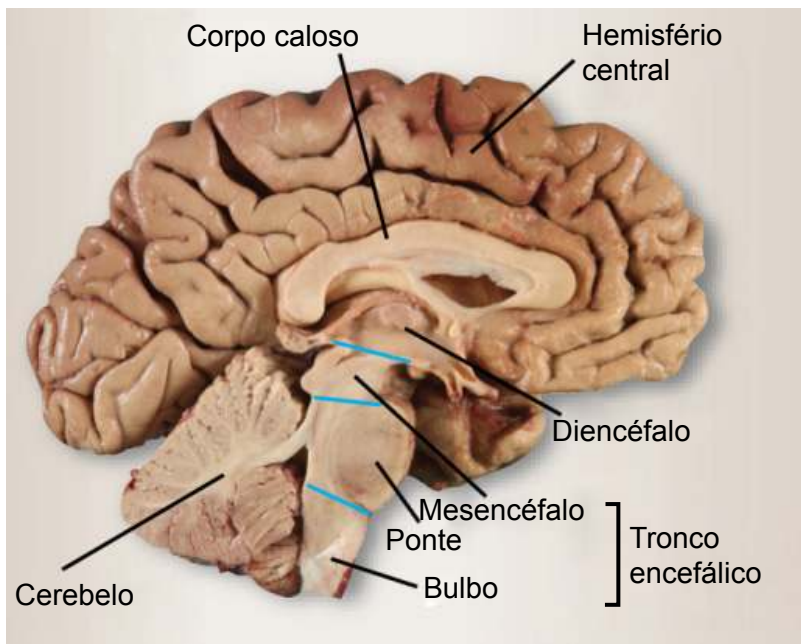
A matéria cinzenta se estende ao longo do comprimento da medula e contém um canal central muito pequeno e estreito, que termina antes da cauda equina, mas se estende para cima no sistema ventricular cerebral. A matéria cinzenta também contém neurônios, que enviam axônios para os níveis mais altos do SNC. Estes são encontrados no lado do chifre dorsal, mais estritamente, na área onde os chifres dorsais e ventrais se encontram, e eles informam o cérebro das atividades da medula espinal. Por exemplo, os receptores sensoriais (da pele, por exemplo) enviam informações para a medula espinal através de fibras aferentes sensoriais. Estes entram nas raízes dorsais e se ramificam para formar sinapses com os botões terminais da matéria cinzenta. Os neurônios sensoriais encontrados no gânglio espinal enviam dendritos aos órgãos dos sentidos e um axônio para a medula espinal (MARTIN, 2013).

Finalmente, a matéria cinzenta contém neurônios que se comunicam com outros neurônios dentro de um segmento ou acima e abaixo de um segmento da medula espinal. Estes são chamados de interneurônios espinais e são importantes porque formam sinapses com neurônios motores, que podem mediar a resposta motora aos estímulos sensoriais. Existem também diferentes tipos de axônios espinais chamados fibras propriospinal. Estes pertencem ao axônio de um neurônio, que envia colaterais a outros segmentos da coluna vertebral (TORTORA; DERRICKSON, 2017).

5 TRONCO ENCEFÁLICO

O tronco encefálico é na verdade uma continuação da medula espinal. É constituída por regiões bastante distintas, incluindo, de baixo para o topo, a medula oblonga (ou bulbo), a ponte (ou *pons*), o mesencéfalo e o diencefalo, conforme observado na figura a seguir.

FIGURA 14 – VISÃO MÉDIO-SAGITAL DO TRONCO ENCEFÁLICO



FONTE: Krebs, Weinberg e Akesson (2013, p. 93)

O tronco encefálico é caracterizado por seus ventrículos, sendo o quarto e o terceiro encontrados na ponte e no diencéfalo, respectivamente. O tronco encefálico também é caracterizado por núcleos que pertencem a 12 pares de nervos cranianos. Todos esses nervos, além do primeiro, o nervo olfativo, surgem no tronco encefálico, e os 12 pares são numerados de acordo com a localização onde emergem na superfície do tronco encefálico. Os nervos cranianos serão descritos mais detalhadamente neste tópico (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

No núcleo do tronco encefálico há uma massa de neurônios chamada formação reticular, uma interessante coleção de fibras que é pensada ser responsável pela mediação de tipos bastante diferentes de comportamento. Assim, algumas partes dele estão envolvidas no sono, outras na respiração. Sua atividade também foi pensada em fornecer uma base biológica das dimensões da personalidade, extroversão e neuroticismo (STANDRING, 2010).

5.1 O BULBO (MEDULA OBLONGA)

O Bulbo, também chamado de medula oblonga, é a parte mais baixa do cérebro e a menor parte do tronco encefálico. O Bulbo é conectado pela ponte ao mesencéfalo e é contínuo posteriormente com a medula espinal, com a qual se funde na abertura (*forame magnum*) na base do crânio. Ele é dividido em duas partes principais: a medula ventral (a porção frontal) e a medula dorsal (a parte traseira, também conhecida como o tegmento da ponte). A medula ventral contém um par de estruturas triangulares chamadas pirâmides, dentro das quais se encontram as vias piramidais. As vias piramidais são constituídas pelo trato corticospinal (que vai do córtex cerebral à medula espinal) e do trato corticobulbar (que vai do córtex motor do lobo frontal aos nervos cranianos no tronco encefálico). Na sua descida através da porção inferior do bulbo (imediatamente acima da junção com a medula espinal), a grande maioria (80 a 90 por cento) dos tratos corticoespinais se cruzam, formando o ponto conhecido como a decussação das pirâmides. A medula ventral também abriga outro conjunto de estruturas emparelhadas, os corpos olivais, que estão localizados lateralmente nas pirâmides. A parte superior da medula dorsal forma a região inferior do quarto ventrículo (uma cavidade cheia de líquido formada pela expansão do canal central da medula espinal ao entrar no cérebro). Semelhante à medula espinal, o quarto ventrículo é cercado por matéria branca no exterior, com a matéria cinzenta por dentro. A medula dorsal também é o local de origem para os últimos sete nervos cranianos, a maioria dos quais sai da medula ventralmente. A medula também contém fibras dos núcleos da coluna dorsal, que formam o lemnisco medial, que recebe informações sensoriais da pele e do músculo que circunda as articulações (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

Lesões ou doenças que afetam a porção média da medula podem resultar em síndrome medular medial, caracterizada por paralisia parcial do lado oposto do corpo, perda dos sentidos de toque e posição ou paralisia parcial da língua. Lesões ou doenças da medula lateral podem causar síndrome medular lateral, que está associada à perda de dor e sensações de temperatura, perda do reflexo mordaz, dificuldade de deglutição, vertigem, vômito ou perda de coordenação (JOTZ et al., 2017).

5.2 A PONTE (PONS)

O bulbo se estende para a ponte (ou pons), uma estrutura que contém um grande grupo celular chamado núcleos pontinos. Estes enviam projeções para o cerebelo, conectando-o para formar o pedúnculo cerebelar médio. A ponte é uma estrutura importante, porque vários dos nervos cranianos saem aqui. É o ponto de origem ou terminação para quatro dos nervos cranianos que transferem informações sensoriais e impulsos motores da região facial para o córtex (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

5.3 MESENCÉFALO

O mesencéfalo é a próxima região a partir da ponte e é bastante curta. De cada lado da linha mediana do mesencéfalo estão os pedúnculos cerebrais (*crus cerebri*). Contêm quatro pequenas e arredondadas protuberâncias chamadas de colículo (*colliculus*). Existem dois pares, colículos inferior e colículos superior, que são estações retrotransmissoras relacionadas com o processamento de informações auditivas e visuais, respectivamente. Tal como acontece com outras estruturas do tronco encefálico, o mesencéfalo também contém nervos cranianos. Perto do colículo tem um aqueduto que se une ao terceiro e quarto ventrículos cerebrais. Ao redor deste aqueduto tem uma região de matéria cinzenta chamada de substância cinzenta periaquedutal, uma região importante para a sensação de dor. Finalmente, o mesencéfalo contém a substância negra (*substantia nigra*), uma área importante ao lado do *crus cerebri* que está envolvida na regulação do movimento e é frequentemente referida como parte dos gânglios basais (STANDRING, 2010).

5.4 DIENCÉFALO

A região seguinte a partir do mesencéfalo é o diencéfalo, que compreende duas estruturas principais chamadas de tálamo e hipotálamo. O tálamo é uma estrutura que reside em cada lado do terceiro ventrículo e tem uma aparência achatada em forma de ovo. Ele desempenha um papel vital, como uma estação de retransmissão para quase todas as informações provenientes do tronco encefálico e do SNC no caminho para o córtex. Ao seu lado tem uma cobertura grossa de matéria branca chamada cápsula interna, que possui fibras que ligam o córtex cerebral ao resto do SNC. Isso se estende para outra estrutura, o corpo caloso, que é uma lâmina grossa de fibras que conecta os dois hemisférios cerebrais (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2010).

Internamente, a maior parte do tálamo é dividida em grupos nucleares anterior, medial e lateral por uma lâmina vertical de substância branca em formato de Y, a lâmina medular medial (interna). Entre os núcleos talâmicos que podem ser observados estão os núcleos talâmicos mediais, o núcleo talâmico lateral e o núcleo talâmico anterior, todos são descritos por sua posição. Estes núcleos podem ser subdivididos em núcleos menores. Um grande conjunto de núcleos na parte posterior, chamado pulvinar, cobre parcialmente outros dois núcleos: o corpo geniculado lateral e o corpo geniculado medial. O primeiro desses corpos atua como uma estação retransmissora para informações visuais, a segunda como uma estação retransmissora para informações auditivas. A importância do diencéfalo para a visão não termina aqui. Os próprios nervos ópticos, que fornecem informações de cada retina, passam sob o diencéfalo e se encontram, formando o quiasma óptico. Aqui, há um cruzamento parcial de fibras para que alguns axônios atravessem o hemisfério contralateral. Fibras deixando esse quiasma formam um trato óptico (STANDRING, 2010).

Abaixo, e anterior ao tálamo, encontra-se o hipotálamo. Essa é outra estrutura importante e é responsável pela mediação da função e do comportamento do sistema nervoso autônomo, como agressão, alimentação e atividade sexual. A protrusão posterior do hipotálamo é o corpo mamilar. O fórnix, uma coleção arqueada grossa de fibras, estende-se do córtex cerebral e termina no hipotálamo. Considera-se que os corpos mamilares e o fórnix desempenham um papel especial na memória e na aprendizagem. As fibras eferentes do motor enviadas ao tálamo pelos corpos mamilares formam o trato mamilotálamico. Finalmente, uma outra estrutura no diencéfalo é a glândula pituitária, o que é importante para a secreção de hormônios (SNELL, 2007).

6 CEREBELO

O cerebelo (literalmente, pequeno cérebro) se estende da ponte e é responsável pela execução do movimento e pela manutenção do equilíbrio de postura. O cerebelo está localizado abaixo do córtex e posterior ao tronco encefálico. Seu nome, "pequeno cérebro", descreve bem a estrutura, porque parece um pequeno cérebro ligado à parte de trás do tronco encefálico. Tem sua própria cobertura ou córtex de matéria cinzenta chamada córtex cerebelar, sob a qual fica a substância branca. A própria matéria branca contém os núcleos cerebelares. A maioria das fibras eferentes do cerebelo origina-se aqui. A matéria branca tem uma aparência distinta, como uma árvore madura e frondosa. Por isso, é chamado de *arbor vitae* (literalmente, árvore da vida).

Como o córtex cerebral, a superfície do cerebelo tem uma aparência complicada, isto é, tem uma série de dobras, chamadas folia, porque são como folhas dobradas e estreitas. Ele também exibe vários sulcos na sua superfície, que dividem a estrutura em lobos (ou lóbulos). No meio do cerebelo tem uma região estreita chamada vermis cerebelar (STANDRING, 2010).

Existem talos que conectam o tronco cerebral ao cerebelo, chamados de pedúnculos inferior, médio e superior. Dois destes trazem informações de várias partes do SNC, e um envia fibras para o SNC. Os dois pedúnculos que recebem aferentes são os pedúnculos inferiores (ou restiformes) e médios. O primeiro recebe a contribuição da medula espinal; o último recebe fibras do córtex cerebral. O pedúnculo superior (ou braço conjuntivo) envia eferentes ao SNC. O quarto ventrículo faz parte do cerebelo (TORTORA; DERRICKSON, 2017).

7 CÓRTEX CEREBRAL

A parte maior e externa do cérebro é chamada de córtex cerebral e preenche a maior parte do crânio. Uma visão do cérebro de cima mostra que tem uma superfície curva e relativamente lisa, em contraste com a parte embaixo do cérebro – o tronco encefálico – que possui uma superfície extremamente desigual. O nome "córtex" significa casca, um nome apropriado, dada a posição do tecido, mas que não descreve muito bem sua textura (macia e gelatinosa).

A característica física mais óbvia do córtex (ou neocórtex) é a sua aparência torcida. Parece amassado. A razão para isso é que o córtex realmente compreende várias lâminas comprimidas. Imagine tentar colocar uma folha de papel A4 em uma caixa de madeira de 4 × 4 polegadas sem alterar a forma do papel. Isso seria impossível. No entanto, se você amassasse o papel, caberia. O córtex desenvolveu-se de forma semelhante, amassado, a fim de adaptar-se às restrições impostas pelo crânio. Uma vantagem do amassado é que aumenta a área superficial do cérebro, que pode ser instalada dentro do crânio.

7.1 FISSURAS E SULCOS

Na superfície do cérebro, o córtex, podemos ver diversas circunvoluções, saliências arredondadas, que são também chamadas de giros. Entre os giros apresentam-se certas depressões, sendo que aquelas mais profundas são conhecidas como fissuras, e aquelas mais rasas como sulcos (veja a figuras a seguir). Cada hemisfério contém uma grande fissura chamada fissura lateral, ou silviana. Esta, como o nome sugere, estende-se lateralmente e medialmente por cada hemisfério. No final dessas fissuras existem giros que formam a região chamada ínsula (STANDRING, 2010).

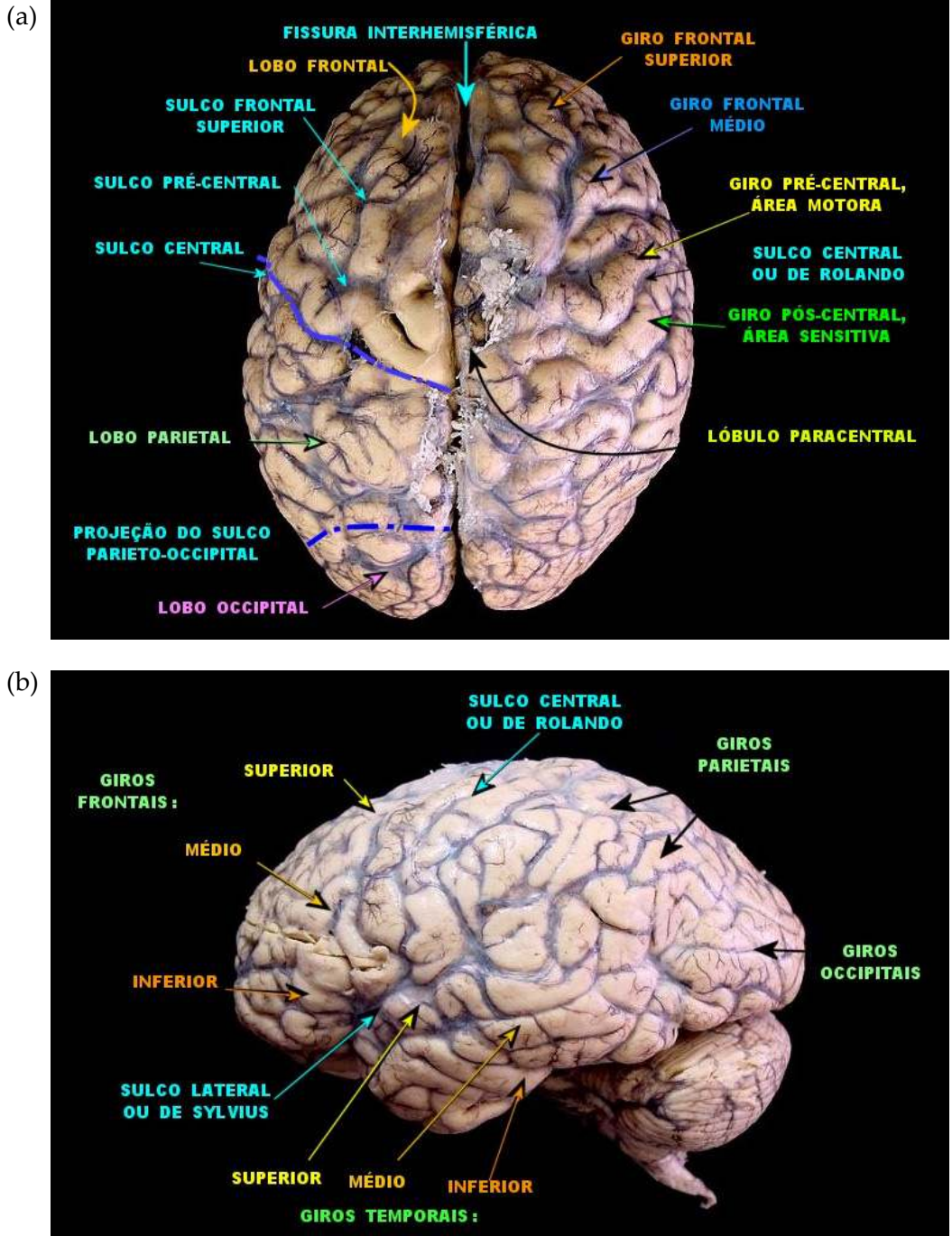
Embora exista uma tremenda variação individual na aparência e comprimento de fissuras e sulcos, algumas são bem descritas e são comuns. Por exemplo, um sulco no meio do cérebro que se estende para baixo é chamado de sulco central ou fissura de rolândica. Diante dessa fissura temos o giro pré-central. Juntos, formam a área cortical responsável pelo movimento do motor. O dano a esses giros pode resultar em paralisia no lado contralateral do corpo. O giro que aparece após o sulco central é chamado de giro pós-central e é a região responsável por receber informações sensoriais da pele e dos músculos. Isso também é chamado de córtex somatossensorial.

7.2 LOBOS DO CÉREBRO

As fissuras e os sulcos parecem dividir o cérebro em regiões geograficamente distintas. Essas regiões são chamadas de lobos e há quatro deles: frontal, temporal, parietal e occipital, conforme observado na figura a seguir. No entanto, não existe uma lógica subjacente real para a descrição desses lobos, porque não se baseia nas características funcionais reais do lobo, embora seja verdade que um lobo pode ser mais responsável por uma determinada função do que por outra. Por exemplo, os lobos occipitais contêm o córtex visual primário; o giro temporal superior do lobo temporal contêm o córtex auditivo primário, que recebe impulsos do ouvido, ou mais especificamente, da cóclea. Essas áreas são assim descritas como o córtex auditivo, o córtex visual, o córtex motor e assim por diante. Além desses córtices, existem áreas conhecidas como áreas corticais de associação, ou córtex associativo, que ficam fora da área motora ou sensorial primária, mas que têm conexões recíprocas com essas regiões (STERNBERG, R.; STERNBERG, K., 2016).

Os lobos do córtex são de fato nomeados após o osso do crânio em que eles subjazem. Alguns nomes de lobos são de origem muito recente. A parte do córtex chamado lobo occipital também contém uma faixa branca paralela ao córtex. Por isso, o lobo occipital também é chamado de área estriada. As principais funções do lobo occipital são consideradas mais adiante neste tópico.

FIGURA 15 – (A) VISTA DORSAL, SUPERFÍCIE SUPERIOR, DO CÉREBRO HUMANO COM A ESQUEMÁTICA DORSAL DO CÉREBRO HUMANO; (B) VISTA LATERAL DO CÉREBRO HUMANO COM A ESQUEMÁTICA LATERAL DO CÉREBRO HUMANO



FONTE: Disponível em: a) <<http://anatpat.unicamp.br/DSC44977a+++jpg>>; b) <<http://anatpat.unicamp.br/Dsc44975++++jpg>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

7.2.1 Função do lobo frontal

Podemos dizer que sua personalidade vive nos lobos frontais, onde as emoções, resolução de problemas, raciocínio, planejamento e outras funções são gerenciadas. Os lobos frontais estão ligados a centros sensoriais e de memória em todo o cérebro. O principal trabalho é permitir que pensemos e determinemos como usar informações que estão localizadas em outro lugar do cérebro (KIERMAN, 2003).

O pensamento de nível superior é suportado pelos lobos frontais. A atividade nesses lobos nos permite raciocinar, fazer julgamentos, fazer planos para o futuro próximo e distante, fazer escolhas, agir, resolver problemas e geralmente controlar nosso ambiente de vida. Sem lobos frontais totalmente funcionais você pode ter inteligência, mas não poderia usá-la.

Os lobos frontais ou, mais especificamente, o córtex pré-frontal localizado nos lobos frontais, possuem a capacidade de acessar informações e memórias que acumulamos, que nos lembram de como comunicar e interagir adequadamente em situações sociais ou públicas. Os lobos frontais são responsáveis pelo comportamento empático, permitindo-nos compreender o pensamento e as experiências dos outros. Este entendimento nos ajuda a seguir dicas sobre como se comportar ou responder em diferentes tipos de situações sociais, como a resposta correta a uma pergunta de entrevista de emprego, ou entender o sentido de uma piada. O dano a algumas áreas do lobo frontal também pode afetar o interesse e a atividade sexual (GAZZANIGA; HEATHERTON; HALPERN, 2018).

Embora muitos movimentos e coordenação muscular sejam centrados em outras partes do cérebro, como o cerebelo, os lobos frontais controlam seus músculos voluntários. Estes são os músculos que você usa para andar, correr, dançar, jogar futebol ou fazer outro movimento consciente. Aspectos da orientação espacial, ou a capacidade de determinar a posição do seu corpo no espaço, também estão entre as funções dos lobos frontais.

7.2.2 Função do lobo temporal

Os lobos temporais são as regiões cerebrais, principalmente responsáveis pela audição, compreensão da linguagem, memória e aprendizagem e, possivelmente, percepção olfativa, detecção e identificação. Esses lobos são particularmente importantes para a audição, porque eles contêm o córtex auditivo primário e as áreas de associação auditiva. O dano bilateral na área 41 (giro de Heschl) pode levar à surdez cortical. As lesões unilaterais nesta área resultam em consequências auditivas menos graves, como uma redução no limiar de sensação auditiva. O dano a outras regiões do córtex auditivo pode levar a déficits musicais, como a surdez do tom ou a pouca percepção do tom/melodia (agnosia musical) ou a incapacidade de compreender sons não verbais (agnosia sonora). A compreensão da linguagem é mais afetada por lesões unilaterais na área 22

ou na área de Wernicke, e a memória e os déficits de aprendizagem também podem resultar do dano do lobo temporal. Inevitavelmente, quando déficits na memória na aprendizagem surgirem por dano no lobo temporal, a personalidade é alterada como resultado. Finalmente, o dano ao lobo temporal direito (e ao córtex orbitofrontal) tem sido associado a déficits na memória de reconhecimento de odor (JONES-GOTMAN; ZATORRE, 1993).

7.2.3 Função do lobo parietal

Os lobos parietais contêm os córtices primários e de associação para a somatossensação. O dano ao córtex parietal produz déficits no comportamento, como a percepção tátil (háptica) e a discriminação do toque. No nível comportamental, o córtex parietal também é importante para mediar processos atencionais, como direcionar um organismo para a informação relevante. Em macacos, a região específica responsável é a área 7 (o lobo parietal inferior ou LPI). Nos seres humanos, existe uma região homóloga no lobo parietal superior. Os neurônios no LPI disparam seletivamente quando um macaco executa um ato motor, mas esta ativação difere de acordo com o contexto em que ocorre um ato motor idêntico. Por exemplo, o mesmo ato motor pode estar envolvido na alimentação ou na colocação de objetos, mas aciona o LPI de forma diferente, dependendo do contexto (FOGASSI et al., 2005). Os neurônios aqui também disparam durante a observação de um ato motor e antes do início de atos subsequentes que definem a ação precisa.

Juntamente com a atenção e o movimento motor, a ativação nesta região também é relatada durante a atenção auditiva e háptica, processamento de movimento, visão estereo, memória de trabalho espacial e não espacial, imagens mentais e cálculo aritmético (CULHAM; KANWISHER, 2001). Como o lobo parietal também contém o córtex motor, danos nesta área podem resultar em deficiências no movimento motor grosso de membros. Finalmente, o dano no córtex parietal é frequentemente associado a déficits na representação espacial, como a negligência espacial unilateral, onde o paciente não consegue “ver” objetos na metade do campo visual, ou problemas de coordenação sensório-motora, como visto na apraxia construtiva, a incapacidade de copiar um desenho na ausência de comprometimento motor neurológico.

Devido à ampla gama de funções de processos gerais que não envolvem tarefas específicas, implicadas à ativação do lobo parietal, uma noção de seu papel a vê como um córtex de associação – uma área em que várias funções convergem. Alternativamente, pode ser uma região que é simplesmente um centro geral de mediação cortical. Essas observações basearam-se em dados de estudos de neuroimagem, embora, como Culham e Kanwisher (2001) observam, os lobos podem ser mais funcionalmente especializados do que os métodos de imagem podem sugerir. Dado que a maioria das tarefas em estudos de neuroimagem envolve atenção, orientação, geração de plano motor e direção de movimento ocular, o controle desses fatores seria crítico antes de atribuir qualquer função específica a esta região.

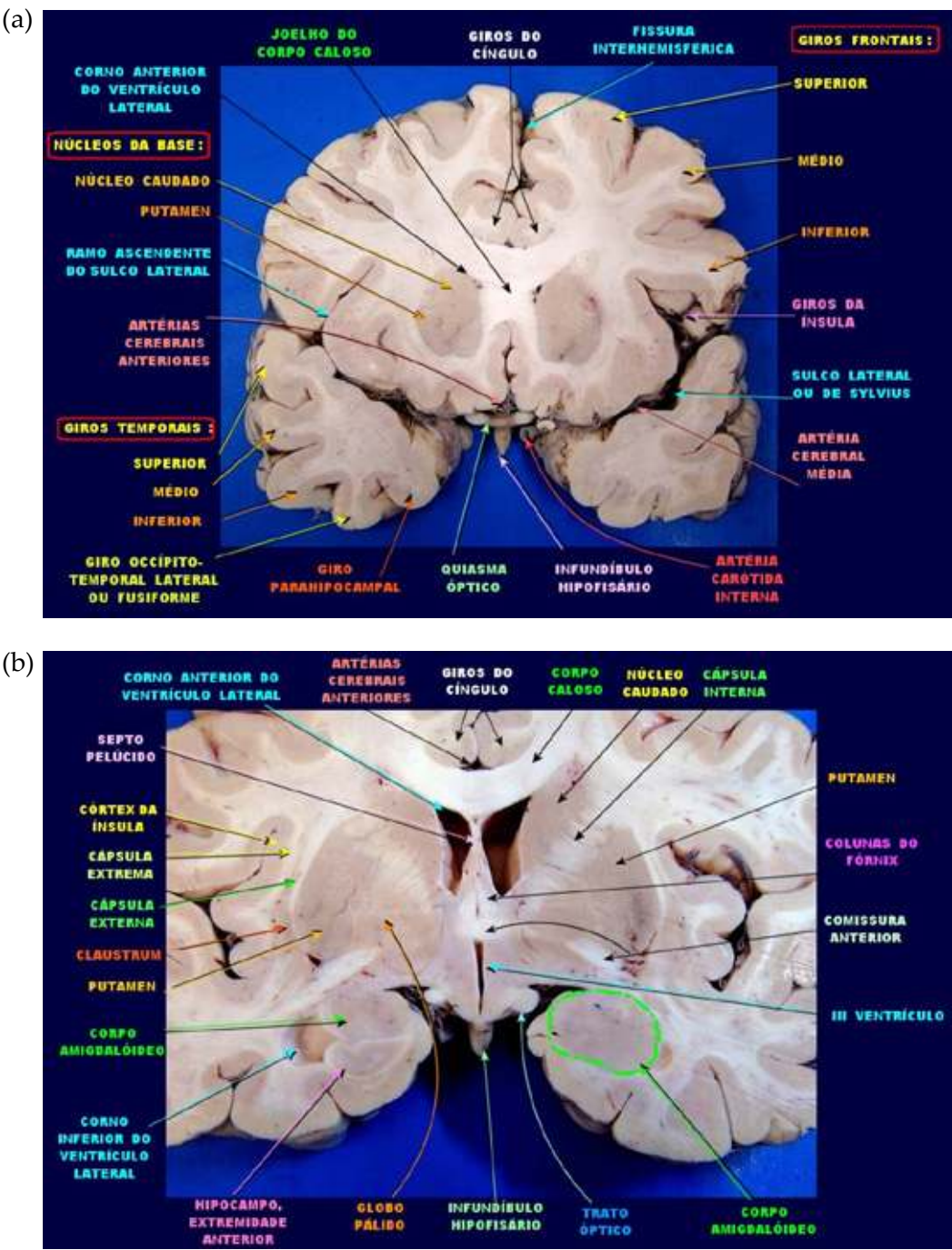
7.3 GÂNGLIOS BASAIS (NÚCLEOS DA BASE)

Dentro do córtex existem várias pequenas estruturas que são parte integrante do funcionamento do cérebro e do comportamento humano. Uma dessas coleções de pequenas estruturas é chamada de gânglios basais, envolvidos em certos aspectos do movimento, conforme ilustrado na figura a seguir. Os gânglios basais (núcleos da base) recebem conexões de partes do córtex e enviam axônios para o córtex motor. Eles têm duas partes principais. A menor é encontrada anterior ao tálamo, tem uma cauda longa e curva e é chamada de núcleo caudado. O núcleo caudado tem uma parte grande (chamada caput) e uma cauda que aponta para cima e para trás no lobo temporal. A maior parte dos gânglios basais, encontrados lateralmente à cápsula interna, é chamada de núcleo lentiforme. A parte lateral e externa deste é chamada de putâmen. A parte medial e interna é chamada de globo pálido (*globus pallidus*).

Os gânglios basais, portanto, referem-se a um grupo de núcleos subcorticais responsáveis principalmente pelo controle motor, bem como por outros papéis, como aprendizagem motora, funções executivas e comportamentos e emoções. Proposto há mais de duas décadas, o modelo clássico dos gânglios basais mostra como a informação flui através dos gânglios basais de volta ao córtex através de duas vias com efeitos opostos para a correta execução do movimento. Embora grande parte do modelo tenha permanecido, o modelo foi modificado e ampliado com o surgimento de novos dados. Além disso, os circuitos paralelos subsistem nas outras funções dos gânglios basais que envolvem regiões associativas e límbicas. A ruptura da rede de gânglios basais constitui a base para vários distúrbios do movimento (NETTER, 2000).

A rede de gânglios basais pode ser vista como múltiplos laços paralelos e reintrodução de circuitos em que as regiões motora, associativa e límbica se envolvem principalmente no controle de movimentos, comportamentos e emoções. Isto é susceptível de ser sustentado pela mesma organização básica arquitetônica e funcional, aplicada diferencialmente a (1) seleção e facilitação da atividade pré-frontal-estriatopalidais durante o desempenho e aquisição de novas atividades e tarefas (sistema dirigido a objetivos); (2) reforço aprendendo a criar respostas habituais realizadas automaticamente pelo circuito do motor (sistema de hábito); e (3) parar uma atividade contínua e mudar para uma nova, se necessário, que é principalmente mediada pelo circuito córtex frontal inferior/núcleo-subtalâmico-cortical. Anormalidades nesses domínios e funções levam a distúrbios do movimento, tais como parkinsonismo e discinesias, transtornos obsessivos compulsivos e alterações do humor, como apatia e euforia (LANCIEGO; LUQUIN; OBESO, 2012).

FIGURA 16 – OS GÂNGLIOS BASAIS OU NÚCLEOS DA BASE. (A) FATIA DA FACE ANTERIOR; (B) FATIA DA FACE POSTERIOR



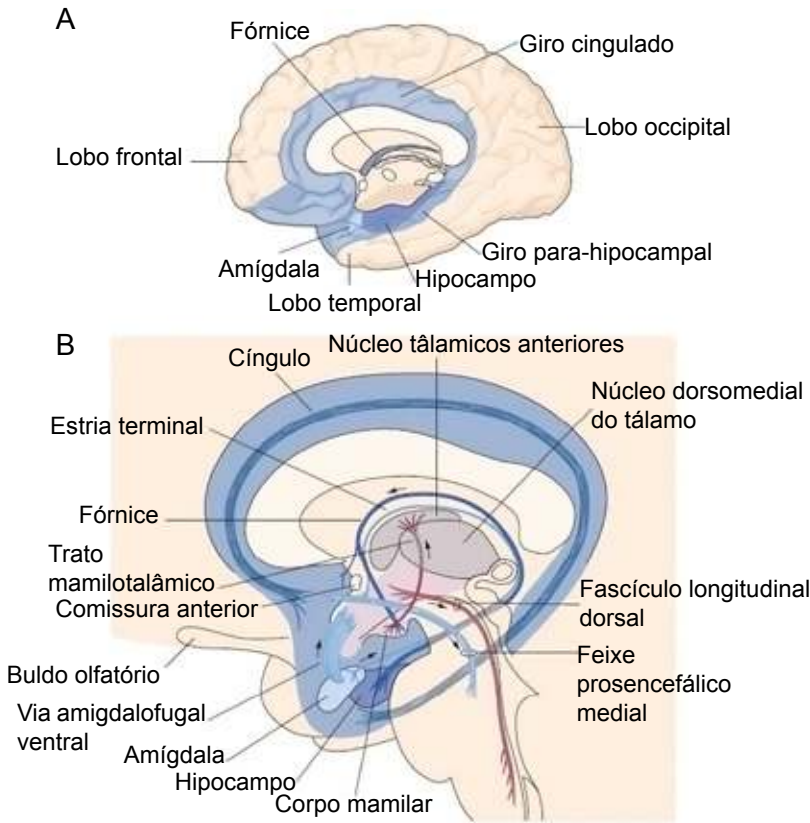
FONTE: Disponível em: a) <<http://anatpat.unicamp.br/DSch31664++.jpg>>; b) <<http://anatpat.unicamp.br/DSch31666++.jpg>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

7.4 SISTEMA LÍMBICO

Outro conjunto de estruturas importantes para o comportamento representa parte do sistema límbico, um nome dado pelo neuroanatomista Paul MacLean a uma coleção de estruturas subcorticais que inclui o hipocampo, os núcleos septais, a amígdala, o giro cingulado, os corpos mamilares e o hipotálamo (veja a figura a seguir).

O sistema límbico é provavelmente a parte mais antiga do cérebro e contém muitas das estruturas envolvidas no comportamento mais primitivo, como alimentação, copulação e agressão. Originalmente, essa parte do cérebro foi chamada de rinencéfalo ("cheiro + cérebro"), porque se pensava que estava fortemente envolvido na regulação do sistema olfativo. Paul Broca tinha cunhado anteriormente o termo "lobo límbico" para descrever essas estruturas antes que MacLean as dignasse com o status de um sistema (ainda há argumento sobre se essas estruturas realmente constituem um sistema). Quaisquer que sejam os méritos e deméritos da descrição, o "sistema límbico" é uma descrição útil para áreas subcorticais do cérebro que conectam e interconectam (MARTIN, 2013).

FIGURA 17 – O SISTEMA LÍMBICO: (A) LOCALIZAÇÃO GERAL DAS ESTRUTURAS; (B) ESTRUTURAS EM DETALHES



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 361)

O hipotálamo, por exemplo, tem conexões diretas com a maioria das outras partes do sistema límbico. Esta estrutura, em particular, parece estar envolvida na regulamentação de comer e beber através de conexões com a amígdala. Também parece estar envolvido na regulação da reprodução e da temperatura corporal. A amígdala, encontrada no lobo temporal anterior ao hipocampo e ao chifre do terceiro ventrículo, foi pensada para desempenhar um papel em uma série de comportamentos, incluindo reconhecimento facial, emoção e agressão. Em animais de laboratório cuja amígdala foi destruída, a agressividade normal é abolida. O papel do sistema límbico na emoção é complexo e mereceria todo um tópico sobre o assunto, mas devido ao espaço, somente incentivamos que os leitores deste livro introdutório busquem aprofundamento em outros materiais, como os sugeridos no UNI DICA a seguir. Como veremos, o sistema límbico recebe conexões de outras partes do cérebro e recebe informações de todos os sistemas sensoriais através do giro para-hipocampal.



Para aprofundar seu entendimento sobre o papel do sistema límbico e o comportamento emocional, sugerimos a leitura das seguintes obras: O livro de Joseph LeDoux (1996), "O cérebro emocional"; o livro de Michael Gazzaniga, Todd Heatherton e Diane Halpern (2018), "Ciência Psicológica".

Finalmente, há uma área entre o *globus pallidus* e a superfície do cérebro chamada substância inominada. Ela contém dois conjuntos importantes de núcleos: o núcleo basal de Meynert e o núcleo da banda diagonal de Broca. O primeiro tem axônios colinérgicos projetados para a amígdala e o córtex, o último no hipocampo e no septo. As lesões no núcleo basal de Meynert resultam em uma redução dramática na acetilcolina e o comprometimento desses núcleos tem sido associado a déficits de memória (GAZZANIGA; HEATHERTON; HALPERN, 2018).

8 ORGANIZAÇÃO DO CÓRTEX CEREBRAL

O córtex cerebral é a maior região do cérebro em mamíferos e desempenha um papel fundamental na memória, atenção, percepção, cognição, consciência, pensamento, linguagem e consciência. O córtex cerebral é a região cerebral mais anterior (rostral) e consiste em uma zona externa de tecido neural denominada matéria cinzenta, que contém corpos celulares neuronais. Também é dividido em hemisférios cerebrais esquerdo e direito pela fissura longitudinal, mas os dois hemisférios são unidos na linha média pelo corpo caloso.

Em nível celular, o córtex cerebral caracteriza-se por duas características organizacionais principais: em sua superfície, ele é dividido em áreas funcionais que atendem várias funções sensoriais, motoras e cognitivas, e é subdividido em várias camadas que organizam a conectividade de entrada e saída de neurônios residentes. Essas duas propriedades fundamentais fornecem funcionalidade modular.

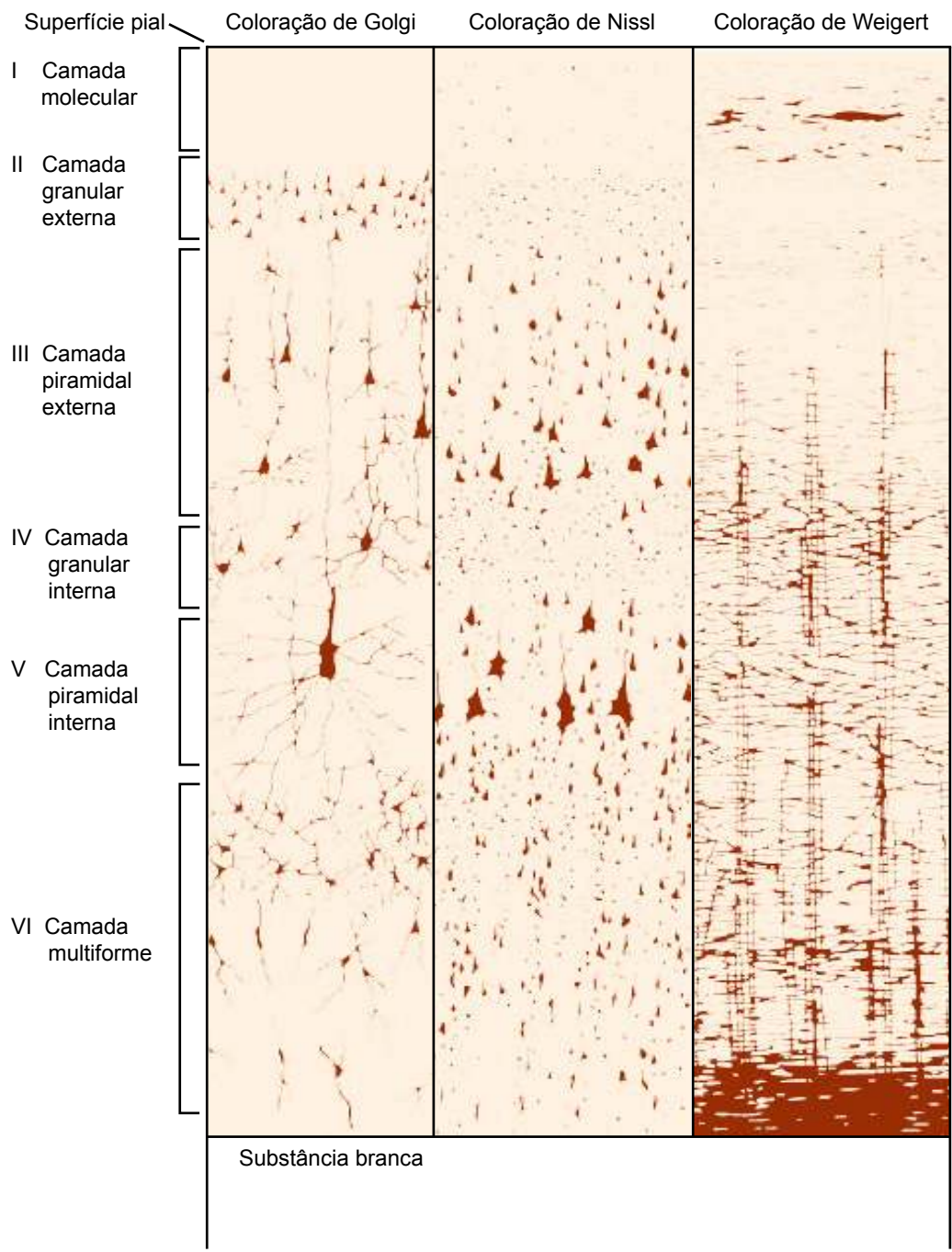
As diferentes camadas corticais contêm uma distribuição característica de tipos de células neuronais e conexões com outras regiões corticais e subcorticais. Existem conexões diretas entre diferentes áreas corticais e conexões indiretas através do tálamo, por exemplo. Vamos explorar um pouco mais sobre estas camadas e outras estruturas do córtex cerebral a seguir.

8.1 AS SEIS CAMADAS DO CÓRTEX

Além de ter circunvoluções, o córtex também é composto por seis camadas paralelas ou lâminas, que são encontradas perpendiculares à superfície. A divisão do córtex em seis camadas é feita com base na citoarquitetura: o número, tamanho e densidade dos corpos celulares no córtex. Os neurônios não são organizados aleatoriamente em todo o córtex (KANDEL et al., 2014).

Cerca de dois terços dos neurônios são células piramidais, assim chamadas porque seus corpos celulares têm a forma de pirâmides. Estes tendem a ter um axônio e dendrito longos. O restante dos neurônios não é piramidal. Na verdade, existem outras células não piramidais específicas, cujos nomes refletem sua aparência. Assim, as células multipolares são chamadas de células estreladas. As células candelabro e as células cesto são nomeadas pelo seu arranjo e aparência. As camadas corticais contêm neurônios que recebem ou enviam axônios.

FIGURA 18 – AS SEIS CAMADAS DO CÓRTEX



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 306)

A primeira camada contém poucos neurônios, compreende axônios e dendritos atípicos de corpos celulares em camadas mais profundas. A segunda camada contém um grande número de pequenos corpos de células arredondadas, densamente agrupadas. A terceira camada contém células piramidais. A quarta camada contém pequenos e densos corpos celulares. É bem desenvolvida nas áreas sensoriais, ainda mais laminada no córtex estriado, onde é subdividida em camadas 4a, 4b e 4c. A quinta camada contém grandes células piramidais (maiores que as da camada 3). A sexta camada contém um grande número de células em forma de fuso.

8.2 COLUNAS DO CÓRTEX

O córtex também está organizado de outra maneira: ele manifesta colunas distintas dentro dessas camadas corticais. Cada uma dessas colunas tem uma função que normalmente não é compartilhada com colunas imediatamente vizinhas. A existência do arranjo em coluna no córtex foi demonstrada por estudos eletrofisiológicos iniciais em que os eletrodos foram colocados perpendicularmente no córtex. Os neurônios – independentemente da profundidade do córtex alcançado – tinham o mesmo campo receptivo. No entanto, quando o eletrodo foi colocado obliquamente no córtex, diferentes campos receptivos foram registrados em cada nível. Assim, sabemos que o arranjo em coluna não é tão simples. Em uma série de experimentos clássicos, resumidos por Hubel e Wiesel (1979), verificou-se que o córtex visual é organizado em bandas em vez de colunas. Assim, uma coluna pode chegar a uma ou duas camadas acima ou abaixo, mas não alcança tudo.

8.3 CONEXÕES CORTICOCORTICAIS, TALAMOCORTICAIS E ÁREAS DE ASSOCIAÇÃO

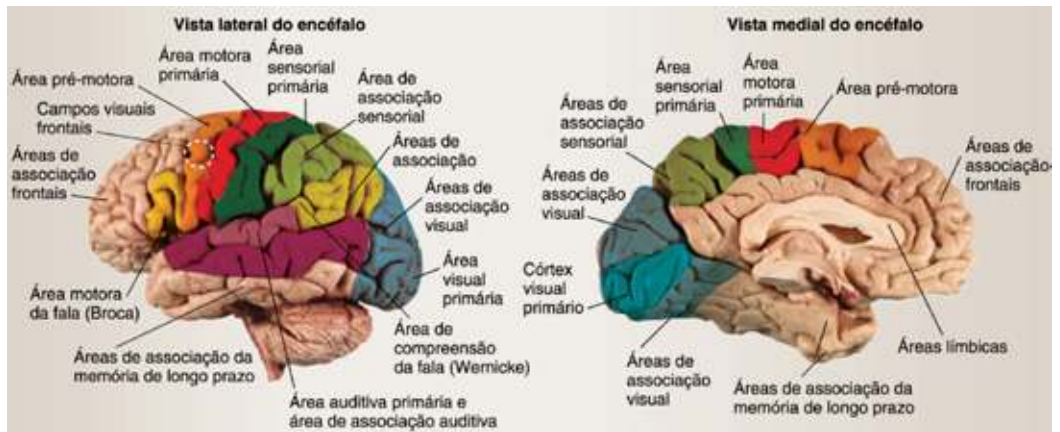
Conexões bastante específicas são feitas entre certas regiões cerebrais. Talvez as mais importantes sejam as conexões entre o tálamo e o córtex (conexões talamocorticais), entre uma região do córtex e outra (conexões corticocorticais) e entre grandes áreas do córtex e outra (comissuras). As conexões corticocorticais são geralmente recíprocas, ou seja, a área de envio recebe fibras da região para a qual envia (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2010).

Como vimos anteriormente, o tálamo é composto por vários núcleos diferentes, que fornecem diferentes partes do córtex com aferentes. Já vimos também que os núcleos talâmicos fornecem uma estação retransmissora para os impulsos enviados de receptores sensoriais para o córtex. Assim, por exemplo, o núcleo ventral do tálamo recebe impulsos dos receptores somatossensíveis e projeta para o córtex somatossensorial. O corpo geniculado lateral atua como uma estação retransmissora para a via da retina ao estriado ou córtex visual. O corpo geniculado medial serve como função similar para a audição (projetando

para o córtex auditivo). Outros núcleos medem as vias entre o cerebelo e os gânglios basais, e o córtex motor ou pré-motor. O núcleo talâmico anterior recebe axônios dos corpos mamilares e projeta para o giro cingulado, enquanto o núcleo talâmico mediodorsal recebe axônios da amígdala e projeta para os lobos frontais. A parte posterior do tálamo projeta ao córtex parietal posterior. Essas conexões geralmente são recíprocas, fornecendo "loops de feedback".

Muitas das conexões feitas dentro do córtex são feitas através de córtices de associação, demonstradas na figura a seguir. Estes córtices não recebem inputs de receptores sensoriais ou motores diretamente, mas recebem projeções dos córtices sensorial e motor primário. O papel dos córtices de associação parece integrar conhecimentos e enviar informações de volta para outras partes do córtex.

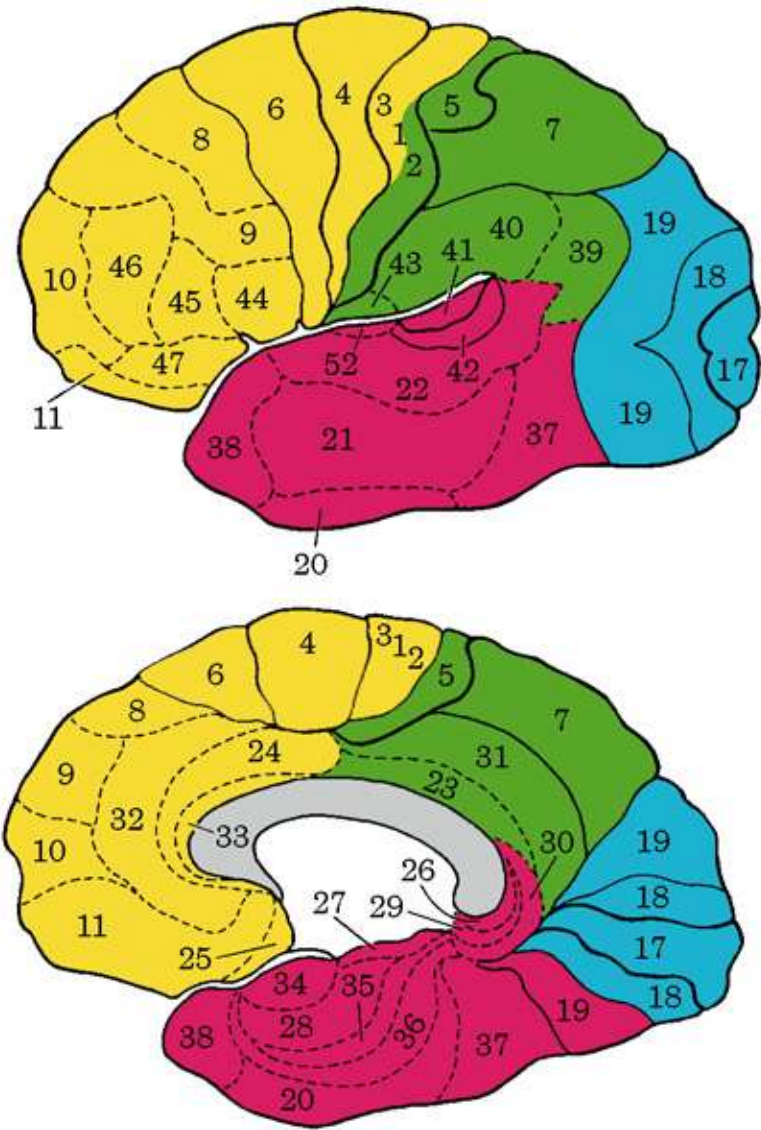
FIGURA 19 – ÁREAS CORTICAIS E ÁREAS DE ASSOCIAÇÃO DO CÉREBRO



FONTE: Krebs, Weinberg e Akesson (2013, p. 32)

Por exemplo, a área de associação encontrada nas áreas 5 e 7 (indicadas na figura a seguir) do córtex parietal (o córtex posterior) integra informações somatossensoriais e visuais e envia projeções para a área pré-motora e motora. Por este motivo, o dano ao córtex parietal pode produzir distúrbios no movimento voluntário, a incapacidade de compreender ou manipular objetos na ausência de paralisia (o paciente, por exemplo, pode derramar água de uma jarra fora do copo, em vez de dentro dele), um déficit na capacidade de desenhar e copiar, uma incapacidade de usar ferramentas corretamente e, quando o dano é no hemisfério direito, negligenciar o lado do corpo contralateral à lesão.

FIGURA 20 – ÁREAS DE BROADMANN



FONTE: Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/532269249686210008/>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

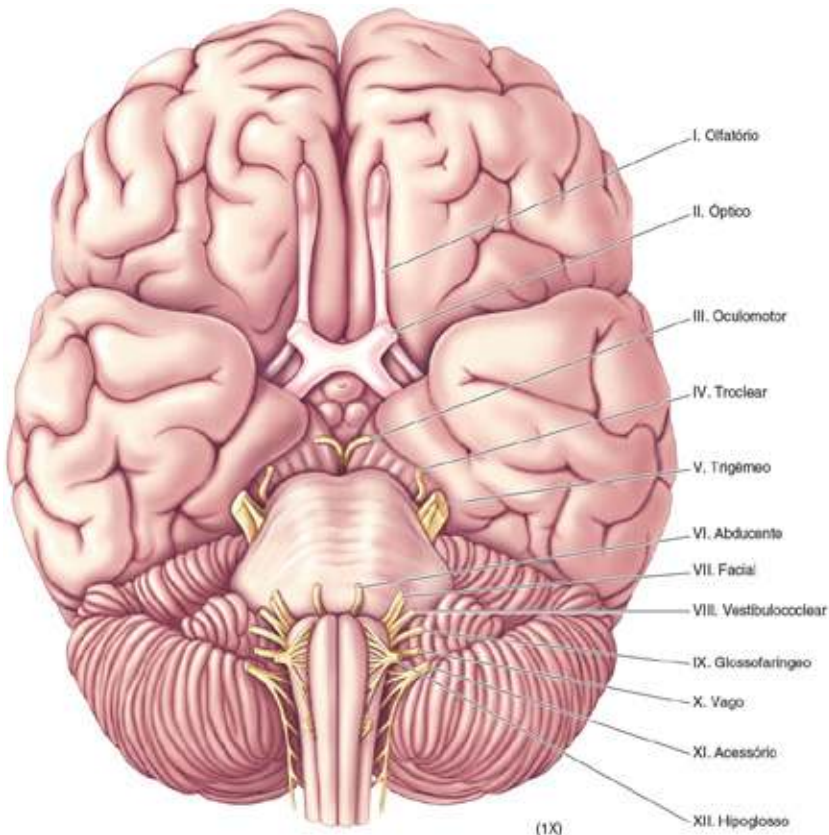
A área de associação dos lobos frontais é o córtex pré-frontal e é encontrada na extremidade anterior do lobo frontal. Esta é uma área de associação bastante importante, porque recebe conexões de todas as modalidades sensoriais e também possui conexões com áreas responsáveis pela mediação emocional. Por esta razão, os lobos frontais foram descritos como o "líder da orquestra" do cérebro (BEAR; CONNORS, PARADISO, 2010).

Finalmente, a área de associação temporal compreende o giro temporal superior (que se conecta com o córtex temporal primário) e o córtex temporal inferior (que possui conexões com a área visual do córtex extrastriado). Os tipos de déficit que se seguem ao dano no córtex temporal de associação incluem perda de memória (amnésia, mas somente se o dano é bilateral), agnosia visual (a incapacidade de reconhecer objetos) e a incapacidade de interpretar estímulos visuais complexos.

9 NERVOS CRANIANOS

Anteriormente, observamos que o sistema nervoso periférico contém grandes nervos que são necessários para a execução de comportamentos essenciais, como ver, ouvir, cheirar, engolir e salivar. Esses nervos transmitem informações dos sentidos para o cérebro, o que, por sua vez, integra e tenta dar sentido a essa informação. Eles também são necessários para certos movimentos de cabeça e tronco. Estes são os 12 nervos cranianos e eles se originam ou terminam no tronco encefálico. Sua localização e projeções podem ser vistas na figura a seguir, onde são numeradas na ordem encontrada no cérebro, anterior à posterior.

FIGURA 21 – OS NERVOS CRANIANOS



FONTE: Bear, Connors e Paradiso (2010, p. 232)

10 COBRINDO O CÉREBRO

Além do cabelo, couro cabeludo e crânio, o cérebro possui outras camadas de proteção que o cercam diretamente. São membranas, chamadas meninges, e existem três delas (essas camadas também cobrem a medula espinal). A cobertura imediata é chamada pia-máter. Ela cobre o cérebro muito de perto e cobre todos os sulcos e fissuras.

A segunda cobertura é a membrana aracnoide. Ao contrário da pia-máter, ela cobre os sulcos. O espaço entre esta camada e a pia-máter é chamado de espaço subaracnoideo, que é encontrado em todo o SNC. É preenchido principalmente com líquido cefalorraquidiano, mas também contém fios finos de tecido que conectam as duas camadas. Às vezes, um vaso sanguíneo no cérebro pode se romper, causando hemorragia subaracnoidea, onde o sangue se mistura com o líquido cefalorraquidiano. O espaço subaracnoideo não é igual em todas as regiões do córtex: alguns espaços são maiores do que outros. Esses espaços são chamados de cisternas, e o maior deles é encontrado abaixo do cerebelo.

Finalmente, a terceira camada externa do cérebro é chamada de dura-máter ("matéria dura"). Não há muito espaço entre a aracnoide e a dura-máter, mas o que existe é chamado de espaço subdural. A terceira camada é dura e cobre o interior do crânio. Tem indentações que limitam o movimento do cérebro. Esta camada cobre todo o SNC, incluindo a cauda equina. Quando atinge a cauda, forma um saco chamado saco dural. Esta região é onde um clínico pode realizar uma punção lombar para obter uma amostra de LCR (o conteúdo do LCR pode fornecer muitas pistas sobre possíveis disfunções cerebrais). A medula espinal não seria danificada, porque as raízes nervosas espinais são as únicas fibras nesta região (MARTIN, 2013).

11 SISTEMA VENTRICULAR

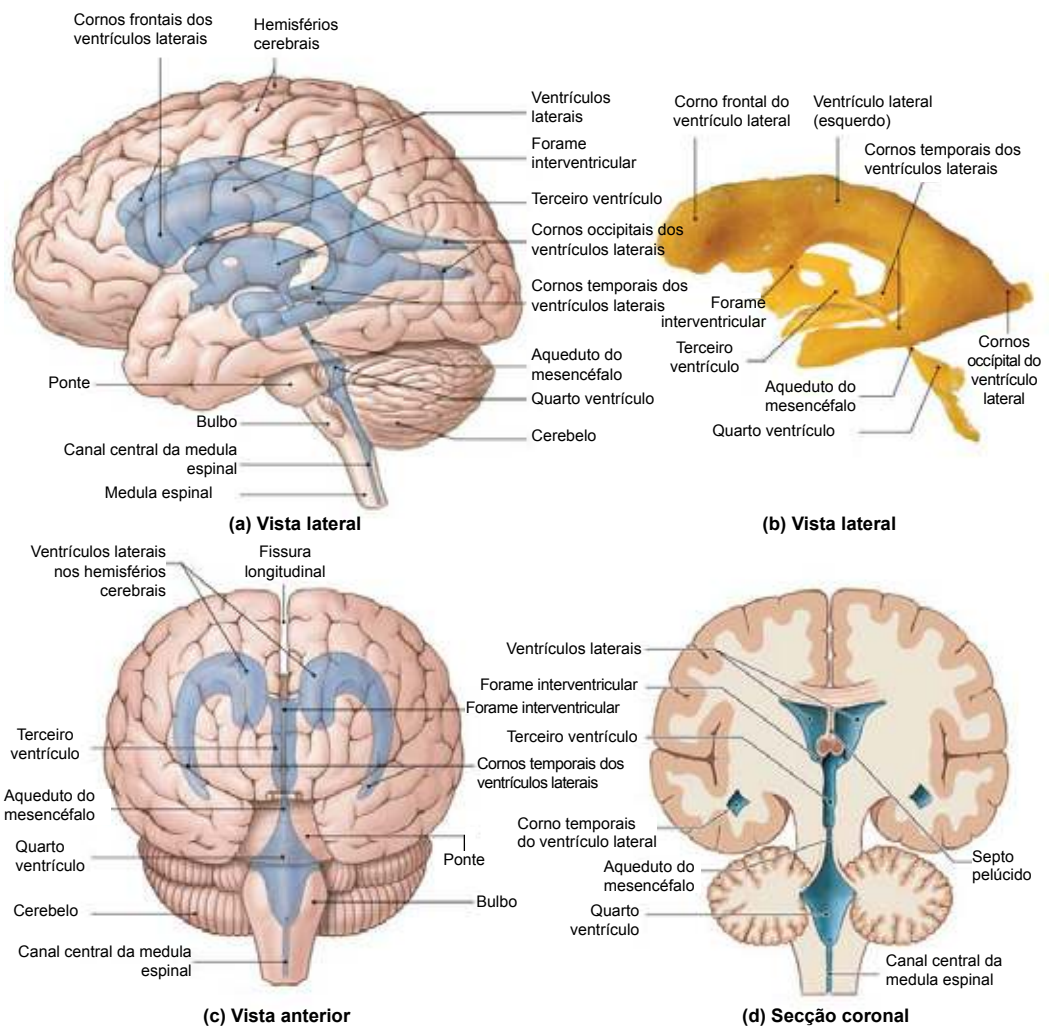
O líquido cefalorraquidiano (LCR) é encontrado nas cavidades ou ventrículos do cérebro, conforme ilustrado na figura a seguir. O canal da medula espinal se estende até o tronco encefálico, onde forma o quarto ventrículo. Os pedúnculos cerebelares que unem o cerebelo ao tronco encefálico formam uma forma semelhante a uma tenda, que é preenchida com LCR. O próximo ventrículo é o terceiro ventrículo, que compreende um espaço estreito entre os dois tálamos. O primeiro e o terceiro ventrículos, chamados ventrículos laterais, são encontrados nos lobos parietais, logo acima do tálamo, e estendem chifres em cada um dos outros lobos. O chifre anterior (o maior) se estende frontalmente, o chifre posterior se estende occipitalmente e o chifre inferior se estende temporalmente (NETTER, 2007).

O líquido cefalorraquidiano é feito por pequenos tufo vasculares chamados plexos coroides, que estão presos às paredes dos ventrículos por uma haste fina. O LCR tem a mesma concentração de sódio e potássio como sangue,

mas contém apenas dois terços do teor de glicose no sangue (SNELL, 2007). Contém neurotransmissores, neuropeptídeos e hormônios. O fato de conter neurotransmissores sugere que a obtenção de uma amostra do LCR nos dará uma medida dos níveis de neurotransmissores e outras substâncias no fluido extracelular.

Cerca de 0,5 litros de LCR são produzidos a cada dia, mas apenas cerca de 150 ml são encontrados nos ventrículos e no espaço subaracnoideo. Existe um sistema de drenagem eficaz que elimina o excesso de fluido. O LCR também ajuda a proteger o cérebro de uma pressão extrema (como um golpe na cabeça), porque torna o cérebro mais leve (cerca de 1300 g). O cérebro se torna flutuante devido a este fluido, quando um golpe é recebido na cabeça, esse fluido deve ser afastado antes que o cérebro atinja o crânio (KIERMAN, 2003).

FIGURA 22 - OS VENTRÍCULOS DO CÉREBRO



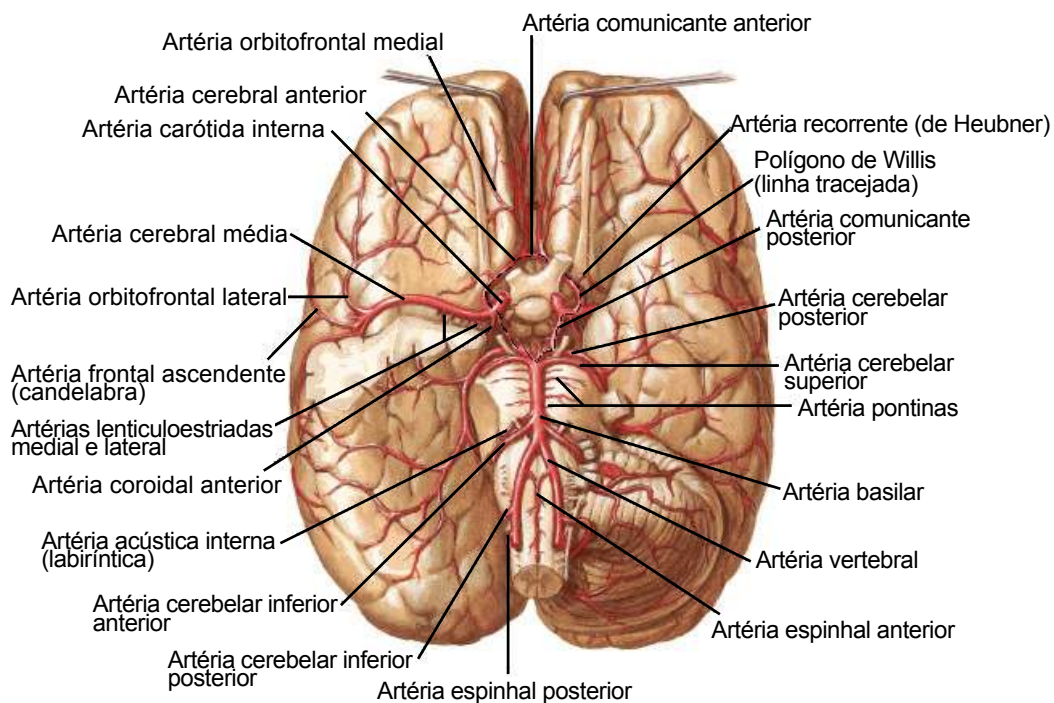
FONTE: Disponível em: <https://2.bp.blogspot.com/-S0oNAJKJttk/V9wWVdlj4bl/AAAAAAAAA2k/K6gGcCzHuxlS3-I83PXpsR_OJmyAq6Z9ACLcB/s1600/Sistema%2BVentricular.jpg>. Acesso em: 12 mar. 2018.

12 ARTÉRIAS DO CÉREBRO

O fornecimento de sangue ao cérebro é feito pela artéria carótida interna, que supre o córtex, e a artéria vertebral, que supre o tronco encefálico e o cerebelo. As artérias que suprem o cérebro podem ser observadas na figura a seguir. A artéria carótida entra na cavidade do crânio e se divide em três outras artérias: a artéria oftálmica, a artéria cerebral anterior e a artéria cerebral média (a maior). As ramificações se estendem a partir dessas artérias e suprem a maior parte do córtex, especialmente as áreas corticais motoras e somatossensoriais. A artéria cerebral anterior supre os neurônios motores e sensoriais responsáveis pelas pernas. A artéria cerebral média supre os gânglios basais e a cápsula interna (KANDEL et al., 2014).

As artérias vertebrais são encontradas na parte de trás da cabeça. Estas se juntam na ponte para formar a artéria basilar, que envia as ramificações para a medula oblongada (bulbo), a ponte, o mesencéfalo e o cerebelo. A artéria basilar se bifurca no topo da ponte para formar as artérias cerebrais posteriores. Estas suprem o córtex visual e o lobo temporal inferior com sangue. As artérias cerebrais médias e as artérias cerebrais posteriores estão conectadas no lado esquerdo e direito por outra artéria, chamada de artéria comunicante posterior. Existe também uma artéria comunicante entre as artérias cerebrais anteriores. Essas três artérias comunicantes formam um círculo de artérias chamado círculo de Willis (NETTER, 2000).

FIGURA 23 – VISTA INFERIOR DAS ARTÉRIAS CEBRAIS



FONTE: Netter (2000, p. 202).

A medula espinal é servida por uma artéria espinal anterior, que corre ao longo da linha média da medula espinal e as artérias espinais posteriores, que correm ao longo do seu lado. As artérias espinais começam como ramificações das artérias vertebrais.

O cérebro também apresenta veias profundas e superficiais, que se esvaziam em dobras na dura-máter, chamadas seios venosos durais. As veias do espaço subaracnoideo para os seios venosos são chamadas veias ponte. Estas são importantes porque, se rompidas, o dano resultará em sangramento entre a dura-máter e a membrana aracnoide no espaço subdural. Isso é chamado de hematoma subdural. Ao contrário do sangramento no espaço subaracnoideo, que flui ao longo de todo o espaço, o sangramento no espaço subdural é bastante localizado e não se dissemina. Pode ser possível, portanto, prever quais funções provavelmente serão interrompidas com base na localização do hematoma.

13 LESÕES E O MAU FUNCIONAMENTO CEREBRAL

Uma das fontes mais comuns de informação para a neuropsicologia humana vem na forma de danos ou lesões no cérebro. Os efeitos do tumor (ou sua remoção), acidente vascular cerebral, hemorragia e outros traumatismos indicam até que ponto o mau funcionamento do cérebro pode ajudar a destacar como o órgão normalmente funciona. Algumas das formas mais comuns de mau funcionamento cerebral e seus mecanismos estão descritos na sequência.

A lesão de cabeça fechada descreve um golpe à cabeça que não penetra no crânio nem em nenhuma das meninges. Este tipo de lesão tem consequências primárias, como sangramento ou inchaço do cérebro ou danos na superfície do cérebro após o impacto com o crânio. Também tem efeitos secundários, como a morte celular. Este tipo de lesão contrasta com a lesão cerebral penetrante, que, como o próprio nome sugere, envolve a penetração do crânio e/ou meninges (STANDRING, 2010).

Um edema é um inchaço de parte do cérebro e do tecido circundante. Existem três tipos: vasogênico, citotóxico e intersticial. Já um infarto é qualquer área de tecido morto resultante de uma perda de suprimento de sangue. No caso da isquemia, descreve a perda de fluxo sanguíneo para o cérebro devido a um estreitamento ou bloqueio de uma artéria. O bloqueio completo pode resultar em um infarto, bem como em um estado mental confuso, declínio da memória e déficits intelectuais. Se houver ataques episódicos de isquemia, o distúrbio é chamado de ataque isquêmico transitório (JOTZ et al., 2017).

A trombose descreve o bloqueio de um vaso sanguíneo causado pelo sangue coagulado. Pode haver uma forma itinerante de trombose que viaje pelas artérias estreitas, enchendo-as assim. Esse bloqueio é chamado de embolia e pode causar acidente vascular cerebral. Os embolismos nem sempre devem ser sangue coagulado, também podem ser bolsas de ar, tecido adiposo ou

tecido endurecido. Já um acidente vascular cerebral (AVC) descreve uma perda repentina de suprimento de sangue no cérebro. Por exemplo, a artéria cerebral média, que supre cerca de 70 por cento do córtex com sangue, supre muitas áreas importantes, incluindo a área de Broca, a área de Wernicke, os giros pré e pós-centrais e os lobos temporais e parietais (STANDRING, 2010). Assim, os déficits podem envolver fraqueza, perda sensorial e paralisia do rosto e do braço contralateral ao lado da artéria envolvida. A recuperação do AVC pode depender de vários fatores, incluindo a idade do indivíduo, o local do dano e um histórico prévio de acidente vascular cerebral.

Existem dois tipos principais de AVC. Os acidentes vasculares cerebrais isquêmicos resultam de uma redução no fornecimento de sangue, causando falta de oxigênio e glicose. Eles são, geralmente, causados por aterosclerose, isto é, um bloqueio causado por depósitos de colesterol ou outras substâncias grudadas à parede da artéria. E os AVCs hemorrágicos, que resultam de sangramento em tecido cerebral (hemorragia intracerebral) ou sua superfície (hemorragia subdural). Estes resultam de três possíveis problemas, de acordo com Snell (2007):

- 1) Um aneurisma rompido. Um aneurisma é o balonismo de uma parede de artéria, geralmente as paredes do círculo de Willis em sua metade anterior. Se um aneurisma se rompe, isso pode causar sangramento, que é fatal. Alternativamente, pode não se romper, mas pode deslocar parte do córtex próximo a ela ou pode conter sangue estagnado.
- 2) Malformação arteriovenosa (angioma). É um conjunto de vasos sanguíneos anormais que produzem suprimento sanguíneo anormal. É mais comum na artéria cerebral medial.
- 3) Hipertensão. Isso descreve um aumento na pressão arterial devido à constrição de pequenos vasos sanguíneos.

Uma hemorragia subaracnoidea descreve o sangramento no espaço subaracnoideo e geralmente resulta de um aneurisma rompido. Menos comum, é causada por uma malformação arteriovenosa. Os sintomas deste tipo de hemorragia incluem dores de cabeça explosivas, seguidas de uma perda de consciência quase imediata. Quando a perda de consciência não ocorre, a dor de cabeça pode ser acompanhada por náuseas, vômitos, rigidez do pescoço ou febre. Cerca de 40 por cento dos aneurismas que dão origem à hemorragia são formados na artéria carótida interna, 35 por cento na artéria cerebral anterior, 20 por cento na artéria cerebral média e 5 por cento na artéria posterior ou vertebral-basilar. Às vezes, pode haver um perigo de uma hemorragia se repetir. O período mais provável em que isso aconteceria seria de uma a duas semanas após a hemorragia inicial (STANDRING, 2010).

Um tumor é uma lesão que ocupa espaço no cérebro e no tecido circundante. Ele vem em muitas formas, e seus efeitos dependem de fatores como a velocidade de crescimento, o grau de pressão que ele causa e o córtex que desloca. Os tumores que crescem mais lentamente podem passar despercebidos por algum tempo e são estes que são menos propensos a ter um efeito drasticamente prejudicial na capacidade e no comportamento intelectual. Os tumores podem ser invasivos, onde eles invadem o tecido neural, ou não invasivos, onde invadem os tecidos de apoio, meninges ou vasos sanguíneos. A pressão que exercem pode fazer com que as regiões sejam deslocadas, causando a compressão de algumas áreas. Os sintomas da pressão dentro do crânio incluem dor de cabeça, doença e consciência perturbada (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2013). Existem vários tipos de tumor. Os nomes a seguir indicam onde a lesão ocorre: astrocitoma, glioma, hematoma, meningioma, angioma/hemangioblastoma (tumor dos vasos sanguíneos) e adenoma (tumor da glândula pituitária). A cirurgia é a forma de tratamento mais comum e mais efetiva.

Anoxia refere-se à perda de oxigênio no sangue que fornece o cérebro. Uma perda parcial neste suprimento é chamada de hipoxia. Pode haver muitas causas de anoxia, incluindo sufocação (mecânica ou gasosa, por exemplo, de fumos de monóxido de carbono), estrangulamento, afogamento parcial e exposição a altitudes elevadas. O cérebro, sendo extremamente sensível à falta de oxigênio, pode funcionar mal com perda prolongada de oxigênio. Isso pode produzir morte celular em todas as camadas do córtex e no cerebelo (STANDRING, 2010).

A encefalopatia descreve a inflamação do sistema nervoso central causada pela reação a agentes químicos, tóxicos ou físicos. Às vezes, afeta os boxeadores – os distúrbios piramidais, extrapiramidais e cerebelares e a demência fazem com que os indivíduos pareçam como um “pugilista bêbado” (*punch drunk*). Nos casos mais severos, resulta em coma e morte (ARSLAN, 2015).

A encefalite é inflamação do cérebro e resulta das células dos tecidos imunológicos, fluidos e proteínas que se deslocam dos vasos sanguíneos. Na virada do século passado, costumava ser chamado de “febre cerebral”, e ainda há controvérsias sobre o uso do termo quando aplicado a condições específicas. A inflamação devido à infecção bacteriana em torno de um abscesso cerebral é chamada de cerebritis. Uma medula espinal inflamada é chamada de encefalomielite. A inflamação envolvendo a substância cinzenta do cérebro é chamada de polioencefalite. Os vírus podem, às vezes, causar inflamação do cérebro e muitas vezes resultam em fadiga no paciente. No entanto, a encefalomielite miálgica (ME), também conhecida como “síndrome da fadiga crônica”, não envolve inflamação cerebral (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2013).

A hidrocefalia descreve o aumento do volume dos ventrículos cerebrais devido à superprodução de líquido cefalorraquidiano ou bloqueio da absorção de líquido pelos ventrículos. A dilatação (ampliação) dos ventrículos é chamada de ventriculomegalia. O aumento de volume provoca pressão sobre as paredes dos ventrículos, especialmente a região periventricular. As condições para adultos e crianças têm diferentes causas (JOTZ et al., 2017).

As cefaleias, ou dores de cabeça, um sintoma comum, quando assume a forma de uma dor latejante maçante na cabeça, pode ser um indicador de uma condição subjacente mais séria se persistir. Dores de cabeça de início abrupto podem indicar sangramento subdural, especialmente se acompanha pescoço rígido e vômitos. Se a dor de cabeça é contínua, pode indicar um tumor. A dor é descrita como "explosiva" e pode ajudar a localizar o tumor, porque há receptores de dor nos vasos sanguíneos e na dura-máter. A "dor de cabeça em salvas" (*cluster headache*), descrita como sendo em "facadas", é normalmente causada por enxaqueca e envolve ataques recorrentes (SNELL, 2007). Também é conhecida como enxaqueca neurálgica, é ocasionada pela ativação ou irritação das fibras do nervo trigêmeo.

1 4 SISTEMAS SENSORIAIS E MOTORES

Muitos dos fenômenos funcionais mais incomuns e peculiares observados pelos neuropsicólogos são observados após o comprometimento dos sistemas sensorial, perceptivo ou motor. A compreensão desses déficits requer um conhecimento bastante sólido de cada tipo de sistema: sensorial e motor. No que se segue, são descritos os sistemas motores central e periférico, juntamente com os sistemas visual, auditivo, somatossensorial, olfativo e gustativo.

1 4.1 SISTEMA VISUAL

O sentido que mais confiamos e prezamos é a visão. Em termos evolutivos, esse sentido tornou-se o nosso meio dominante de perceber o mundo, um status que provavelmente evoluiu da capacidade de nossos antepassados de se elevar no solo e caminhar sobre suas patas traseiras. A confiança no sentido da visão é pensada ser uma das razões pelas quais o sentido do olfato já não é tão importante para os seres humanos como costumava ser há milhares de anos. A visão é realmente um poderoso usurpador. Dada a sua importância, não é surpreendente que estudos de neuropsicologia dos sentidos tenham sido dominados pela pesquisa da visão. Esta seção analisa o que atualmente entendemos da neurofisiologia e neuroanatomia do sistema visual e descreve algumas das consequências de danos nesse sistema.

14.1.1 O olho e além

A estrutura inicial para detectar o ambiente visual é o olho. O olho contém a retina, que contém certas células importantes para a transmissão de informações visuais. Essas células são chamadas de células ganglionares, constituídas por células W, X e Y. Essas células são categorizadas por tamanho, áreas a que elas se destinam e a função que servem. As células W possuem corpos celulares pequenos e compreendem cerca de 10 por cento das células da retina. As células X possuem corpos celulares de tamanho médio e compreendem 80 por cento das células da retina, e as células Y possuem grandes corpos celulares e compreendem 10 por cento das células. As células Y parecem responder a objetos grandes e em movimento no ambiente visual e parecem estar envolvidas na análise de formas brutas e direcionar a atenção para objetos em movimento. As células X, em contraste, respondem melhor aos pequenos alvos e parecem estar envolvidas na análise de imagens detalhadas, de alta resolução e coloridas (MARTIN, 2013). Este arranjo ilustra um princípio do funcionamento do sistema visual: que está envolvido no processamento paralelo de estímulos; um tipo de célula responde a imagens em movimento, outra responde a cor, outra responde ao tamanho e assim por diante, simultaneamente.

As células da retina têm uma propriedade específica chamada campo receptivo, que é uma área na qual a estimulação causa excitação ou inibição. Diferentes partes do olho possuem células com diferentes tamanhos de campo receptivo. Por exemplo, os campos receptivos são maiores nas partes periféricas da retina do que na fóvea. Os campos também possuem dois tipos de células. As células no centro têm uma área excitadora central e um ambiente circundante inibitório, enquanto que as células fora do centro possuem um ambiente circundante excitatório e um centro inibitório. Essas células são importantes porque podem detectar e apreciar contrastes no ambiente visual (SCHIFFMAN, 2005).

Todas as células da retina se projetam para o disco óptico na parte de trás do olho, onde se tornam mielinizadas e juntam-se a outros axônios para formar o nervo óptico. Eventualmente, o nervo óptico de cada olho converge em um ponto chamado de quiasma óptico.

Quando enxergamos, vemos a partir de dois campos visuais: o direito e o esquerdo. Os campos visuais são as áreas em que o mundo externo é visto pelo olho sem mover a cabeça. O campo visual direito contém luz, que é detectada predominantemente pelo olho direito; por outro lado, a luz no campo visual esquerdo é detectada principalmente pelo olho esquerdo. A luz que vai diretamente para ambos os olhos (do meio dos campos visuais) ocupa a zona binocular. A luz atingindo apenas um olho ocupa a zona monocular. Um termo usado em relação aos campos visuais é “hemirretina”. A parte da retina que é medial para a fóvea é chamada de hemirretina nasal. A hemirretina que é lateral para a fóvea é chamada de hemirretina temporal. Cada metade da hemirretina é dividida em partes dorsais e ventrais (SCHIFFMAN, 2005).

A metade superior do campo visual projeta-se para a metade inferior da retina. Da mesma forma, a metade inferior do campo visual projeta a metade superior da retina. Este arranjo é tratado pelo cérebro para nos permitir ver normalmente. A luz que ocupa as zonas binoculares vai para ambas as retinas: a luz incide sobre a hemirretina temporal do olho esquerdo e a hemirretina nasal do olho direito. Apenas as fibras da hemirretina nasal de cada retina cruzam no quiasma óptico. As fibras da hemirretina temporal não. As fibras que saem do trato óptico projetam-se para o núcleo geniculado lateral do tálamo, uma estação de retransmissão importante no sistema visual. A partir deste ponto, os axônios são enviados para o córtex visual (KIERMAN, 2003).

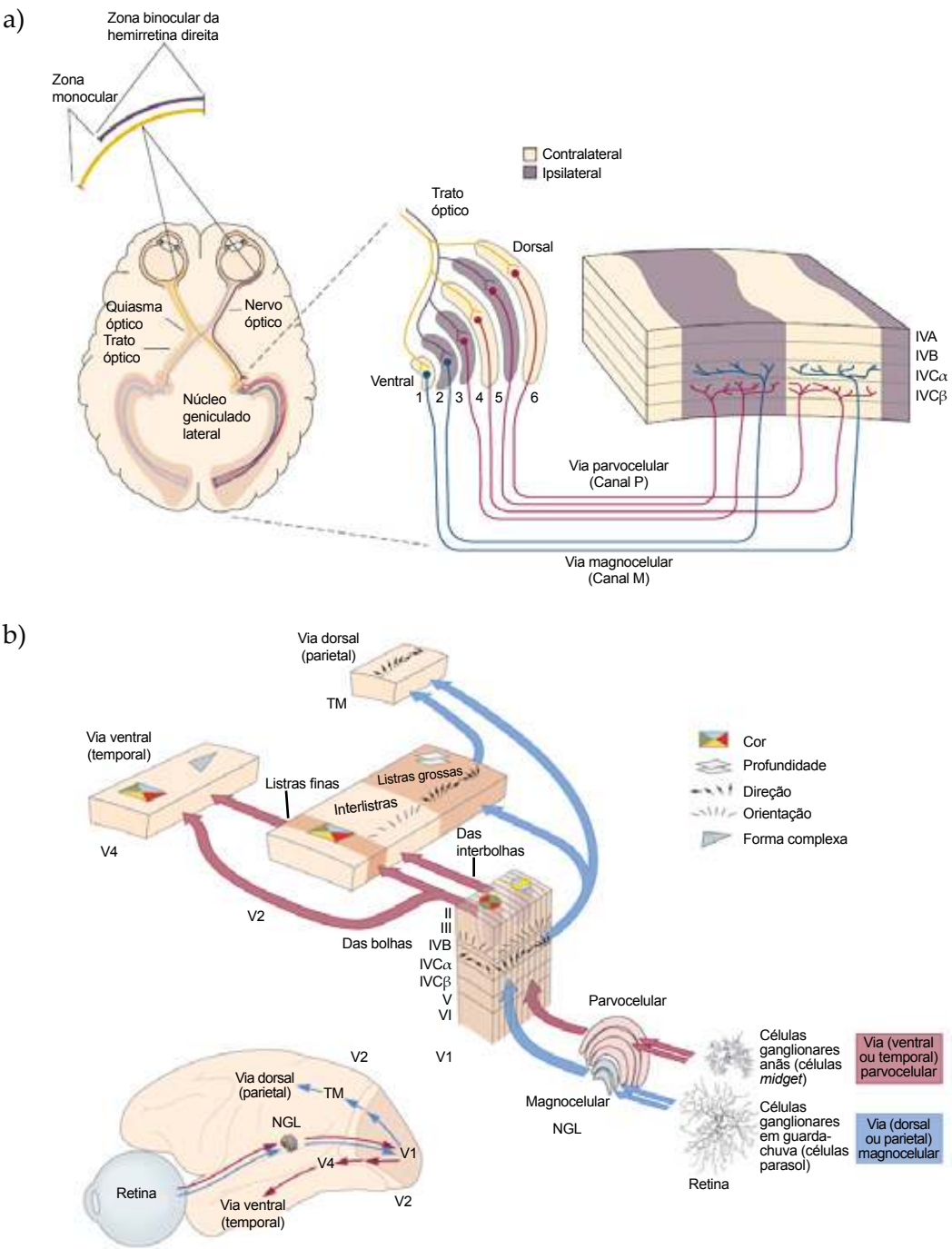
A luz que ocupa zonas monoculares projeta-se à hemirretina nasal do mesmo lado que a luz (o nariz evita que a luz atinja o outro olho). A área monocular do campo visual é chamada de crescente temporal. A luz desta região não pode ser vista binocularmente.

14.1.2 Núcleo geniculado lateral

O núcleo geniculado lateral (NGL) é encontrado no tálamo posterior e é importante por uma série de razões, principalmente porque as fibras do trato óptico terminam nele e porque diferentes axônios terminam em áreas específicas da NGL. Um maior input é fornecido a partir de linhas de visão periféricas a partir da retina. No primata, a NGL possui seis camadas de neurônios separadas por axônios e dendritos. Cada camada recebe informação apenas de um olho: a hemirretina nasal contralateral é projetada para as camadas 6, 4 e 1. A hemirretina temporal ipsilateral é projetada para as camadas 5, 3 e 2 (KANDEL et al., 2014).

As camadas 1 e 2 (as camadas mais ventrais) são chamadas camadas magnocelulares, porque contêm células grandes. As camadas 3 a 6 (as camadas mais dorsais) são chamadas de camadas parvocelulares. As células Y projetam para a camada magnocelular; Células X para a camada parvocelular. Devido a esse padrão de projeção, as vias são chamadas de X-parvocelular e Y-magnocelular. Veja as projeções do NGL para o córtex visual e as duas vias, parvocelular e magnocelular, na figura a seguir.

FIGURA 24 – (A) PROJEÇÕES DO NGL PARA O CÓRTEX VISUAL; (B) CAMPOS VISUAIS PARVOCELULARES E MAGNOCELULARES



FONTE: Kandel et al. (2014, p. 495 e 496)

Todas as células projetam para o córtex visual. No entanto, as células da retina também se projetam para o colículo superior, uma estrutura que é importante para o controle do movimento dos olhos. Os tipos de células ganglionares encontrados nessas estruturas diferem. As células X funcionam apenas para o NGL. As células Y projetam para aquelas camadas do NGL que não recebem axônios X e para o colículo superior. As células W projetam-se principalmente para o colículo superior.

14.1.3 Colículo Superior e a Área pré-tectal (pretectum)

Tal como o NGL, o colículo superior tem várias camadas e recebe input visual da retina. Suas camadas superficiais recebem entrada visual; suas camadas mais profundas recebem entrada somática, sensorial e auditiva. No entanto, a função primária do colículo superior parece orientar a cabeça e os olhos em direção a um estímulo visual e ao controle de movimentos rápidos dos olhos (chamados de movimentos sacádicos). A orientação da cabeça é feita em associação com os campos frontais dos olhos do córtex frontal, que recebe informações do córtex visual através das células X. O colículo superior, através das células Y, também está preocupado com movimento, atenção visual e identificação de contornos visuais amplos. Existem também axônios tectopontinos (axônios do colículo superior que fazem sinapse nos núcleos pontinos), que ajudam a retransmitir informações visuais para o cerebelo (MARTIN, 2013).

A área pré-tectal, ou pretectum, medeia os reflexos da luz pupilar. A luz que é captada por células da retina estimula os axônios que se projetam do nervo óptico para o pretectum, que se situa na região rostral ao colículo superior. O reflexo pupilar é importante, pois sua ausência indica danos substanciais no mesencéfalo. O reflexo geralmente assume a forma de uma resposta direta e consensual (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013). A primeira descreve a constrição da pupila após a luz incidir diretamente no olho, a segunda descreve a constrição que ocorre no outro olho ao mesmo tempo (embora não seja diretamente estimulada).

14.1.4 Dano à via visual

Alguns déficits de visão podem ocorrer com lesões na via visual. Por exemplo, se o nervo óptico é lesionado, a visão funciona apenas no olho intacto (cegueira monocular). O dano ao nervo óptico também pode resultar em cegueira no crescente temporal do lado lesionado. O dano às fibras que atravessam o quiasma óptico resulta em hemianopsia bilateral: perda de visão nas partes temporais de ambos os campos visuais. Uma hemianopsia homônima completa pode resultar de uma lesão em um único trato óptico. Quando isso ocorre, há perda completa de visão no campo visual contralateral. A anopia quadrântica, ou quadrantanopia, ocorre quando há perda parcial de visão em um campo visual. Às vezes, os indivíduos desenvolvem "pontos cegos" (escotomas), que resultam de

lesões isoladas do córtex visual primário. Os indivíduos estão conscientes do que veem e são capazes de responder aos estímulos, porque são feitos movimentos oculares involuntários que cobrem esses pontos cegos (isto é chamado de nistagmo). Quando os olhos se movem, o escotoma também se move, assim mais informações nos campos visuais atingem o cérebro. No entanto, se o paciente permanecer imóvel e um objeto é colocado diretamente na frente do escotoma, esse objeto não pode ser visto (JOTZ et al., 2017).

A cegueira cortical refere-se à perda de visão após danos ao córtex visual primário. Isso resulta na incapacidade de distinguir formas e padrões enquanto se permanece sensível à luz e à escuridão. Foi argumentado que a discriminação visual ocorre no nível talâmico, enquanto o córtex é necessário para a experiência consciente dos estímulos visuais (HECAEN; ALBERT, 1978). De fato, a cegueira total requer alguma destruição do tálamo e do córtex visual e suas vias aferentes (TEUBER, 1975). Na negação da perda de visão (anosognosia ou síndrome de Anton), os pacientes não reconhecem, não têm consciência de que estão cegos. Acredita-se que as conexões corticotálâmicas são interrompidas aqui, assim como os *loops* de feedback sensorial.

14.1.5 Córtex visual primário

O córtex visual primário (CVP) está localizado no lobo occipital e também é referido como o córtex estriado. Corresponde à área de Brodmann 17. Foi dado o nome estriado porque contém uma faixa distinta de substância branca chamada estria de Gennari. A aparência da substância é o resultado do término dos axônios mielinizados do NGL na camada IV. O CVP recebe axônios por uma via, chamada de radiação óptica, do NGL e tem cerca de 3 mm de espessura. É coberto com camadas alternadas executando diferentes funções. Os axônios do NGL terminam na camada IV. Em uma série de experiências inovadoras, Hubel e Wiesel (1979) descobriram que a camada IV é composta por três camadas separadas (IVa, b e c; a IVc pode ser subdividida em IVcA e IVcB). A camada IVc recebe o input de um ou de outro olho de camadas diferentes do NGL. O output da camada IVc vai para as camadas maiores acima e abaixo dela. Os neurônios da camada IVc também enviam axônios para as camadas II e III, que, por sua vez, conectam-se à camada V. A própria camada V é projetada para a camada VI. Cada camada projeta para diferentes partes do córtex. Por exemplo, os axônios das camadas II e III projetam para o lobo temporal medial da área 18 (a área da função visual superior). A camada V projeta para o colículo superior. A camada VI volta-se e projeta para o NGL, proporcionando assim ao sistema visual um *loop* de feedback (KANDEL et al., 2014).

O CVP recebe informações apenas do hemisfério visual contralateral. A informação também pode ser enviada para as áreas de função visual superiores, ou córtex extrastriado, localizado na área de Brodmann (BA) 18, que pode enviar informações para o córtex temporal medial (BA 19), córtex inferotemporal (BAs 20 e 21) e córtex parietal posterior (BA 7). Em uma série de estudos pioneiros

envolvendo primatas, Zeki (1993) argumentou que a BA 17 envia quatro projeções separadas para a BA 18. Esses quatro sistemas paralelos representam cor, movimento e forma (que tem dois sistemas). Uma via X é projetada a partir do CVP, área visual V1, para a área V2, então V3 e V3a, V4 e o córtex inferotemporal visual. Este sistema está envolvido na percepção de forma e cor. As células Y projetam do CVP para as áreas visuais V2 e V3 e depois para V5 e para o córtex parietal posterior, que pode estar envolvido na percepção do movimento (KREBS; WEINBERG; AKESSON, 2013).

A complexidade maciça desse arranjo tem de acomodar as respostas visuais do nível mais inferior (por exemplo, a resposta da retina ao brilho) ao nível mais superior (por exemplo, extrair informações e atribuir significado às imagens visuais percebidas, além de ser capaz de atuar sobre o que é visto). Lesões na área visual V4 resultam em acromatopsia (cegueira à cor), em que o mundo é percebido em tons de cinza. O dano a V5 resulta em akinetopsia: o paciente não consegue ver nem entender o mundo em movimento. Curiosamente, quando os objetos ainda estão parados, eles podem ser vistos claramente. Quando eles são movidos, parecem desaparecer. Isso ocorre mesmo quando o movimento é de fato ilusório (SCHIFFMAN, 2015).

Uma teoria da função do sistema visual argumenta que duas vias corticais distintas são responsáveis pelo processamento e análise de diferentes tipos de informações visuais. O fluxo "dorsal" está envolvido na análise das relações espaciais; o fluxo "ventral" está envolvido no reconhecimento de objetos. Duas vias celulares específicas – as vias parvocelulares e magnocelulares – correm da retina para o córtex e terminam em diferentes camadas, chamadas 4C β e 4C α , respectivamente, do córtex visual primário (V1). Outras camadas do V1 projetam-se para outras áreas de transmissão dorsal e ventral. As camadas 2 e 3 do V1, por exemplo, fornecem inputs para as áreas de fluxo ventral, enquanto que a camada 4B envia input para áreas de fluxo dorsal. A camada 4B também recebe inputs das vias M e P e projeta para áreas como a V5, uma região que se sabe estar envolvida na percepção de movimento. Muitos outros circuitos como este são feitos dentro do sistema visual, mas comparativamente pouco se sabe sobre como as conexões funcionalmente relevantes são ou como diferentes tipos de células contribuem para os circuitos (GULYAS; OTTONSON; ROLAND, 1993).

Um estudo mostrou que diferentes tipos de neurônios na área V1 recebem sinais diferentes das vias M e P e encaminham essas informações para outras áreas corticais específicas (YABUTA; SAWATARI; CALLAWAY, 2001). O estudo mensurou fontes de input excitatório para neurônios na camada 4B de V1 em um macaco-rhesus. Na camada 4B, um tipo de célula (células estreladas espinhosas) recebeu o input da via M através da camada 4C α e nenhuma entrada forte da via P através da camada 4C β . Outro tipo de célula na camada 4B (chamadas células piramidais) recebeu o input de ambas as camadas alfa e beta. Os resultados do estudo sugerem que se dois tipos de células se projetam em diferentes camadas, talvez cada tipo contenha diferentes tipos de informações no sistema visual cortical.

14.1.6 Teorias do funcionamento do sistema visual

Os efeitos dissociáveis do dano ao sistema visual indicam que determinadas vias do sistema visual podem ser mais influentes no processamento de certos tipos de informações visuais do que outras. Em 1969, Schneider propôs que o funcionamento do sistema visual era servido por duas vias principais. Uma, a via geniculostriada, era responsável pela capacidade do organismo de identificar estímulos e discriminar padrões. A outra, a via retinotectal, era responsável pela capacidade do organismo de localizar objetos no espaço. Atualmente, uma distinção semelhante é feita na neuropsicologia, embora as propostas específicas de Schneider tenham sido desafiadas e modificadas.

No entanto, o que parece ser claro é que a localização do objeto e a identificação são dissociáveis. Por exemplo, Ungerleider e Mishkin (1982) propuseram que o processamento visual envolvido na apreciação das qualidades de um objeto é promovido pelo córtex temporal inferior, enquanto que o conhecimento da localização espacial é promovido pelo córtex parietal posterior. Além disso, Ungerleider e Mishkin propuseram que esses dois córtices recebem projeções independentes do córtex estriado: o "fluxo ventral" projetado para o córtex inferotemporal; o "fluxo dorsal" projetado para o córtex parietal posterior. As lesões desses córtices em animais experimentais resultaram em dificuldades na identificação de objetos e de localização de objetos, respectivamente.

Goodale e Milner (1992) desenvolveram a teoria dos sistemas visuais da função visual em uma direção ligeiramente diferente. Em vez de se concentrar no aspecto de input do processamento visual, eles propuseram uma teoria da função visuomotora com base nos requisitos de output do sistema visual, ou seja, eles sugerem que a distinção importante é entre "o que" e "como", não "o que" e "onde". Implícita nessa suposição está a noção de que partes do sistema visual podem ser colocadas em diferentes usos – especificamente para possibilitar a percepção e o alcance dirigidos. Antes de examinar a hipótese de Goodale e Milner de forma mais próxima, é importante considerar alguns antecedentes sobre lesões no córtex parietal e do movimento visuoespacial. Por exemplo, as lesões no córtex parietal superior podem levar a comprometimento do movimento de alcance visualmente dirigido. Isso é chamado de ataxia óptica e é caracterizada por movimentos imprecisos e um erro de movimento na direção ipsilateral ao lado da lesão (JEANNEROD, 1986; PERENIN; VIGHETTO, 1988). A duração dos movimentos é mais longa nesses pacientes, e a velocidade do movimento em redução. Comumente, descobriu-se que os pacientes não podiam dirigir sua mão para uma fenda em um objeto e às vezes eram prejudicados ao agarrar e manipular objetos (PERENIN; VIGHETTO, 1988).

Os pacientes com síndrome de Balint também apresentam lesões bilaterais do córtex parietal inferior (BALINT, 1909). Embora seja raro, o distúrbio é caracterizado por três sintomas principais: (1) negligência do campo visual esquerdo e partes do direito, com o olhar atencional dirigido 35 ou 40 graus para

a direita; (2) desatenção para outros objetos quando o objeto no campo de visão foi detectado; e (3) dificuldade de leitura sob orientação (JAKOBSON et al., 1991). Além desses comprometimentos visuoespaciais, os pacientes não apresentam defeitos cognitivos ou visuais.

Como sugerem esses distúrbios, os déficits comportamentais mais comuns na sequência de lesões do lobo parietal são dificuldades no desempenho visuoespacial. Os pacientes têm dificuldade em perceber os eixos horizontais e verticais e na percepção do comprimento, distância e orientação, embora possam reconhecer objetos (VON CRAMON; KERKOFF 1993). O paciente de Jeannerod, Decety e Michel (1994), AT, por exemplo, apresentava um grande infarto bilateral no occipitoparietal, que produziu não apenas a ataxia óptica, mas também uma incapacidade grave de estimar o comprimento das linhas e o tamanho das figuras desenhadas. A capacidade do paciente AT para alcançar era bastante normal, mas a capacidade de compreender, especialmente a capacidade de agarrar objetos pequenos, foi prejudicada.

Um caso interessante e associado foi apresentado por Goodale et al. (1994). O paciente RV também sofreu danos occipitoparietais bilaterais, mas enquanto tanto RV como AT tiveram lesões nas áreas 18 e 19, apenas AT teve danos nas áreas 7 e 39, as áreas parietais. Alcançar também era bastante normal para RV e o agarrar era fraco, mas, ao contrário de AT, a capacidade de comparar formas não estava prejudicada. Jeannerod (1997) interpretou essa dissociação após lesões do lobo parietal como refletindo uma visão da função cerebral em que as respostas orientadas a objetos são distribuídas em dois sistemas visuais corticais. Lesões na parte dorsal resultam em apreensões deficientes; a lesão ventral resulta em deficiências ao julgar o tamanho dos objetos.

Com base nesses dados e outros, Goodale e Milner sugeriram um sistema dual para o processamento da forma de objetos no sistema ventral, com o sistema dorsal tendo maior participação na visão: ele medeia a transformação visuomotora, que permite a ação dirigida por objetivos (GOODALE; MILNER 1992; MILNER; GOODALE, 1993). Sua paciente, DF, sofreu uma grande lesão occipital bilateral destruindo as áreas 18 e 19, mas poupou a maior parte da área 17 (GOODALE et al., 1991). A percepção de formas simples era bastante pobre – ela atuava no nível do acaso – e a percepção do movimento também era pobre. No entanto, ela conseguia guiar suas mãos e dedos com bastante precisão nas instruções dos objetos que ela não reconhecia. Quando foram apresentados a ela blocos retangulares semelhantes ou diferentes, ela não conseguiu discriminar entre eles, mesmo indicando sua largura usando o dedo indicador e o polegar. Quando solicitada a pegar um dos blocos, no entanto, ela conseguiu ajustar os dedos de forma adequada e precisa. Uma dissociação semelhante foi observada quando ela teve que guiar a mão (ou descrever a orientação da mão) na direção de uma grande fenda. Quando ela teve que guiar sua mão através da fenda, no entanto, teve desempenho normal, ajustando sua mão para combinar a orientação da fenda antes de alcançá-la.

Goodale e Milner (1992) sugerem que, como outros casos de dano do lobo parietal mostram o padrão oposto – os pacientes podem reconhecer objetos, mas são pobres em orientação – e porque o dano do lobo temporal está associado a aspectos do processamento visuoespacial, o sistema de projeção visual para o córtex parietal representa informação sobre características e orientação do objeto relacionadas ao movimento. Isso representa o fluxo dorsal. Eles sugerem que a interrupção das projeções para o córtex inferotemporal pode ser responsável pelos déficits observados em DF. Essa interrupção ocorre no fluxo ventral.

É um fato – ostensivamente, óbvio – que a busca (rastreamento) visual envolve a detecção de um alvo e que essa detecção envolve uma consciência das características do objeto. Por exemplo, se desejarmos procurar uma faca de queijo em uma gaveta cheia de talheres, existem alguns esquemas sobre uma faca de queijo que direcionará a nossa busca (sua forma e cor, por exemplo). Muitas vezes, esta busca é de cima para baixo (*top-down*) – temos um modelo do alvo para nos guiar. Normalmente, esse modelo é de natureza perceptual – detectamos por forma, cor, tamanho e assim por diante. No entanto, um estudo de caso recente sugere que podemos fazer isso sem atender especificamente às características perceptivas dos objetos.

James J. Gibson (1979) argumentou que alguns objetos podem "proporcionar" (*afford*) uma ação. Por exemplo, um garfo pode fazer o trabalho de uma faca de queijo porque pode ser segurado como uma faca de queijo e pode cortar. O paciente de Humphreys e Riddoch (2001), MP, conseguiu usar o conhecimento sobre as propriedades de um objeto, com base em seu uso, para identificá-lo, mas não pôde identificar por nome ou característica perceptual.

O paciente MP trabalhava com ferramentas e era canhoto, mas sofria de negligência espacial (uma desordem perceptual em que os pacientes não conseguem atender à metade do campo visual) após uma lesão no lobo fronto-temporal-parietal direito. Quando interpelado pelo experimentador para identificar objetos por suas características físicas ou perceptivas (por exemplo, "encontre um objeto vermelho"), o MP não conseguia fazê-lo. O MP foi igualmente prejudicado na identificação de objetos quando lhe eram dados seus nomes (por exemplo, "encontre o copo vermelho"). No entanto, os pesquisadores notaram que ele era capaz de identificar objetos quando sabia o que fazer com eles.

Para testar isso, Humphreys e Riddoch (2001) realizaram seis experimentos nos quais o MP foi convidado a identificar objetos sob várias manipulações experimentais. Por exemplo, ele seria apresentado com uma série de dez objetos com as suas alças apontadas para ele e seria solicitado que identificasse algum por característica perceptual, nome ou função (por exemplo, "encontre um objeto do qual você possa beber").

Em resumo, o MP podia nomear cores e objetos. Ele tinha dificuldade em encontrar as mesmas cores e objetos em uma tarefa de busca visual explícita, especialmente quando vários objetos competiam por sua atenção. Contudo, quando oferecida a pista da ação/uso/função, o MP conseguia identificar. Esta dissociação foi apoiada por outros dois pacientes que mostraram o padrão oposto de MP – eles eram capazes de usar nomes para identificar objetos.

O comportamento do MP, de acordo com Humphreys e Riddoch, sugere que podemos usar modelos de ação para identificar objetos, bem como modelos perceptivos, mesmo que os modelos de ação signifiquem que a busca visual será mais lenta.

1.4.2 SISTEMA AUDITIVO

A audição, como a visão, é servida por uma série de estruturas distintas e vias neurais. Uma pessoa com audição normal poderá detectar uma onda sonora entre 20 e 20 000 Hz, embora ela seja mais sensível aos sons que estão entre 1000 e 4000 Hz (MARTIN, 2013). Estas ondas sonoras viajam através do ar, atingem o ouvido e estimulam a membrana timpânica (ou tímpano). A partir deste ponto, o impulso é transmitido através de três ossículos (ou ossos) chamados de martelo, bigorna e estribo para a cóclea. A cóclea é parte de um labirinto membranoso que inclui o aparelho vestibular, caracterizado por três canais semicirculares.

A parte da cóclea que é membranosa é chamada de ducto coclear, tem cerca de 3 cm de comprimento e forma uma estrutura em forma de espiral. A parte mais baixa deste ducto é composta da membrana basilar, na qual repousa o órgão de Corti. A extremidade superior é composta pela membrana vestibular. Fora do ducto tem dois canais paralelos: a escala timpânica, situada abaixo da membrana basilar, e a escala vestibular, situada acima da membrana vestibular. A escala timpânica tem janelas ou aberturas chamadas janela vestibular (*fenestra vestibuli*) e janela coclear (*fenestra cochleae*), que são fechadas por diferentes mecanismos. No final da escala vestibular encontra-se a janela oval. No final da escala timpânica encontra-se a janela coclear ou janela redonda (NETTER, 2000).

A audição começa propriamente com ondas sonoras atingindo o ouvido externo. Isso é chamado de meato acústico externo. As ondas também atingem o ouvido médio e a membrana timpânica, que se encontra na extremidade inferior do meato acústico. Conectando o tímpano com a janela oval tem pequenos ossos. O martelo (ou *malleus*) se conecta à bigorna (ou *incus*), e a bigorna está conectada ao estribo (ou *stapes*). Esses ossos são importantes porque são sensíveis às ondas sonoras, o que os faz vibrar e, assim, transmitem um impulso ao fluido na cóclea. Quando os estribos são pressionados na janela oval, a escala vestibular está fechada e o fluido neles (chamado perilinfa) é estimulado pelo movimento da onda sonora que estimulou o estribo. O movimento causado pela vibração é transmitido para o fluido (chamado endolinfa) no canal auditivo. O movimento então viaja para a membrana basilar, que transmite um impulso ao fluido na escala timpânica. O

movimento da membrana basilar estimula os receptores na cóclea, que tem pelos sensoriais chamados de estereocílios. As células ciliadas interna e externa são separadas por grandes células de suporte chamadas células pilares. Juntas, elas formam o túnel de Corti, que é parte do órgão de Corti, região onde os receptores são organizados. Uma das características mais interessantes da membrana basilar é que diferentes frequências são necessárias para estimular em diferentes pontos ao longo de sua extensão. As frequências mais altas são detectadas pelas células pilosas perto da janela oval (o fundo da membrana basilar). As frequências mais baixas são detectadas na parte anterior da cóclea (SCHIFFMAN, 2005).

A partir da cóclea, o impulso sonoro é enviado através de uma parte do oitavo nervo craniano chamado nervo coclear. Esses eferentes atingem uma coleção de estruturas chamadas complexo olivar superior (COS) na medula. A oliva superior está localizada na ponte (na parte inferior) no corpo trapezoidal. Os núcleos cocleares formam uma via que atinge a colículo inferior. Esta via ascendente é chamada de lemnisco lateral. Outros núcleos atingem o complexo olivar, que depois se projetam para o colículo inferior. Do colículo inferior, as fibras são enviadas para o corpo geniculado medial do tálamo. Os eferentes desta parte do tálamo finalmente terminam em áreas específicas do córtex auditivo ou área AI. Tal como o sistema visual, há um cruzamento das vias do sistema auditivo. Ao contrário do sistema visual, no entanto, há também um número considerável de fibras não cruzadas. Isso significa que o dano unilateral na via auditiva pode não resultar em deficiência auditiva óbvia, porque existem fibras não cruzadas que ainda permitem a transmissão de informações auditivas. No entanto, o dano ao nervo coclear causa surdez no ouvido ipsilateral à lesão (KANDEL et al., 2014).

A projeção nuclear (ou lemniscal) da via ascendente termina no córtex auditivo e é assim chamada porque atinge a área nuclear do córtex responsável pela audição. A projeção do cinturão (ou extralemniscais) faz seu caminho a partir do colículo periférico inferior para as áreas que cercam a área AI, que também são sensíveis a outros tipos de estímulo. A projeção do cinturão é assim chamada porque as fibras projetadas cercam o córtex auditivo como um cinto. O sistema auditivo também possui conexões descendentes da AI para o tálamo e o colículo inferior. As vias auditivas contêm muitos interneurônios inibitórios. Dada a quantidade de informações auditivas que este sistema recebe, esta inibição talvez não seja surpreendente e é certamente essencial para permitir que somente as informações mais relevantes ou salientes sejam processadas. Imagine o quão difícil seria, de outra forma, atender a uma única conversa em uma sala lotada de vários indivíduos barulhentos e chatos e a importância dessa inibição torna-se clara (KIERMAN, 2003). No entanto, o sistema não só permite atenção seletiva à informação auditiva, mas também medeia reflexos de alarme (respostas repentinas e involuntárias comportamentais provocadas por estímulos auditivos inesperados ou altos), que ocorrem através dos vínculos da formação reticular com as vias auditivas da associação.

Uma das principais características do sistema visual é que ele está organizado hierarquicamente a nível neural, ou seja, o input sensorial é dividido e, em seguida, junta-se para formar estímulos complexos em várias regiões do cérebro. Isso significa que diferentes regiões de neurônios são responsáveis pelo processamento de diferentes tipos de estímulo visual. Um fenômeno semelhante também foi demonstrado para o sentido auditivo: os tons, estímulos de não fala, sons de fala sem sentido e outros tipos de estímulo auditivo foram evidenciados relacionados a áreas específicas do córtex.

Wessinger et al. (2001) apresentaram tons puros e estímulos auditivos complexos para 12 homens e mulheres saudáveis e utilizaram ressonância magnética funcional (fMRI) para monitorar mudanças na ativação cerebral. Os tons puros ativaram uma área nuclear – áreas que cercam o giro de Heschl –, mas as áreas ativadas por estímulos mais complexos estavam fora desse núcleo (região que os tons puros não ativaram). Os autores propõem que este sistema hierárquico de análise do som participe no processamento precoce de muitos sons, inclusive aqueles para fala.

Um estudo conceitualmente mais complexo foi realizado por Lewis et al. (2004). Eles procuraram descobrir se o córtex respondia a diferentes categorias de ruído e determinar a via neural responsável pelo reconhecimento de som ambiental (o "o que" da audição). Eles usaram fMRI para gravar a ativação, enquanto participantes saudáveis ouviram os sons feitos por ferramentas, animais, líquidos e objetos caindo ao chão, além de outros sons irreconhecíveis. Os sons reconhecíveis ativaram áreas no hemisfério esquerdo associadas ao processamento semântico, bem como a ativação bilateral no giro temporal médio posterior. Lewis et al. sugerem que esta região posterior é uma área de processamento multimodal, ou seja, uma que pode servir uma função similar em mais de um sentido, porque outros estudos da visão relataram ativação em regiões similares quando as pessoas processam movimentos complexos e reconhecem ferramentas e objetos. Esta área de "representação da ação" pode auxiliar na identificação de sons ambientais familiares, pois pode assimilar conhecimento sobre objetos e seus movimentos (como a queda de um copo ou a batida de uma asa de pássaro).

1.4.3 SISTEMA SOMATOSSENSORIAL

O sistema que nos permite sentir o toque, sentir dor, experienciar mudanças de temperatura e verificar a posição dos membros e outras partes do corpo (propriocepção) é o sistema somatossensorial, e todos esses fenômenos são descritos pelo termo "somatossensação". Além de detectar todo input somatossensorial descrito acima, este sistema também nos permite detectar diferenças na pressão colocada sobre a pele, o local usual do receptor do sistema somatossensorial (SHIFFMAN, 2005).

A sensação tátil para a maioria das funções somatossensoriais, exceto a propriocepção das extremidades inferiores e as formas básicas de estimulação tátil, é realizada pelo sistema lemniscal da coluna dorsal-medial, ou sistema coluna dorsal-lemnisco medial. A dor e a sensação tátil bruta, por outro lado, são mediadas pelo sistema antero-lateral. Os receptores da pele e do tecido subcutâneo enviam aferentes à medula espinal através das raízes dorsais. Uma ramificação do axônio ascende na coluna dorsal e realiza sinapses na medula. Esses axônios de células sensoriais nos núcleos da coluna dorsal se projetam na direção oposta. Na linha média da medula, eles cruzam e atravessam o tronco cerebral de forma contralateral, fazendo sinapses com células no núcleo ventral posterior lateral do tálamo. A partir daqui as projeções talâmicas são enviadas para o córtex cerebral. Este caminho é chamado de projeção ou radiação talamocortical e corre através da cápsula interna, terminando no córtex sensorial somático primário (SI) ou no córtex somatossensorial, que se encontra no giro pré-central do lobo parietal. As fibras talâmicas também se projetam ao córtex nas proximidades, chamado de córtex sensorial somático secundário (SII). SI e SII são distintos, pois o SI recebe principalmente input contralateral, enquanto o SII recebe input bilateral (MARTIN, 2013).

1 4.4 SISTEMA GUSTATIVO

O sistema gustativo é um dos dois órgãos sensoriais mais importantes para a percepção de sabor alimentar. Seus receptores nos permitem distinguir entre pelo menos quatro classes de gustação: acidez, amargura, doçura e salinidade. Também pode haver um quinto gosto, chamado de Umami, que representa um gosto saboroso semelhante ao glutamato monossódico. Os receptores externos para o gosto são as papilas gustativas, que contêm células epiteliais que são receptores de gosto especializados. Cada papila contém 50-100 células, e elas são encontradas principalmente na língua, embora algumas também sejam encontradas na faringe e palato. As papilas gustativas são inervadas por três nervos cranianos – sétimo, nono e décimo –, cada um dos quais inerva um conjunto diferente de papilas gustativas.

Os neurônios de segunda ordem são então projetados para a divisão parvocelular do núcleo talâmico ventroposteromedial, ou o núcleo gustativo talâmico. Fibras do núcleo gustativo talâmico se projetam ao córtex, especificamente o opérculo rostral frontal e a ínsula. Esses córtices compreendem o córtex gustativo primário (ROLLS, 1989).

Também pode haver um córtex gustativo secundário no córtex orbito-frontal caudolateral, que se situa antes do córtex gustativo primário (ROLLS; SIENKIEWICZ; YAXLEY, 1989; ROLLIS; BAYLIS, 1994). Em uma série de experiências, Rolls e Baylis (1994) encontraram evidências que sugerem que o córtex orbitofrontal atua como uma forma de zona de convergência para quimiossensação, porque a estimulação olfativa produz respostas em sua parte medial, a estimulação visual ativa uma área entre o córtex gustativo secundário e a córtex orbito-frontal medial e, como já vimos, os inputs gustativos estimulam o córtex gustativo secundário.

A parte do cérebro descrita como a área gustativa primária é encontrada perto da frente do cérebro em regiões chamadas de ínsula ou opérculo frontal e mais adiante em parte do córtex parietal. A localização do córtex gustativo secundário não está tão bem documentada, mas pode ser no córtex orbito-frontal, onde pensa-se que o sabor é processado.

Outras estruturas cerebrais, como a amígdala, contêm células que respondem ao gosto, e essas células podem ser responsáveis pela determinação da qualidade hedônica do gosto – se o alimento é palatável. A amígdala faz parte de uma área que Small et al. (1997) descrevem como o lobo temporal anteromedial (LTAM). Em pacientes que tiveram esta área removida ou danificada, registrou-se que houve uma sensibilidade aumentada a gostos amargos e habilidade elevada para reconhecer, mas não detectar, ácido cítrico. Small, Zatorre e Jones-Gottman (2001) propõem que esta região desempenhe um papel importante na percepção da intensidade dos gostos, especialmente do gosto aversivo. Pacientes com lesões no LTAM direito avaliam o gosto amargo como significativamente mais intenso do que os participantes saudáveis. Uma das razões para o aumento da intensidade pode ser que o dano ao LTAM desinibiu as células no córtex que são sensíveis à concentração de sabor ou palatabilidade.

14.5 SISTEMA OLFATIVO

Tal como o sistema gustativo, o sistema olfativo (ou olfatório) é importante, se não mais importante, para a percepção de sabor alimentar. Ao contrário do sentido gustativo, o número de classes de estímulos que o sistema olfativo pode perceber é aparentemente ilimitado. Podemos perceber milhares de odores diferentes, mas apenas alguns gostos. É por isso que, quando os indivíduos têm um resfriado ou gripe não conseguem identificar os alimentos que comem, afirmando que o alimento perdeu seu gosto. O que eles realmente significam é que eles não conseguem perceber o cheiro da comida.

A percepção inicial no sistema olfativo ocorre na parte de trás das cavidades nasais em uma região chamada neuroepitélio olfatório. Este contém receptores especializados e três tipos de células: neurônios sensoriais olfatórios, células de apoio e células basais. Ao contrário dos neurônios em outras partes do sistema nervoso central, as células do sistema olfativo são as únicas que podem se regenerar. O neurônio olfatório estende um dendrito cujos cílios se estendem para uma camada de muco; um axônio de cada receptor é enviado para uma estrutura chamada de bulbo olfatório. Existem dois destes localizados abaixo dos lobos frontais em seres humanos e primatas não humanos (BUCK; FIRESTEIN; MARGOLSKEE, 1994). Os bulbos olfatórios são constituídos por seis camadas de diferentes tipos de neurônio. Uma camada é a camada nervosa olfatória superficial, que termina em regiões chamadas glomérulos. A via de projeção dos bulbos olfatórios é ipsilateral e bastante extensa, atingindo o córtex olfativo primário (principalmente o córtex piriforme), partes do núcleo amigdalóide e a parte lateral do córtex entorrinal. Todas essas regiões têm conexões recíprocas com o bulbo olfatório (KRATSKIN, 1995).

Algumas pesquisas sugeriram que as mulheres são, em média, melhores para identificar, reconhecer e detectar odores do que os homens (DOTY et al., 1985). Esta diferença de sexo pode ter implicações importantes para qualquer estudo das bases neurais da percepção olfativa. Se existem diferenças individuais a nível comportamental (detecção, reconhecimento, identificação), então o cérebro de homens e mulheres pode responder de forma diferente quando ambos cheiram os mesmos odores. Quando homens e mulheres sentem cheiros agradáveis, neutros e desagradáveis (eugenol, álcool etílico e sulfato de hidrogênio), a ativação foi maior nas mulheres, especialmente nas regiões frontal e perisviana (YOUSEM et al., 1999). A ativação foi maior nos hemisférios frontais esquerdo e direito em mulheres. Anderson et al. (2003) observaram ainda que, enquanto a amígdala respondeu aos odores à medida que aumentavam de intensidade, o córtex orbito-frontal foi ativado quando os participantes fizeram julgamentos sobre o agrado dos odores.

1 4.6 SISTEMA MOTOR

O sistema motor é representado pelas células do SNC que controlam os músculos esqueléticos. O sistema motor geral é subservido por dois sistemas motores distintos, um envolvendo os neurônios motores periféricos e outro envolvendo neurônios motores centrais. Ambos os sistemas são responsáveis pela mediação das respostas dos músculos aos centros motores, como iniciar o movimento. Outras estruturas importantes desempenham um papel nesses sistemas, como os gânglios basais e o cerebelo, que estão envolvidos na execução e manutenção do comportamento motor em vez de sua iniciação. Os tipos de comportamento governados pelo sistema motor podem ser grosseiramente descritos como automáticos e voluntários. Os movimentos motores reflexivos básicos, como retirar a mão do fogo, são automáticos, dependendo da resposta da medula espinal. Os movimentos de agarrar com precisão são voluntários e requerem controle a nível cortical. No entanto, andar não é totalmente nem um nem o outro, sendo controlado pelo tronco cerebral ou pelo controle cortical do tronco encefálico.

1 4.6.1 Sistema motor periférico

Os neurônios motores periféricos enviam axônios aos músculos esqueléticos. Os neurônios motores inferiores são encontrados no chifre ventral da medula espinal e são de dois tipos: neurônios motores alfa e gama. Os axônios desses neurônios deixam a medula espinal e inervam o músculo no tronco e nas extremidades. Quando os axônios são danificados, podem resultar em paralisia muscular. Como vimos no subtópico sobre nervos cranianos, vários desses nervos também inervam vários músculos no corpo.

14.6.2 Sistema motor central

O sistema motor central contém neurônios motores superiores importantes para o movimento voluntário e são encontrados no tronco encefálico e no córtex. O sistema é dividido aproximadamente em neurônios do trato piramidal (também chamado de trato corticospinal) e o sistema extrapiramidal. O trato piramidal é importante para a execução de um movimento voluntário preciso. A maioria das fibras atravessa o lado oposto do corpo no ponto da medula; o trato piramidal é o único caminho que se abre diretamente do córtex para a medula espinal. A maioria dos neurônios motores neste sistema são encontrados na quinta camada cortical, que contém células piramidais, mas muitos, e os mais grossos, são encontrados no giro pré-central (área motora primária ou MI). Estimular eletricamente a MI produz contração muscular.

Outros tratos também passam impulsos de áreas corticais superiores para os neurônios motores da medula espinal.

14.6.3 O córtex e o movimento

As áreas do cérebro superior responsáveis pela manutenção do movimento voluntário são o córtex motor primário (CMP, também conhecido como MI), a área pré-motora (A6) e a área motora suplementar (AMS). O CMP é a área mais provável das três em responder quando estimulado eletricamente e as lesões nesta área causam paralisia (danos a qualquer parte do sistema motor, do córtex motor ao neurônio motor, podem causar paralisia ou paralisia parcial). As áreas 5 e 7 e o córtex pré-frontal também são áreas corticais importantes para o movimento.

O CMP recebe axônios aferentes de uma variedade de áreas, incluindo as áreas 1, 2, 3, 5 e 6 e o núcleo ventrolateral do tálamo. Uma grande parte do CMP é dedicada ao movimento das mãos (especialmente o dedo e o polegar), provavelmente devido aos requisitos corticais necessários para fazer movimentos de precisão. A estimulação do CMP provoca movimento em outros músculos, como o músculo abdominal e nas costas. A estimulação unilateral ou bilateral resulta no movimento desses músculos. No entanto, a estimulação unilateral da "área da mão" do córtex produz movimento na mão contralateral, porque as fibras do trato piramidal são cruzadas.

A AMS parece acompanhar um tipo diferente de comportamento motor. Enquanto o movimento da mão ativar o CMP, as sequências de movimento ativarão o AMS. A capacidade de imaginar também ativa essa parte do córtex motor e parece estar envolvida no planejamento e organização motora. Por outro lado, a área pré-motora é importante para o controle de movimentos guiados visualmente, como a coordenação do movimento das mãos quando se alcança um objeto. O córtex parietal posterior também parece desempenhar um papel no movimento, pois sua destruição produzirá uma incapacidade de executar movimentos voluntários complexos, resultando em distúrbios do movimento, como a Apraxia, Hemiparesia, Coreia de Huntington, Parkinsonismo, Doença de Wilson, Discinesia e Doença do Neurônio Motor Superior e Inferior.

LEITURA COMPLEMENTAR

NEUROPSICOLOGIA NO BRASIL

Lucia Iracema Zanotto de Mendonça e Deborah Azambuja

Neuropsicologia é o estudo dos mecanismos neurais que subservem o comportamento humano. O termo “neurociências cognitivas” proposto por Michael Gazzaniga na década de 1970 remete à distinção que na época era feita entre os processos cognitivos e as “neurociências do comportamento” (GAZZANIGA, 2011). O crescimento da neuropsicologia como ciência e a ampliação de sua abrangência, observadas nas últimas décadas, é impressionante.

O crescimento da neuropsicologia como ciência e a ampliação de sua abrangência, observados nas últimas décadas, é impressionante. O processo de mudanças graduais pelo qual passou a neuropsicologia necessita ser compreendido a partir do início dessa ciência. Os eventos que ocorreram em nosso meio, na fase incipiente das ciências neuropsicológicas, demonstram as características da moderna neuropsicologia: convergência e integração de múltiplas faces do conhecimento.

Antonio Branco Lefèvre é o patrono da neuropsicologia no Brasil. Médico pediatra de formação, fundador da neurologia infantil em nosso país, graduou-se também em psicologia, na busca de maior compreensão do cérebro humano. Sua tese de doutoramento, intitulada *Contribuição para a psicopatologia da afasia em crianças*, de 1950, constitui um marco desse vínculo embrionário entre a neurologia e a psicologia. Na década de 1960, a psicóloga Beatriz Helena Whitaker Lefevre trouxe sua contribuição na avaliação e orientação de crianças e adultos com distúrbios cognitivos decorrentes de lesão cerebral. Na década de 1970, Antonio Branco Lefèvre criou o primeiro grupo de estudos e o primeiro programa de pós-graduação em “atividade nervosa superior”, na Clínica Neurológica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (MACIEL JR., 1999). Participavam das atividades de avaliação e reabilitação médicos neurologistas, psicólogos, fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas.

Na mesma década de 1970, o neurocirurgião Raul Marino Junior retorna do Canadá, onde estudou epilepsia e sistema límbico. No Instituto de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, criou a Divisão de Neurocirurgia Funcional e convidou a então estudante de psicologia, Candida Helena Pires de Camargo, para participar do estudo dos pacientes. O objetivo desse grupo era investigar o funcionamento cognitivo e emocional de pacientes com afecções neurológicas e psiquiátricas. A equipe era constituída por médicos neurocirurgiões, neurologistas, psiquiatras, neurofisiologistas e psicólogos.

É interessante observar as características desses dois núcleos primordiais, um ligado à neurologia e o outro à psiquiatria. A participação de diferentes profissionais em ambos os núcleos ressalta o caráter multidisciplinar da neuropsicologia. Enquanto ambos estudavam as funções cognitivas, o grupo do Instituto de Psiquiatria estabelecia um elo com os aspectos emocionais e comportamentais. Na visão da época, eram em princípio iguais, mas também diferentes, e refletiam a dicotomia cognição versus comportamento/emoção.

Essa polaridade precisa ser compreendida à luz da quase cisão entre os enfoques psiquiátrico e neurológico existente nesse tempo. O avanço farmacológico e a introdução na prática clínica de medicamentos neurolépticos, ansiolíticos e antidepressivos que efetivamente melhoravam a sintomatologia psiquiátrica, aliados à expansão da psicoterapia, propiciavam ao médico psiquiatra instrumentos para assistência e pesquisa. As bases anatomofuncionais dos transtornos psiquiátricos eram pouco consideradas.

Ao longo das décadas, o interesse na área passou a ser progressivo e crescente, inicialmente fundamentado em muita leitura, aquisição de conhecimento, formação de grupos de estudo e intercâmbio com serviços do exterior. Como característica, esses grupos eram verdadeiras equipes multidisciplinares.

O número de neuropsicólogos e o refinamento da avaliação e interpretação neuropsicológicas aumentaram em resposta ao crescente conhecimento e à demanda. O Conselho Federal de Psicologia reconheceu a neuropsicologia como especialidade da psicologia em 2004. A neurologia cognitiva, verdadeira subespecialização da neurologia, é hoje uma realidade, o que pode ser evidenciado pela existência do Departamento de Neurologia Cognitiva e Envelhecimento na Academia Brasileira de Neurologia.

COGNIÇÃO, EMOÇÃO E COMPORTAMENTO

O avanço do conhecimento tem demonstrado que tanto o comportamento instintivo de autopreservação e preservação da espécie como o motivacional margeiam a cognição e nela adentram. A neuropsicologia é o ramo das neurociências em que ocorre a intersecção das ciências cognitivas com as ciências do comportamento e engloba ambas.

Nas últimas décadas, a psiquiatria voltou a se aproximar da neurologia, graças à progressiva compreensão dos neurotransmissores e dos fundamentos neurobiológicos dos estados emocionais e do comportamento. Adentramos uma nova era, em que os psiquiatras se preocupam em saber como, onde e em quais circuitos cerebrais ocorre a ação medicamentosa. Esquizofrenia, depressão, ansiedade, transtornos obsessivo-compulsivos e outras manifestações psiquiátricas são, hoje, estudadas à luz de seu substrato biológico cerebral. [...]

O processamento emocional envolve estruturas cerebrais límbicas, como hipotálamo, amígdala, cíngulo anterior e córtices frontal medial e orbitário, as quais trabalham em concerto com as áreas essencialmente cognitivas. Estudos pioneiros em macacos (ONGÜR; PRICE, 2000) demonstram a existência de dois circuitos entre os nodos límbico e neocortical de processamento. O circuito orbital, relacionado aos mecanismos de recompensa/punição, é atualmente bastante estudado em relação a hábitos alimentares e drogadição. O circuito medial está envolvido com as respostas comportamentais motivacionais, ligando a motivação à ação.

DESENVOLVIMENTO COGNITIVO, NEUROGENÉTICA E EDUCAÇÃO

A neuropsicologia tem ramificações que alcançam muitas outras facetas do conhecimento, entre elas o desenvolvimento da criança e sua competência escolar. O conhecimento da interação do ser humano com o ambiente abre caminho para a neurogenética e a neurociência do desenvolvimento cognitivo. A questão crucial é compreender como os fatores genéticos e os ambientais interagem ao longo do desenvolvimento para moldarem os circuitos neurais (PERANI, 2008).

A neurogenética é ciência recente que busca relacionar genoma com cognição e comportamento. Os genes codificam proteínas, que, por sua vez, são parte integrante dos circuitos neurais. Vários genes podem contribuir para o fenótipo, e cada um pode estar relacionado a um determinado aspecto (linguagem, socialização etc.) e contribuir com uma parcela do fenótipo final. Os geneticistas têm trazido importantes contribuições para a neuropsicologia. O fenótipo cognitivo/comportamental é resultante da interação entre o material genético e as experiências do ambiente, especialmente no cérebro em desenvolvimento. Uma pesquisa recente sugere que a informação social recebida de outro indivíduo da mesma espécie pode alterar a expressão gênica (ROBINSON; FERNALD; CLAYTON, 2008).

A neurociência do desenvolvimento cognitivo investiga as relações entre o desenvolvimento cerebral da criança e as aquisições cognitivas. Os transtornos da aprendizagem passaram a se destacar no âmbito das discussões na década de 1980.

O processo de aprendizado do cérebro humano envolve funções cognitivas, como a atenção, a percepção, a memória, a linguagem e as habilidades motoras. Todas elas requisitam um enorme circuito de redes neurais que, ao interagirem com o meio ambiente, modificam o nosso desempenho na execução de tarefas e se reestruturam para que novos aprendizados sejam estabelecidos e gravados. Ao aprender, o cérebro produz sinapses que possibilitam a aquisição de novos conceitos e ideias e a resolução de problemas.

O advento das novas tecnologias de neuroimagem trouxe aos educadores o conhecimento do importante papel do lobo frontal esquerdo nas funções executivas e do lobo frontal direito na arte, na música e nos aspectos de organização espacial, fundamentais para o estudo da matemática e da lógica. O educador passou a compreender também o quanto a emoção modula todos os aspectos da

atividade cerebral e interfere diretamente no aprendizado. Existem redes neurais que ligam os lobos frontais, responsáveis pela capacidade executiva, ao subcórtex e à área límbica, responsáveis pelas nossas emoções. Por isso, o processo de aprendizagem e de criação dependem muito da qualidade das emoções.

Pesquisas em neuropsicologia têm comprovado que a neuroplasticidade é uma característica do cérebro que permite um constante aprendizado e reaprendizado. Graças a essa capacidade de reorganização das células neurais e de recrutamento de áreas adjacentes em casos de lesão cerebral, habilidades cognitivas e/ou motoras podem ser restauradas. Hoje, educadores podem atuar não mais às escuras ao habilitar ou reabilitar indivíduos com transtornos de aprendizagem, de comportamento, com déficits intelectuais ou com múltiplas deficiências (surdez, cegueira ou baixa visão), mas à luz do conhecimento das correlações cérebro-função-aprendizado.

Além disso, estudiosos da neuropsicologia têm realizado pesquisas sobre a incapacidade de realizar cálculos aritméticos ou acalculia. Segundo Lezak (1995), a competência matemática estaria vinculada ao adequado funcionamento das funções executivas relacionadas à inteligência, atenção, linguagem e memória. De acordo com a autora, o pensar matemático exige uma estrutura mental capaz de perceber, integrar, elaborar e responder aos passos necessários para a resolução de um problema. Lezak (1995) considera que, para a execução do raciocínio lógico, o indivíduo deve ser capaz de: estabelecer um objetivo, planejar sua ação, manter e sustentar sequências de forma ordenada, bem como se automonitorar, autocorrigir e administrar tempo e intensidade.

A utilização dos conhecimentos neurobiológicos nos processos didáticos encontra-se em expansão. Em nosso meio, o projeto NeuroEduca, da Universidade Federal de Minas Gerais, desenvolvido em parceria com escolas estaduais e municipais de Belo Horizonte, tem levado aos pedagogos o conhecimento dos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem. Novas propostas quanto ao modo de adquirir conhecimento, considerando as características próprias de cada aluno, têm sido desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Educação e Produção do Conhecimento da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e pelo Grupo de Estudo sobre Educação e Neurociência da Universidade de São Paulo. Essas propostas promovem a interligação entre as diferentes disciplinas, incentivam a criatividade e fornecem à criança a noção de um ser social. A psicopedagogia tem sido desenvolvida tanto por educadores e pedagogos que procuraram estabelecer o elo com a psicologia e a neuropsiquiatria como por psicólogos e fonoaudiólogos que atuam com ênfase nos problemas de aprendizagem.

TECNOLOGIA E INTEGRAÇÃO FUNCIONAL CEREBRAL

A pesquisa em neuropsicologia sempre buscou estabelecer a relação entre função e estrutura cerebral. A moderna neuroimagem anatômica e os métodos funcionais de investigação (ressonância magnética funcional [RMf], tomografia por emissão de pósitrons [PET], tomografia cerebral de fóton único [SPECT], potenciais evocados, magnetoencefalograma, videoeletrencefalograma, estimulação magnética transcraniana puderam ser aplicados em pacientes e também em voluntários normais durante a realização de tarefas neuropsicológicas bem controladas. Assim, a função cognitiva normal in vivo passou a ser acessível à pesquisa.

O avanço tecnológico demandou a organização de verdadeiras equipes nas quais atuam, além dos profissionais da área biológica, físicos, engenheiros e matemáticos, que devem possuir conhecimentos da anatomia e fisiologia cerebrais. A neuroimagem funcional tem esclarecido aspectos da organização cerebral funcional, especialmente quanto aos conceitos de especialização funcional e integração funcional (PERANI, 2008).

Uma interrelação entre diferentes áreas cerebrais em prol de uma função cognitiva e uma interdependência entre as funções têm sido observadas. A especialização funcional não fica delimitada a certas regiões cerebrais, mas depende de uma rede neuronal mais difusa do que localizada, e mesmo os subprocessos que compõem cada função necessitam da participação de múltiplas áreas (PERANI, 2008). O conhecimento da circuitaria cerebral e das relações córtico-subcorticais se expandiu. Esses aspectos do funcionamento cerebral ficam bem evidentes no que concerne à fala e à linguagem. Historicamente, no Brasil e no mundo, afasias, anartrias, alexias e agrafia foram o foco inicial de estudo da incipiente neuropsicologia (MACIEL JR., 1999).

Nas diferentes universidades, o interesse na linguagem, a princípio restrito a poucos fonoaudiólogos – que efetivamente sabiam avaliar e atuar nas afasias –, foi aumentando de modo progressivo, na dependência direta do quanto era apresentado ao aluno, durante o curso, sobre o funcionamento cerebral como base para a fala, a linguagem e a comunicação como um todo em um contexto social. À expansão do conhecimento dos componentes linguísticos oral e escrito da fala, vieram se somar à prosódia, à pragmática e ao discurso, pilares da capacidade comunicativa. Hoje, aspectos motores da fala e da deglutição já não podem ser desvinculados dos cognitivos.

Dois serviços se destacaram inicialmente, ambos de cunho multidisciplinar. O Instituto de Estudos da Linguagem da Unicamp (1989) envolvia os Departamentos de Neurologia e de Linguística, a Unidade de Neuropsicologia e Neurolinguística e o Centro de Convivência de Afásicos. Já o Ambulatório de Neurolinguística da USP (1989) estava ligado ao Curso de Fonoaudiologia da universidade e às Divisões de Neurologia e Geriatria do Hospital das Clínicas da FMUSP.

A neurolinguística é a grande vertente da neuropsicologia. A linguagem, a mais nobre das funções cognitivas, desde sua aquisição e seu desenvolvimento até as modificações que vão ocorrendo ao longo da vida, inclusive na senescência, inter-relacionam-se com todas as outras funções cerebrais e se situa na base da comunicação e, portanto, do comportamento e das relações sociais. Assim, a participação dos fonoaudiólogos é de vital importância na grande área das ciências neuropsicológicas. [...]

FONTE: MENDONÇA, Lucia Iracema Zanotto; AZAMBUJA, Deborah. Neuropsicologia no Brasil. In: FUENTES, Daniel et al. (Orgs). **Neuropsicologia**: teoria e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014, p. 409-426.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você aprendeu que:

- O sistema nervoso central começa como um cilindro oco chamado tubo neural. Isso se desenvolve nos fundamentos do SNC, neurônios e células gliais.
- O tronco encefálico compreende a medula oblonga, a ponte, o mesencéfalo e o diencéfalo. A maioria dos nervos cranianos do cérebro surge nele.
- O mesencéfalo contém os colículos inferiores e superiores (dois de cada), que estão envolvidos na retransmissão de informações auditivas e visuais, respectivamente.
- O diencéfalo contém o tálamo e o hipotálamo. O tálamo desempenha um papel vital como uma estação de retransmissão para projeções provenientes de várias partes do cérebro. O hipotálamo, que se encontra atrás e abaixo do tálamo, é importante para várias funções do sistema nervoso autônomo.
- O cerebelo se estende da ponte e controla a execução do movimento e a manutenção do equilíbrio e postura.
- O córtex cerebral é a maior parte do SNC e é constituído por seis camadas de neurônios e axônios circunvolucionados, com concavidades e saliências.
- As concavidades são chamadas de fissuras ou sulcos, e as saliências de giros.
- A nível geral, o córtex é dividido em quatro lobos: frontal, parietal, temporal e occipital.
- Os lobos temporais estão envolvidos na audição, memória e produção de fala (à esquerda); o lobo occipital é especializado em funções visuais, o lobo parietal em relações espaciais e somatossensação, e o córtex frontal com planejamento, formação estratégica e produção de linguagem (à esquerda).
- Existem muitas conexões entre as regiões do cérebro: do tálamo ao córtex e do córtex ao tálamo (conexões talamocorticais) e do córtex a outras partes do córtex (conexões corticocorticais).
- Muitas conexões são feitas através de córtices de associação. Essas regiões não recebem inputs motores ou sensoriais diretos, mas recebem inputs dos córtices sensoriais e motores primários.



- 1 O tronco encefálico é na verdade uma continuação da medula espinal. É constituído por regiões bastante distintas, incluindo, de baixo para o topo, a medula oblonga (ou bulbo), a ponte (ou *pons*), o mesencéfalo e o diencefalo. Descreva as funções em que o tronco encefálico está envolvido.
- 2 O Bulbo, também chamado de medula oblonga, é a parte mais baixa do cérebro e a menor parte do tronco encefálico. O Bulbo é conectado pela ponte ao mesencéfalo e é contínuo posteriormente com a medula espinal, com a qual se funde na abertura (*forame magnum*) na base do crânio. Se alguém sofrer alguma lesão no Bulbo, quais seriam as possíveis consequências?
- 3 As fissuras e os sulcos parecem dividir o cérebro em regiões geograficamente distintas. Essas regiões são chamadas de lobos e há quatro deles: frontal, temporal, parietal e occipital. Os lobos do córtex são de fato nomeados após o osso do crânio em que eles subjazem. Quais seriam as funções principais do lobo frontal, temporal e parietal?



NEUROPSICOLOGIA E NEUROFISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade você deverá ser capaz de:

- compreender o processo de desenvolvimento de recém-nascidos, da primeira, segunda e terceira infância, e da adolescência ao nível neuropsicológico e neurofisiológico;
- identificar as principais características neuropsicológicas e neurofisiológicas desenvolvimentais de cada fase, desde o nascimento ao final da adolescência;
- comparar a relação cérebro-comportamento entre as fases de desenvolvimento e suas respectivas funções;
- entender o processo evolutivo das habilidades cognitivas humanas e sua relação com o desenvolvimento neuropsicológico e neurofisiológico

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DE RECÉM-NASCIDOS E DA PRIMEIRA INFÂNCIA (0 A 3 ANOS)

TÓPICO 2 – DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DA SEGUNDA INFÂNCIA (3 A 5 ANOS) E DA TERCEIRA INFÂNCIA (6 A 11 ANOS)

TÓPICO 3 – DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DO ADOLESCENTE (12 A 18 ANOS)



DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DE RECÉM-NASCIDOS E DA PRIMEIRA INFÂNCIA (0 A 3 ANOS)

1 INTRODUÇÃO

Uma vez que grande parte da estrutura básica do cérebro é formada durante o período pré-natal, as crianças vêm ao mundo com as estruturas cerebrais que lhes permitem sobreviver como seres separados. Cerca de 60% dos genes humanos são dedicados ao desenvolvimento do cérebro, e a maioria dos neurônios é gerada durante o período pré-natal de 12 a 20 semanas. Alguns desses neurônios migram dos níveis inferiores do cérebro pelas "escadas" gliais para formar o córtex rudimentar com seis camadas organizadas, e durante esse período, as influências teratogênicas sobre o feto podem resultar em problemas de desenvolvimento cognitivo.

Também pode haver distúrbios da migração neuronal envolvendo desenvolvimento anormal do córtex (camadas anárquicas e imaturas de neurônios) e dos giros cerebrais, resultando em condições que causam distúrbios profundos no desenvolvimento neurológico, como paquigiria (convoluções inusitadamente espessas), polimicrogiria (múltiplas circunvoluções pequenas), agiria (sem convoluções), ou o "cérebro liso" associado à lisencefalia. No entanto, o bebê típico nasce com cerca de 86 a 100 bilhões de neurônios e com seções básicas do cérebro essenciais à vida já conectadas e operando. Cerca de três quartos do desenvolvimento cerebral ocorrem após o nascimento; no entanto, os primeiros três anos de vida constituem um período importante para a sinaptogênese neural e algumas áreas neuronais já experimentam a poda neuronal ou *pruning* durante esse período (SHONKOFF; PHILLIPS, 2000; SHORE, 1997). O peso do cérebro também aumenta; o cérebro pesa cerca de 400 g no nascimento e devido à sinaptogênese, a elaboração dendrítica e a mielinização (revestimento de axônios com uma mistura de gorduras lipídicas e proteínas produzidas pelas células gliais), o peso do cérebro duplica na idade de um ano. Por essa idade, a atividade cerebral parece mais semelhante à de cérebros adultos do que aos cérebros neonatos (CHUGANI, 1999). Este tópico discute os processos básicos de desenvolvimento que ocorrem desde o nascimento até os três anos, e medidas para avaliar o comportamento infantil e questões problemáticas no desenvolvimento durante esse período.

2 PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO E REFLEXOS BÁSICOS

Um dos processos de desenvolvimento mais básicos da infância envolve a progressão de funções neurológicas "inferiores" para "superiores" à medida que o córtex amadurece. Por exemplo, o recém-nascido, eventualmente, passa da dependência automática de reflexos básicos ou primitivos para a capacidade de se envolver voluntariamente em movimentos coordenados e desenvolver sistemas de ação intencional. Os reflexos básicos são involuntários, automáticos e complexos padrões de movimentos estereotipados que são mediados pelo tronco encefálico e medula espinal. Eles ocorrem pela primeira vez na 25ª semana de gestação e estão totalmente presentes em lactentes nascidos a termo. Os reflexos são provocados como reações automáticas a inputs sensoriais específicos. Essas reações podem representar um caráter "defensivo" primário em recém-nascidos e crianças pequenas (CAPUTE et al., 1982; ZAFEIRIOU, 2004). A natureza defensiva dos reflexos pode ter um caráter de "fuga" ou "remoção"; isto é, os reflexos da criança simulam tais ações (SARAGA et al., 2007). As reações reflexivas ocorrem nos primeiros seis meses e diminuem gradualmente em bebês tipicamente em desenvolvimento. Se os reflexos persistirem em vez de diminuir, geralmente é uma indicação de paralisia cerebral ou outras formas de atraso no desenvolvimento (CAPUTE et al., 1984; SARAGA et al., 2007; TAFT, 1973; ZAFEIRIOU, 2004). Se um ressurgimento de reflexos primitivos ocorre em crianças que anteriormente não estavam afetadas, isso pode ser devido a eventos adversos do sistema nervoso central, como lesão cerebral traumática e/ou coma.

Aos 12 meses de idade, a integração de todos os reflexos básicos deve estar completa. Neste momento, a criança desenvolve mais padrões de movimento voluntário ou posturas que refletem a integridade cortical. Esses padrões motores posturais não são reflexos, porque se baseiam na coordenação de múltiplas ações e inputs que atuam como um todo. O movimento de reflexos automáticos para padrões motores representa uma mudança em ações que são prospectivas e orientadas por objetivos. Por exemplo, Von Hofsten (2004) observou que, durante os primeiros três meses da infância, um aumento maciço nas conexões entre o córtex cerebral e o cerebelo dá origem a "um processo auto-organizado [...] que resulta em novas formas de percepção, ação e cognição" (p. 267). Este processo auto-organizado depende da coordenação de múltiplos inputs motores e sensoriais. Por exemplo, o desenvolvimento do alcançar funcional como uma sequência de ação depende do uso coordenado do controle de braço e mão, controle postural, percepção de profundidade melhorada, percepção de movimento, rastreamento ocular, fortalecimento de músculos, controle muscular melhorado e motivação para alcançar. À medida que os bebês se engajam no alcançar funcional, os submovimentos necessários para realizar a ação tornam-se mais fluidos e, em alguns meses, estão organizados para a execução suave de um movimento de agarrar (BERTHIER, 1996; VON HOFSTEN, 1991, 2004).

2.1 DESENVOLVIMENTO CEREBRAL E CRESCIMENTO FÍSICO

Durante a infância, os processos de desenvolvimento cerebral e crescimento físico são interdependentes e coordenados. No nascimento, o cérebro é apenas um quarto do tamanho que atingirá na idade adulta, mas triplica em sua massa ao longo da infância e, no final do primeiro ano, atinge cerca de três quartos do peso médio do adulto, cerca de 1,1 kg, o que significa 80% do tamanho do cérebro de um adulto. Com esse peso, o córtex tem apenas cerca de alguns milímetros de espessura, mas, pela idade adulta, seu volume fica entre 1300 cm³ a 1500 cm³ (SOWELL et al., 2004). Para acomodar este volume na caixa craniana, o cérebro precisa criar dobras. Ao usar uma análise de modelagem, chamada wavelets esféricos (SW), do Imageamento de Ressonância Magnética, Yu et al. (2007) conseguiram prever a trajetória do desenvolvimento das dobras nas primeiras 32 semanas de gestação. Eles determinaram que as dobras maiores e mais profundas pareciam ser uma aceleração do processo de dobragem durante a 33ª até a 38ª semana e ocorreram depois que as dobras menores foram concluídas. Esta fase altamente rápida do crescimento do cérebro é resultado dos processos de proliferação neuronal, migração neuronal, crescimento de axônios e dendritos, formação de sinapses, proliferação de células gliais, mielinização, morte neuronal, retração de axônio e dobramento cortical (HADDERS-ALGRA, 2005; HUTTENLOCHER, 1990; MUKHERJEE et al., 2001; POMEROY; KIM, 2000; YU et al., 2007). Considerando que a reorganização da sinapse (ou seja, a formação de sinapses e a eliminação de sinapses) e mielinização continuam a ocorrer na idade adulta, esses outros processos de desenvolvimento geralmente ocorrem e concluem entre o período de concepção e o primeiro ano de vida (PURVES, 1994). A taxa de maturação da substância branca no cérebro em desenvolvimento é refletida na mielinização dos axônios, que promove a transmissão neural fluida e o processamento mais eficiente da informação.

Ao nascer, o tronco encefálico do bebê já foi mielinizado, o que permite a ativação das sequências reflexivas necessárias para a sobrevivência fora do útero. No entanto, o resto do cérebro da criança quase não tem mielina ao nascer e, portanto, o córtex é composto principalmente de matéria cinzenta. A mielinização começa no nascimento na base do cérebro (ou seja, na ponte e pedúnculos cerebelares) e se move para a radiação óptica posterior e o esplênio do corpo caloso entre o 1º e 3º mês. Com cerca de seis meses de idade, o membro anterior da cápsula interna e o genu (joelho) do corpo caloso tornam-se mielinizados. Entre o 8º e 12º mês começa o processo de mielinização dos lobos frontal, parietal e occipital (PAUS et al., 2001). Essas variadas alterações neuronais no crescimento da estrutura cerebral ocorrem concomitantemente aos desenvolvimentos funcionais no crescimento e movimento físico da criança. Assim, o bebê passa de se envolver em reflexos automáticos, involuntários e motores para ações coordenadas. As ações motoras também envolvem imitação (DEMIRIS; MELTZOFF, 2008), com a imitação motora infantil aumentando até dois meses de idade e depois diminuindo em aproximadamente seis meses de idade. Assim, sua trajetória de desenvolvimento é o inverso para aquela dos reflexos (BERTENTHAL; LONGO, 2007). Aos dois meses de idade, a maioria dos bebês pode elevar-se

pelos braços para uma posição prona e, com a idade de cinco ou seis meses, eles podem sentar sozinhos momentaneamente, rolar da posição dorsal para a ventral e sentar sozinhos de forma constante. Entre oito e nove meses, eles podem se levantar para a posição sentada, ficar em pé segurando em móveis e se envolver em movimentos de pisar. Aproximadamente entre 12 e 14 meses, ocorre uma caminhada rudimentar independente e, aos 18 meses de idade, a maioria das crianças dominará habilidades motoras básicas, como alcançar, agarrar, rastejar, sentar, ficar parado e caminhar. Essas habilidades motoras aumentam em eficiência e intencionalidade até a idade de quatro anos, tempo em que a criança típica é capaz de correr, pular, subir escadas com pés alternados, jogar uma bola sobre a mão e cortar com tesoura (HADDERS-ALGRA, 2005).



Para aprofundar o seu entendimento sobre os temas abordados nesta unidade, leia a obra *Neuropsicologia do desenvolvimento: infância e adolescência*, organizada por Jerusa F. de Salles, Vitor Geraldi Hasse e Leandro F. Malloy-Diniz (2016), que aborda a infância e a adolescência a partir dos conhecimentos mais atuais da área.

2.2 SENSACÃO E PERCEPÇÃO

Para se engajar e se comunicar plenamente com o mundo em geral, os bebês devem poder usar ativamente os processos sensoriais (HAITH, 1993). Durante o terceiro mês de gestação, o sistema cutâneo (tátil ou somestético) começa a ser funcional e os sistemas vestibular e auditivo tornam-se funcionais na 25ª e 27ª semana de gestação. O desenvolvimento de sistemas sensoriais sofre mudanças rápidas e sequenciais entre o trimestre final da gravidez e os primeiros meses após o nascimento (GOTTLIEB, 1971; 1992; NELSON; BLOOM, 1997). Embora os princípios do sistema cutâneo (tátil), vestibular e auditivo tornem-se funcionais antes do nascimento, o sistema visual não está totalmente ativado no nascimento e não funciona de forma funcional até a idade de 3-6 meses. Ao longo da infância, o toque continua a ser uma experiência sensorial crítica que leva ao desenvolvimento cognitivo, desenvolvimento cerebral, saúde e expressão gênica (DIAMOND; AMSO, 2008).

3 PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO EMOCIONAL E DE APEGO

Mesmo antes do nascimento, a mãe e a criança compartilharam os primórdios do apego emocional, e o recém-nascido é capaz de distinguir a voz da mãe e atentar mais tempo ao rosto da mãe logo após o nascimento. Como as reações emocionais básicas são desencadeadas por estruturas do sistema límbico, como a amígdala, e essas estruturas já estão operacionais em crianças pequenas, os bebês são capazes de reações emocionais em uma idade precoce (DIAMOND; AMSO, 2008; ELIOT, 1999; FLINN, 2006; SHONKOFF; PHILLIPS, 2000; TRONICK, 2007). À medida que os centros superiores do cérebro se tornam conectados a esses centros básicos, as emoções se tornam mais organizadas, levando alguns teóricos a afirmar que a organização emocional é um processo básico subjacente a muitas outras áreas de desenvolvimento, incluindo áreas sociais, linguísticas e cognitivas (GREENSPAN, 1990; TRONICK, 2007).

O sistema límbico gera emoções em dois níveis. As manifestações físicas da emoção são geradas no sistema límbico inferior (estruturas externas ao córtex cerebral). Parecem estar "pré-conectados" no sistema nervoso. Assim, as mesmas respostas emocionais são demonstradas por bebês em todas as culturas (ou seja, universal). O local primário da geração de resposta física emocional está na amígdala (duas estruturas em forma de amêndoa localizadas em uma parte evolutivamente mais antiga do cérebro). Esta parte do cérebro já está mielinizada no neonato. A amígdala desenvolve-se mais cedo do que as estruturas corticais e está ativa mesmo no recém-nascido, recebendo informações de todas as áreas sensoriais e de muitas outras partes do cérebro. Uma vez ativada, ela sinaliza o hipotálamo, que desencadeia o sistema hormonal, bem como os gânglios basais e o tronco encefálico, que são locais de reações motoras básicas. As outras partes do sistema límbico – localizado em uma parte subjacente do córtex frontal (giro orbitofrontal e giro cingulado anterior) – começam a ser conectados à amígdala no meio do primeiro ano de vida e resultam na habilidade dos seres humanos para sentir emoções. Esses circuitos de desenvolvimento conectam as respostas físicas e a compreensão dessas respostas, possibilitando rotulagem eventual de reações emocionais e a capacidade de controlar reações emocionais inibindo as respostas físicas subjacentes. À medida que o córtex frontal se desenvolve, o controle e organização emocional tornam-se possíveis. Os avanços na organização emocional que ocorrem ao longo destes primeiros três anos influenciam todas as outras áreas de desenvolvimento e são inicialmente cruciais para o desenvolvimento do apego às pessoas cuidadoras. De acordo com Bowlby (1982), o apego passa por uma série de estágios, mas no bebê em desenvolvimento é alcançado até a idade de 24 meses.

3.1 ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO EMOCIONAL

Do nascimento aos seis meses

Durante esse período, o sistema límbico inferior é o principal sistema emocional que está operando. Como os músculos faciais e os circuitos motores dos recém-nascidos já estão bem desenvolvidos, crianças pequenas podem expressar fisicamente uma série de emoções que podem ser interpretadas pelos pais. Eles mostram emoções que podem ser reconhecidas como medo, desgosto, interesse, surpresa, raiva, alegria, tristeza e afeto durante seus primeiros meses de vida (GERHARDT, 2006; TRONICK, 2007). Esses comportamentos emocionais são úteis para chamar a atenção para as necessidades do bebê. Nesta idade precoce, os bebês também são capazes de reconhecer reações emocionais em outros, respondendo aos rostos e odores de seus pais, imitando expressões faciais e combinando seus comportamentos de choro com os demais bebês. Embora haja pouca atividade nas estruturas do sistema límbico superior, entre a 4ª e 8ª semana de idade, o sorriso social começa, possivelmente devido à mielinização inicial dos gânglios basais. Sorrir nesta idade é essencialmente uma ação motriz involuntária, no entanto, e não uma emoção que é "sentida" pelo córtex frontal. O córtex sensorio-motor está bem conectado aos centros emocionais entre o 2º e 3º mês de idade. Por cerca da 8ª e 10ª semana de idade começa a "protoconversa" (isto é, falar), o que geralmente resulta em uma conversa alternada com um pai responsivo. Durante esse período, a maturação do giro cingulado anterior está ocorrendo, e esta área desempenha um papel na capacidade de infantes de mostrar vocalização emocional.

Bowlby (1982) afirmou que, entre o nascimento e seis semanas há uma fase de pré-apego, que é promovida pelas respostas rápidas e consistentes dos cuidadores às reações emocionais de seus bebês. Esta resposta adulta precoce parece ser crucial para o posterior desenvolvimento do apego. Ela se expande no apego através da criação, pois a criança começa a responder às ações e reações dos indivíduos cuidadores, criando assim um círculo de interação promovendo o crescimento do apego.

Do sexto ao décimo segundo mês

Por cerca do 6º mês de idade, a evidência de que as estruturas límbicas superiores estão sendo conectadas e começando a funcionar é vista no desenvolvimento da consciência emocional dos bebês e apego inicial aos cuidadores. A atividade metabólica no giro orbitofrontal é evidente em exames de tomografia por emissão de pósitrons (PET) por cerca dos oito meses, e essa atividade continua a aumentar ao longo do período de três anos (CHUGANI, 1999). Aos 12 meses, a atividade metabólica do cérebro parece mais semelhante à atividade cerebral adulta do que a atividade do cérebro neonatal. À medida que a atividade do lobo frontal aumenta, as crianças começam a sentir suas emoções, e isso é exibido em suas expressões de prazer ao ver um adulto familiar, riso durante o jogo social, medo de estranhos e raiva em relação a desejos frustrados.

A realização do estágio de apego claro de Bowlby (1982) é o processo mais importante de desenvolvimento emocional durante esse período. Embora, em alguns animais, um apego semelhante ao vínculo pareça ocorrer antes, nos seres humanos o apego verdadeiro não ocorre até que o lóbulo frontal esteja bem conectado, porque certos processos cognitivos, como a permanência do objeto, a memória de reconhecimento e a capacidade de identificar sentimentos de felicidade ou tristeza e de segurança ou medo são fundamentais para o crescimento do apego. A evidência de crescente apego é vista na busca dos bebês por proximidade com as figuras de apego, angústia quando separadas e tentativas de comunicação que induzem proximidade. Os lactentes e seus cuidadores parecem "sintonizados" uns com os outros quando esse processo está sendo bem-sucedido e, cerca dos 12 meses, a maioria das crianças que tiveram uma resposta calorosa e consistente de seus cuidadores mostra as emoções que indicam que o apego está ocorrendo.

Do primeiro ao segundo ano

Durante o período de 12 a 18 meses, o córtex límbico continua a desenvolver e as respostas emocionais relacionadas ao apego tornam-se ainda mais fortes. Os dois hemisférios do cérebro alternam impulsos de crescimento (DAWSON et al., 1992). À medida que as áreas básicas de linguagem do cérebro se desenvolvem, as crianças começam a usar palavras para rotular seus sentimentos e, aos dois anos, a maioria das crianças pequenas pode expressar pelo menos poucas palavras que sinalizam como se sentem. Durante esse tempo, a taxa metabólica da atividade cerebral continua a aumentar e há um surto de crescimento cerebral por cerca de 18 meses de idade. O cérebro de dois anos tem aproximadamente o mesmo número de sinapses que um cérebro adulto.

À medida que a criança se torna móvel, os fenômenos da "base segura" se tornam evidentes, o que indica que o apego "claro" está progredindo (BOWLBY, 1988). A criança irá mais longe da pessoa de apego (a base segura) para explorar novos ambientes enquanto estiver conectada através do comportamento, fala ou conversa, ou esporadicamente retornando e saindo. O adulto também pode manter uma conexão com a criança através de linguagem encorajadora. Este comportamento é especialmente evidente quando a criança está em um ambiente novo ou menos familiar ou quando pessoas desconhecidas estão em um ambiente familiar. Se o processo de apego prosseguiu bem, durante a segunda metade desse ano a criança mostrará maior confiança na exploração do mundo e uma forte capacidade de reciprocidade em interações responsivas para manter relacionamentos. Essa "fase de relacionamento recíproco" é uma indicação de que o apego seguro foi alcançado.

Do segundo ao terceiro ano

Aos três anos, o cérebro tem mais sinapses do que o cérebro adulto, aproximadamente 1.000 trilhões, o que é o dobro da densidade do cérebro adulto (SHORE, 1997). A atividade metabólica é cerca de 2,5 vezes maior do que o cérebro

adulto e, por causa da mielinização dos axônios, tanto o peso do cérebro quanto a velocidade de processamento são aumentados. Os centros emocionais no sistema límbico inferior ganham conexões mais fortes com o lobo frontal, promovendo assim a capacidade das crianças para começar a regular a emoção. No entanto, birras de temperamento e outros comportamentos emocionais não regulados continuam a ser vistos pelo menos durante os anos pré-escolares, uma vez que a mielinização e o controle do lobo frontal sobre os centros emocionais inferiores do cérebro se desenvolvem lentamente.

Se um apego seguro foi alcançado antes dos três anos, então a base para a capacidade da criança de entender e regular respostas emocionais deve estar estabelecida. O sistema límbico inferior continuará a reagir a eventos com respostas fisiológicas ao longo da vida e a necessidade de compreender e identificar as emoções geradas e de aprender maneiras de regular essas emoções continuará a se desenvolver ao longo da infância. Aos três anos, se o apego não foi alcançado, tanto as respostas fisiológicas quanto a regulação emocional podem ser difíceis de alcançar (CARLSON; EARLS, 1999; COLLINS; SROUFE, 1999; STRATHEARN, 2007).

3.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO EMOCIONAL

Os primeiros dois anos de vida são um período sensível para o desenvolvimento emocional. De acordo com Greenspan (1989), a organização emocional é adquirida através do relacionamento desenvolvido com aqueles que fornecem cuidados precoce, responsivo e consistente. Os pesquisadores descobriram que a sincronia (coordenação dos comportamentos sociais com mãe e pai) aos três meses está relacionada aos comportamentos de apego otimizados ao primeiro ano e ao menor nível de problemas de comportamento aos dois anos (FELDMAN, 2007). Também que a maior sensibilidade das mães ao sofrimento dos lactentes aos seis meses está associada a maiores probabilidades de apego seguro aos 15 meses (McELWAIN; BOOTH-LAFORCE, 2006).

4 DESENVOLVIMENTO SOCIAL

O desenvolvimento social está intimamente relacionado ao desenvolvimento emocional e de apego e inicialmente se apoia no aumento da atividade nas mesmas estruturas cerebrais. O desenvolvimento social também está relacionado ao desenvolvimento cognitivo e linguístico, porque essas habilidades emergentes fornecem os meios para uma expressão social mais complexa. Um fenômeno neural relacionado ao desenvolvimento social é a ativação de "neurônios espelho" que permitem que a criança imite as ações observadas de outros humanos (RIZZOLATTI; CRAIGHERO, 2004). Esses neurônios descarregam quando os indivíduos fazem uma ação particular e também quando observam

outro indivíduo realizando uma ação similar. Os neurônios espelho requerem inicialmente uma interação entre uma parte física do corpo (por exemplo, mão e boca) e um objeto, mas, mais tarde, essas ações podem ser iniciadas por estímulos visuais. O núcleo do sistema de neurônios espelho nos humanos está na parte rostral do lóbulo parietal inferior, na parte inferior do giro pré-central e na parte posterior do giro frontal inferior. De acordo com Rizzolatti e Craighero (2004, p. 176), "[...] a observação de ações realizadas por outros ativa em humanos uma rede complexa formada por áreas occipital, temporal e parietal visuais e duas regiões corticais cuja função é fundamental ou predominantemente motora". A função dos neurônios espelhos parece ser mediar a imitação da criança e ajudar a criança a entender as ações dos outros.

O sistema de neurônios espelho é a base da imitação em seres humanos, e os atos imitativos são evidentes no início da vida da criança. Tais atos imitativos fornecem a base para a interação recíproca entre o bebê e o cuidador e são cruciais nas ações sociais de aprendizagem do bebê (IACOBONI; DAPRETTO, 2006). Cada vez que a criança vê uma ação do cuidador, os neurônios no córtex pré-motor que representam essa ação são ativados e a representação motora é semelhante à ação real. Assim, "[...] o sistema de espelhamento transforma a informação visual em conhecimento" (RIZZOLATTI; CRAIGHERO, 2004, p. 172). O sistema de neurônios espelho é bilateral e inclui áreas no córtex parietal e pré-motor e responde tanto ao estímulo visual quanto ao auditivo. A medula espinal tem um papel inibitório, permitindo que o sistema motor cortical reaja à ação sem desencadear movimentos reais.

4.1 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Do nascimento aos seis meses

O sistema límbico do cérebro rege as reações emocionais baseadas fisicamente no bebê e, simultaneamente, comunica reações emocionais à observação dos bebês sobre os comportamentos sociais dos cuidadores. Como a localização do sistema de neurônios espelho está nas áreas do cérebro que amadurecem no início da vida da criança, eles podem facilitar a imitação social. Assim, as interações sociais recíprocas dos cuidadores apoiam o desenvolvimento de comportamentos sociais, como a empatia e a imitação. O sorriso social, que ocorre entre quatro e oito semanas, à medida que os gânglios basais se tornam mielinizados, e a protoconversão dos lactentes, que começa por cerca de quatro meses à medida que o cingulado anterior se torna mais ativo, resultam em incentivar essas respostas recíprocas de cuidadores e outros adultos. Os bebês começam a imitar as ações faciais e motoras e prolongam "conversas sociais" que envolvem "conversas alternadas" durante esse período de idade. É surpreendente que os adultos parecem tratar os bebês como parceiros na conversa e usar o contato visual para manter e quebrar o fluxo da conversa (STERN, 1977). De acordo com Stern (1977), aprender sobre o mundo social precede a aprendizagem sobre o mundo objeto, e essas atividades de jogo recíproco precoce são cruciais para promover o desenvolvimento social dos bebês. Assim, por seis meses, o bebê já é um ser social complexo.

De seis meses a um ano

À medida que os centros límbicos superiores se tornam ativos, a vida social dos bebês se desenvolve ricamente. As interações sociais cuidadores-infante começam a incorporar um foco em objetos no meio ambiente (STERN, 1977). Blehar, Lieberman e Ainsworth (1977) afirmaram que o jogo social precoce também é um indicador do desenvolvimento do apego, porque os bebês com apego mais seguro parecem ter mais diversão ao brincar com cuidadores. Através de interações sociais agradáveis com adultos e pares, as crianças pequenas ganham o senso de si mesmas como seres separados e uma compreensão das regras sociais de comportamento, como a conversa alternada, a tomada de perspectiva e a partilha. Por 6-8 meses, durante o período de mielinização inicial do lobo frontal, os bebês começam a se diferenciar dos pais, tornando-se um "self separado". Eles também diferenciam pessoas familiares de estranhos, o que leva a expressões de ansiedade a estranhos para muitos bebês.

Os bebês também se tornam adeptos do que Feinman (1991) chamou de referência social, que é a capacidade de perceber os sentimentos dos outros e usar essas pistas para expressar seus próprios sentimentos e interpretações de eventos. Por exemplo, os bebês reagirão com uma resposta emocional semelhante à que está sendo expressa por um membro da família (por exemplo, sendo espalhafatoso quando a mãe está chateada). Porque a empatia tem um componente cognitivo e emocional, os bebês nessa idade podem mostrar um sentimento global de empatia e podem expressar uma preocupação genuína por outra criança (DAMON, 1988). No entanto, embora possam mostrar aflição quando um de seus pares está machucado, eles não tomarão nenhuma ação para ajudar a outra criança. Os comportamentos sociais também são influenciados pelo temperamento; assim, as respostas individuais dos bebês em situações sociais podem variar muito. Alguns bebês são adaptáveis em situações novas, e outros são "lentos para aquecer", e isso pode afetar suas respostas sociais iniciais (CHESS; THOMAS, 1990).

Durante esse período de idade, à medida que os neurônios espelhados são mielinizados, a maioria dos bebês começa a ser iniciadores deliberados de ações sociais, e não apenas respondem às iniciações sociais dos outros. Como suas habilidades sociais são cruas, no entanto, eles provavelmente podem agarrar o cabelo ou o brinquedo de outra criança em vez de dar um brinquedo a outra criança. Um destaque desta idade é o jogo social, como o jogo do cuco, no qual a criança gradualmente assume o controle do ritmo e intensidade do jogo e exhibe antecipação e risada genuína (BERGEN, 2006). Durante a última parte deste período de idade, o jogo social é muitas vezes iniciado pela criança com adultos familiares ou irmãos, e eles podem insistir em continuar o jogo por longos períodos. Este tipo de jogo serve como um meio de fortalecer os laços sociais entre lactentes, pais e irmãos. Os bebês também mostram preferências por algumas pessoas e a esquivas de outras, além de uma cautela geral com estranhos. Eles podem até mostrar preferências sociais por um membro da família em vez de outro em alguns momentos, ou querer a companhia de um membro particular da família durante certas atividades. Muitos dos comportamentos relacionados ao desenvolvimento do apego possuem componentes sociais e emocionais.

De um a dois anos

Com cerca de um ano de idade, os bebês mostram que eles têm uma autoidentidade firme, e muitas vezes suas primeiras palavras confirmam esse desenvolvimento (por exemplo, eles conhecem seu nome e usam palavras como "minha/meu"). O seu senso de um *self* social continua a desenvolver-se durante este ano, permitindo-lhes demonstrar comportamento prosocial precoce, como a conformidade às solicitações dos adultos, a cooperação no jogo e a empatia para os outros. Aos dois anos, eles gostam de ajudar adultos com pequenas tarefas e gostam de imitar a atividade adulta (ALLEN; MAROTZ, 1999). As motivações para a conformidade e a cooperação estão muitas vezes em conflito com as motivações relativas ao senso do *self* (ou seja, à autonomia). Erikson (1963) discutiu como o desenvolvimento da autonomia é uma qualidade importante que é necessária durante o segundo ano. À medida que as crianças ganham controle sobre suas funções corporais, expandem seu mundo social e desenvolvem a qualidade da "vontade", ou seja, a competência crescente das crianças também resulta em um maior senso de poder e controle sobre suas ações e desejos. Embora alguns cuidadores considerem o desenvolvimento da autonomia inconveniente, preferindo continuar a tomar todas as decisões como o fizeram durante o primeiro ano da vida de seus filhos, a vontade da criança de ter voz nas decisões é evidência de um marco importante no desenvolvimento. Também é evidente que o cérebro continua a desenvolver conexões mais fortes entre os centros cerebrais inferiores e superiores.

De dois a três anos

Entre a idade de dois e três anos, as crianças começam a responder eficazmente quando sentem empatia, porque veem cada pessoa como "única" e podem decidir o que essa pessoa específica precisa para se sentir melhor, como um abraço ou um objeto (DAMON, 1988). Um comportamento social típico em uma criança desta idade é a doação e a obtenção de objetos. Eles usam objetos como a "moeda social" para envolver outra pessoa; no entanto, eles realmente não dão o objeto, apenas o entregam brevemente e depois retiram-no. Aos três anos, eles começam a mostrar sinais de consciência sobre aspectos étnicos, de gênero e de idade e podem demonstrar proteção para crianças mais novas. Em *scripts* sociais de jogos de fingimento (por exemplo, a hora do jantar), o desenvolvimento da cognição social das crianças é mostrado em sua capacidade de assumir papéis simples, como parceiros de jogo com irmãos mais velhos e colegas.

4.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Todo esse período de idade parece ser sensível ao desenvolvimento social, bem como ao desenvolvimento emocional, e as aberrações nos padrões sociais tipicamente vistos são frequentemente sinais de autismo infantil e/ou outras dificuldades de desenvolvimento. A incapacidade de se envolver em interação social recíproca e a demonstração de padrões de interações sociais bizarras, como respostas repetitivas, estereotípias, ou incapacidade de seguir as pistas sociais, são frequentemente os primeiros indicadores do autismo. Portanto, alguns teóricos defendem intervenções relacionadas à promoção de comportamentos sociais típicos do período de idade (GREENSPAN, 1990). O período do nascimento até os três anos, quando as conexões sinápticas estão sendo expandidas e os neurônios espelhos ativados, parece ser especialmente sensível ao desenvolvimento social. Se os filhos tiverem interações sociais bizarras ou mínimas durante este período sensível pode haver consequências severas, afetando seu crescimento da competência social, autorrepresentação, autorregulação, autoeficácia, funcionamento executivo e motivação exploratória (BANDURA, 1997; VYGOTSKY, 1967).

5 DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

Durante o período entre o nascimento e a idade de três anos, as crianças pequenas ganham domínio básico da linguagem de sua cultura, o que parece surpreendente, pois é tão difícil para os adultos aprender uma segunda língua. O cérebro infantil parece especialmente adaptado para o aprendizado de línguas, e na medida em que algumas áreas específicas do hemisfério esquerdo do cérebro se desenvolvem, servem de centro para essas funções. Note-se, no entanto, que, devido à plasticidade precoce do cérebro, se esses locais não estiverem disponíveis devido à remoção cirúrgica do hemisfério esquerdo do cérebro, crianças com menos de quatro ou cinco anos podem usar o lado direito do cérebro para aprender a língua (BATES, 2005).

O desenvolvimento da linguagem também está relacionado ao sistema de neurônios espelho, porque a comunicação gestual é a primeira forma de comunicação humana. De acordo com Rizzolatti e Craighero (2004, p. 183), o sistema neurônio-espelho "representa o mecanismo neurofisiológico do qual a linguagem evoluiu". As ações direcionadas a objetos, como a apontar e a capacidade de imitar as ações de outros, são funções do sistema neurônio-espelho, e alguns animais (por exemplo, macacos) possuem a capacidade de representar mentalmente os objetivos de ação. No entanto, embora os significados gestuais possam estar claros a partir de ações motoras, as formas de fala e o significado não estão tão obviamente relacionados. À medida que a linguagem infantil se

desenvolve, os significados gestuais se transferem para significados de sons abstratos (KILNER; BLAKEMORE, 2007; RIZZOLATTI; CRAIGHERO, 2004). Uma indicação desta conexão é que durante a leitura e a fala espontânea também ocorre a ativação do córtex motor da mão no hemisfério esquerdo (MEISTER et al., 2003).

As áreas específicas do hemisfério esquerdo que parecem especializadas como locais para o desenvolvimento da linguagem são as áreas de Broca e Wernicke, que estão localizadas no córtex perisilviano, uma área que faz divisa com o lobo temporal e o conecta aos lobos frontal e parietal. A localização da área de Wernicke também está próxima das áreas sensoriais receptivas de visão, audição e toque. O córtex frontal esquerdo (de Broca) é ativado principalmente pela sintaxe (ordem das palavras e gramática) e a área temporoparietal (de Wernicke) é ativada principalmente por semântica e sintaxe (significado de palavras e frases). No entanto, a área de Broca também é ativada por ações manuais e ações de ingestão de alimentos ou água (BOOKHEIMER, 2002). Estudos de imageamento mostraram que os verbos são processados no lobo frontal e substantivos na área temporoparietal (ELIOT, 1999). Durante o período pré-natal, a diferenciação dessas áreas de linguagem no cérebro já é evidente. As mensurações de eletroencefalograma (EEG) de bebês prematuros mostram que por cerca da 30ª semana de gestação os dois hemisférios do cérebro respondem de maneira diferente aos sons de fala (ELIOT, 1999). Após o nascimento, à medida que essas áreas do cérebro se tornam ativadas e expostas à linguagem no ambiente, o desenvolvimento da linguagem dos bebês prossegue exponencialmente.

5.1 ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

Do nascimento a seis meses

Embora os bebês pareçam ter a disposição para a linguagem conectada no cérebro, eles não são capazes de linguagem até que os centros do cérebro tenham amadurecido o suficiente para essa atividade. Essencial para a aprendizagem da linguagem é a exposição a um ambiente rico em linguagem, e isso é fornecido à maioria dos bebês por seus cuidadores adultos. A preferência da atenção dos recém-nascidos para o discurso das mães e o idioma nativo é focada principalmente nas qualidades globais da fala, como padrões do tom, entonação e ritmo, mas a sua capacidade de discriminar entre fonemas específicos torna-se evidente durante esses primeiros meses. Inicialmente, o desenvolvimento da linguagem é expresso em discriminar sons de fala ao invés de produzir fala. Por exemplo, embora o processamento sensorial de fonemas dos bebês jovens lhes permita discriminar sons de fala de todas as línguas, por seis meses eles estão começando a reagir menos aos fonemas que não ocorrem em sua língua nativa (JUSCZYK, 1995). Ou seja, eles mostram que estão aprendendo os detalhes

de seu discurso nativo, permitindo que eles identifiquem melhor a fala que eles ouvem diariamente. Eles passam muito tempo praticando a entonação, o tom, o ritmo e a qualidade fonética de sua fala nativa através do processo de balbuciar. Esse comportamento também permite que pratiquem as habilidades motoras relacionadas à fala, como movimentos de lábios, língua e palato. O balbuciar começa por cerca de dois meses, e é visto até mesmo em bebês surdos. Inicialmente, é composto principalmente de sons semelhantes a vogais (oooh, aaah), mas por cinco meses, os sons de fala produzidos pelo lábio e a língua (por exemplo, /b/, /m/, /d/) são evidentes. Por volta dos quatro meses a maioria dos bebês também mostra uma compreensão básica de comunicação sobre a qualidade de comunicação "alternada". Por exemplo, quando o adulto responde a sons balbuciados com uma declaração falada, a criança então responderá com outro balbuciar, e essa alternância de comunicação pode continuar enquanto o adulto continuar respondendo.

De seis a 12 meses

Entre seis e dez meses o balbuciar continua a ser o principal modo de comunicação. No entanto, ao longo de dez meses são usadas combinações de consoantes e sons de vogais (bababa, mamama), e algumas delas começam a soar como palavras que os cuidadores podem responder diferencialmente e repetir aquelas que são mais parecidas com palavras. Por cerca dos 12 meses, os bebês produzem a maioria das vogais e cerca de metade dos sons consoantes na língua, e as correntes de sons balbuciantes dos bebês de todas as culturas têm entonações que se assemelham às daquelas de sua língua nativa. Durante este período de idade, o desenvolvimento sináptico está ocorrendo rapidamente, especialmente no centro da "palavra" (de Wernicke), e o número de sinapses nesta área é maior entre oito e 20 meses. A compreensão de palavras e significados é evidente por nove ou 10 meses, e a maioria das crianças entende o significado de algumas palavras, como "não" ou "adeus/tchau". Aos 12 meses, a maioria das crianças compreende cerca de 70 palavras, das quais a maioria é nomes de pessoas e objetos. Embora a compreensão de algumas palavras ou frases seja bastante evidente até o final do primeiro ano, a variação de normalidade para a produção de linguagem é mais variada, com algumas crianças de 12 meses com pouca ou nenhuma produção de palavras, enquanto outras já podem ter 50 ou mais palavras e algumas frases de duas palavras.

De um a dois anos

Durante o segundo ano de vida, quando a sinaptogênese e a atividade metabólica são extensas, o crescimento do vocabulário da criança aumenta exponencialmente, em paralelo com o desenvolvimento das áreas de linguagem do cérebro. A área de Broca tem o maior número de sinapses quando as crianças têm entre 15 e 24 meses de idade. A área temporoparietal (de Wernicke) começa a ter ativação mais especializada; não é uma área tão grande do córtex que é ativada quando a compreensão das palavras é testada. A mielinização da área de Wernicke está quase completa até a idade de dois anos. A área no lobo

temporoparietal esquerdo que armazena e recupera os significados das palavras torna-se mais ativa nessa idade. À medida que o vocabulário aumenta, é paralelo com a aquisição de sintaxe. As crianças começam a fala de frases falando primeiro com "sentenças de uma palavra" (holofrases) combinadas com gestos. Estas transmitem um pensamento como "carro" quando a criança quer entrar no carro, ou "biscoito" quando a criança quer um biscoito. Elas então seguem a fala "telegráfica", que tem a ordem de palavra correta, mas deixam para fora palavras como "o" e "é". Por exemplo, podem dizer "carro meu" ou "mais biscoito". Até os dois anos, a maioria das crianças tem uma linguagem compreensível, embora nem todos os fonemas e estruturas sintáticas sejam precisos. As crianças de 21 meses de idade reconhecem palavras parciais tão rapidamente e de forma confiável como palavras inteiras, sendo isso mais preciso ainda com aquelas que já têm um vocabulário com mais de 100 palavras (FERNALD; SWINGLEY; PINTO, 2001). As crianças de 18 a 23 meses de idade têm fixações oculares mais longas em imagens com rótulos verbais corretamente pronunciados, em vez de rótulos errados, o que demonstra que as palavras familiares são foneticamente bem especificadas antes que as crianças tenham grandes vocabulários (SWINGLEY; ASLIN, 2000).

De dois a três anos

Durante o terceiro ano de vida, o grande sucesso linguístico das crianças é a geração de regras sintáticas. À medida que a área de Broca amadurece, elas começam a formar frases mais longas, que usam substantivos, verbos e outras partes da fala na ordem correta e começam a gerar regras sobre plurais, participípios, possessivos e tempos. Uma vez que em vários idiomas há muitas palavras que são exceções às regras de sintaxe, os erros cometidos pelas crianças na geração de sentenças revelam seu conhecimento subjacente de construção de regras gramaticais. A partir dos três anos, a maioria das crianças gera algumas regras, por exemplo, para adicionar um "s" para uma palavra, primeiro, para os plurais, e depois para os possessivos. Aos quatro anos, as crianças sem deficiência auditiva dominam as regras da gramática da língua falada e as áreas de linguagem do cérebro começam a sofrer as podas neuronais (*pruning*) nos últimos anos da infância.

5.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

O processo de desenvolvimento da linguagem fornece um dos exemplos mais claros de um período sensível para o desenvolvimento de um conjunto específico de habilidades. A compreensão do significado das palavras surge inicialmente do sistema semântico não verbal (ou seja, gestual). Durante o período desde o nascimento até os três anos as estruturas cerebrais relacionadas à linguagem mostram um crescimento e diferenciação extensiva, e as manifestações comportamentais da linguagem durante esse período demonstram uma sequência de desenvolvimento universal. Devido à plasticidade precoce, à sinaptogênese intensiva e ao crescimento dendrítico nos centros de linguagem e outras áreas cerebrais, as crianças pequenas geralmente desenvolvem um design eficiente

de caminhos neurais para a linguagem. No entanto, fatores ambientais ricos em linguagem, como o envolvimento entre pais e filhos em atividades de atenção conjunta, também são essenciais durante esta idade, para que a linguagem alcance um desenvolvimento rico e completo, especialmente para a competência comunicativa (CARPENTER; NAGELL; TOMASELLO, 1998; KNUDSEN, 2004). Estudos de crianças privadas de tais ambientes e de aprendentes de uma segunda língua mostram que a capacidade de desenvolver uma linguagem totalmente funcional diminui com a idade e, após a idade de sete anos, quando a poda neurônica das áreas de linguagem é extensa, a aprendizagem de línguas é mais problemática. Embora o desenvolvimento do vocabulário ainda possa continuar, é mais difícil para as crianças desenvolver habilidades gramaticais e fonêmicas ótimas em idades posteriores sem uma prática extensiva e intencional. A plasticidade do cérebro ainda permite que o cérebro aprenda sistemas de linguagem adicionais, mas uma exposição limitada a estruturas de linguagem complexas e vocabulário incomum pode ter efeitos prejudiciais no progresso acadêmico posterior, especialmente na aprendizagem da leitura (SNOW, 1991).

6 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Desenvolvimento emocional, social e linguístico, todos desempenham um papel no desenvolvimento cognitivo e estão estreitamente interligados com a cognição. Antes de desenvolvidas técnicas de pesquisa sofisticadas era difícil avaliar as habilidades cognitivas dos bebês, porque eles tinham que ser observados através de atividades que exigiam habilidades motoras ou linguísticas. Piaget (1936; 1945; 1967) estudou a cognição infantil dependendo de observações de suas habilidades sensório-motoras exibidas em jogo e concluiu que elas mostraram suas habilidades cognitivas pelo uso do esquema de ação que se tornou cada vez mais elaborado nos primeiros anos (ou seja, "pensamento em ação"). Bayley (1993) também estudou cognição infantil através de mensurações padronizadas de habilidades sensório-motoras. No entanto, uma vez que muitas dessas habilidades não estão bem desenvolvidas na infância, tais testes cognitivos não se correlacionam bem com as habilidades cognitivas posteriores das crianças (HACK et al., 2005).

Nos últimos tempos, uma série de habilidades cognitivas potencialmente presentes nos primeiros anos da vida infantil estão sendo mensuradas com técnicas de pesquisa que utilizam as habilidades visuais, auditivas e motoras que os bebês jovens possuem e as habilidades de coordenação motora que os bebês mais velhos podem demonstrar. Os processos cognitivos infantis que envolvem atenção, imitação e elaboração, memória, discriminação e categorização, aprendizagem conceitual e coordenação intermodal estão agora sendo documentados neste campo fértil de pesquisa infantil. Por exemplo, pesquisadores que usam a extensão de resposta da sucção infantil descobriram que os recém-nascidos são capazes de demonstrar discriminação de vozes familiares e desconhecidas (FLOCCIA; NAZZI; BERTONCINI, 2000) e que crianças de seis semanas de idade que observam um adulto fazer expressões faciais podem imitar a expressão facial do modelo 24 horas depois, quando veem o rosto passivo do adulto (MELTZOFF; MOORE, 1994; 2004).

Usando técnicas de escaneamento PET, pesquisadores do cérebro infantil também descreveram desenvolvimento infantil de conexões sinápticas e dendríticas e processos de mielinização e atividade metabólica traçada em várias áreas do cérebro, incluindo o tempo de ativação de áreas de lóbulos frontais. Por exemplo, Chugani, Phelps e Mazziotta (1993) traçaram um mapa das taxas metabólicas de glicose, indicando que, pelos três meses de idade, o uso de glicose aumenta nos lobos parietais e temporais, córtex visual primário, gânglios basais, e os hemisférios cerebelares, que coincidem com a integração visuoespacial e visuossensorial, e por cerca dos seis meses de idade o córtex frontal e as regiões corticais occipitais mostram aumento do fluxo sanguíneo, correspondente à diminuição dos comportamentos reflexivos e aumentos nos comportamentos voluntários. No período entre oito e 12 meses de idade, as regiões dorsal (superior) e medial (média) mostram maior atividade, co-ocorrendo com evidências de cognição relacionadas ao comportamento. O surto de crescimento cerebral que ocorre em cerca de 18 meses tem correlatos no comportamento representacional, como a pretensão e a linguagem (EPSTEIN, 1978). Aos três anos, o cérebro tem cerca de 1.000 trilhões de sinapses, bem como uma maior concentração de neurotransmissores, que são os facilitadores de comunicação do cérebro (SHORE, 1997). O aumento da mielinização de áreas corticais também resulta em maior velocidade de transmissão de mensagem.

6.1 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO COGNITIVOS

Do nascimento a seis meses

Desde os primeiros meses de vida, os bebês atendem aos estímulos sensoriais que experienciam. Os adultos, frequentemente, observam a intensidade do olhar infantil no rosto humano quando os bebês estão sendo segurados. Os bebês também atendem a objetos em movimento, formas geométricas simples, cores contrastantes e outros estímulos visuais, bem como a sons, sabores, cheiros e toque. Conforme observado anteriormente, mesmo crianças pequenas têm habilidades imitativas básicas. Piaget (1945; 1952) descreveu a imitação como um processo de acomodação, em que as crianças tentam reproduzir o que observaram. Isso resulta em uma expansão dos esquemas cognitivos. Greenspan (1989) afirmou que a primeira categorização é mostrada nas respostas emocionais diferenciais dos bebês aos membros da família, ou seja, a organização emocional impulsiona o desenvolvimento conceitual.

A pesquisa usando o paradigma de habituação forneceu uma série de insights sobre a atenção, memória e compreensão de conceito da criança. Esta pesquisa baseia-se na característica cognitiva humana de dar menos atenção aos estímulos familiares e mais atenção a estímulos desconhecidos; isto é, os humanos se habituem ao que já aprenderam e prestam atenção quando encontram novas experiências. Como as áreas sensório-motoras do cérebro infantil são mais desenvolvidas durante esse período de idade, o comportamento infantil de observar e ouvir (isto é, atenção) pode servir como um indicador do que aprenderam ou

estão aprendendo. Algumas descobertas incluem evidências de que crianças de quatro meses de idade podem distinguir os sons de fala da linguagem humana, detectar diferenças no tom musical e padrões rítmicos e classificar eventos visuais semelhantes (JUSCZYK, 1995; JUSCZYK; KRUMHANS, 1993). De acordo com Sahoo (1998), elas também podem aprender os padrões de desenhos de cubos ao longo de um período de cinco dias e lembrar-se de chutar os pés para fazer um objeto se mover quando colocado novamente na mesma configuração (ROVEE-COLLIER, 1999). Elas podem demonstrar coordenação intermodal inicial quando são apresentadas com vozes e rostos, olhando mais para os rostos com vozes congruentes (BAHRICK; HERNANDEZ-REIF; FLOM, 2005). Os bebês de quatro meses de idade também podem classificar as cores e fixar a cor mesmo se o fundo estiver na mesma categoria de cores. Eles se fixam mais rapidamente em cores com fundos contrastantes, implicando que o reconhecimento infantil da cor é um processo perceptivo (FRANKLIN; PILLING; DAVIES, 2004). Os modelos de pesquisa de habituação também indicaram que a permanência do objeto (capacidade de ter em mente a existência de objetos e manter o rastreamento mental deles quando estão fora da vista) pode começar em crianças de apenas três ou quatro meses (PATERSON et al., 2006).

De seis meses a um ano

Durante este período de idade, à medida que a mielinização do lobo frontal progride, os comportamentos cognitivos infantis crescem exponencialmente. Sua habilidade inicial de comportamento atento expande a intenção de observação de matrizes novas e complexas de estímulos sensoriais, e eles começam a jogar explorando as qualidades dos objetos em seu ambiente. Um desenvolvimento crítico no cérebro infantil é a aquisição da permanência do objeto (PATERSON et al., 2006; PIAGET, 1967). A expressão funcional da permanência do objeto é demonstrada pela primeira vez no final do primeiro ano e pode continuar a desenvolver-se na infância posterior, quando se torna um precursor do desenvolvimento do lobo frontal da memória funcional e funções executivas (DIAMOND, 1990). A imitação infantil inclui a elaboração lúdica de ações imitadas, o processo que Piaget (1967) chama de assimilação, que molda novas experiências ao esquema cognitivo existente. Assim, a imitação é o catalisador inicial para a aprendizagem e a elaboração através do jogo é o meio pelo qual esta aprendizagem é dominada. Grandes gamas de discriminação e categorização são observadas na linguagem precoce dos bebês, em que um termo como "papai" pode ser aplicado a todos os homens e "cães/cachorro" aplicados a todos os animais durante este período de idade. Eles também mostram habilidades de memória aumentadas e compreensão das rotinas. São capazes de imitar muitos comportamentos motores e de linguagem modelados por adultos e seu crescimento na compreensão de linguagem também lhes permite responder a algumas direções.

Aos seis meses de idade o movimento voluntário infantil desenvolveu-se suficientemente bem para que os pesquisadores possam usar alguns paradigmas de pesquisa adicionais para estudar sua cognição, levando a uma visão mais rica do seu desenvolvimento cognitivo. Aos seis meses de idade, os bebês podem formar

representações categóricas abstratas de relações espaciais independentes de objetos específicos, e a aquisição dessa linguagem espacial os ajuda a formar categorias (CASASOLA, 2008). A memória continua a ser mais específica para a configuração. No entanto, se primado (*primed*) ocasionalmente com uma pista de estímulo, crianças de sete meses de idade podem se lembrar onde os objetos foram colocados anteriormente (FOX; KAGAN; WEISKOPF, 1979). Quando recebem brinquedos de aparência semelhante com características inovadoras, com nove meses de idade podem fazer inferências sobre as propriedades do objeto. Por exemplo, quando receberam um brinquedo que fazia um barulho e uma réplica que não tinha essa propriedade, as crianças tentaram replicar a propriedade saliente com o brinquedo de aparência semelhante (BALDWIN; MARKMAN; MELARTIN, 1993).

De um a dois anos

Nessa idade, quando a competência linguística cresce rapidamente e as habilidades motoras estão se tornando mais refinadas, o desenvolvimento cognitivo dos bebês pode ser observado quase que diariamente. A pesquisa com escaneamento PET indica que há fluxo sanguíneo diferencial nos hemisférios do cérebro, com o cérebro direito com mais fluxo sanguíneo em torno da idade de um ano (CHIRON et al., 1997). Esses pesquisadores também indicam que as áreas sensório-motoras têm mais fluxo sanguíneo, o que pode estar relacionado ao desenvolvimento da dominância manual durante esses anos. Durante o segundo ano, a evidência de que a capacidade de pensar simbolicamente está se desenvolvendo é vista em três indicadores: permanência do objeto, linguagem e jogos de fingimento/faz-de-conta (PIAGET, 1945; 1954). Aos dois anos, a maioria das crianças desenvolveu habilidades de jogos de fingimento que indicam que podem agir "como se", e assim começam a entender que eles (e outros) têm pensamentos, evidenciando o início da "teoria da mente" (BERGEN, 2002). À medida que o córtex parietal e frontal se desenvolve, as memórias explícitas das crianças se tornam evidentes e começam a se referir às memórias à medida que a sua competência linguística cresce. O centro da memória está no lobo medial-temporal, que abriga o hipocampo, um importante local de memória de longo prazo. As memórias também são armazenadas no tálamo medial, no prosencéfalo basal e no córtex pré-frontal.

Com a idade de 14 meses, crianças pequenas copiam ações de outras crianças e adultos e podem imitá-los em contextos novos (HANNAH; MELTZOFF, 1993). Os bebês de 15 e 18 meses de idade podem imitar as ações vistas na televisão (BARR; HAYNE, 1999) e com a idade de 19 meses, eles têm o conceito de "imagem", tratando-a de forma diferente (olhando para ela) do que eles tratam um objeto (brincando com ele) (DeLOACHE et al., 1998). Crianças de 14 a 18 meses de idade podem se lembrar de sequências comportamentais de três passos, modeladas por adultos e outras crianças, imediatamente e após uma semana (RYALLS, B.; GUL; RYALLS, K., 2000). Rusher, Cross e Ware (1995) descobriram que crianças entre as idades de 19 e 30 meses mostram um aumento significativo no nível de fingimento e na criação de sequências de jogo significativas, e McEwen et al. (2007) descobriram que a habilidade imitativa de gêmeos de dois anos está relacionada ao seu vocabulário, brincadeira de fingimento e comportamento social.

De dois a três anos

As habilidades cognitivas rudimentares relacionadas à atenção, memória e desenvolvimento de conceitos estão bem estabelecidas até a idade de três anos. Com essa idade, as crianças começam a usar sua memória conscientemente e podem até aprender estratégias de memória, como a repetição. Elas se lembram dos rótulos dos objetos, repetem a linguagem das histórias lidas para eles, recitam poemas e cantam músicas, e demonstram sua memória dos "scripts sociais" em seus jogos de fingimento. O seu crescente conhecimento conceitual também é mostrado em suas primeiras tentativas de humor (BERGEN, 2006). O humor da criança inclui ações incongruentes, rotulagem verbal de objetos ou pessoas com rótulos incongruentes, trocadilhos verbais e produção de palavras sem sentido. Elas demonstram sua compreensão cada vez mais sofisticada de seu mundo através do uso da brincadeira de "engano prático". A maioria do humor da criança é autogerada, e há evidências de que a criança tem intenção humorística no comportamento, porque uma resposta é esperada do adulto.

A interação adulta também é importante para o crescimento cognitivo das crianças entre dois e três anos de idade. Por exemplo, Tamis-LeMonda et al. (2004) descobriram que a estimulação cognitiva sensível, a consideração positiva e a alta interação com as crianças por pais de diversas origens culturais previram as pontuações mais altas de seus filhos em testes cognitivos aos 36 meses. Isso também ocorreu com mães de crianças de dois e três anos de idade que ativamente ofereciam suporte temporário (*scaffold*) para as conversas sociais (ENSOR; HUGHES, 2008) e usavam gestos, bem como a fala para este tipo de suporte da comunicação infantil (O'NEILL et al., 2005).



Para aprofundar o seu entendimento sobre o desenvolvimento neurocognitivo e neurofisiológico da memória nesta etapa do desenvolvimento, recomendamos a leitura do artigo *Neuropsicologia do desenvolvimento da memória: da pré-escola ao período escolar*, de Luciana B. T. Dias e J. Landeira-Fernandez (2011). Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rnl/v3n1/v3n1a03.pdf>>.

6.2 PERÍODOS SENSÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Como o desenvolvimento do cérebro nos primeiros anos é tão extenso, com crescimento sináptico no lobo frontal e mielinização de conexões para centros cerebrais inferiores, o período entre o nascimento e a idade de três anos é certamente crucial para o crescimento cognitivo. Assim, a provisão de necessidades nutricionais básicas, experiências ricas em objetos, suporte para o crescimento pelos pais e outros adultos e um ambiente seguro e flexível contribuirão para o desenvolvimento cognitivo das crianças pequenas. A evidência de estudos de relações entre experiências iniciais e desempenho cognitivo posterior indica que os anos da primeira infância fornecem a base para o crescimento cognitivo contínuo em áreas como atenção, memória, resolução de problemas e funcionamento executivo. Bornstein et al. (2006, p. 157) concluem que os bebês "possuem uma vida mental ativa que eles trazem para seu próprio desenvolvimento".

7 MENSURANDO O COMPORTAMENTO DO NEONATO E DA PRIMEIRA INFÂNCIA

A avaliação do neonato e da criança na primeira infância é uma atividade delicada, mas altamente crítica para o clínico. A avaliação é delicada porque o examinador deve observar, comunicar rapidamente, fornecer estímulos adequados e interagir com crianças que ignoram amplamente os arredores, não respondem aos comandos e reagem com comportamentos muito sutis e fugazes, desde reflexos primitivos até reações circulares sobre os estímulos experienciados. A avaliação é crítica porque a informação obtida é necessária para visualizar, diagnosticar e prestar serviços prescritivos às crianças em risco. Tradicionalmente, o foco das avaliações de infantes e crianças pequenas tem sido uma combinação de habilidades de domínio motor (por exemplo: movimento, tonalidade e reflexos primitivos) e status da saúde no domínio sensorial, social, comunicativo e cognitivo (AMIEL-TISON; GRENIER, 1983; BRAZELTON, 1973; CASAER, 1979; PRECHTL, 1977; SAINT-ANNE DARGASSIES, 1977). As avaliações para este grupo etário variam de exames breves do estado do recém-nascido após o parto a exames de diagnóstico e rastreamentos (*screenings*) neurodesenvolvimentais.

7.1 EXAMES DO ESTADO DE NEONATOS

O rastreamento ou triagem baseada em evidências de neonatos deve ser usado para ajudar a identificar condições de saúde significativas e selecionar tratamentos para as condições que são identificáveis, efetivas e disponíveis para todos aqueles que passaram pelo rastreamento. Um sistema rápido e imediato para rastreamento de recém-nascidos foi desenvolvido pela primeira vez em 1953 e depois refinado pela Dra. Virginia Apgar (1966). Para determinar a pontuação do bebê usando este sistema, a criança é observada ao longo de cinco critérios específicos: mensuração da frequência cardíaca, respiração, tônus muscular, irritabilidade reflexa e coloração da pele. Um acrônimo dessas categorias do nome da autora, APGAR, foi posteriormente desenvolvido por Butterfield e Covey (1962). Estas áreas são medidas em intervalos de tempo progressivos a partir de 1 minuto e 5, 10, 15 e 20 minutos após o parto. Cada área, por sua vez, recebe uma pontuação de 0, 1 ou 2, dependendo dos critérios observados, sendo 2 a pontuação mais alta para cada uma. A pontuação na Escala ou Índice de Apgar foi considerada uma ferramenta valiosa que tem sido amplamente utilizada desde a sua introdução (FINSTER; WOOD, 2005). Embora o seu valor como instrumento padronizado para descrever a condição do neonato imediatamente após o parto tenha sido sustentado, foram identificadas limitações da Escala de Apgar como preditor válido do status neurológico posterior e dos resultados a longo prazo (CASEY; MCINTIRE; LVENO, 2001; MOSTER et al., 2001; NELSON; ELLENBERG, 1981; PERLMAN; RISSER, 1996). Considerando esta pesquisa e outros fatores, como a declaração de política conjunta emitida pela *American Academy of Pediatrics, Committee on Fetus and Newborn and the American College of Obstetricians and Gynecologists, Committee on Obstetric Practice* (2006), confirma-se a utilidade da pontuação Apgar, mas instaram um sistema de pontuação Apgar expandido e indicam que a Escala de Apgar não deve ser usada como o único indicador de desfecho neurológico específico no infante a termo ou pré-termo. Outros também desenvolveram sistemas mais abrangentes para a realização de exames de neonatos, incluindo o Avaliação Neurológica de recém-nascido a termo pelo Método de Dubowitz (DUBOWITZ, L.; DUBOWITZ, W.; MECURI, 1999), a Einstein Neoatal Neurobehavioral Assessment Scale e a Avaliação Neurocomportamental do Infante Pré-termo (RICHARDSON et al., 1993). Esses sistemas também se concentram em áreas como padrões de movimento, reflexos primitivos, capacidade de resposta a estímulos sensoriais, padrões de sono e indicadores comportamentais. Cada uma dessas avaliações pode ser usada com bebês a termo e pré-termo, leva entre 15 e 30 minutos para completar e descobriu-se demonstrar qualidades psicométricas positivas (MAJNEMER; SNIDER, 2005).

7.2 AVALIAÇÕES DE RASTREAMENTO E DESENVOLVIMENTO

As avaliações de rastreamento e desenvolvimento são realizadas para identificar infantes e crianças que podem ter atrasos no desenvolvimento. Normalmente, os profissionais que trabalham em unidades hospitalares especializadas ou prestadores de cuidados primários são os primeiros a enfrentar tais problemas potenciais. No ambiente hospitalar, médicos, enfermeiros e psicólogos pediátricos ou neuropsicólogos pediátricos podem fornecer serviços de avaliação de rastreamento/triagem e desenvolvimental. Nas práticas de cuidados primários, os profissionais podem usar procedimentos de rastreamento de rotina como parte de uma visita ao consultório, ou pode ser iniciado pela preocupação do cuidador. Ao avaliar tais crianças, devem ser utilizados métodos de rastreamento/triagem informais e formais. A triagem informal envolve o uso de métodos observacionais, entrevistas com os pais e a conclusão dos itens da lista de verificação relacionados ao status de desenvolvimento da criança. Os exames formais de rotina e os métodos de avaliação focados no desenvolvimento fornecem garantias quanto à validade e confiabilidade dos dados coletados. Essas avaliações podem variar consideravelmente, dependendo da faixa etária das crianças, do tempo médio de administração, dos domínios avaliados e da informação produzida.

7.3 QUESTÕES NO DESENVOLVIMENTO

Devido à natureza crucial do período de desenvolvimento entre o nascimento e a idade de três anos, as crianças com problemas de desenvolvimento podem estar em risco de problemas posteriores. Existem literalmente centenas de distúrbios, doenças e condições que poderiam ter um impacto sobre bebês e crianças pequenas. Estes incluem transtornos pulmonares, sanguíneos, endócrinos e metabólicos, condições genéticas e doenças infecciosas. Além das condições genéticas ou perinatais, há problemas posteriores no desenvolvimento com potencial de impacto adverso na trajetória desenvolvimental das crianças pequenas.

7.4 PREMATURIDADE

Aproximadamente 12% de todos os bebês nascidos no Brasil são de partos prematuros. Os bebês nascidos antes da 37ª semana de gestação são extremamente pequenos, frágeis e vulneráveis a problemas de saúde e desenvolvimento. Embora não exista um sistema universal de classificação para a prematuridade, três categorias baseadas no peso no nascimento são normalmente utilizadas como ponto de referência. Os bebês cujo peso ao nascer fica inferior a 2.500 g são referidos como baixo peso ao nascer (BPN), enquanto aqueles com peso ao nascer

inferior a 1.500 g são referidos como muito baixo peso ao nascer (MBPN). Aqueles bebês que nascem com um peso no nascimento inferior a 800 g são chamados de "microprematuros". A prematuridade é a principal causa de morte neonatal no Brasil, dos que sobrevivem, o risco de problemas aumenta com o grau de prematuridade.

Os bebês prematuros são únicos porque nascem no mesmo mundo que os seus homólogos a termo, mas devem lidar com o ajuste da vida pós-uterina com um sistema imaturo de órgãos. Como eles não tiveram tempo total de crescimento e desenvolvimento dentro do útero, requerem, inicialmente, atendimento médico especializado em uma unidade de terapia intensiva neonatal para garantir sua segurança e para ajudar a prevenir complicações. As primeiras áreas de dificuldade para o bebê prematuro incluem função respiratória, função imunológica, capacidade de regular a temperatura corporal, problemas de alimentação e crescimento, problemas gastrointestinais, anemia, icterícia, problemas cardiovasculares, hemorragia intracraniana, leucomalácia periventricular, síndrome de morte súbita infantil, problemas oftalmológicos e deficiência auditiva (RAIS-BAHRAMI; SHORT, 2007; TORPY; LYNM; GLASS, 2005). Além disso, quase 50% dos prematuros desenvolvem uma deficiência do desenvolvimento neurológico, como a paralisia cerebral (MARTIN et al., 2006).

À medida que envelhecem, as crianças que nasceram prematuramente podem continuar enfrentando dificuldades com condições como apneia, doença pulmonar, deficiência auditiva e visual, defeitos da função motora, atraso no desenvolvimento, dificuldades de aprendizagem, déficits de atenção, defeitos de funcionamento adaptativo e defeitos da função executiva (CARAVALE et al., 2005; MARLOW et al., 2007; TAYLOR et al., 2006). Para essas crianças, a provisão de intervenção precoce e serviços contínuos de cuidados médicos, neurofisiológicos e neuropsicológicos serão fundamentais para melhorar seu status e resultados.

7.5 NUTRIÇÃO E PROBLEMAS DE ALIMENTAÇÃO

A capacidade de obter nutrição e participar do processo de alimentação é essencial para o crescimento, desenvolvimento e apego precoce (AINSWORTH, 1979; 1989; BOWLBY, 1969; SROUFE; FOX; PANCAKE, 1983). O impacto da nutrição adequada é maior durante os anos de lactentes e de infantes, porque o corpo está envolvido em um processo de crescimento ativo. Normalmente, durante a alimentação, os cuidadores fornecem carinho, preocupação e amor, juntamente com a nutrição, e as crianças respondem de forma a transmitir suas necessidades primárias. Em contrapartida, se as crianças tiverem deficiências nutricionais, recusam alimentos ou têm limitações físicas que restringem a capacidade de participar, a interação pode ser estressante e aversiva. O processo pode ser especialmente problemático para crianças com deficiências

de desenvolvimento, e essa disfunção pode ter ramificações sociais e culturais negativas (KERWIN; EICHER; GELSINGER, 2005; MARCHAND; MOTIL, 2006; SCHWARZ; MCCARTHY; TON; 2006; TAYLOR; ROGERS, 2005). Pelo menos um terço de todas as crianças com deficiência de desenvolvimento pode enfrentar um problema de alimentação (SULLIVAN et al., 2000). A desnutrição pode resultar da ingestão dietética inadequada (devido à falta de qualidade de alimentos suficiente e/ou adequada), aumento das demandas de energia ou infecções frequentes (GRANTHAM-McGREGOR; ANI, 2001). Muitas vezes, as crianças com deficiência de desenvolvimento podem ser variáveis em seus requisitos de nutrientes (TAYLOR; ROGERS, 2005) ou têm maiores necessidades de energia (BOROWITZ; BAKER; STALLINGS, 2002; ISAACS et al., 2003; PERCY; LANE, 2004). Elas também podem ter disfunção das estruturas oromotoras necessárias para absorver e engolir alimentos (uma incapacidade neuromuscular); problemas gastrointestinais, como a doença do refluxo gastroesofágico (DRGE), vômitos e constipação; preferências alimentares altamente seletivas; e recusa alimentar. O atraso cognitivo pode resultar da desnutrição (THOYRE, 2007; VOHR; MCKINLEY, 2003), e uma dieta e plano nutricional especializados podem ser necessários (KERWIN, 2003; KERWIN; EICHER, 2004).

A incapacidade de prosperar (*Failure to Thrive - FTT*) pode resultar da incapacidade de uma criança para se beneficiar e usar adequadamente a nutrição, ou pode ocorrer por razões não nutricionais relacionadas com o comportamento, preferências seletivas de alimentos e recusa. Crianças com essa condição têm curvas de crescimento que se afastam significativamente das consideradas essenciais para uma determinada idade. As preocupações com a definição e as características do FTT foram levantadas, mas as crianças que demonstram as características-chave também têm muitas dificuldades com o apego (BENOIT; COOLBEAR, 2004), bem como déficits cognitivos e educacionais (DREWETT; CORBETT; WRIGHT; 1999). Estabelecer um plano de terapia nutricional correto gerenciado por um nutricionista é essencial. No entanto, se as razões não nutricionais são o fator causal, o gerenciamento multissistêmico com a criança, cuidadores e profissionais é apropriado.

7.6 SÍNDROME DA MORTE SÚBITA INFANTIL

Esta condição é a maior causa da morte durante o primeiro ano de vida (MANAHAN, 2008). A síndrome da morte súbita infantil (SMSI) ocorre duas vezes mais frequentemente no caso de prematuros quando comparada aos de termo e geralmente entre dois e cinco meses de vida. Houve uma série de hipóteses em relação às causas (por exemplo, posição ao dormir, cobertores esponjosos, tabagismo parental, imaturidade ou disfunção do sistema respiratório, problemas com sistemas cardíacos e circulatórios, irregularidade de ações de neurotransmissores), mas ainda existem muitos problemas e questões relativas ao diagnóstico (BYARD; KROUS, 2003; KINNEY;

FILIANO; WHITE, 2001). Atualmente, os pesquisadores estão focados em possíveis problemas de desenvolvimento do tronco encefálico que afetam os sistemas autônomo e/ou respiratório durante o sono. A pesquisa mais recente é examinar a possível disfunção do neurotransmissor na medula ventral, que controla a quimiorrecepção, o funcionamento respiratório e outras respostas automáticas necessárias para a respiração (CAREY, 2006; GRAFE; KINNEY, 2002). Serotonina, dopamina e noradrenalina foram todos implicados em vários estudos, mas neste momento "ninguém realmente conhece ou compreende a verdadeira causa" (MANAHAN, 2008, p. 5).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este tópico discutiu uma grande variedade de questões relacionadas ao desenvolvimento de crianças pequenas sob a perspectiva da neuropsicologia e da neurofisiologia. Embora seja muito conhecido sobre o desenvolvimento precoce a partir da observação comportamental, a pesquisa em paralelos entre o desenvolvimento do cérebro e o comportamento ainda está em estágio inicial. Essas conexões podem tornar-se cada vez mais claras à medida que a pesquisa continua.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você aprendeu que:

- Há vários processos básicos de desenvolvimento que ocorrem desde o nascimento até os três anos, por essa razão medidas para avaliar o comportamento infantil e questões problemáticas no desenvolvimento durante esse período.
- Um dos processos de desenvolvimento mais básicos da infância envolve a progressão de funções neurológicas "inferiores" para "superiores" à medida que o córtex amadurece.
- Durante a infância, os processos de desenvolvimento cerebral e crescimento físico são interdependentes e coordenados.
- Para se engajar e se comunicar plenamente com o mundo em geral, os bebês devem poder usar ativamente os processos sensoriais; e os avanços na organização emocional que ocorrem ao longo dos primeiros três anos influenciam todas as outras áreas de desenvolvimento e são inicialmente cruciais para o desenvolvimento do apego às pessoas cuidadoras.
- No constante aos estágios de desenvolvimento emocional, social, da linguagem e cognitivo, ocorrem mudanças evolutivas neuropsicológicas e neurofisiológicas características do nascimento ao terceiro ano da criança.
- Há questões centrais quanto à mensuração do comportamento do neonato e da primeira infância.
- Há várias questões no desenvolvimento neste estágio, como a prematuridade, a nutrição e a síndrome da morte súbita infantil, correlacionado com os dados de pesquisas recentes em neuropsicologia e neurofisiologia.



- 1 As reações reflexivas ocorrem nos primeiros seis meses e diminuem gradualmente em bebês tipicamente em desenvolvimento. O que poderíamos suspeitar se os reflexos persistirem em vez de diminuir ou se um ressurgimento de reflexos primitivos ocorre em crianças que anteriormente não estavam afetadas?
- 2 O desenvolvimento social está intimamente relacionado ao desenvolvimento emocional e de apego e inicialmente se apoia no aumento da atividade nas mesmas estruturas cerebrais. Um fenômeno neural relacionado ao desenvolvimento social é a ativação de neurônios espelho. Comente a relação dos neurônios espelho com o desenvolvimento social.
- 3 Durante o período entre o nascimento e a idade de três anos, as crianças pequenas ganham domínio básico da linguagem de sua cultura. O cérebro infantil parece especialmente adaptado para o aprendizado de línguas, e na medida em que algumas áreas específicas do hemisfério esquerdo do cérebro se desenvolvem, servem de centro para essas funções. No contexto dos estágios do desenvolvimento da linguagem, descreva o que ocorre entre o primeiro e o segundo ano de vida.





DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DA SEGUNDA INFÂNCIA (3 A 5 ANOS) E DA TERCEIRA INFÂNCIA (6 A 11 ANOS)

1 INTRODUÇÃO

Considerando que a primeira infância é descrita como um momento dramático de crescimento e mudança física, o período da segunda infância pode ser descrito melhor como um momento em que o crescimento diminui e as habilidades emergentes se tornam cada vez mais estáveis. Os movimentos motores que começam na primeira infância, como caminhar, correr e saltar, tornam-se mais coordenados e automáticos durante a segunda infância. As crianças também mostram acentuados aumentos no desenvolvimento da linguagem e nos jogos de fingimento durante os anos da segunda infância, permitindo maior interação com pais, cuidadores e outras crianças. Esta interação aumentada com os outros, por sua vez, leva a importantes mudanças de desenvolvimento nas relações com os pares e aumenta a autocompreensão e autorregulação. O desenvolvimento ideal durante os anos da segunda infância em domínios físicos, cognitivos, linguísticos e sociais desempenha um papel importante na preparação das crianças para enfrentar desafios acadêmicos e sociais nas escolas. O objetivo da primeira parte deste tópico é resumir pesquisas recentes sobre as tendências de desenvolvimento físico, cognitivo e social em crianças de três a cinco anos de idade na perspectiva neuropsicológica e neurofisiológica. Logo após, serão discutidas conexões e implicações dessas pesquisas para a educação de crianças em idade pré-escolar.

A segunda parte deste tópico versa sobre o período da terceira infância, que é marcado por desenvolvimentos e aperfeiçoamentos significativos em muitos domínios desenvolvimentais que, em última análise, contribuem para resultados funcionais a longo prazo. Embora as mudanças na terceira infância aparentemente sejam menos pronunciadas do que aquelas nos períodos da primeira infância ou adolescência, elas são, no entanto, importantes. Os desenvolvimentos que ocorrem na terceira infância beneficiam as crianças em termos de funcionamento cognitivo e socioemocional. Em particular, os avanços no desenvolvimento cognitivo permitem que as crianças se tornem mais deliberadas e estratégicas no seu pensamento e no uso da memória, para tornarem-se mais aptas no planejamento e para exercer mais controle inibitório. As mudanças na linguagem permitem que crianças em idade escolar se envolvam em conversas mais sofisticadas com outras pessoas. Em termos de desenvolvimento socioemocional,

as crianças desenvolvem autoconceitos mais elaborados e refinam suas imagens corporais; elas interagem mais com seus pares e são mais influenciadas por eles do que eram em idades anteriores; e elas começam a comparar-se e comparar as suas habilidades com os que as rodeiam. O desenvolvimento, tanto do domínio cognitivo quanto do socioemocional, está relacionado a questões significativas de saúde e educação que podem ser experienciadas durante o período da terceira infância, incluindo obesidade pediátrica, puberdade precoce e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Portanto, a segunda parte deste tópico fornece uma revisão dos desenvolvimentos em cada uma dessas áreas durante o período da terceira infância.

2 DESENVOLVIMENTO FÍSICO E CRESCIMENTO DO CORPO

Embora a taxa de crescimento diminua durante os anos da segunda infância em comparação com a primeira infância, ainda há crescimento e mudança consideráveis na estrutura corporal. Em média, crianças entre as idades de três e cinco anos crescem cerca de 7 cm e ganham cerca de 2 kg por ano. Essas mudanças, juntamente com um declínio constante na gordura corporal, proporcionam uma aparência mais fina e mais alta para crianças dessa idade, em comparação com as crianças na primeira infância. Apesar dessas tendências gerais de crescimento, também há diferenças notáveis entre as crianças em altura e peso durante esse período. Os meninos tendem a ser um pouco mais pesados e mais baixos que as meninas. As diferenças de altura entre crianças desta idade também são influenciadas por fatores ambientais como nutrição, origem étnica e status socioeconômico.

Fatores biológicos, como os níveis circulantes de hormônios de crescimento, também influenciam o crescimento físico das crianças. Os hormônios de crescimento são liberados durante o sono. Como tal, as crianças em idade pré-escolar precisam obter quantidades adequadas de sono. As crianças em idade pré-escolar, em média, precisam cerca de 11 a 13 horas de sono por noite, e os pré-escolares mais jovens ainda podem tirar uma soneca durante o dia (NATIONAL SLEEP FOUNDATION, 2018). O sono adequado durante a infância também é importante para a prevenção de lesões e o funcionamento cognitivo-comportamental. As crianças em idade pré-escolar que dormiram o suficiente apresentaram taxas mais baixas de lesões não intencionais do que as crianças que não dormiram o suficiente, mesmo depois de controlar outros fatores de risco relacionados a lesões. As crianças que não dormem adequadamente são susceptíveis de ter uma concentração limitada e podem deixar de cumprir as instruções (KOULOGLIOTI; COLE; KITZMAN, 2008). A falta de sono em crianças em idade pré-escolar tem sido associada a problemas comportamentais aumentados (GOODLIN-JONES et al., 2009; PAAVONEN; PORKKA-HEISKANEN; LAHIKAINEN, 2009). Assim, as informações sobre a quantidade de sono que as crianças na segunda infância recebem cada noite devem ser reunidas durante as entrevistas clínicas.

2.1 DESENVOLVIMENTO MOTOR

As crianças apresentam melhorias substanciais em suas habilidades motoras durante a segunda infância. Durante este período, os níveis de atividade são mais altos do que na primeira infância, e as crianças tornam-se cada vez mais coordenadas para andar e correr (EATON; MCKEEN; CAMPBELL, 2001). Crianças na faixa etária 3-5 anos também dominam outras habilidades, como escalar, jogar e pegar. Mudanças no desenvolvimento são notáveis nas habilidades motoras finas, que envolvem pequenos movimentos com mãos e dedos. Por isso, as crianças entre as idades de três e cinco anos tornam-se mais qualificadas em comportamentos de autoajuda, como vestir-se e alimentar-se. As crianças também melhoram as habilidades motoras finas, como o uso de tesoura, desenho e escrita que ajudam a prepará-las para tarefas relacionadas à escola. Na maioria das crianças, essas habilidades motoras se desenvolvem com pouca ajuda de adultos; no entanto, crianças dessa idade precisam de oportunidades para praticar essas habilidades. As atividades diárias em casa e na escola, como listas de escrita, virar páginas do livro e colorir, fornecem várias maneiras para os pais e professores incentivarem as crianças a melhorar essas habilidades motoras.

2.2 DESENVOLVIMENTO CEREBRAL

O aumento da competência em habilidades motoras e cognitivas tem sido associado a mudanças no desenvolvimento cerebral durante a segunda infância (CRAIK, 2006). O cérebro quase atinge o tamanho do adulto até a idade de seis anos (LENROOT; GIEDD, 2006; WEBB; MONK; NELSON, 2001). Aumentos na densidade sináptica, na poda sináptica e mielinização são os processos neurais que resultam no desenvolvimento do cérebro; no entanto, os níveis máximos desses processos diferem em regiões cerebrais (COUPERUS; NELSON, 2006). Por exemplo, a poda sináptica do córtex visual se distingue durante a segunda infância, enquanto que a densidade sináptica no córtex pré-frontal atinge o pico aos quatro anos (HUTTENLOCHER, 1990; HUTTENLOCHER; DABHOLKAR, 1997). Assim, as crianças em idade pré-escolar têm habilidades perceptivas bem desenvolvidas e apresentam melhorias nas habilidades cognitivas, como atenção e memória entre as idades de três e cinco anos (DURSTON; CASEY, 2006). Os avanços nas habilidades cognitivas durante esse período também são provavelmente relacionados ao aumento da mielinização do cérebro durante a infância (LENROOT; GIEDD, 2006; NELSON; THOMAS; DE HAAN, 2006).

Durante os anos pré-escolares, as mudanças no crescimento corporal, juntamente ao aumento da coordenação motora, permitem que as crianças interajam com seu ambiente de formas mais complexas. A atividade física das crianças proporciona oportunidades acrescidas para atividades lúdicas e estruturadas. Isso, por sua vez, situa crianças desta idade em contextos que requerem habilidades relacionadas à atenção, memória e regulação emocional. Em resumo, as mudanças no crescimento corporal, o aumento das habilidades motoras e a maturação cerebral contribuem para o aumento do desenvolvimento cognitivo e social das crianças durante a segunda infância (DIAMOND, 2007).

3 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

No campo da psicologia do desenvolvimento, existem inúmeras abordagens teóricas para o estudo do desenvolvimento cognitivo. No entanto, as teorias atuais do desenvolvimento cognitivo são consistentes em sua visão de crianças típicas como processadores ativos de experiência em contextos solitários e sociais. Em suma, as crianças usam habilidades de processamento, como percepção, atenção e memória para observar e interagir com outras pessoas em seu ambiente. Através destas interações, as crianças aprendem linguagem, conceitos e habilidades sociais. A pesquisa nesta área foi amplamente baseada em experimentos de laboratório que se enquadram nas experiências naturais das crianças. Em resumo, crianças com idade entre três e quatro anos demonstram competência cognitiva em tarefas altamente favoráveis, com requisitos cognitivos simples (por exemplo, poucos itens, direções simples, materiais familiares). No entanto, quando atingem a idade de cinco ou seis anos, a maioria das crianças entende esses mesmos conceitos, independentemente do suporte fornecido. Assim, as limitações de processamento de crianças em idade pré-escolar impedem seu desempenho em tarefas cognitivas, em comparação com crianças em idade escolar (CASE, 1998; FISCHER; ROSE, 1996). Também há importantes mudanças no desenvolvimento de crianças entre as idades de três e cinco anos, em habilidades relacionadas à função executiva, habilidade de representação e linguagem. A neurociência cognitiva do desenvolvimento revelou recentemente que o desenvolvimento do cérebro pode se relacionar com essas mudanças (BUNGE; ZELAZO, 2006; DIAMOND, 2002).

3.1 FUNÇÃO EXECUTIVA

Ao longo das últimas duas décadas, houve pesquisas substanciais sobre o desenvolvimento da função executiva na segunda infância. As funções executivas foram conceitualizadas como habilidades envolvendo memória de trabalho, inibição e flexibilidade cognitiva. Memória de trabalho é a capacidade de armazenar informações na memória e atualizar essas informações, se necessário. A inibição é a capacidade de inibir uma resposta automática, proponente. Da mesma forma, a flexibilidade cognitiva é a capacidade de reter uma regra mental na memória, usar a regra para responder aos estímulos e, em seguida, mudar a resposta quando a regra é alterada (por exemplo, primeiro atender à cor, depois atender à forma). Muitas tarefas cognitivas, no entanto, exigem que as crianças empreguem duas e/ou todas essas habilidades. Como tal, há um debate em curso sobre a medida em que esses processos se desenvolvem de forma independente (GARON; BRYSON; SMITH, 2008).

Durante a segunda infância, a capacidade das crianças para lembrar informações e controlar sua atenção melhora substancialmente (SANTROCK, 2008). As melhorias marcadas na memória de trabalho que envolvem a retenção de informações foram mostradas entre três e cinco anos (ESPY; BULL, 2005; GATHERCOLE, 1998). O desempenho das crianças em tarefas que exigem

atualização de informações na memória também muda entre três e cinco anos de idade, sendo que os pré-escolares mais velhos são mais precisos e capazes de rastrear mais itens do que crianças pré-escolares mais jovens (HONGWANISHKUL et al., 2005; HUGHES, 1998).

Em comparação com as crianças em idade escolar, as crianças em idade pré-escolar atendem a dimensões salientes durante as tarefas cognitivas, mesmo que essas dimensões não sejam relevantes para o problema. Embora as crianças em idade pré-escolar frequentemente atendam a estímulos irrelevantes, mudanças cognitivas entre três e cinco anos foram encontradas em tarefas relacionadas à inibição e flexibilidade cognitiva. Tais tarefas para crianças pequenas muitas vezes exigem que as crianças operem usando uma regra mental (por exemplo, escolha as letras azuis) para vários ensaios e, em seguida, mudem o comportamento com base em uma regra mental conflitante (por exemplo, escolha a letra “A”). As crianças em idade pré-escolar mostram melhorias no controle da atenção entre os três e os cinco anos de idade (HONGWANISHKUL et al., 2005; JACQUES; ZELAZO, 2001). Ao fazer isso, tais tarefas exigem uma inibição de uma resposta anterior relacionada a uma dimensão irrelevante. Há evidências de que o controle inibitório atinge o pico em cerca de quatro anos (DIAMOND, 2002; DIAMOND; CARLSON; BECK, 2005). Somente nas condições mais favoráveis as crianças pré-escolares jovens demonstram uma mudança constante de atenção para estímulos de tarefas relevantes (RENNIE; BULL; DIAMOND, 2004).

3.2 REPRESENTAÇÃO E TEORIA DA MENTE

A habilidade de representação envolve a compreensão de que um objeto pode representar outro (PATTERSON, 2008). Essa habilidade é claramente vista em jogos de fingimento de crianças quando objetos são substituídos por outra coisa, como usar um bloco como um telefone celular. As habilidades de representação no jogo de fingimento tornam-se mais sofisticadas durante a segunda infância (LILLARD, 2002). Inicialmente, as crianças com idade de três anos provavelmente dependerão do uso de objetos realistas para os jogos de fingimento (por exemplo, usar o telefone celular de brinquedo como telefone), mas as crianças de quatro ou cinco anos de idade são cada vez mais capazes de usar objetos não realistas (por exemplo, blocos) para outros objetos em seu jogo de fingimento. As crianças pré-escolares mais velhas também são capazes de atribuir papéis e fingir ser outra pessoa durante jogos sociodramáticos. Este tipo de jogo ajuda as crianças a negociar como interagir com pares e resolver conflitos.

O desenho infantil é outra área que demonstra habilidades de representação melhoradas. Os desenhos de crianças com idade entre quatro e cinco anos são mais realistas e incluem mais detalhes do que os desenhos de crianças de três anos de idade. Detalhes em tais desenhos indicam um aumento no uso de símbolos para representar outro objeto (KELLOGG, 1969; SIEGLER; DELOACHE; EISENBERG, 2005).

Embora o jogo e os desenhos simbólicos indiquem como as crianças representam objetos, também há evidências de mudanças de desenvolvimento marcadas em como as crianças representam os estados mentais de si mesmas e de outros. Este conceito é referido como Teoria da Mente. Mais notavelmente, há melhorias dramáticas na capacidade das crianças pré-escolares de resolver tarefas de falsas crenças. Em tais tarefas, as crianças são tipicamente mostradas a uma situação que está em conflito com a realidade, como uma caixa de lápis com doces. Então, as crianças são perguntadas o que outra pessoa pensaria estar na caixa. A grande maioria dos jovens de três anos diz que a pessoa pensaria que a caixa dos lápis continha doces, enquanto que as crianças de cinco anos dizem que a pessoa pensaria que a caixa do lápis continha lápis de cor. Em suma, as crianças de três anos de idade não podem representar as crenças de outra pessoa nesta situação. Uma revisão da literatura sobre a história desta pesquisa encontrou achados surpreendentemente consistentes em diferentes tarefas de falsas crenças com crianças de três anos consistentemente apresentando níveis acentuadamente inferiores aos cinco anos de idade (WELLMAN; CROSS; WATSON, 2001). Além disso, o desempenho em tarefas de falsas crenças é gravemente prejudicado em crianças com autismo (BARON-COHEN, 1991). Assim, o desempenho das crianças em tarefas de falsas crenças pode estar relacionado ao desenvolvimento do cérebro em oposição a outros fatores, tais como demandas de tarefas e/ou habilidades de processamento.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM

Semelhante à pesquisa em tarefas de falsas crenças, também há mudanças dramáticas na linguagem das crianças pré-escolares. Mais notavelmente, em algum momento entre 15 e 30 meses de idade, as crianças experimentam um surto de vocabulário. Após este surto, as crianças começam a aprender novas palavras diariamente, com uma estimativa de uma nova palavra a cada hora de vigília durante a infância (GELMAN; KALISH, 2006). As estimativas sugerem que o vocabulário aumenta cerca de 9.000 palavras entre as idades de dois e quatro anos (HOFF; TIAN, 2005). Essa mudança substancial tem sido associada a vários mecanismos, como mapeamento rápido e *bootstrap* sintático que facilitam o desenvolvimento do vocabulário. O mapeamento rápido refere-se ao fenômeno de que as crianças adquirem palavras após uma exposição breve, e o *bootstrap* sintático refere-se à habilidade das crianças de descobrir significados de palavras com base em seu uso gramatical em frases; ambos os processos aumentam durante a segunda infância (WAXMAN; LIDZ, 2006).

Além do vocabulário, as crianças em idade pré-escolar tornam-se cada vez mais sofisticadas no uso de regras gramaticais e morfemas. Não é incomum que as crianças em idade pré-escolar usem formas incorretas para palavras, ainda que até a idade de cinco anos, a maioria das crianças típicas usa gramática correta (PATTERSON, 2008). As crianças pré-escolares também se tornam mais em sintonia com a pragmática da linguagem. Esta mudança de desenvolvimento

é demonstrada pela capacidade de conversação aprimorada: principalmente a capacidade de permanecer mais no tópico da conversa e a capacidade de recontar narrativas pessoais em ordem temporal.

Em resumo, as crianças apresentam melhorias marcadas entre os três e os cinco anos de idade nas tarefas cognitivas relacionadas à função executiva, representação e linguagem. Embora os pesquisadores tenham frequentemente estudado essas habilidades isoladamente no passado, houve uma maior atenção dedicada a entender como essas diferentes habilidades cognitivas são integradas e coordenadas para suportar o desempenho cognitivo (DIAMOND, 2007). No nível mais básico, as habilidades linguísticas das crianças contribuem para a sua capacidade de entender instruções para tarefas cognitivas. Os dados também indicam que a função executiva das crianças pré-escolares e falsas crenças estão associadas (BLAIR; RAZZA, 2007; CARLSON; MOSES, 2001). Finalmente, essas habilidades cognitivas e linguísticas figuram de forma proeminente na capacidade das crianças pequenas de entender o eu e interagir com as pessoas.

4 AUTOCONCEITO E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Em grande parte, devido à melhoria das habilidades físicas e cognitivas, crianças com idade entre três e cinco anos também apresentam melhorias em sua compreensão do *self*. Aos dois anos as crianças se reconhecem como separadas dos outros. Durante os anos pré-escolares, as crianças desenvolvem um autoconceito: uma base de conhecimento sobre seus traços e atitudes. A esta idade, os próprios conceitos das crianças consistem em características concretas, observáveis, como a aparência (por exemplo: "eu tenho olhos castanhos"), entidades externas (por exemplo: "eu tenho um irmão") e atividades (por exemplo: "eu jogo futebol") (HARTER, 1999). Além disso, as crianças de quatro e cinco anos podem começar a usar traços psicológicos (por exemplo: "Estou feliz") em suas autodescrições (MARSH; ELLIS; CRAVEN, 2002). Em geral, as crianças com idades compreendidas entre os três e os cinco anos têm visões positivas de si mesmas e, de fato, provavelmente serão excessivamente otimistas sobre suas habilidades (HARTER, 2006). Os pesquisadores sugeriram que, embora muitas vezes não seja realista, uma visão superotimista do *self* e das habilidades de alguém pode facilitar os esforços das crianças pequenas para resolver problemas (BJORKLUND, 2007; SHIN; BJORKLUND; BECK, 2007). Além disso, as crianças em idade pré-escolar não tendem a avaliar-se em termos de outros pares, o que é referido como Comparação Social. Sem a comparação social, crianças de três a cinco anos podem estar mais dispostas a tentar tarefas difíceis, levando a maiores chances de sucesso. Embora as crianças em idade pré-escolar não se comparem facilmente a seus pares, os autoconceitos positivos em seu funcionamento social provavelmente influenciam suas relações com os colegas.

4.1 REGULAÇÃO EMOCIONAL

As habilidades sociais adequadas nos anos pré-escolares foram associadas a competências em regulação emocional e competência social. A regulação emocional abrange uma ampla gama de habilidades, tais como a interpretação, a expressão e a modulação das emoções. Existem melhorias substanciais na capacidade das crianças de regular suas emoções, entre as idades de três e cinco anos (MCCABE; CUNNINGTON; BROOKS-GUNN, 2004; RAVER et al., 1999). Em geral, as crianças dependem de cuidadores para ajudar a regular suas emoções negativas, como conforto físico e/ou distrações. Durante os anos pré-escolares, as crianças elaboram novas estratégias e empregam mais estratégias para aliviar o estresse por conta própria (KLIMES-DOUGAN; KOPP, 1999; KOPP, 1992). A melhoria da linguagem contribui para a regulação emocional, proporcionando às crianças a capacidade de discutir seus sentimentos. Essas mudanças também são paralelas às mudanças associadas às funções executivas que envolvem atenção de controle e comportamentos inibidores (RUEDA; POSNER; ROTHBART, 2005). As crianças pré-escolares estão cada vez mais aptas a adiar a gratificação (MISCHEL, H.; MISCHEL, W., 1983). Semelhante à resolução de problemas em tarefas cognitivas, as habilidades de atenção e inibição também são importantes no processamento dos estados emocionais de si e de outros e no uso de estratégias para controlar o comportamento. As diferenças individuais no controle emocional e comportamental influenciam o sucesso das crianças durante as interações com os seus pares. Em suma, as crianças que são capazes de controlar suas emoções negativas e inibem o comportamento inadequado têm melhores relacionamentos com seus pares (DENHAM, 2006; FABES et al., 2002; SAARNI et al., 2006).

4.2 COMPORTAMENTO AGRESSIVO E PROSOCIAL

Durante os anos pré-escolares, os pares da criança se tornam um contexto importante para o desenvolvimento. Essas interações podem não só proporcionar oportunidades para resolução de problemas, uso de linguagem e pensamento criativo, mas também desafios como controle comportamental e lidar com conflitos. Brincar com os colegas e ambientes de sala de aula pré-escolar muitas vezes destacam diferenças individuais no comportamento agressivo e prosocial das crianças. Em geral, as crianças em idade pré-escolar que apresentam altos níveis de comportamento agressivo tendem a ser desprezadas pelos colegas, enquanto as crianças que apresentam altos níveis de comportamento prosocial são bem apreciadas (CRICK; CASAS; MOSHER, 1997; RUBIN; BUKOWSKI; PARKER, 2006). Crianças com idades entre três e cinco anos tendem a brincar e ter amigos do mesmo sexo (POWLISHTA; SERBIN; MOLLER, 1993; RUBIN; BUKOWSKI; PARKER, 2006). Essa tendência foi observada em muitas culturas diferentes (WHITING; EDWARDS, 1988). Não é surpreendente que o jogo de fingimento específico de gênero cresça com a idade (MARTIN; FABES, 2001). Há também diferenças notáveis no comportamento agressivo, sendo os meninos mais propensos a usar a agressão física e as meninas são mais propensas a usar

agressão relacional (por exemplo: exclusão, chamada de nomes). No entanto, com o aumento das habilidades linguísticas e da regulação emocional, o comportamento agressivo diminui entre três e cinco anos (UNDERWOOD; 2003).

Em resumo, o desenvolvimento social das crianças pré-escolares ocorre simultaneamente com o desenvolvimento físico e cognitivo. O uso mais avançado da representação e da linguagem simbólica facilita o jogo de fingimento das crianças e as interações com os colegas. Por sua vez, essas interações fornecem um cenário para o desenvolvimento de habilidades de regulação emocional e comportamentos agressivos e prosociais. Embora os autoconceitos das crianças nessa idade sejam relativamente positivos, as comparações sociais com os pares se tornarão cada vez mais comuns. As diferenças individuais nessas habilidades sociais durante os anos pré-escolares podem ter implicações importantes para o ajuste psicológico posterior das crianças (RUBIN; BUKOWSKI; PARKER, 2006).

4.3 PRONTIDÃO ESCOLAR E DESENVOLVIMENTO NA SEGUNDA INFÂNCIA

A maioria das crianças entra na pré-escola ou jardim de infância até os cinco anos, resultando em uma transição para crianças e suas famílias. Como as crianças gerenciam esta transição é crucial, porque o sucesso no início da escola é um importante preditor de desempenho acadêmico nas notas subsequentes. Assim, tem aumentado a atenção da pesquisa para as habilidades que apoiam a transição da criança para a pré-escola. Certamente, o desenvolvimento apropriado nas habilidades cognitivas, linguísticas e motoras irá melhorar o quão bem as crianças estão preparadas para a escola formal. Os pesquisadores sobre o desenvolvimento também estão começando a apreciar o papel das habilidades sociais e da regulação emocional na prontidão escolar. Embora os professores relatem as habilidades acadêmicas como importantes para transições bem-sucedidas para a educação infantil, eles também avaliaram as habilidades das crianças para seguir as direções e suas habilidades sociais como importantes (RIMM-KAUFMAN; PIANTA; COX, 2000).

Outros pesquisadores têm destacado o papel crítico da regulação emocional para a prontidão escolar, isto é, as habilidades das crianças para controlar sua atenção e inibir as respostas comportamentais são habilidades necessárias para o sucesso na pré-escola (BLAIR, 2002). De fato, as habilidades das funções executivas das crianças, especialmente a inibição, na pré-escola, preveem habilidades de matemática e alfabetização infantil nesta etapa (BLAIR; RAAZA, 2007). Pesquisadores interessados em alfabetização precoce também sugeriram que os componentes sociais e emocionais do desenvolvimento da alfabetização infantil precisam ser mais cuidadosamente examinados (DICKINSON; NEUMAN, 2006). Além disso, as diferenças individuais nas habilidades de regulação emocional têm sido associadas aos relacionamentos entre pares (DENHAM, 2006; FABES et al., 2002; SAARNI et al., 2006).

A pesquisa sobre a prontidão escolar é um bom exemplo de como o desenvolvimento de toda a criança (físico, cognitivo, social) em contexto (escola, colegas, professores, pais) deve ser considerado para entender completamente a mudança desenvolvimental. Esta perspectiva também deve ser adotada por todos os profissionais que trabalham com crianças pequenas. Na maioria das vezes, os esforços de intervenção e tratamento devem avaliar e considerar a criança individual desenvolvida em múltiplos contextos sobrepostos. Tal abordagem é susceptível de aumentar a eficácia da intervenção e os tratamentos envolvendo crianças pequenas.

5 ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E PERÍODOS SENSÍVEIS DA TERCEIRA INFÂNCIA

A transição da segunda para a terceira infância é marcada por avanços significativos no desenvolvimento cognitivo, tanto em termos de comportamento como de cérebro. Uma das mudanças de comportamento mais impressionantes é na memória das crianças. Nos anos que antecederam à terceira infância, as crianças mostram pouca lembrança deliberada e estratégica. Quando investidos com a tarefa de aprender um conjunto de palavras ou lembrar um conjunto de imagens ou objetos, por exemplo, elas não conseguem se envolver em comportamentos que as ajudem a lembrar. Em contraste, no início dos anos escolares, as crianças podem agrupar imagens de itens semelhantes ou repetir os nomes dos itens várias vezes para si mesmas (ensaio). Embora elas nem sempre se beneficiem dessas estratégias – um fenômeno conhecido como deficiência de utilização (*utilization deficiency*) –, o comportamento é um passo importante no caminho para a memória deliberada e estratégica. Pensa-se que as deficiências de utilização ocorrem porque as crianças devem dedicar a maioria dos seus recursos cognitivos ao planejamento de como usar e efetivamente implementar a estratégia, reduzindo assim os recursos disponíveis para completar os outros componentes da tarefa (BJORKLUND; HARNISHFEGGER, 1987). Mais tarde, nos anos escolares, as crianças não só se beneficiam do uso da estratégia, mas também se engajam em estratégias mais sofisticadas e eficazes, como a elaboração de material a ser lembrado e a formação de associações entre os itens (BJORKLUND; DUKES; BROWN, 2009).

Como pode ser esperado, com base na capacidade de desenvolvimento das crianças para lembrar, a terceira infância é marcada por aumentos na base de conhecimento. As crianças não só aprendem mais fatos, mas também aumentam a organização de seus conhecimentos e, portanto, são capazes de usá-los de forma mais produtiva. Estudos sobre o desenvolvimento de conhecimentos dentro de um domínio indicam que, à medida que mais informações se acumulam, eles se tornam hierarquicamente integrados e organizados. Como resultado, uma criança que sabe muito sobre dinossauros, por exemplo, pode responder a perguntas sobre dinossauros específicos e conhecidos e também fazer inferências precisas

sobre membros desconhecidos da categoria. Por exemplo, confrontados com um dinossauro desconhecido com pescoço longo, crianças com experiência na categoria concluirão que o exemplar provável come árvores, enquanto as crianças sem conhecimento da categoria não têm base para inferência (GOBBO; CHI, 1986). O conhecimento aumentado também traz maior velocidade, provavelmente porque menos esforço mental é necessário para recuperar informações bem conhecidas.

Os anos da terceira infância também são marcados por habilidades de resolução de problemas mais eficazes e eficientes, incluindo planejamento, geração e teste de hipóteses. Em relação às crianças jovens e em idade escolar, as crianças de 11 e 12 anos são mais capazes de formular planos e revisá-los, conforme necessário, em relação às crianças de 8 e 9 anos de idade (PEA; HAWKINS, 1987). As diferenças relacionadas com a idade são aparentes mesmo quando a tarefa está em um domínio bem conhecido, como fazer tarefas na sala de aula, e são ainda mais óbvias quando as crianças são confrontadas com novas tarefas. Há também desenvolvimentos no domínio da geração e teste de hipóteses, com mudanças salientes na aplicação da estratégia de controle de variáveis para criar experimentos não fundamentados. Considerando que no começo dos anos escolares as crianças aparentemente não percebem nenhum benefício ao manter todos, exceto um elemento de um problema constante, no final da terceira infância elas apreciam que mudar apenas uma variável de cada vez permite avaliar o efeito dessa variável (CHEN; KLAHR, 1999).

Os avanços comportamentais no desenvolvimento cognitivo durante o período da terceira infância estão intimamente relacionados às mudanças contínuas no cérebro. Uma região do cérebro que sofre um desenvolvimento significativo durante a terceira infância é o córtex pré-frontal, particularmente o córtex pré-frontal dorsolateral (REISS et al., 1996). Esta área do cérebro está envolvida no desenvolvimento de funções executivas, que incluem inibição comportamental e memória de trabalho, entre outras (STUSS; ALEXANDER, 2000). Durante esta etapa da infância e além, a região pré-frontal se torna mais eficiente através da eliminação ou poda de conexões neurais ou sinapses não utilizadas que estavam presentes antes ou entre os 1,5 anos de nascimento. Durante esse processo, as conexões que são utilizadas muitas vezes são mantidas ao longo do tempo e tornam-se mais fortes, ao passo que aquelas menos utilizadas se tornam fracas e são abolidas. Desta forma, a reestruturação sináptica ocorre como resultado de processos dependentes da atividade e diretamente relacionados com a frequência com que certos circuitos neurais são utilizados durante o desenvolvimento (HUTTENLOCHER; DABHOLKAR, 1997). A evidência de que as regiões pré-frontais do cérebro não estão totalmente desenvolvidas na terceira infância é manifesta a partir do trabalho usando a neuroimagem funcional. Embora crianças e adultos aparentemente utilizem as mesmas regiões do cérebro para completar tarefas cognitivas pré-frontais, uma ativação mais difusa é vista em crianças, o que indica que seus circuitos neurais ainda não são tão especializados quanto os adultos (CASEY; GIEDD; THOMAS, 2000).

Embora o cérebro se torne mais eficiente e organizado como resultado da poda, uma implicação funcional potencialmente importante desse processo pode ser que o cérebro se torne menos plástico ou maleável como resultado, isto é, a especialização de circuitos neurais para tarefas específicas pode causar ao cérebro a perda de sua capacidade de ser facilmente reestruturado pela experiência. Como tal, os insultos neurológicos podem não ser tão facilmente compensados como podem ter sido em idades anteriores, resultando em maior possibilidade de deficiências funcionais a longo prazo (CHUGANI, 1998).

Para resumir, há avanços significativos no desenvolvimento cognitivo durante o período da terceira infância. Há fortes razões para acreditar que estão diretamente relacionados ao desenvolvimento contínuo de certas regiões cerebrais, particularmente o córtex pré-frontal. Durante este período, as crianças tornam-se mais deliberadas e estratégicas para lembrar. Elas não só aprendem mais informações, mas também aumentam a organização de seus conhecimentos e, portanto, são capazes de usá-los de forma mais produtiva. Os anos da terceira infância também são testemunhas de habilidades de resolução de problemas mais efetivas e eficientes, incluindo planejamento, geração e teste de hipóteses. Desta forma, as crianças fazem progressos significativos em direção a padrões de pensamento mais semelhantes aos adultos durante esta etapa da infância, embora o desenvolvimento cognitivo não esteja de forma alguma completo.

6 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM E PERÍODOS SENSÍVEIS DA TERCEIRA INFÂNCIA

Embora grandes avanços no desenvolvimento da linguagem estejam praticamente concluídos pela terceira infância, aprimoramentos sutis na linguagem continuam ao longo dos anos escolares. Ao longo dos anos escolares primários, as crianças continuam a integrar novas palavras em seus vocabulários. Por uma estimativa, elas têm cerca de 10.000 palavras enquanto estiverem no primeiro ano e aproximadamente 40.000 palavras na quinta série (ANGLIN, 1993). Parte desse aumento de vocabulário resulta de avanços em alfabetização durante os anos escolares, de modo que as crianças se tornam mais capazes de ler e podem usar "pistas de contexto" para determinar o significado de palavras desconhecidas (NAGY; SCOTT, 2000). Durante esta etapa da infância as crianças também percebem que palavras semelhantes podem ter diferentes padrões de acentuações e significados conceituais e usá-los adequadamente. Por exemplo, as crianças entendem que "manhã" e "manha" soam diferentes quando faladas e podem usar a entonação correta ao falar sobre elas. Além disso, as crianças também começam a perceber que a mesma palavra pode ter mais de um significado (WELLMAN; HICKLING, 1994). Este novo desenvolvimento permite que as crianças se envolvam no uso de metáforas e enigmas, e como resultado as crianças geralmente se tornam mais humorísticas em suas conversas com outras pessoas (FOWLES; GLANZ, 1977).

As crianças também se tornam mais adeptas da conversação durante a terceira infância. Elas usam gramática mais avançada, incluindo a voz passiva e os infinitivos (HORGAN, 1978; KIRBY, 2010), e elas são mais capazes de entender o significado das palavras e frases usadas na conversa, mesmo que o falante possa não ter transmitido suas ideias diretamente. Além disso, as crianças se tornam mais capazes de modificar a direção das conversas ao mudar gradualmente o tópico para outra coisa. Essas novas habilidades e aprimoramentos surgem, em parte, como resultado da evolução da consciência metalinguística, ou seja, as crianças se tornam mais capazes de pensar e argumentar sobre a linguagem durante este período da infância. Essa habilidade se manifesta, por exemplo, em termos de conhecer todas as letras e sons em uma palavra (TUNMER; NESDALE, 1982) e ser capaz de indicar quando a gramática de uma determinada frase está correta ou incorreta (BIALYSTOK, 1986).

Embora a questão permaneça aberta e em debate ativo, há evidências de um período crítico ou sensível no desenvolvimento da linguagem. Algumas das evidências provêm de casos em que a oportunidade de aprender a linguagem foi adiada significativamente, muito além da infância. Talvez o mais conhecido desses casos seja o de Genie, uma jovem que foi severamente privada na infância e passou a maior parte de sua infância isolada de outras pessoas até que ela foi descoberta no início da adolescência (FROMKIN et al., 1974). No início da vida, a mãe de Genie só falou com ela durante breves instantes de alimentação. O pai de Genie exigiu silêncio absoluto dela em todos os momentos. Quando ela foi encontrada, Genie não se envolveu em nenhum discurso independente. Ao longo do tempo, e com treinamento, ela começou a compreender palavras únicas, entender a diferença entre substantivos singulares e plurais, responder adequadamente aos possessivos e compreender as preposições. Ela também adquiriu a capacidade de falar palavras com duas ou três sílabas com entonação, duração e intensidade da vogal, e ela conseguiu produzir frases curtas para retransmitir suas ideias para aqueles que a rodeavam. Apesar desses avanços significativos, Genie não entendeu a estrutura gramatical das frases e teve dificuldade em alguns aspectos da morfologia. No entanto, o fato de que Genie poderia adquirir alguns aspectos da linguagem mais tarde na vida sugere que o período crítico para a aquisição da linguagem não expira completamente durante a infância.

Os padrões de aprendizagem de linguagem por indivíduos que aprendem a usar a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) ou um segundo idioma em diferentes momentos do desenvolvimento se assemelham aos encontrados com a Genie. Newport et al. (1990) estudaram indivíduos surdos que aprenderam uma linguagem de sinais (neste caso, a *American Sign Language* – ASL) logo após o nascimento, transmitida pelos pais e familiares; que aprenderam uma linguagem de sinais na infância como resultado de serem matriculados em uma escola específica para indivíduos com surdez; ou que aprenderam a linguagem de sinais durante a adolescência ou depois através de uma escola especializada ou pela exposição através de outros meios. Apesar das diferenças nas idades em que os participantes dessa pesquisa começaram a adquirir a linguagem de sinais, no momento em que sua linguagem foi testada, todos tinham, pelo menos, 30

anos de exposição à linguagem. Os testes de linguagem indicaram que a idade na aquisição não afetou o vocabulário básico, mas que a morfologia era mais avançada para indivíduos que adquiriram esta linguagem no início da vida.

Foram observados efeitos semelhantes para indivíduos que adquirem uma segunda língua em diferentes pontos de desenvolvimento (JOHNSON; NEWPORT, 1989). Em geral, quanto mais tarde o início da aquisição da segunda língua, menos avançados são a morfologia e a sintaxe. Os efeitos são especialmente pronunciados para crianças e adolescentes que começam a aprender a segunda língua aos 15 anos de idade ou menos. Além dos 15 anos, há pouca relação entre a idade de aquisição e o eventual domínio da segunda língua. Essas descobertas indicam que a capacidade de aprender uma segunda língua diminui constantemente durante o período de infância e adolescência. No entanto, a pesquisa não sugere um ponto de tempo específico em que o idioma não pode mais ser aprendido.

Em resumo, a linguagem sofre um desenvolvimento contínuo durante o período da terceira infância, embora novos avanços significativos não sejam tão aparentes quanto em períodos de desenvolvimento anteriores. As crianças continuam a experimentar avanços em semântica, fonologia, gramática e pragmática, o que lhes permite conversas mais avançadas com seus pares e com adultos. Além disso, não parece haver um período crítico rigoroso para o desenvolvimento da linguagem, uma vez que os indivíduos podem adquirir linguagem ao longo do período da terceira infância e além do mesmo. Embora as linguagens adquiridas mais tarde na vida possam incluir características anômalas em comparação com falantes nativos, a aquisição da linguagem não se torna impossível à medida que os indivíduos se desenvolvem.

7 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO MOTOR E PERÍODOS SENSÍVEIS

Embora o crescimento físico na terceira infância seja mais lento do que nos anos pré-escolares, é constante. Junto ao crescimento físico, há melhorias na capacidade motora neste período. A coordenação e o controle muscular podem ser irregulares e imperfeitos no início do período, mas as crianças tornam-se quase tão coordenadas quanto os adultos até o final desta etapa da infância. Por exemplo, enquanto as crianças pequenas arremessam apenas com o braço, as crianças mais velhas coordenam o movimento nos ombros, braços e pernas para arremessar em maiores distâncias (GALLAHUE, 1989). Em cada ano que passa, as crianças podem correr mais rápido e saltar mais alto (KEOUGH; SUGDEN, 1985).

Na terceira infância, os músculos pequenos se desenvolvem rapidamente, fazendo atividades que requerem mais movimentos finos (por exemplo, tocar um instrumento musical) e mais agradáveis. A capacidade de controlar pequenos músculos juntamente a uma melhor coordenação dos olhos e das mãos facilita muitas tarefas. Por exemplo, por volta dos oito ou nove

anos de idade, as crianças são proficientes no uso de ferramentas domésticas, como uma chave de fenda, e são capazes de jogar videogames de mão com maior proficiência e menos esforço. As crianças mais velhas mostram tempos de reação mais rápidos do que crianças mais novas (WILKINSON; ALLISON, 1989). A velocidade do dedo e os movimentos espelho também melhoram nesta faixa etária. Garvey e Mall (2008) examinaram a relação entre a aquisição de habilidades motoras finas na infância e o desenvolvimento do córtex motor usando estimulação magnética transcraniana (EMT). Eles descobriram que, à medida que as crianças envelhecem, as velocidades dos dedos se tornam mais rápidas e os limiares potenciais evocados motoramente diminuem.

Em resumo, a maioria das mudanças dramáticas do desenvolvimento motor ocorrem antes da terceira infância. No entanto, nesta etapa da infância, as habilidades motoras são refinadas, de modo que, no final deste período de idade, e na adolescência, as habilidades motoras são muito parecidas com as dos adultos.

8 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E PERÍODOS SENSÍVEIS

As crianças pré-escolares descrevem-se concretamente, com foco em suas características físicas, por exemplo. Por aproximadamente oito anos de idade, as crianças começam a descrever com mais detalhes sobre seus atributos psicológicos internos, por exemplo, traços, crenças e sentimentos (DAMON; HART, 1988). À medida que as crianças envelhecem, elas também começam a avaliar-se e as qualidades que elas acreditam ter (por exemplo: competências físicas, acadêmicas e sociais), uma avaliação chamada autoestima. Crianças com alta autoestima estão satisfeitas com as qualidades que acreditam ter; no entanto, crianças com baixa autoestima tendem a ocupar-se de qualidades que consideram inadequadas. Crianças com idade igual a cinco ou seis anos começam a autoavaliação comparando-se com outras (RUBLE; EISENBERG; HIGGINS, 1994). Aos oito anos de idade, o autoconceito das crianças está mais estável e suas autoavaliações tornam-se mais precisas (HARTER, 1982).

As interações sociais das crianças também mudam com o desenvolvimento. Tal como a sua capacidade de se descrever, as crianças menores de sete ou oito anos geralmente descrevem outros de forma concreta (PEEVERS; SECORD, 1973). As crianças mais velhas incluem qualidades não observáveis em suas descrições de outras pessoas que conhecem. Além disso, as crianças mais novas costumam usar um termo geral para descrever alguém, tipicamente um rótulo para o comportamento recente da outra pessoa (por exemplo: "Ele foi malvado!"), em vez de uma descrição que descreve as qualidades duradouras de alguém (RHOLES; JONES; WADE, 1988). Além disso, parece que as crianças mais novas acham descrições semelhantes a traços menos valiosos. Por exemplo, Boggiano, Klinger e Main (1986) descobriram que as crianças de cinco a sete anos estavam

mais interessadas em brincar com outra criança por causa de um brinquedo atraente que a outra criança tinha do que porque a outra criança era "legal". Em contraste, com nove anos de idade as crianças mais velhas eram mais propensas a brincar com uma criança rotulada de "agradável", independentemente de a outra criança possuir um brinquedo atraente.

Em resumo, a terceira infância é um período importante no desenvolvimento socioemocional. As crianças dessa idade continuam a elaborar seu autoconceito e imagens corporais. Além disso, elas têm mais oportunidades de interagir com colegas e são influenciadas por eles. Esses desenvolvimentos estão relacionados a importantes problemas de saúde e educação, descritos na sequência.

9 PROBLEMAS DE SAÚDE

Dois problemas de saúde significativos que podem se desenvolver durante o período da terceira infância e têm implicações funcionais a longo prazo são a obesidade pediátrica (infantil) e a puberdade precoce. Embora não exista uma definição padronizada ou um meio de avaliar a obesidade nesta etapa da infância, a obesidade pediátrica é um problema grave em vários países, tanto na Europa quanto nas Américas, inclusive no Brasil, que apresenta problemas persistentes para os indivíduos afetados em muitos domínios de desenvolvimento (AGÊNCIA BRASIL, 2012). Em relação aos seus pares de peso padrão, as crianças obesas estão em maior risco de desenvolver cálculos biliares, problemas hepáticos, asma, apneia do sono e diabetes. Na medida em que a obesidade persiste ao longo do tempo, esses desafios a curto prazo podem resultar em graves complicações de saúde a longo prazo. À medida que as crianças se desenvolvem em adolescentes e adultos, indivíduos afetados podem desenvolver hipertensão arterial e níveis elevados de colesterol, aumentando assim o risco de problemas cardiovasculares. Os indivíduos que mantêm sua obesidade ao longo do tempo também podem ser mais suscetíveis ao câncer de cólon, problemas reprodutivos e, possivelmente, até a mortalidade adulta (MUST; STRAUSS, 1999). Dados os numerosos efeitos negativos da obesidade nos resultados gerais de saúde, problemas significativos de saúde pública podem resultar em áreas geográficas ou em grupos de pessoas em que a obesidade está generalizada (VISSCHER; SEIDELL, 2001).

Apesar dos problemas de saúde física acima mencionados, os efeitos socioemocionais da obesidade pediátrica podem estar entre os mais difíceis de suportar pelas crianças. Não só as crianças obesas desenvolvem percepções negativas de sua própria imagem corporal, mas também outras crianças mostraram avaliar as crianças obesas de maneiras mais negativas do que as crianças com peso padrão e indicam que elas seriam menos propensas a interagir com elas (BELL; MORGAN, 2000). Como resultado, esses indivíduos podem ser percebidos como indesejáveis como amigos. Na medida em que esse padrão de interação social

persiste ao longo dos anos escolares, as crianças com excesso de peso podem esperar a rejeição de outros, levando a uma diminuição da autoestima que pode colocar os indivíduos afetados em maior risco de abuso de drogas e álcool, especialmente durante os primeiros anos da adolescência (STRAUSS, 2000).

Dados os efeitos negativos generalizados da obesidade na terceira infância, pesquisadores investigaram intervenções que podem levar a reduções de longo prazo na obesidade persistente (EPSTEIN et al., 1994). De acordo com Dietz e Gortmaker (2001), alguns dos tratamentos mais bem-sucedidos incluíram: (1) tratamentos baseados na família, que eram sensíveis às características específicas da família, incluindo o status socioeconômico e origens étnicas, além das atitudes dos pais e das crianças sobre exercício e alimentação; e (2) intervenções baseadas na escola, que se concentraram na redução da disponibilidade de bebidas açucaradas e alimentos que engordam nos refeitórios, informando os alunos sobre a importância da alimentação saudável e monitoramento da ingestão de alimentos e aumento da atividade física. Embora essas intervenções tenham sido um pouco bem-sucedidas na redução do efeito a longo prazo da obesidade em crianças, a atenção também deve ser direcionada para prevenir a obesidade infantil e eliminar os problemas de saúde e consequências socioemocionais resultantes. Dado que o período da terceira infância pode coincidir com o início da puberdade, as consequências socioemocionais das relações negativas dos pares e a imagem corporal pobre podem ser ampliadas à medida que as crianças tentam entender as mudanças físicas que estão experienciando.

A puberdade precoce é definida como a aparência inusitadamente precoce de características sexuais secundárias em crianças (incluindo o desenvolvimento mamário nas meninas e o pelo púbico nas meninas e nos meninos). Embora ambos os sexos possam ser afetados, a puberdade precoce ocorre mais frequentemente em meninas do que em meninos (EHRHARDT; MEYER-BAHLBURG, 1994). A puberdade é considerada precoce quando ocorre antes dos oito anos de idade em meninas e antes dos nove anos em meninos (KLEIN, 1999). Fatores genéticos e ambientais provavelmente são influentes na determinação de quais crianças sofrem puberdade precoce. Por exemplo, a idade de início da puberdade precoce difere tanto do sexo quanto da etnia e pode ser afetada por fatores ambientais, como a incidência de excesso de peso ou obesidade (KAPLOWITZ et al., 2001).

O desenvolvimento precoce de características sexuais secundárias não só causa alterações físicas prematuras, mas também pode levar a consequências funcionais a longo prazo em outros domínios. As crianças que experimentam a puberdade precoce podem ter alturas mais baixas quando adultas. Esses resultados físicos de longo prazo podem ser moderados, proporcionando garotas com tratamentos hormonais, como o hormônio liberador de gonadotropina, que inibe a liberação de esteroides que promovam o desenvolvimento sexual, se as meninas experimentarem o início puberal antes dos seis anos de idade. No entanto, não está claro exatamente quais são os indivíduos que receberão os maiores benefícios do tratamento (KLEIN, 1999).

A puberdade precoce também pode exercer efeitos duradouros sobre o desenvolvimento socioemocional. Um estudo longitudinal de meninas com puberdade precoce indicou que os indivíduos afetados relataram manter as mãos com parceiros românticos, participar de jogos de beijar e ter seu primeiro beijo em idades anteriores em relação aos grupos de controle; no entanto, a idade na primeira relação sexual estava dentro do intervalo típico (EHRHARDT; MEYER-BAHLBURG, 1994). As crianças afetadas pela puberdade precoce também podem sofrer dificuldades comportamentais, incluindo depressão, retraimento social, tendências agressivas e mau humor (SONIS et al., 1985) e também podem contribuir para o funcionamento negativo a longo prazo em alguns domínios socioemocionais.

Para resumir, a obesidade infantil pode ter implicações negativas para o desenvolvimento socioemocional e na saúde física na terceira infância e também pode contribuir para resultados funcionais negativos no longo prazo, na medida em que a condição persiste ao longo do tempo. Embora as repercussões socioemocionais e físicas da puberdade precoce possam ser menos graves ao longo do tempo, o efeito que ambas as condições podem ter nos termos a curto e longo prazo destaca a necessidade de maiores esforços de prevenção e intervenções mais intensivas para melhorar a vida dos indivíduos afetados.

10 QUESTÕES EDUCATIVAS

Um dos desenvolvimentos educacionais mais relevantes na terceira infância é aprender a ler. À medida que as crianças aprendem a ler, elas compreendem a relação entre letras e sons, aprendem exceções a regras comuns e reconhecem palavras inteiras com base nas letras constitutivas (HIRSCH, 2003). À medida que as habilidades de leitura se tornam mais avançadas, espera-se que as crianças compreendam e obtenham conhecimento dos materiais que lhes são apresentados. Esta transição foi descrita como de "aprender para ler" para "ler para aprender" (CHALL, 1983).

As realizações na aprendizagem para leitura estão criticamente relacionadas aos sucessos na leitura para aprender. As crianças que são mais rapidamente capazes de processar fluentemente a palavra escrita, que têm grandes vocabulários e que têm algum conhecimento subjacente ao tema em estudo, tendem a compreender mais do que é lido em relação a crianças sem essas características. Essas habilidades também estão inter-relacionadas. Por exemplo, as crianças que processam as palavras com fluência são mais propensas a adquirir novas informações do texto lido devido à sua capacidade de manter novas informações na memória de trabalho. Da mesma forma, as crianças que manifestam algum conhecimento de conteúdo do tópico são mais propensas a descobrir palavras de vocabulário desconhecidas a partir do contexto somente, permitindo-lhes aprender novas palavras enquanto elas leem.

Dado que o objetivo da leitura é aprender novas informações, facilitar a compreensão no início é um objetivo importante da educação inicial. As crianças podem ser mais proficientes em "ler para aprender" mais tarde na vida se estiverem expostas a muitas novas palavras no início do desenvolvimento, se estiverem expostas a trabalhos de não ficção para ajudar a construir uma base de conhecimento relevante para obter informações que possam ser aprendidas precocemente e se elas tiverem uma pequena quantidade de treinamento em táticas de compreensão formal. Também deve ser dada especial atenção aos indivíduos de grupos desfavorecidos, pois podem ter maior probabilidade de receber uma exposição menos espontânea à linguagem e desenvolver menos compreensão de leitura em relação aos demais. Desta forma, então, "aprender para ler" é um componente integral de "ler para aprender" e pode afetar significativamente os resultados de desenvolvimento relacionados à alfabetização a longo prazo.

Além das transições normativas durante o período da terceira infância, os distúrbios do desenvolvimento também podem se tornar evidentes durante esse período devido às relações com o desempenho na escola. Dois desses distúrbios são a dislexia (SHAYWITZ, S.; SHAYWITZ, B., 2005) e a discalculia (SHALEV, 2004). Esses distúrbios são caracterizados por dificuldades em leitura e aritmética, respectivamente, e que não são explicáveis pela falta de inteligência ou motivação geral. Considerando que a dislexia é um transtorno neurobiológico que afeta o reconhecimento de palavras, ortografia e decodificação, a discalculia é caracterizada por déficits de desempenho em habilidades matemáticas adequadas à idade. Notavelmente, a prevalência da dislexia excede em grande parte a da discalculia. A dislexia tende a persistir ao longo do tempo, de modo que as melhorias dramáticas na capacidade de leitura geralmente não são observadas à medida que os indivíduos se desenvolvem. Por outro lado, formas leves de discalculia podem melhorar ao longo do tempo à medida que as crianças ganham a capacidade de contar bem. No entanto, as formas graves presentes na terceira infância e além deste período podem persistir ao longo do tempo. Dado o aumento da prevalência de dislexia, uma maior atenção da pesquisa tem sido dedicada a determinar seus efeitos funcionais a longo prazo. Os esforços para reduzir a prevalência e limitar os efeitos desses distúrbios nesta etapa da infância certamente valem a pena, de modo a proporcionar aos alunos mais oportunidades de sucesso na escola e posteriormente.

Outra questão educacional que pode afetar as crianças durante a terceira infância é o Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH). Este transtorno é marcado por um conjunto de sintomas que significam um déficit central na inibição comportamental com deficiências relacionadas a memória de trabalho, autorregulação, fala interna, a modificação do comportamento com base na experiência anterior e as habilidades motoras necessárias para completar essas ações, e pode estar relacionado ao processamento anormal no córtex pré-frontal (BARKLEY, 1997). Os diagnósticos são frequentemente baseados na descrição fornecida pela Classificação Internacional de Doenças (CID-10) ou pelo Manual

Diagnóstico e Estatística das Doenças Mentais (DSM-5), que inclui critérios separados para crianças que são principalmente desatentas, principalmente hiperativas e impulsivas, ou que apresentam sintomas característicos de ambas as classificações. Segundo a American Psychiatry Association (2014, p. 61):

O TDAH começa na infância. A exigência de que vários sintomas estejam presentes antes dos 12 anos de idade exprime a importância de uma apresentação clínica substancial durante a infância. Ao mesmo tempo, uma idade de início mais precoce não é especificada devido a dificuldades para se estabelecer retrospectivamente um início na infância. As lembranças dos adultos sobre sintomas na infância tendem a não ser confiáveis, sendo benéfico obter informações complementares.

Um diagnóstico positivo pode ser fornecido se uma criança sofrer comprometimento significativo em pelo menos uma das duas configurações, desatenção e/ou hiperatividade e impulsividade, e se seis (ou mais) sintomas “persistem por pelo menos seis meses em um grau que é inconsistente com o nível do desenvolvimento e têm impacto negativo diretamente nas atividades sociais e acadêmicas/profissionais” (AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION, 2014, p. 59). Infelizmente, algumas crianças (particularmente aquelas com a classificação desatenta) podem não sofrer deficiências funcionais significativas até após a idade de sete anos, quando o trabalho escolar se torna mais difícil para elas realizarem. Esta realidade realça a necessidade potencial de revisão de alguns dos critérios de qualificação para o TDAH.

Notavelmente, a prevalência do TDAH e seu efeito sobre os resultados funcionais torna este transtorno uma questão educacional séria no Brasil. Aproximadamente 5% das crianças em idade escolar são afetadas pelo TDAH, com meninos sendo mais diagnosticados do que meninas, dependendo da classificação particular (AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION, 2014). O tratamento mais comum para a doença é a medicação estimulante, com a maioria das crianças recebendo benefícios significativos de seu uso. No entanto, ainda não há estudos sobre os efeitos a longo prazo da medicação estimulante no cérebro ou sobre os resultados comportamentais, o que é digno de nota, uma vez que tanto o cérebro quanto o comportamento ainda estão passando por desenvolvimentos significativos durante a terceira infância (ROWLAND; LESESNE; ABRAMOWITZ, 2002). A psicoterapia também pode ser útil como um tratamento adicional ao TDAH, especialmente na presença de transtornos comórbidos. O TDAH comumente co-ocorre com dificuldades de aprendizagem, transtorno de conduta e depressão e transtornos de ansiedade, entre outros (BIEDERMAN; NEWCORN; SPRICH, 1991). Alguns desses transtornos comórbidos podem responder bem à psicoterapia e tratá-los efetivamente também pode ter um efeito positivo na sintomatologia do TDAH. No entanto, os sintomas do TDAH podem persistir à medida que os indivíduos envelhecem e afetam suas vidas de maneiras significativas: por exemplo, os meninos afetados completam menos educação do que os grupos controles e conseguem menos em termos de suas ocupações profissionais (MANNUZZA et al., 1997).

Dadas as significativas dificuldades imediatas e talvez persistentes associadas ao TDAH, esforços substanciais foram feitos para identificar os fatores de risco para o desenvolvimento desse transtorno. Parte do desafio de documentar com sucesso fatores de risco específicos pode resultar da heterogeneidade do perfil comportamental do mesmo (DENCKLA, 1992). Como o TDAH pode se manifestar de muitas maneiras diferentes, vários fatores de risco podem estar implicados em sua ocorrência. Os fatores de risco que foram identificados até o momento incluem o tabagismo materno durante a gravidez (MILBERGER et al., 1996) e peso muito baixo no nascimento (BOTTING; POWLS; COOKE, 1997). Fatores de risco ambientais também foram sugeridos, incluindo a exposição ao chumbo (NEEDLEMAN et al., 1979). Além disso, há algumas evidências de que os polimorfismos genéticos hereditários podem contribuir para o desenvolvimento do TDAH, uma vez que o transtorno tende a co-ocorrer em famílias (WALDMAN; RHEE, 2002).

Para resumir, o período da terceira infância inclui muitos problemas educacionais, incluindo a transição de "aprender para ler" a "ler para aprender". Essa transição pode ser complicada pela presença de distúrbios do desenvolvimento, que podem ser refletidos no desempenho escolar, incluindo a dislexia, discalculia e TDAH. O TDAH é uma das questões educacionais mais significativas que podem afetar as crianças durante este período da infância. Este transtorno afeta a inibição comportamental e provoca deficiências relacionadas em outras medidas das funções executivas e resulta em perfis comportamentais que incluem comportamentos hiperativos, impulsivos ou desatentos. Dada a prevalência deste transtorno e seus efeitos sobre o funcionamento a curto prazo e os resultados a longo prazo, foi dedicada atenção significativa à identificação de fatores de risco para o desenvolvimento de TDAH, embora tenha sido observada dificuldade devido à heterogeneidade dos sintomas que caracterizam o distúrbio. No entanto, os sintomas do TDAH e distúrbios comórbidos relacionados podem ser reduzidos através do uso de medicamentos estimulantes e psicoterapia, embora o efeito do tratamento medicinal a longo prazo sobre o desenvolvimento e o comportamento do cérebro ainda não tenha sido estabelecido. A dislexia e a discalculia receberam menos atenção de pesquisa do que o TDAH, mas também têm o potencial de afetar significativamente a vida das crianças na terceira infância. Pesquisa adicional esclarecerá essas questões e promete beneficiar substancialmente a vida daqueles que são afetados por essas condições de desenvolvimento.

1.1 RELACIONAMENTOS FAMILIARES E COM PARES

As famílias são um dos principais grupos sociais que influenciam as crianças. Os pais continuam a desempenhar um papel importante na socialização das crianças na terceira infância média. O trabalho seminal de Baumrind (1967) mostrou o quanto os estilos parentais afetam as crianças. Depois de observar crianças pré-escolares e seus pais, descobriu que, em geral, existem três estilos parentais: autoritário, autoritativo e permissivo. Os pais autoritários são rigorosos, enquanto os pais permissivos são indulgentes ou negligentes. Os pais autoritativos são flexíveis e, embora imponham regras, também são sensíveis às necessidades

de seus filhos. Baumrind (1975) observou as mesmas crianças novamente aos 8-9 anos de idade e descobriu que as competências sociais e cognitivas eram diferentes para as crianças que foram criadas usando esses diferentes estilos parentais. Meninas cujos pais foram classificados como permissivos cresceram para serem passivas e retraídas, e os meninos tendem a não ter responsabilidade social e independência. As filhas de pais autoritários possuíam competências cognitivas e sociais médias, e os filhos possuíam competências sociais médias e baixas competências cognitivas. Crianças cujos pais foram classificados como autoritativos, no entanto, cresceram para ter altas competências cognitivas e sociais. As filhas de pais autoritativos foram caracterizadas como criativas e socialmente confiantes aos 8-9 anos de idade, e os filhos foram caracterizados como altruístas e cooperativos. Esta pesquisa indica que os estilos parentais desempenham um papel importante no resultado das crianças nesta etapa da infância. É claro que os efeitos mais dramáticos são observados em crianças que foram abusadas ou negligenciadas. As crianças que foram criadas com pais não engajados que são distantes ou hostis e que não se importam com seus filhos ou seus futuros têm resultados negativos. Esse estilo de criação produz filhos que estão em risco significativo de desempenho acadêmico, repetição de séries e problemas disciplinares (ECKENRODE; LAIRD; DORIS, 1993).

Os irmãos também desempenham papéis significativos como confidentes, colegas de brincadeira e até cuidadores e professores para crianças na terceira infância. Claro, as rivalidades entre irmãos são muito comuns. De fato, os relacionamentos de irmãos podem ser tanto tensos quanto fortes ao mesmo tempo. Por exemplo, uma amostra de crianças em idade escolar relatou uma alta taxa de antagonismo e brigas, bem como companheirismo e admiração de irmãos (FURMAN; BUHRMESTER, 1985). Os autorrelatos de crianças em idade escolar revelaram que os irmãos mais próximos na idade tendiam a ter mais conflitos (brigas, competição etc.) do que aqueles mais distantes em idade. Além disso, os irmãos do mesmo sexo tendiam a se aproximar emocionalmente uns dos outros do que os irmãos do sexo oposto, quando os irmãos estavam juntos em idade.

Os irmãos também parecem desempenhar um papel importante no desenvolvimento cognitivo uns dos outros, mesmo quando a maior relevância dos pares aumenta. Os irmãos se tornam professores eficazes aos sete anos de idade (CICIRELLI, 1972). Na verdade, parece que os irmãos influenciam o desenvolvimento cognitivo mais do que os colegas nesta faixa etária. Azmitia e Hesser (1993) descobriram que as crianças pré-escolares e as crianças de primeiro ano escolar aprendem mais eficazmente quando ensinadas por um irmão mais velho do que quando ensinadas por um colega mais velho (sendo que nesta pesquisa os irmãos e colegas eram da mesma idade e do mesmo gênero). Assim, mesmo quando eles são da mesma idade, parece que os pares e os irmãos têm influências singulares nas crianças nesta etapa da infância.

Embora uma grande parte da socialização inicial aconteça através do sistema familiar, à medida que as crianças se tornam mais velhas, os colegas se tornam mais importantes. Considerando que as crianças na segunda infância interagem com outras crianças, não é até cerca de 6 a 10 anos de idade que a maioria das interações com seus pares ocorre em grupos de pares estáveis (um grupo de pares que interagem regularmente e criam normas sobre como cada criança deve interagir dentro o grupo) (HARTUP, 1983). As amizades, muitas vezes, são altamente estáveis nesta etapa da infância, embora o número de indivíduos que uma criança caracterize como um amigo reduza em tamanho à medida que as crianças se aproximam da adolescência (BERNDT; HAWKINS; HOYLE, 1986). Desacordos ou argumentos com colegas e amigos se tornam mais salientes na terceira infância. Curiosamente, em situações em que as crianças não podem selecionar com quem ou onde elas interagem, os desentendimentos entre crianças de nove e dez anos parecem ocorrer mais frequentemente e por durações mais longas entre amigos do que com não amigos (HARTUP et al., 1993). No entanto, os amigos fornecem segurança e suporte na terceira infância. Por exemplo, as crianças que entram na pré-escola com os amigos se ajustam melhor do que aqueles sem muitos amigos (LADD; PRICE, 1987).

Infelizmente, algumas crianças nesta etapa da infância sofrem agressão física de colegas ou uma outra forma de agressão, que é muitas vezes mais encoberta, ou seja, agressão relacional. A agressão relacional é uma agressão social ou emocional, e pode incluir o agressor (outro par) que está mentindo ou criando rumores sobre a vítima. Embora a agressão relacional possa ser usada tanto por homens quanto por mulheres, a pesquisa sugere que é especialmente prevalente em meninas em idade escolar. Em uma grande amostra de estudantes do quarto ano escolar ao longo de um ano, Murray-Close, Ostrov e Crick (2007) descobriram que, apenas para meninas, a agressão relacional aumentou ao longo do ano. Na verdade, níveis mais elevados de troca de amigos íntimos foram associados com aumentos na agressão relacional. Em uma amostra de crianças do 2º ao 4º ano, níveis mais altos de rejeição e agressão física de amigos preveem aumentos na agressão física entre meninos e meninas; no entanto, a rejeição e a agressão relacional dos amigos preveem níveis mais altos de agressão relacional entre as meninas, apenas (WERNER; CRICK, 2004). Além disso, a pesquisa sugere que crianças que usam agressão relacional estão em risco de desajuste social-psicológico.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu que:

- Há vários dados importantes de pesquisas recentes sobre as tendências de desenvolvimento físico, cognitivo e social em crianças de três a cinco anos de idade na perspectiva neuropsicológica e neurofisiológica.
- Há conexões e implicações centrais dessas pesquisas para a educação de crianças em idade pré-escolar.
- O desenvolvimento social das crianças pré-escolares ocorre simultaneamente com o desenvolvimento físico e cognitivo.
- O uso mais avançado da representação e da linguagem simbólica facilita o jogo de fingimento das crianças e as interações com os colegas.
- Essas interações fornecem um cenário para o desenvolvimento de habilidades de regulação emocional e comportamentos agressivos e prosociais.
- Embora os autoconceitos das crianças nessa idade sejam relativamente positivos, as comparações sociais com os pares se tornarão cada vez mais comuns.
- As diferenças individuais nessas habilidades sociais durante os anos pré-escolares podem ter implicações importantes para o ajuste psicológico posterior das crianças.
- O período da terceira infância é marcado por desenvolvimentos e aperfeiçoamentos significativos em muitos domínios desenvolvimentais que, em última análise, contribuem para resultados funcionais a longo prazo.
- Há avanços significativos no desenvolvimento cognitivo durante o período da terceira infância.
- Há fortes razões para acreditar que estão diretamente relacionados ao desenvolvimento contínuo de certas regiões cerebrais, particularmente o córtex pré-frontal.
- Durante este período, as crianças tornam-se mais deliberadas e estratégicas para lembrar. Elas não só aprendem mais informações, mas também aumentam a organização de seus conhecimentos e, portanto, são capazes de usá-lo de forma mais produtiva.

- No caso da linguagem, esta sofre um desenvolvimento contínuo durante o período da terceira infância, embora novos avanços significativos não sejam tão aparentes quanto em períodos de desenvolvimento anteriores.
- As habilidades motoras são refinadas, de modo que, no final deste período de idade, e na adolescência, as habilidades motoras são muito parecidas com as dos adultos.
- No aspecto social, as crianças desta idade continuam a elaborar seu autoconceito e imagens corporais. Elas têm mais oportunidades de interagir com colegas e são influenciadas por eles.
- O período da terceira infância inclui muitos problemas educacionais, incluindo a transição de "aprender para ler" a "ler para aprender".

AUTOATIVIDADE



- 1 O aumento da competência em habilidades motoras e cognitivas tem sido associado a mudanças no desenvolvimento cerebral durante a segunda infância. Descreva alguns dos desenvolvimentos principais que ocorrem no cérebro da criança nesta fase.
- 2 Semelhante à pesquisa em tarefas de falsas crenças, também há mudanças dramáticas na linguagem das crianças pré-escolares. Sobre o desenvolvimento da linguagem, nesta fase de vida da criança, descreva algumas das principais mudanças evolutivas.
- 3 A transição da segunda para a terceira infância é marcada por avanços significativos no desenvolvimento cognitivo, tanto em termos de comportamento como de cérebro. Uma das mudanças de comportamento mais impressionantes é na memória das crianças. Sobre este aspecto do desenvolvimento cognitivo da criança, neste estágio da terceira infância, descreva algumas das suas principais características.





DESENVOLVIMENTO NEUROPSICOLÓGICO E NEUROFISIOLÓGICO DO ADOLESCENTE (12 A 18 ANOS)

1 INTRODUÇÃO

A adolescência é o estágio do desenvolvimento humano durante o qual fazemos a transição da dependência da infância para a autonomia dos adultos. Logo que nossos corpos começam a metamorfose física da puberdade, o cérebro sofre uma fascinante variedade de modificações geradas pelo gene e pela experiência que nos preparam para sobreviver no contexto cultural atual. Em essência, a puberdade reflete as mudanças físicas que nos permitem sobreviver no mundo adulto, enquanto a adolescência incorpora as mudanças psicológicas/neurológicas que nos permitem sobreviver no mundo adulto como é agora. Neste tópico, o desenvolvimento do cérebro adolescente será explorado e as implicações desse desenvolvimento para o comportamento normal e anormal durante a adolescência serão discutidas. Como veremos, as mudanças neurológicas que ocorrem na adolescência fornecem oportunidades incríveis para o crescimento pessoal, mas também aumentam as vulnerabilidades a consequências que vão desde distúrbios psicológicos até abuso de substâncias.

2 O CÉREBRO EM DESENVOLVIMENTO MALEÁVEL

O cérebro é um órgão extremamente complexo, ainda pouco compreendido. Oitenta e seis bilhões de neurônios, um de dois dos principais tipos de células no cérebro banham-se mutuamente em mensageiros químicos que influenciam mudanças de momento a momento no processamento, comportamento e experiência do cérebro. As células gliais, a outra categoria principal de células cerebrais, nutrem e sustentam os neurônios, mantendo-os no lugar, alimentando-os de glicose parcialmente metabolizada, combatendo batalhas imunológicas, limpando detritos e formando uma parte fundamental da barreira hematoencefálica que regula o fluxo de moléculas dentro e fora do cérebro. O layout básico do cérebro é codificado por genes, mas os detalhes das conexões neurais dependem da experiência. A maleabilidade do cérebro em desenvolvimento permite que cada indivíduo seja personalizado para atender às demandas dos ambientes em que ele é criado.

Até recentemente, geralmente acreditava-se que a maioria do desenvolvimento do cérebro termina com a idade de 10 anos. Aprender línguas torna-se muito mais difícil depois desta idade, e o cérebro atinge seu tamanho adulto aproximadamente nesse tempo. De fato, o cérebro é 90% do seu tamanho adulto com a idade de sete anos (GIEDD, 2004). A variação do humor, a tomada de riscos, a quebra de regra e o tumulto geral dos anos de adolescência foram considerados como decorrentes das alterações hormonais da puberdade. Agora sabemos que, embora os hormônios certamente contribuam para a montanha-russa da adolescência, as mudanças hormonais são apenas parte do quebra-cabeça. Graças, em grande parte, à pesquisa de Jay Giedd e colegas do *National Institute of Mental Health* (Instituto Nacional de Saúde Mental), ficou claro que, durante os anos de adolescência, a organização e o funcionamento do cérebro passam por mudanças complexas. Importante saber que essas mudanças parecem ser únicas para os anos da adolescência e não simplesmente os restos do desenvolvimento cerebral da infância.

O estudo do cérebro adolescente relaciona os aspectos do desenvolvimento biológico e cognitivo. Com o fMRI, os pesquisadores podem analisar a atividade em várias regiões do cérebro enquanto os adolescentes realizam tarefas diferentes, como testes de memória, raciocínio e tomada de decisão. Esta técnica também permitiu que os pesquisadores analisassem o cérebro dos adolescentes ao longo do tempo para detectar mudanças no desenvolvimento da estrutura cerebral. Embora exista um consenso em torno das formas em que a estrutura do cérebro muda, as implicações dessas mudanças não estão bem estabelecidas. Poucos estudos ligaram diretamente mudanças nas imagens cerebrais a mudanças no pensamento, emoção ou comportamento de adolescentes (STEINBERG, 2005).

Junto ao restante do corpo, o cérebro sofre mudanças notáveis durante a adolescência. Por exemplo, como resultado da poda sináptica, o processo através do qual as conexões desnecessárias entre os neurônios são eliminadas, partes do cérebro são reestruturadas. Como muitas mais conexões entre os neurônios são formadas do que são necessárias, a poda resulta em uma comunicação neuronal mais eficiente. Enquanto a poda ocorre ao longo da vida, diferentes regiões do cérebro são podadas em diferentes momentos. Durante a adolescência, o córtex pré-frontal ou a região do cérebro responsável por atividades cognitivas complicadas, como planejamento, tomada de decisão, ponderação de riscos e recompensas, e controle de impulsos são podados (CASEY et al., 2005). Esse processo provavelmente explica as habilidades mais avançadas de pensamento e raciocínio associadas à adolescência.

Enquanto os adolescentes experimentam ganhos nas habilidades de raciocínio, eles também experimentam perdas na área de desenvolvimento da linguagem. Mudanças na composição do cérebro adolescente coincidem com o fim do período crítico para a aquisição de novas linguagens. Os imageamentos do cérebro revelam que o crescimento da matéria branca, ou o crescimento de fibras semelhantes a fios que estabelecem conexões de longa distância dos neurônios entre as regiões cerebrais, melhorando a condutividade, começa na frente do

cérebro na primeira infância, move-se para trás e diminui após a puberdade (THOMPSON et al., 2000). De aproximadamente seis a 13 anos de idade, ocorre crescimento significativo nas áreas que ligam os lobos temporais e parietais e nas regiões especializadas em linguagem, em funções sensório-espaciais e auditivas. Este crescimento diminui consideravelmente após 12 anos de idade, coincidindo com o fim de um período crítico para a aprendizagem da linguagem.

3 MUDANÇAS NOS LOBOS FRONTAIS DURANTE A ADOLESCÊNCIA

Algumas das mudanças mais intrigantes no cérebro durante a adolescência ocorrem nos lobos frontais. Essas áreas do cérebro, localizadas logo atrás da testa, desempenham papéis críticos na memória, movimentos intencionais, controle de impulsos emocionais, tomada de decisões, planejamento para o futuro e outras funções cognitivas de ordem superior nas quais os adultos confiam para a sobrevivência. Os volumes de substância cinzenta do lobo frontal, que representam concentrações densas de neurônios e suas partes, aumentam ao longo da infância e não atingem seu pico até aproximadamente 11 (meninas) ou 12 (meninos) anos, o ponto em que eles diminuem ao longo da segunda década da vida e da adultez juvenil (GIEDD, 2004).

Por que os volumes de substância cinzenta do lobo frontal podem aumentar durante a infância e diminuir durante a adolescência? Dados recentes sugerem que, durante a infância, os neurônios nos lobos frontais podem crescer e formar pontos de comunicação em demasia, ou sinapses, com outros neurônios. Como resultado, os volumes de substância cinzenta aumentam. À medida que a infância chega ao fim e a adolescência começa, o cérebro passa do modo de superprodução para o modo de seleção. No início da segunda década da vida, o cérebro deixa de superproduzir sinapses nos lobos frontais e coloca as sinapses que existem para o processo de poda neuronal. Centenas de bilhões de pontos de comunicação serão sacrificados durante a adolescência. Somente aqueles que formam pontos de contato significativos e úteis serão mantidos. Guiados pelas experiências de um adolescente, os lobos frontais são moldados em uma configuração que levará o indivíduo, para melhor ou pior, através dos anos da adultez. À medida que este processo de poda se desenrola, os volumes de substância cinzenta diminuem (ERNST; MULLER, 2008).

A atividade dos neurônios requer energia. À medida que os volumes de substância cinzenta do lobo frontal aumentam durante a infância e caem durante a adolescência, ocorre um aumento paralelo no metabolismo geral nos lobos frontais durante a primeira década de vida e depois diminui no início da adolescência, atingindo os níveis de adulto entre os 16 e os 18 anos de idade (CHUGANI, 1998). Importante observar que a diminuição dos volumes de substância cinzenta e o uso de energia durante a adolescência não refletem uma diminuição da função do lobo frontal. Muito pelo contrário. À medida que os volumes de substância cinzenta e o metabolismo diminuem, a atividade neural

durante o desempenho de tarefas dependentes do lobo frontal torna-se mais focada e eficiente e a precisão do desempenho melhora (ERNST; MUELLER, 2008). As mudanças que ocorrem nos lobos frontais durante a adolescência refletem um ajuste fino de circuitos que permitem uma maior eficiência e precisão do funcionamento (SCHWEINSBURG; NAGEL; TAMPERT, 2005). De fato, parece haver um aumento geral na dependência dos lobos frontais para organizar e controlar o comportamento à medida que avançamos na adolescência em direção à idade da adultez jovem. Esta transição desenvolvimental do poder para os lobos frontais tornou-se conhecida como *frontalização* (RUBIA et al., 2000). A moldagem simultânea de circuitos à medida que a *frontalização* se desenrola significa que cada indivíduo aprenderá a controlar os impulsos, a fazer planos e a regular as emoções de maneira consistente com as contingências da cultura atual. Esse molde de comportamento cultural específico se manifesta na lacuna geracional que frustra tantos pais.

Os lobos frontais não funcionam isoladamente, ou seja, eles coletam informações e exercem suas influências ao interagir com outras áreas do cérebro. Além de revelar que mudanças ocorrem dentro dos lobos frontais durante a adolescência, a ciência recente começou a esclarecer como os circuitos formados entre os lobos frontais e outras estruturas se desenvolvem durante a segunda década de vida. O quadro geral é de crescente especialização em função de sub-regiões específicas dos lobos frontais e aumento da coesão entre essas sub-regiões e áreas do cérebro com as quais eles interagem. Por exemplo, na tarefa de interferência Stroop (efeito Jaensch), em que aos indivíduos são mostrados nomes de cores escritos em cores diferentes e devem inibir a tendência de ler as palavras para nomear as cores, atividade coordenada entre o córtex pré-frontal lateral e os gânglios basais, o núcleo lenticular do corpo estriado, em particular, fica *on-line* durante a adolescência. Tanto a precisão do desempenho na tarefa quanto a magnitude da ativação de circuitos envolvendo os lobos frontais e os gânglios basais aumentam ao longo dos anos da adolescência e na idade adulta (MARSH et al., 2006). Aumentos semelhantes relacionados à idade na atividade nos circuitos envolvendo os lobos frontais e os gânglios basais foram observados na tarefa de rastreamento "*tracking stop*", uma tarefa de inibição de resposta na qual os sujeitos devem inibir uma resposta a um sinal de avançar se for seguido por um sinal de parar (RUBIA et al., 2007).

4 MUDANÇAS EM OUTRAS PARTES DO CÓRTEX

Os lobos frontais não são as únicas áreas corticais que sofrem construção durante os anos de adolescência (SHAW et al., 2006; LENROOT, et al. 2009). Tal como acontece com os lobos frontais, a quantidade de substância cinzenta nos lobos parietais atinge o pico em aproximadamente 11 anos e diminui durante a adolescência. Localizados nos lados e em direção à parte de trás do cérebro, os lobos parietais envolvem-se principalmente no processamento de sensações do corpo e na compreensão de relações espaciais, por exemplo, a localização do corpo

relativo aos outros objetos do mundo. Eles também são muito importantes para interpretar e criar música, resolver problemas de matemática e outras funções cognitivas abstratas de ordem superior.

A comparação dos imageamentos cerebrais de jovens adultos com os de adolescentes revelou que as áreas parietais e temporais dos dois grupos pareciam semelhantes, com exceção dos lobos frontais, onde os adultos apresentavam maior mielinização associada à transmissão neuronal mais eficiente. Esta diferença provavelmente explica a posterior maturação de certas funções executivas (SOWELL et al., 1999).

Nos lobos occipitais, localizados na parte de trás do cérebro e inteiramente dedicados ao processamento de informações visuais, os volumes de substância cinzenta aumentam ao longo da adolescência e no início dos 20 anos. Os lobos temporais, que são críticos para a formação da memória, bem como o processamento de informações auditivas e a visão de padrões e formas detalhadas, não atingem seus níveis máximos de substância cinzenta até a idade de 16 a 17 anos, altura em que eles se estabilizam. Os lobos temporais contêm o hipocampo, uma estrutura que é fundamental para criar um registro autobiográfico do que se faz e o que se aprende. Claramente, grande parte do córtex sofre mudanças durante a adolescência, cada área com sua própria progressão única (GIEDD, 2004; ERNST; MUELLER, 2008).

5 ESTRUTURAS ENVOLVIDAS NA REATIVIDADE EMOCIONAL E COMPORTAMENTOS DE RISCO

Na superfície, as mudanças nos lobos frontais e outras estruturas corticais parecem capazes de explicar uma ampla gama de comportamentos típicos de adolescentes, incluindo dificuldades de inibição de impulsos e a tendência de medir o futuro em horas e minutos em vez de semanas e dias. No entanto, Casey, Jones e Hare (2008) mostraram-se rápidos em apontar que as mudanças nos lobos frontais e outras áreas corticais não podem explicar o comportamento total do adolescente, especialmente quando se trata de tomadas de decisão de risco e de reações emocionais fortes. Os autores argumentaram que, semelhantes aos adolescentes, as crianças têm lobos frontais imaturos também, mas não exibem o grau de comportamento de risco exibido por muitos adolescentes. Segundo os autores, a adolescência é um período de desenvolvimento caracterizado por decisões e ações subótimas que estão associadas a uma maior incidência de lesões não intencionais, violência, abuso de substâncias, gravidez indesejada e doenças sexualmente transmissíveis. De fato, a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2017, publicou os resultados de algumas pesquisas sobre as consequências fatais destes tipos de comportamento, relatando que:

1,2 milhão de adolescentes morrem por ano no mundo - três mil por dia. De acordo com a entidade, as principais causas de mortes entre adolescentes brasileiros de 10 a 15 anos são, nesta ordem: violência interpessoal, acidentes de trânsito, afogamento [...]. Já jovens na faixa de 15 a 19 anos morrem em decorrência de violência interpessoal, acidentes de trânsito, suicídio, afogamento [...] (WENTZEL, 2017, s.p.).

Todas as atividades referidas acima são sugestivas de problemas de controle de impulsos e a presença de impulsos fortes e, muitas vezes, inadaptados.

Casey, Jones e Hare (2008) concordaram que o lobo frontal imaturo ajuda a explicar os problemas que regulam os impulsos. A maturação dos lobos frontais leva à capacidade de reprimir pensamentos e ações inadequadas e renunciar à satisfação a curto prazo em troca de metas de longo prazo. Os centros de controle cognitivo imaturo tornam mais fácil para os impulsos emocionais atravessar a superfície e influenciar o comportamento, e quanto aos próprios impulsos emocionais fortes? Onde eles se originam, e por que eles são tão fortes durante a adolescência? Os autores sugeriram que várias áreas emocionais importantes do cérebro atingem o poder operacional total pela adolescência intermediária no momento em que os lobos frontais ainda estão em fluxo. Os adolescentes são impulsionados por fortes emoções decorrentes dessas áreas e ainda não têm o controle cognitivo necessário para abafar, consistentemente, esses fortes impulsos emocionais. O fato de que os lobos frontais ainda não estão funcionando em seu potencial completo simplesmente facilita essas emoções profundas para influenciar as mudanças de comportamento momento a momento.

Em apoio à sua posição, os estudos de neuroimagem sugeriram que, ao fazer escolhas de risco e ao processamento de informações emocionais, os adolescentes apresentam maiores aumentos de atividade na amígdala e núcleo accumbens em relação à atividade observada em crianças e adultos (ERNST; MUELLER, 2008). A amígdala, estruturada em forma de uma amêndoa pequena, localizada logo em frente ao hipocampo nos lobos temporais de cada lado do cérebro, desempenha um papel proeminente na aprendizagem e evocação de respostas emocionais aos estímulos, particularmente respostas emocionais negativas.

O núcleo accumbens, no centro do cérebro, é o coração do sistema de recompensas. O núcleo accumbens recebe sinais na forma do neurotransmissor, dopamina, a partir de outra estrutura profunda, chamada área tegmental ventral. Este sistema é fortemente ativado tanto em antecipação à recompensa quanto na entrega da recompensa. Em essência, a ativação deste circuito leva ao prazer e o prazer aumenta as chances de que o comportamento recompensado seja repetido. Estudos em animais sugeriram que a densidade de receptores de dopamina é mais alta no núcleo accumbens durante a adolescência, talvez tornando esta região particularmente sensível aos sinais gratificantes que a dopamina fornece (ERNST; MUELLER, 2008). Como será discutido adiante, pensa-se que essas mudanças mal compreendidas no sistema de recompensa contribuem para o maior risco de abuso e dependência que as pessoas enfrentam quando o uso de substância começa durante os anos de adolescência.

Além de exibir diferenças na capacidade de resposta a ambos os estímulos indutores do medo e da recompensa, os adolescentes apresentam uma resposta de estresse exagerada em relação a crianças e adultos (ALLOY et al., 2006). Essa resposta exagerada ao estresse parece contribuir para as dificuldades periódicas que muitos adolescentes têm para regular suas reações emocionais. No núcleo

da resposta ao estresse está o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA). Em resposta a estímulos ou ambientes estressantes, o hipotálamo libera hormônio liberador de corticotropina, o que faz com que a glândula pituitária ou hipófise libere adrenocorticotropina, que por sua vez desencadeia a glândula adrenal ou suprarrenais, localizadas logo acima dos rins, para libertar cortisol. A puberdade traz maior atividade no eixo HPA. Aumentos bruscos nos níveis cortisol urinário e salivar ocorrem aproximadamente aos 13 anos e permanecem elevados até a idade adulta. Um pouco de cortisol ajuda o corpo a se preparar para lidar com estressores e formar memórias de eventos estressantes. Muito cortisol está associado ao início da depressão, à morte de células cerebrais no hipocampo (o centro de memória no cérebro) e à atividade imunológica enfraquecida e problemas cardiovasculares. O cortisol desencadeia a ansiedade através dos receptores nos neurônios da amígdala, e os níveis elevados de cortisol são comumente observados em adolescentes, bem como crianças e adultos com transtornos de ansiedade (COPLAN et al., 2002). Existe uma associação mais forte entre eventos adversos e depressão durante a adolescência do que durante a idade adulta, talvez refletindo a reatividade aumentada no eixo HPA durante o período adolescente (WALKER; SABUWALLA; HUOT, 2004).

A evidência adicional de que os adolescentes são particularmente reativos ao estresse vem da evidência de que estímulos estressantes causam maiores mudanças de condutância da pele em adolescentes do que em adultos. Nos adolescentes, essas mudanças na condutância da pele também levam mais tempo para se habituar. Em outras palavras, a resposta ao estresse não é apenas maior em adolescentes do que em adultos, mas também permanece ativada por mais tempo, uma vez iniciada.

Coletivamente, a atividade aumentada na amígdala, o sistema de recompensa e o eixo HPA, combinados com os circuitos do lobo frontal em desenvolvimento, poderiam explicar a presença de impulsos e reações emocionais particularmente fortes durante a adolescência e o problema que muitos adolescentes têm para regular tudo isso.

5.1 VOLUME DA SUBSTÂNCIA BRANCA E O DESENVOLVIMENTO PSICOLÓGICO DURANTE A ADOLESCÊNCIA

A maioria das pesquisas sobre o desenvolvimento do cérebro adolescente se concentrou nas mudanças nos volumes de substância cinzenta durante a adolescência. Conforme discutido acima, os volumes de substância cinzenta refletem a densidade de neurônios e partes de neurônios. Compreender as mudanças que ocorrem nos neurônios e os circuitos que eles formam durante a adolescência é crítico se quisermos entender a adolescência como etapa de desenvolvimento neurológico. No entanto, também devemos entender as mudanças que ocorrem em outra categoria principal de substância cerebral, a substância branca.

A substância branca reflete a densidade das células gliais, que ajudam a proteger e nutrir os neurônios e os circuitos que eles formam. Este grupo diverso de células contém microglia, que ajuda a combater infecções cerebrais; e astroglia, que formam um componente crítico da barreira hematoencefálica pelos vasos sanguíneos circundantes. Oligodendroglia, outro tipo de células gliais, realizam um dos atos mais importantes realizados pela glia no cérebro, ou seja, a mielinização de axônios neuronais. A mielinização será discutida brevemente, e então seu papel no desenvolvimento do cérebro adolescente será explorado.

Os neurônios são capazes de aproveitar as cargas elétricas de íons (como o sódio, potássio e cloreto) localizados em torno de suas membranas celulares para gerar pequenos impulsos eletroquímicos chamados potenciais de ação. Os potenciais de ação começam perto dos corpos celulares dos neurônios e viajam por longos braços chamados axônios, que se afastam dos corpos celulares, ramificam-se e formam sinapses com outros neurônios. Em essência, o axônio é como um cano de pistão através do qual o impulso elétrico viaja. Uma vez que o sinal elétrico atinge as pontas distais do axônio, que poderia estar a vários centímetros do corpo celular, os neurotransmissores são liberados para os neurônios alvos ou pós-sinápticos.

A mielinização é um processo pelo qual a oligodendroglia agarra os axônios dos neurônios e envolve-os. Isso aumenta a resistência através das membranas neuronais em relação à resistência do citoplasma contido nos axônios e permite que os potenciais de ação viajem pelo axônio cada vez mais rápido. Como tal, a mielinização acelera os tempos de processamento no cérebro e reduz a quantidade de energia que os neurônios precisam exercer para enviar sinais uns aos outros. A mielinização essencialmente supercarrega circuitos no cérebro e permite que eles funcionem de forma mais rápida e eficiente.

Como já foi discutido, os volumes de substância cinzenta nos lobos frontais aumentam durante a infância, atingem um pico no início da adolescência e, em seguida, diminuem como resultado da moldagem por experiência durante os anos de adolescência. Embora os volumes de substância cinzenta nos lobos frontais sigam uma função em U invertido, os volumes de substância branca parecem aumentar linearmente ao longo do desenvolvimento até a idade jovem adulto. Em um sentido geral, a mielinização progride de forma posterior a anterior, com a mielinização sendo completada em áreas corticais na parte de trás do cérebro antes da conclusão da mielinização nos lobos frontais. O aumento da mielinização leva a uma maior eficácia dos circuitos cerebrais formados nos lobos frontais e entre os lobos frontais e as estruturas com as quais se comunicam.

Vários estudos sugeriram que as mudanças nos volumes de substância branca estão associadas ao desenvolvimento cognitivo e emocional durante os anos de adolescência. Uma técnica baseada em ressonância magnética chamada de Técnica de Imagem por Tensor de Difusão (DTI) permite aos pesquisadores usar os padrões de movimento de moléculas de água para inferir não apenas os volumes de substância branca em várias áreas do cérebro, mas também a

coerência ou maturação de circuitos mielinizados. Vários estudos sugeriram que as habilidades cognitivas melhoram à medida que os circuitos mielinizados amadurecem. Por exemplo, Nagy, Westerberg e Klingberg (2004) observaram uma associação entre o desempenho da memória de trabalho e a maturação dos tratos de fibras que conectam os lobos frontal e parietal. A espessura do corpo caloso, um feixe de axônios mielinizados que viajam entre os hemisférios esquerdo e direito do cérebro, aumenta durante a adolescência, eventualmente atingindo um tamanho maior nas fêmeas do que nos machos. A espessura aumentada aqui reflete a mielinização aumentada de axônios no corpo caloso, o que presumivelmente permite que os dois lados do cérebro se comuniquem de forma mais rápida e eficiente.

A importância do corpo caloso na organização do comportamento é revelada nos casos em que o trato é intencionalmente cortado para evitar a atividade de convulsão em um lado do cérebro de se espalhar para o outro lado. Quando o corpo caloso é cortado, os sinais não podem passar de um lado do cérebro para o outro. Embora a maioria das pessoas integre automaticamente a atividade que surge em ambos os lados do cérebro em suas experiências e comportamentos de momento a momento, uma pessoa com um corpo caloso cortado não pode. De fato, os dois lados do cérebro podem realmente competir um com o outro pelo controle das ações da pessoa.

Vários estudos recentes sugeriram que aumentos nos volumes de substância branca no corpo caloso durante a adolescência estão associados a melhorias nas habilidades cognitivas. Utilizando a imagem por tensor de difusão, Fryer et al. (2008) observaram que, durante a adolescência, a maturação da substância branca no corpo caloso está associada a melhorias no vocabulário e habilidades de leitura, habilidades visuoespaciais (como copiar desenhos de linhas complexas) e desempenho psicomotor (como reagir rapidamente e de forma coordenada em resposta a estímulos). Isso foi particularmente verdadeiro em relação à maturação do esplênio, que está localizado na porção posterior do corpo caloso e parece atingir a maturidade completa mais tarde, na adolescência, do que outras regiões do corpo caloso. Esta é uma nova e excitante área de pesquisa, e estudos futuros devem fornecer uma visão útil do papel da mielinização no corpo caloso e em outros lugares em habilidades cognitivas aprimoradas durante os anos de adolescência.

Durante a infância, o pensamento tende a ser concreto e absoluto, mas na adolescência torna-se mais abstrato e relativista. Em outras palavras, os adolescentes desenvolvem a habilidade de argumentar logicamente sobre ideias e começam a ver tons de cinza onde antes viam apenas preto e branco. O raciocínio dedutivo (o raciocínio em que se extrai as conclusões logicamente necessárias de um conjunto geral de premissas) e o raciocínio indutivo (em que se extrai uma conclusão geral de um conjunto de fatos específicos) emergem, e os adolescentes se tornam mais capazes de tomar decisões efetivas e eficazes.

Os adolescentes também desenvolvem a capacidade de olhar internamente, e este autoexame pode levar ao egocentrismo, ou uma forma intensa de autoabsorção (ELKIND, 1967). A pesquisa sugere que esses sentimentos de autoconsciência aumentada são mais intensos entre as meninas do que os meninos e mais comuns entre os adolescentes precoces do que adolescentes tardios (RANKIN et al., 2004). O egocentrismo de adolescentes ajuda a explicar duas facetas bastante típicas do comportamento dos adolescentes. A primeira é o público imaginário, que se refere à crença de que outros estão assistindo com entusiasmo e ouvindo o adolescente. Os adolescentes, muitas vezes, relatam sentir-se "no palco". O segundo fenômeno é chamado de fábula pessoal, que envolve sentimentos de singularidade. Os adolescentes geralmente sentem que ninguém poderia compreendê-los ou suas experiências, porque são tão diferentes dos outros. Alguns pesquisadores acreditam que tendências de tomar riscos podem resultar desse fenômeno. Os adolescentes acreditam que são tão diferentes que eles sozinhos vão escapar das consequências negativas do comportamento de risco (BRONK, 2011).

Em meados do século XX, Jean Piaget (1972) propôs uma teoria do desenvolvimento cognitivo adolescente que continua influente hoje. A teoria construtivista de Piaget situa a maioria dos adolescentes no estágio operacional formal do desenvolvimento cognitivo, que se caracteriza pelo desenvolvimento da lógica proposicional e do raciocínio hipotético. Os adolescentes se tornam mais capazes de imaginar estados que diferem dos estados presentes e mais capazes de imaginar as possíveis consequências de suas ações. O estágio operacional formal de Piaget enfatiza a capacidade emergente dos adolescentes de se envolver no pensamento abstrato, o raciocínio hipotético-dedutivo, o idealismo e a possibilidade.

Ao mesmo tempo em que Piaget estava desenvolvendo sua teoria do desenvolvimento cognitivo, Vygotsky (1984) estava formulando sua teoria da aprendizagem social, que enfatiza o papel central da aprendizagem através da interação com pessoas mais habilidosas. Sua teoria sociocultural postula que crianças e adolescentes aprendem através de interações com seus ambientes. Segundo Vygotsky, a aprendizagem é situada em um contexto cultural particular e colaborativo, o que significa que as interações sociais orientam o desenvolvimento (GREDLER, 2008).

A perspectiva do processamento da informação representa uma teoria mais contemporânea da cognição adolescente. De acordo com essa perspectiva, as pessoas pensam da mesma forma que um computador funciona. A tomada de decisões envolve atender a certos estímulos, codificando essa informação, organizando-a e recuperando-a. As deficiências em qualquer uma dessas funções interferirão com o processamento de informações e habilidades de

tomada de decisão. Esta perspectiva conclui que os adolescentes são melhores tomadores de decisão e solucionadores de problemas mais eficazes do que as crianças, porque são capazes de atender à informação de forma mais eficiente (CASTEEL, 1993), lembram-se das informações com mais eficiência, processam novas informações mais rapidamente, organizam informações de forma mais estratégica e consideram seu próprio processo de aprendizagem com mais cuidado (BAKER; BROWN, 1984). Na verdade, alguns aspectos das habilidades de processamento de informações dos adolescentes parecem estar a par com os de adultos (GATHERCOLE et al., 2004).

6 DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO ADOLESCENTE E COMPORTAMENTOS TÍPICOS ADOLESCENTES

As gravações de lapso de tempo durante os anos de adolescência capturariam uma verdadeira metamorfose. A segunda década de vida traz uma grande quantidade de mudanças nos níveis psicológico, fisiológico e neurológico. Se a vida fosse uma viagem de rafting, a adolescência seria as corredeiras. Nós entramos na adolescência como crianças que ficam junto aos adultos em nossas necessidades. Saímos como jovens adultos semiautônomos responsáveis por atender a maioria de nossas próprias necessidades e talvez as necessidades de nossos próprios filhos. Sem a transição normal no comportamento que a adolescência traz, a transição para a autonomia dos adultos não poderia ocorrer.

As mudanças que ocorrem no cérebro adolescente explicam muitas das peculiaridades comportamentais que tornam a adolescência bem-sucedida como um estágio de desenvolvimento. Os centros emocionais altamente reativos imbuem adolescentes com impulsos para explorar e assumir riscos, ao mesmo tempo que fornecem uma paranoia leve de adultos em geral e um desejo de despender grande quantidade de tempo com seus pares. Como tal, essas mudanças servem como cunhas biológicas que se inserem entre os adolescentes em desenvolvimento e os adultos ao seu redor, principalmente seus cuidadores imediatos. O desenvolvimento de estruturas cerebrais específicas do sexo leva a uma maior motivação para atrair membros do sexo oposto, e às vezes do mesmo sexo, e trabalhar arduamente para obter sua atenção e aceitação (NELSON et al., 2005). Embora não sejam revisadas neste breve tópico, essas mudanças servem como um perfeito exemplo da interseção conceitual entre puberdade (desenvolvimento sexual) e adolescência (desenvolvimento psicossocial). A remodelação dos lobos frontais durante os anos de adolescência leva a um período de miopia e dificuldades com o controle de impulsos, o que permite que as emoções fortes típicas dos anos de adolescência usurpem o controle sobre o comportamento e que os adolescentes saiam da casa e do mundo para socializar-se e aprender as regras da cultura atual.

Todas as mudanças mencionadas servem propósitos valiosos e permitem que a adolescência funcione como uma etapa de mudança. No entanto, o mundo moderno fornece uma variedade de opções, em última análise, pouco saudáveis para adolescentes rebeldes e míopes. Além disso, as mudanças na função cerebral durante a adolescência, particularmente o deslocamento do controle longe das áreas emocionais para os centros de controle cognitivo, nem sempre ocorrem como planejado. Coletivamente, as mudanças da adolescência fornecem oportunidades e riscos, e o desenvolvimento, às vezes, rumo por caminhos tortuosos. Vamos explorar algumas das armadilhas que enfrentam os adolescentes em desenvolvimento.

6.1 DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO ADOLESCENTE E OS TRANSTORNOS PSICOLÓGICOS

Durante a adolescência, os lobos frontais recebem o controle executivo sobre o comportamento e as interações com o mundo exterior permitem que o adolescente aprenda a usar os lobos frontais para regular as expressões emocionais e tomar decisões orientadas para o futuro que troquem reforço de curto prazo por ganhos de longo prazo. Infelizmente, essa transição de poder nem sempre vai de acordo com o plano. Os problemas com esse processo parecem contribuir para o desenvolvimento de uma série de transtornos psicológicos, desde a depressão até a esquizofrenia (SPESSOT; PLESSSEN; PETERSON, 2004).

A faixa etária de 15 a 19 anos de idade é considerada um "período de perigo" em relação ao desenvolvimento de condições como o transtorno bipolar (ALLOY, 2006). O transtorno bipolar na adolescência está associado a um prognóstico mais fraco e a uma maior comorbidade. Como é o caso da maioria das condições psiquiátricas, uma combinação de biologia (o primeiro golpe) e experiência (o segundo golpe) parece desencadear o transtorno bipolar no desenvolvimento de adolescentes. É provável que os mapas básicos de conexões neuronais cerebrais transmitidos através da genética predisponham alguns indivíduos a tais transtornos. A aprendizagem mal adaptativa durante a maturação de circuitos corticais pode servir como catalisador que, em última análise, leva à condição.

Como um exemplo do papel que a aprendizagem desempenha no desenvolvimento de distúrbios durante a adolescência, a pesquisa indicou que os estilos cognitivos estão associados ao aparecimento de psicopatologias como a depressão (PERVIN; JOHN, 2008). Coisas como ruminar sobre problemas e fazer declarações generalizadas sobre a autoestima são tendências comuns naqueles que desenvolvem essas condições. O pensamento depressivo envolve a atividade de circuitos cerebrais. À medida que o cérebro aprende a lidar com a vida e a resolver problemas, as tendências que adquire afetam o modo como o indivíduo interage com o mundo, o que, por sua vez, afeta a função cerebral e reforça essas

tendências. Os circuitos exercitados durante a adolescência têm o potencial de se tornar parte dos circuitos padrão utilizados pelo cérebro para o funcionamento diário durante a vida adulta. Como tal, a aquisição de estilos cognitivos mal adaptativos está associada e, em última análise, contribui para psicopatologias como a depressão.

Ainda não está claro se os problemas com os circuitos cerebrais ocorrem primeiro e dão origem a estilos e comportamentos cognitivos mal adaptativos ou se os estilos e comportamentos cognitivos mal adaptativos emergem primeiro como resultado da aprendizagem e depois contribuem para a moldagem não saudável do cérebro. O que está claro é que a patologia do cérebro faz parte dessas condições de uma forma ou de outra. Por exemplo, o transtorno bipolar durante a adolescência está associado a volumes reduzidos do lobo frontal. Uma vez que os adolescentes bipolares atingem a idade adulta, eles têm desempenho inferior aos grupos controles em testes de atenção e vigilância e mostram menos ativação no córtex pré-frontal durante o desempenho de tais tarefas. Eles também têm problemas com a memória de trabalho e com a mudança de atenção. Da mesma forma, os adolescentes bipolares apresentam ativação reduzida nos lobos pré-frontais durante a realização do teste Stroop, o que exige que os indivíduos retirem a atenção da leitura das palavras-alvo e respondam com base na cor das palavras.

6.2 QUESTÕES DE MEDICAÇÃO E O CÉREBRO ADOLESCENTE

Pesquisas sugerem que vários medicamentos afetam adolescentes de forma diferente do que os adultos, não é surpresa para a maioria dos pediatras e neuropsicólogos. As drogas utilizadas para condições como a depressão funcionam causando mudanças sutis em níveis de neurotransmissores, incluindo níveis de serotonina (5-hidroxitriptamina), dopamina e norepinefrina. O cérebro adolescente é um cérebro em fluxo e exibe mudanças generalizadas nos níveis de todos os três neurotransmissores e seus efeitos nos neurônios. A nível comportamental, os adolescentes com frequência mudam rapidamente as suas linhas de base, o que pode dificultar a avaliação de medicamentos, como aqueles para depressão, se estão realmente funcionando. Por estas razões, os antidepressivos tendem a não funcionar bem para os adolescentes, embora funcionem para alguns pacientes jovens. Na meta-análise de ensaios clínicos, a *US Food and Drug Administration* concluiu que apenas três dos 15 ensaios examinados sugeriram que os antidepressivos são melhores do que o tratamento com placebo em adolescentes (NEWMAN, 2004).

Nos casos em que são eficazes, não há evidências de que o uso de antidepressivos cause complicações a longo prazo com o desenvolvimento cerebral e psicológico. No entanto, por causa da plasticidade relacionada ao cérebro, pode-se especular que os adolescentes podem ser mais propensos a exibir as síndromes de descontinuação agora associadas a muitos antidepressivos.

Muito tem sido escrito nos últimos anos sobre o risco de suicídio em adolescentes que tomam antidepressivos. Esta questão vale a pena discutir aqui, porque a implicação é que os antidepressivos afetam o cérebro adolescente de tal forma que pensamentos e comportamentos suicidas podem emergir. Os antidepressivos aumentam o risco de um adolescente se suicidar? Não parece ser assim, mas por uma variedade de razões, adolescentes com antidepressivos são mais propensos a pensar sobre isso.

Em 2004, um painel de 27 membros de representantes públicos, psiquiatras, pediatras, estatísticos e especialistas em vários outros campos concluiu que não havia evidência de um risco aumentado de suicídios reais entre adolescentes tratados com antidepressivos (LOCK et al., 2005). No entanto, eles observaram convincente evidência de um aumento geral da suicidalidade, uma categoria que inclui pensamentos suicidas e comportamentos suicidas, entre adolescentes tratados (4% dos adolescentes tratados em relação a 2% de adolescentes não tratados). Esta descoberta levou a *Food and Drug Administration* a emitir um aviso sobre o potencial vínculo entre os antidepressivos e o risco de suicídio em adolescentes. Nos anos seguintes, alguns pesquisadores desafiaram o alerta e afirmaram que os antidepressivos são mais seguros e mais eficazes para os adolescentes do que os estudos anteriores sugeridos (BRIDGE et al., 2007).

Por que os antidepressivos podem causar um aumento no suicídio em adolescentes não está claro. No entanto, é importante lembrar que, até que o desenvolvimento do cérebro adolescente esteja completo, as áreas envolvidas na reatividade emocional muitas vezes mantêm influência sobre o comportamento. Tem sido especulado há muito tempo que, no início do tratamento com antidepressivos, há uma ativação das funções cognitivas antes do bem-estar emocional ser melhorado. Como tal, tornaria mais fácil pensar sobre os fortes impulsos emocionais que tentavam influenciar o comportamento. Se, em um nível emocional profundo, sente que a vida não vale a pena ser vivida, as capacidades cognitivas aumentadas podem ser gastas pensando em sentimentos perturbadores, particularmente no início do tratamento. A esperança é que o bem-estar emocional melhore e liberte os lobos frontais para pensar pensamentos positivos. Até esse momento, o aumento da capacidade de suicídio parece ser uma possibilidade real para uma pequena porcentagem de adolescentes tratados com antidepressivos.

6.3 DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO ADOLESCENTE E O USO DE DROGAS

O cérebro adolescente é uma verdadeira máquina de aprendizagem. Uma grande variedade de mudanças ocorre no cérebro durante esses anos. Essas mudanças parecem ser conduzidas por genes e hormônios que são modificados ao longo do caminho pela experiência. Como durante a infância e a idade adulta, o sistema de recompensa desempenha um papel central na aprendizagem durante a adolescência. Quando o sistema de recompensa é ativado, os comportamentos

que levam à ativação são reforçados e são mais prováveis de ocorrer novamente no futuro. Na verdade, esse parece ser o principal objetivo do sistema de recompensas: reforçar os comportamentos que o cérebro assume é bom para a sobrevivência do indivíduo e/ou a sobrevivência da espécie. Comer alimentos, beber líquidos e praticar atividades sexuais são exemplos. As mudanças intensivas relacionadas à aprendizagem que ocorrem no cérebro durante a adolescência, combinadas com forte motivação para ativar o sistema de recompensas durante esse período, podem facilmente levar ao desenvolvimento de maus hábitos que podem ficar teimosamente incrustados em circuitos cerebrais.

O uso de substâncias é mais provável que comece durante a adolescência do que em qualquer outro momento, e as chances de que tais comportamentos levem a problemas futuros são maiores quando começam durante a adolescência em relação à idade adulta. As drogas, de nicotina à heroína, todas atuam, em parte, ativando o sistema de recompensas e essencialmente enganando o cérebro, fazendo-o “pensar” que algo importante e adaptativo simplesmente aconteceu. Como tal, cada vez que um adolescente, ou um adulto, ativa o sistema de recompensa com drogas, as chances são que o indivíduo repita esse comportamento no futuro. Cada vez que o desejo de repetir o comportamento recompensado é expresso de modo comportamental e não é evitado pelos lobos frontais, as probabilidades diminuem de que o indivíduo será capaz de reunir a força necessária do lobo frontal para inibir o comportamento na próxima vez que o impulso emergir. É este processo relacionado à aprendizagem que provavelmente culmina na perda de controle que é característica de problemas graves com substâncias psicoativas.

Os adultos com lobos frontais totalmente funcionais são tipicamente capazes de evitar voltar às drogas que ativam o caminho da recompensa em troca de objetivos de longo prazo. Os fortes impulsos emocionais que levam a um comportamento reforçado combinado com os centros de controle cognitivo ainda frágeis tornam mais fácil para os adolescentes rumarem por caminhos envolvendo o abuso de substâncias e outras atividades de risco. Como o cérebro aprende tão rapidamente durante a adolescência, as probabilidades parecem maiores de que o abuso de substâncias se torne um problema vitalício se começar e for repetido durante os anos de adolescência. Os comportamentos podem se enraizar firmemente nos circuitos cerebrais e são difíceis de substituir, uma vez que a janela de maleabilidade aprimorada se fecha.

Além de estar em maior risco de desenvolver hábitos de uso de substâncias psicoativas através da aprendizagem, também parece que várias drogas afetam o cérebro de forma diferente durante os anos de adolescência do que durante a idade adulta, e muitas dessas diferenças não são boas para os adolescentes. Por exemplo, em ratos, os efeitos de reforço da nicotina são muito mais fortes no início da adolescência do que no final da adolescência ou na idade adulta, o que poderia ajudar a explicar por que a maioria dos fumantes adultos realmente se tornou dependente da nicotina durante a adolescência (BELLUZZI et al., 2004).

Das drogas que afetam diferentes adolescentes e adultos, o álcool é a mais estudada. Pesquisas com seres humanos sugeriram que o abuso de álcool durante os anos de adolescência é capaz de destruir o desenvolvimento normal de seu curso e pode levar a deficiências cognitivas persistentes. Brown et al. (2000) compararam adolescentes de 15 a 16 anos internados em um programa de tratamento de abuso de substâncias com grupos controles da comunidade em uma bateria de testes neuropsicológicos. Os bebedores frequentes (que bebem uma ou mais vezes por semana, cinco ou mais doses por ocasião), particularmente aqueles que sofreram abstinência alcoólica, tiveram um desempenho inferior comparado ao controle em vários testes, incluindo testes de aprendizagem e memória.

Em um estudo longitudinal de indivíduos com idade entre 13 e 19 anos, recrutados a partir de programas de tratamento, Tapert e Brown (1999) observaram que um retorno ao consumo após o programa provocou novas diminuições nas habilidades cognitivas, particularmente em testes de atenção, nos próximos quatro anos. Mais uma vez, a abstinência do álcool foi um poderoso preditor de tais deficiências. Da mesma forma, Tapert et al. (2002) avaliaram o funcionamento neuropsicológico e neurofisiológico e o envolvimento do uso de substância em sete intervalos de tempo durante um período de oito anos em indivíduos começando, em média, com a idade de 16 anos e terminando com a idade de 24 anos. Muitos dos indivíduos foram avaliados inicialmente no tratamento e então rastreados após a permanência no tratamento. Outros foram recrutados da comunidade e rastreados durante o período de oito anos, como grupo controle. Os níveis cumulativos de uso de substâncias, incluindo o consumo de álcool, foram correlacionados com deficiências na aprendizagem verbal e na memória durante a avaliação final. Os achados sugeriram que o uso intenso de álcool e outras drogas durante a adolescência prevê pontuações mais baixas em testes de memória e atenção quando o indivíduo está entre no início e meado dos 20 anos e destaca os efeitos disruptivos que o abuso de substâncias pode ter no desenvolvimento neuropsicológico e neurofisiológico saudável durante a adolescência.

Pesquisas adicionais de Tapert e colaboradores exploraram os mecanismos cerebrais subjacentes a tais deficiências de desenvolvimento. Mulheres jovens dependentes do álcool e controles saudáveis entre as idades de 18 e 25 anos realizaram testes de memória de trabalho e vigilância (atenção), enquanto os níveis de oxigênio cerebral foram medidos usando fMRI (TAPERT et al., 2001). O tamanho da amostra não foi suficientemente grande para detectar deficiências significativas na memória de trabalho, embora tenha sido observada uma tendência clara em relação a essas deficiências. Contudo, indivíduos dependentes de álcool exibiram significativamente menos atividade do cérebro enquanto realizavam a tarefa de memória de trabalho. A atividade mais fraca foi observada em várias partes dos lobos frontais e nos lobos parietais.

Um estudo posterior com mulheres jovens dependentes de álcool mostrou que as pistas relacionadas ao álcool, como as palavras associadas ao consumo de álcool, provocavam *craving* (fissura) e levaram a maiores aumentos na atividade cerebral em uma variedade de regiões em relação aos controles (TAPERT et

al., 2004), estabelecendo assim uma ligação entre o desejo de álcool e função cerebral em áreas específicas do cérebro. Isso produz maiores evidências de que os cérebros das mulheres jovens dependentes do álcool funcionam de forma diferente dos cérebros de mulheres jovens não dependentes do álcool. Dado que o cérebro adolescente é construído para aprender e que a plasticidade cerebral diminui uma vez que os anos de adolescência terminam, parece provável que essas fortes reações às pistas relacionadas ao álcool possam ficar por algum tempo e aumentar o risco de recaída ao longo dos anos.

Estudos adicionais com ratos apoiaram os efeitos diferenciais do álcool na função cerebral durante a adolescência em relação aos adultos. Por exemplo, o hipocampo, que é fundamental para a formação de memórias para fatos e eventos, é muito mais sensível ao álcool em ratos adolescentes do que em ratos adultos. É necessário menos álcool para suprimir os circuitos de memória no hipocampo adolescente, em relação ao adulto (WHITE; SWARTZWELDER, 2004). A exposição de ratos a níveis altos de álcool durante vários dias provoca morte celular no hipocampo, lobos frontais e outras regiões cerebrais e ocorre assim, portanto, em níveis mais baixos para adolescentes em relação aos adultos, embora os mecanismos subjacentes a esses danos permaneçam obscuros. Além disso, o álcool suprime o nascimento de novos neurônios no hipocampo e o faz com maior facilidade no cérebro adolescente (MONTI et al. 2005). Nos seres humanos, o hipocampo é menor em adolescentes que abusam do álcool (CLARK; THATCHER; TAPERT, 2008). Se isso é resultado da supressão do nascimento celular, a morte de células existentes, ambas, ou uma causa alternativa não está claro.

Os efeitos particularmente negativos do álcool sobre a função do hipocampo em cérebros adolescentes podem ajudar a explicar por que os apagões de memória, a amnésia para eventos que ocorrem enquanto se está bebendo, são tão comuns durante os anos de adolescência. A pesquisa de White (2003) sugeriu que 50% dos estudantes universitários tenham experimentado pelo menos um apagão (*blackout*). Uma pesquisa com 5000 graduados recentes do Ensino Médio durante o verão antes de começar a faculdade revelou que mais da metade consumiu álcool nas duas semanas antes da pesquisa, e daqueles que bebiam, 12% dos homens e mulheres experimentaram pelo menos um apagão de memória durante esse período de duas semanas (WHITE; SWARTZWELDER, 2009).

Outras estruturas parecem também sofrer com os efeitos negativos do álcool no desenvolvimento do cérebro adolescente. Por exemplo, o abuso de álcool durante a adolescência está associado a tamanhos reduzidos da amígdala e do corpo caloso. Parece também que o álcool interfere com a maturação dos tratos da substância branca nos lobos frontais, talvez suprimindo a atividade dos genes associados à criação da bainha de mielina (CLARK; THATCHER; TAPERT, 2008). Pesquisas com ratos sugeriram que o funcionamento das células gliais afetadas pelo álcool durante a adolescência recupera-se apenas parcialmente com a abstinência prolongada (EVRARD et al., 2006).

A facilidade com que o cérebro adolescente aprende parece aplicar-se para aprender sobre o álcool a um nível neuroquímico, não apenas a nível social e comportamental. Sabe-se há muito tempo que quanto mais cedo um adolescente é exposto ao álcool, maior é a sua chance de se tornar dependente. Parece que o aprendizado rápido tornado possível pela maior plasticidade cerebral durante os anos de adolescência pode trabalhar contra o desenvolvimento saudável quando se aplica ao consumo de álcool e, talvez, ao uso de outras substâncias (CARPENTER-HYLAND; CHANDLER, 2007). Por exemplo, o desenvolvimento inicial da tolerância ao álcool, um processo que envolve aprendizagem a nível neuroquímico, é mais rápido durante a adolescência do que na idade adulta, e essa tolerância permanece evidente por um período de tempo muito mais longo em indivíduos adolescentes em comparação com adultos (WHITE et al., 2002).

A boa notícia é que a maior plasticidade cerebral da adolescência se presta à recuperação e não apenas ao desenvolvimento do problema inicial. A pesquisa indica que o tratamento do abuso de substâncias com adolescentes funciona, particularmente, quando os adolescentes estão motivados para melhorar (WHITE et al., 2004).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças que ocorrem no cérebro do adolescente parecem se desdobrar como parte do plano amplo de desenvolvimento, codificado geneticamente e com ajuda hormonal. No entanto, os resultados dessas mudanças são fortemente influenciados pelas interações entre o mundo individual e o exterior. Forte impulso emocional ajuda a impulsionar as crianças para fora de seus porões e para o mundo. A forma como o indivíduo regula esses fortes impulsos emocionais é influenciada pela aprendizagem. Alguns aprendem a exercer uma restrição efetiva sobre seus impulsos, enquanto outros aprendem a fazer o que sentem quando têm vontade de fazê-lo.

Em qualquer estágio de desenvolvimento, os indivíduos são motivados a atender necessidades psicológicas particulares. As necessidades dos adolescentes são semelhantes de muitas maneiras às de crianças e adultos, com necessidades acentuadas de afastar os familiares, explorar o mundo, assumir riscos, manter a privacidade e gastar mais tempo com seus pares. Semelhante a crianças e adultos, os adolescentes precisam se sentir seguros, amados e aceitos por aqueles que os cercam e ter um senso de propósito e significado na vida. Essas necessidades existem contra o pano de fundo de mudanças hormonais desenfreadas e desenvolvimento físico, bem como a metamorfose neurológica explorada acima.

Quando os adolescentes têm saídas saudáveis para seus impulsos emocionais profundos de explorar, arriscar e socializar, as chances aumentam de que eles passarão pela adolescência ilesos. Os adolescentes e seus pais devem ser encorajados a explorar saídas saudáveis para esses impulsos, para que não se traduzam em comportamentos não saudáveis destinados a satisfazê-los, como abuso de substâncias, práticas sexuais de risco, agressão, bullying e assim por diante. Simplesmente, quando os adolescentes estão ocupados fazendo atividades que os fazem sentir validados e independentes, eles são menos propensos a se engajar em comportamentos pouco saudáveis e equivocados. Atividades extracurriculares, como esportes, música, teatro e trabalho voluntário são boas ideias para mantê-los ocupados e ajudar a orientar seu desenvolvimento em direções saudáveis. Quando os comportamentos saudáveis são modelados pelos adultos em sua casa, os adolescentes são mais propensos a desenvolver hábitos saudáveis sem a necessidade de intervenções especiais. Os pais devem ser encorajados a explorar opções para envolver seus adolescentes em atividades extracurriculares e garantir que os comportamentos que eles modelam sejam saudáveis.

É primordial que os adolescentes aprendam a reconhecer e regular seus impulsos emocionais. No final da adolescência, os lobos frontais estarão firmemente no “banco do motorista” e devem ser capazes de fornecer o equilíbrio certo de aceleração e freios. Até esse momento, qualquer atividade que ajude os adolescentes a aprender a assumir a responsabilidade e, com esperança, orgulhar-se, suas ações serão úteis para manter o desenvolvimento do lobo frontal em um curso saudável. Do mesmo modo, as atividades que ensinam os adolescentes a adiar a gratificação, como poupar dinheiro para uma compra desejada, podem servir como exercícios úteis para os lobos frontais e treinamento útil para a vida adulta em geral. Educar os pais sobre as mudanças que ocorrem nos corpos e nos cérebros de seus adolescentes pode ajudar a difundir a tensão que normalmente existe em tais famílias e, esperamos, aumentar a paciência com os adolescentes que, muitas vezes, são vistos como desconhecidos morando em suas casas.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você aprendeu que:

- À medida que entramos na segunda década da vida, começamos a testar os comportamentos dos adultos, e nosso caminho em direção à autonomia, nossos corpos, incluindo nossos cérebros, entram em um período de fluxo muito singular e tumultuado que culmina na maturação física e no desenvolvimento de circuitos neurológicos capazes de governar comportamentos adultos responsáveis.
- As mudanças que ocorrem no cérebro durante a adolescência deslocam o controle comportamental para longe das regiões emocionais (amígdala, núcleo accumbens, cíngulo) para os centros de controle cognitivo (os lobos frontais).
- Essas mudanças culminam em habilidades aprimoradas para regular os impulsos emocionais e tomar decisões racionais e orientadas para o futuro.
- Nos anos que levam até a adolescência, uma superabundância de sinapses é criada nos lobos frontais e entre os neurônios nos lobos frontais e nas estruturas dos cérebros com os quais eles se comunicam.
- No início da segunda década de vida, o cérebro começa a mudar o controle do comportamento para os lobos frontais e coloca as sinapses formadas pelos neurônios do lobo frontal e neurônios em outras regiões do cérebro na poda neuronal.
- Esse tipo de maleabilidade permite que cada onda sucessiva de adolescentes se adapte a um mundo único e cada vez mais complexo.
- Uma vez que deixamos a adolescência e entramos na idade adulta, a maleabilidade do cérebro diminui e torna-se cada vez mais difícil fazer mudanças.
- Embora seja possível ensinar a um adulto, ou mais idoso, novos truques, é muito mais fácil aprender novos truques quando somos jovens.
- Embora às vezes possa ser uma má notícia, a forma como o cérebro adolescente é moldado depende, em grande parte, dos ambientes nos quais os adolescentes crescem.
- Ao construir ambientes saudáveis, o potencial inerente ao cérebro adolescente em mudança pode ser aproveitado, e as chances de que um determinado adolescente chegue na idade adulta cognitiva e emocionalmente preparado para os rigores da vida adulta podem ser maximizadas.



- 1 Algumas das mudanças mais intrigantes no cérebro durante a adolescência ocorrem nos lobos frontais. Essas áreas do cérebro, localizadas logo atrás da testa, desempenham papéis críticos em diversas funções cognitivas de ordem superior. Descreva algumas das principais mudanças nos lobos frontais que ocorrem nesta etapa da vida.
- 2 As mudanças nos lobos frontais e outras áreas corticais não podem explicar o comportamento total do adolescente, especialmente quando se trata de tomadas de risco e de reações emocionais fortes. Descreva os correlatos de base neurobiológica destes aspectos do comportamento e reações da fase da adolescência.
- 3 Durante a adolescência, os lobos frontais recebem o controle executivo sobre o comportamento e as interações com o mundo exterior permitem que o adolescente aprenda a usar os lobos frontais para regular as expressões emocionais e tomar decisões orientadas para o futuro que troquem reforço de curto prazo por ganhos de longo prazo. Infelizmente, essa transição de poder nem sempre vai de acordo com o plano. Os problemas com este processo parecem contribuir para o desenvolvimento de uma série de transtornos psicológicos, desde a depressão até a esquizofrenia. Comente sobre o desenvolvimento do cérebro adolescente e os transtornos psicológicos.



QUESTÕES PRÁTICAS EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade você deverá ser capaz de:

- compreender os princípios neuropsicológicos que subjazem à psicologia escolar;
- relacionar a neuropsicologia com a prática da psicologia escolar;
- identificar as principais características das avaliações e intervenções neuropsicológicas escolares;
- compreender a relação colaborativa entre a neuropsicologia escolar, o lar, a escola e outros profissionais.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – PRINCÍPIOS NEUROPSICOLÓGICOS E A PRÁTICA DA PSICOLOGIA ESCOLAR

TÓPICO 2 – AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO NEUROPSICOLÓGICA ESCOLAR

TÓPICO 3 – COLABORAÇÃO EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR COM O LAR, A ESCOLA E OUTROS PROFISSIONAIS



PRINCÍPIOS NEUROPSICOLÓGICOS E A PRÁTICA DA PSICOLOGIA ESCOLAR

1 INTRODUÇÃO

O estudo das relações cérebro-comportamento é notavelmente atraente e, ao mesmo tempo, incrivelmente impressionante. Essas relações são difíceis para os professores ensinarem, os alunos aprenderem e os profissionais implementarem. A aplicação dos princípios neuropsicológicos na prática clínica parece impossível à primeira vista. No entanto, tal como se aprende outras habilidades psicológicas em um treinamento em psicologia, a expertise em interpretação neuropsicológica de dados de testes requer prática diligente, um desejo contínuo de melhorar suas habilidades interpretativas, aprender sobre avanços teóricos e empíricos no campo e encontrar maneiras de aplicar essas informações em uma prática diária como profissional de psicologia. Muitos artigos e livros que elucidam as relações cérebro-comportamento são escritos a cada ano. Embora seja uma tarefa desanimadora tentar digerir toda a literatura neuropsicológica relevante, é um objetivo nobre mesmo assim. Além disso, a aplicação dessas habilidades e da base de conhecimento a crianças individuais requer perspicácia clínica – algo que não pode ser ensinado em nenhum livro texto ou manual –. Embora as informações contidas neste tópico, e nesta unidade, possam ajudá-lo a utilizar informações neuropsicológicas nas práticas diárias de avaliação e intervenção, elas não substituem o treinamento e a experiência supervisionada necessária para se tornar um neuropsicólogo.

O objetivo deste tópico, e desta unidade como um todo, é fornecer aos leitores uma revisão de literatura relevante sobre práticas no âmbito da relação entre cérebro e comportamento, mas o material apresentado não é exaurido. A sugestão é, portanto, que além de ler este livro, você pesquise e leia outros livros-texto de neuropsicologia e neurociência relevantes. A base de conhecimento neuropsicológico está crescendo a uma taxa fenomenal, então, muitos dos conceitos neuropsicológicos que aprendemos em leituras ou cursos feitos há algum tempo foram revisados ou descartados. As implicações dessas descobertas são dramáticas e significativas na prática diária, fornecendo a você uma nova visão sobre as relações cérebro-comportamento. Esses novos insights formam uma estrutura conceitual para diagnóstico diferencial e tratamento dos transtornos e das dificuldades de aprendizagem e comportamentos específicos, que você encontra em sua prática diária como profissional de psicologia no âmbito escolar. Ao mesmo tempo fornece a todos os profissionais da educação um conhecimento mais preciso e apurado para elaborar estratégias de intervenção e colaboração com outros profissionais da educação.

2 AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM NA INFÂNCIA

O interesse pelas bases biológicas do comportamento humano não é algo novo para a profissão da psicologia escolar, mas está se tornando mais relevante para a geração atual de psicólogos nesta área. Alguns dos veteranos mais experientes, ou historiadores da psicologia, sugerem que sempre houve um interesse nas bases biológicas dos comportamentos. Na verdade, o debate sobre a natureza *versus* a educação é tão antigo quanto a própria profissão da psicologia. Alguns grandes teóricos, como B. F. Skinner e John B. Watson, eram behavioristas estritos. Eles acreditavam que o comportamento observável era o único elemento essencial que precisava ser considerado no comportamento humano. O currículo baseado na abordagem de mensuração/avaliação, promovida por muitos profissionais, hoje tem suas raízes teóricas no behaviorismo.

No final da década de 1950, os pesquisadores perceberam que as abordagens behavioristas não podiam "explicar funções mentais complexas, como a linguagem e outras funções perceptivas" (GAZZANIGA, IVRY; MANGUN, 2002, p. 21), e isso ainda é verdade hoje. No extremo oposto do espectro teórico estavam os psicólogos cognitivos, como George Miller, Noam Chomsky e Michael Posner, que acreditavam que a função cerebral precisava ser considerada na compreensão dos comportamentos humanos. Desde a década de 1970, os psicólogos cognitivos foram tremendamente auxiliados pelo desenvolvimento de técnicas de neuroimagem. A imagem por ressonância magnética (MRI), a tomografia por emissão de pósitrons (PET) e a imagem por ressonância magnética funcional (fMRI) são ferramentas úteis para validar ou ajudar a refinar modelos teóricos de cognição desenvolvidos por psicólogos cognitivos.

É importante reconhecer que a integração dos princípios neuropsicológicos na prática educacional teve um início difícil. Os praticantes que antecedem a meados da década de 1970 provavelmente lembram os dias do treinamento perceptivo-motor de Glenn Doman e Carl Delacato para crianças com "disfunção cerebral mínima", ou testes como o Teste Illinois de Habilidades Psicolinguística (ITPA). Essas abordagens podem ter uma boa validade aparente (*face validity*), mas não mostraram com precisão a eficácia do tratamento para déficits perceptivo-motor ou déficit de linguagem. Esses primeiros equívocos na integração de princípios neuropsicológicos na prática educacional apenas reforçaram o crescente papel do behaviorismo na psicologia escolar (HYND; REYNOLDS, 2005). Alguns estudiosos contemporâneos e influentes ainda citam conclusões inadequadas da abordagem de avaliação do processo, da década de 1970, como base para mudanças legislativas atuais na definição de uma deficiência de aprendizagem específica (RESCHLY; HOSP; SCHMIED, 2003). Infelizmente, esses estudiosos influentes parecem ter omitido um impressionante corpo de pesquisas empíricas nos últimos 40 anos, que apoia bases biológicas para a maioria dos transtornos da infância.

Após a passagem de P.L. 94-142 na década de 1970 nos EUA, vários pesquisadores começaram a investigar as bases neurobiológicas das dificuldades de aprendizagem e distúrbios comportamentais (OBRZUT; HYND, 1996). Existem evidências neurobiológicas fortes para transtornos de déficit de atenção com hiperatividade, transtornos da leitura, transtornos da linguagem escrita, transtornos da matemática e transtornos invasivos do desenvolvimento. Os psicólogos escolares que querem traduzir esta pesquisa do comportamento cerebral, na prática, estão cada vez mais interessados em aplicar princípios neuropsicológicos em sua prática profissional.

2.1 CRIANÇAS COM CONDIÇÕES MÉDICAS E O DESEMPENHO ESCOLAR

Um número crescente de crianças nas escolas é afetado com condições neurológicas conhecidas ou suspeitas. Infelizmente, muitas dessas crianças raramente têm suas necessidades educacionais consideradas. Histórias precisas do desenvolvimento podem não estar disponíveis para refletir as preocupações do desenvolvimento precoce, condições médicas ou predisposições genéticas.

Como exemplo, se você fosse entrar em uma unidade de terapia intensiva neonatal, encontraria muitos bebês que nasceram prematuramente e com muito baixo peso (MBP). Muitos desses bebês são tão pequenos que você pode mantê-los na palma da sua mão. Esses bebês frequentemente passam os primeiros meses de vida ligados à ventilação e a uma série de outros monitores médicos. Os pesquisadores estão cada vez mais interessados nas consequências potenciais acadêmicas e comportamentais negativas desses bebês prematuros e de baixo peso ao atingir a idade escolar e além (DOOLEY, 2005).

Quando um neuropsicólogo escolar analisa o registro cumulativo de uma criança encaminhada para serviços de educação especial não é incomum encontrar uma história positiva de trauma do nascimento ou fatores de risco neonatais. Embora não tenha havido diminuição notável no número de bebês com baixo peso ao nascer (BPN) nascidos anualmente, o avanço gradual na qualidade de cuidados intensivos neonatais resultou em uma taxa de sobrevivência aumentada. Considerando que, no passado recente, o baixo peso ao nascer e os prematuros enfrentaram uma alta taxa de mortalidade, mais dessas crianças em risco estão sobrevivendo. Estima-se que, no Brasil, cerca de 340 mil crianças por ano ou 12,4% de todos os nascidos vivos são prematuros (CAISM, 2014). Nathanielsz (1995) informou que, embora os partos prematuros possam parecer um pouco infrequentes quando comparados a todos os nascidos vivos, a prematuridade ainda é responsável por 75% da mortalidade perinatal. Além da prematuridade e do baixo peso ao nascer, o UNI a seguir enumera várias outras influências médicas importantes na neuropsicologia escolar.



Aumento das influências médicas na neuropsicologia escolar

- Mais crianças estão sobrevivendo a traumas do nascimento e outras principais doenças médicas com correlatos conhecidos para posteriores preocupações acadêmicas e comportamentais.
- Crianças e adolescentes com lesão cerebral traumática apresentam desafios únicos para os educadores.
- Houve um tremendo aumento no número de crianças a quem são prescritos medicamentos para controlar transtornos do humor e do comportamento.
- Houve um número crescente de estudos de pesquisa que trazem luz sobre os déficits neuropsicológicos associados a doenças crônicas, como asma, diabetes e doenças cardíacas.
- Há uma descoberta crescente das limitações do tratamento clínico para distúrbios neurológicos, como o autismo em contextos baseados na escola.

FONTE: MILLER, Daniel C. **Essentials of School Neuropsychological Assessment**. Hoboken, NJ: John Wiley & Son, 2007.

Apesar da alta taxa de mortalidade perinatal, houve uma melhora na sobrevivência geral de bebês com baixo peso ao nascer, provavelmente associada à tecnologia avançada (HORBAR; LUCEY, 1995). Curiosamente, a causa real do parto prematuro permanece um pouco elusiva, embora existam fatores de risco definidos (por exemplo: tabagismo, primeiros nascimentos, sexo feminino, infecções fetais, distúrbios metabólicos e genéticos), não existe, essencialmente, nenhuma causa identificável conhecida (SHIONO; BEHRMAN, 1995). Uma revisão da literatura revela que os bebês com baixo peso ao nascer estão em risco de dificuldades neurossensoriais, cognitivas/neuropsicológicas, comportamentais e acadêmicas (DOOLEY, 2005; HACK, KLEIN; TAYLOR, 1995; LITT et al., 2005).

Os avanços médicos modernos também tiveram impacto na vida de crianças com outras condições médicas, como câncer, AIDS, lesões cerebrais traumáticas, doenças e condições médicas mais raras. As doenças crônicas afetam um número crescente das crianças no Brasil (GUSSO; LOPES, 2012). Kline, Silver e Russell (2001) relataram que, dentro da população de crianças com doenças crônicas, 30 a 40 por cento têm problemas relacionados à escola. A maioria dessas crianças seria qualificada sob a categoria de outras pessoas com problemas de saúde. Esses problemas de saúde e seus tratamentos podem causar problemas acadêmicos e comportamentais secundários que também podem levar à classificação em outras categorias (por exemplo: dificuldades de aprendizagem específicas, distúrbios emocionais graves).

No início da década de 1990, uma criança com uma lesão na cabeça passaria de um ambiente hospitalar de cuidados intensivos, onde as necessidades físicas e médicas eram atendidas, para um ambiente de reabilitação intermediária por um longo período de tempo, onde a reabilitação cognitiva ocorreria (MILLER, 2004). Hoje, é típico que uma criança renuncie a qualquer reabilitação cognitiva formal e retorne à escola logo depois de se estabilizar medicamente. Nos últimos 20 a 25 anos, o atendimento de saúde gerenciado nos EUA, por exemplo, levou a uma redução nos serviços de reabilitação cognitiva oferecidos a crianças e jovens com lesão cerebral traumática (LCT). Em defesa do setor de atendimento de saúde gerenciado, a literatura sobre a eficácia da reabilitação cognitiva com crianças foi escassa (MCCOY et al., 1997).

Apesar do fato de que a LCT tenha sido classificada como uma deficiência por décadas, os funcionários da escola muitas vezes não estão preparados para educar crianças com, ou se recuperando de doenças graves e crônicas, incluindo a LCT. Crianças e adolescentes com este tipo de deficiência requerem tratamento especializado e monitoramento diferente de crianças dentro de outras classificações da educação especial. Devido a uma recuperação espontânea da função cerebral e mudanças contínuas no desenvolvimento, a manifestação clínica da LCT está em constante mudança e requer monitoramento frequente. Ao contrário de algumas deficiências que requerem apenas reavaliações a cada três anos, as crianças com LCT precisam monitorar frequentemente as mudanças no funcionamento acadêmico, comportamental, adaptativo e socioemocional (MCCOY et al., 1997). Os neuropsicólogos escolares podem desempenhar um papel importante nas relações entre a escola e a comunidade médica, desenvolvendo planos de transição/reintegração para crianças em idade escolar após lesão ou insulto cerebral, auxiliando no desenvolvimento e monitoramento de um plano educacional individualizado (PEI) – um programa de ensino para atender às necessidades específicas de uma criança – e no gerenciamento geral de casos (BURK-DOE; JOBST, 2015).

2.2 AUMENTO DO USO DE MEDICAMENTOS COM CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR

Houve um aumento dramático no número de crianças em idade escolar que tomam medicamentos psicotrópicos (CARDOSO; SABBAG; BELTRAME, 2007; GALDURÓZ et al., 2004). Nos EUA, Patel (2005) examinou as taxas de prevalência de uso de antipsicótico em crianças e adolescentes de 1996 a 2001 em três estados do Medicare (Ohio, Texas e Califórnia) e uma organização privada de atendimento de saúde gerenciado, verificando que a prevalência de uso de antipsicóticos atípicos aumentou drasticamente. Os distúrbios comportamentais disruptivos foram mais comumente associados à prescrição antipsicótica. O *Archives of General Psychiatry* também realizou uma pesquisa entre 1993 e 2009, sobre as tendências de consultas com prescrição de antipsicóticos para crianças e adolescentes e concluiu que houve um aumento dramático (NEWS.MED.BR, 2012).

Outra tendência perturbadora com crianças em idade escolar são os vários tipos de medicamentos prescritos sem consideração aparente quanto às potenciais interações medicamentosas e efeitos colaterais adversos (BRASIL, 2000). Zonfrillo, Penn e Leonard (2005) revisaram os estudos de pesquisa publicados de 1994 a 2004 sobre a prática de prescrição de múltiplos medicamentos para tratar condições mentais em crianças e adolescentes. Os resultados sugeriram que houve um aumento acentuado no uso de múltiplos medicamentos (ou polifarmácia) com crianças, apesar da falta de pesquisa nessa área.

Os neuropsicólogos escolares não são médicos, mas podem fornecer informações sobre como a medicação psicotrópica usada para tratar problemas comuns como depressão, ansiedade, transtornos de déficit de atenção e assim por diante pode afetar a aprendizagem e o comportamento. Há uma grande quantidade de informações disponíveis sobre interações medicamentosas e potenciais efeitos colaterais na internet. Perguntas sobre as interações e as consequências a longo prazo da polifarmácia e os efeitos neuropsicológicos dos medicamentos estão sendo pesquisados atualmente.

2.3 AUMENTO DO NÚMERO DE PROBLEMAS EDUCACIONAIS E COMPORTAMENTAIS DESAFIADORES NAS ESCOLAS

Os psicólogos escolares observam que hoje há mais crianças do que há 20-30 anos, que apresentam problemas comportamentais, sociais-emocionais e acadêmicos graves (BORDIN; OFFORD, 2000). Há evidências para apoiar esse consenso com relatórios de outros países além do Brasil (SANTOS; GRAMINHA, 2006). No ano 2000, no *Report of the Surgeon General's Conference on Children's Mental Health: A National Action Agenda* (Relatório da Conferência do General de Cirurgiões sobre Saúde Mental Infantil: Uma Agenda Nacional de Ação), relatou-se que há aproximadamente 6 a 9 milhões de crianças e adolescentes dos EUA com sérios distúrbios emocionais, que representam 9 a 13 por cento de todas as crianças. Infelizmente, muitas crianças com transtornos mentais diagnosticáveis não recebem tratamento. O Relatório mencionado acima indicou que aproximadamente 70% das crianças e adolescentes que precisam de tratamento não recebem tratamento. Muitos dos sérios distúrbios emocionais experimentados por crianças, como depressão, distúrbios relacionados à ansiedade e TDAH, possuem etiologia neurológica conhecida ou suspeita. Portanto, muitas crianças com deficiências neurológicas conhecidas ou suspeitas que apresentam sintomas de problemas de saúde mental não são identificadas ou são identificadas e não estão recebendo tratamento.

Outra grande preocupação na prática educacional é o diagnóstico e alocação imprecisa de crianças e adolescentes com deficiências neurológicas conhecidas ou suspeitas. As crianças com problemas neurológicos são muitas vezes erroneamente interpretadas como Transtorno de Conduta ou Transtorno Específico de Aprendizagem. Estes diagnósticos e intervenções educacionais e comportamentais subsequentes não abordam a disfunção neuropsicológica

subjacente. O diagnóstico incorreto ou a classificação equivocada podem levar a graves consequências na vida de uma criança. Lewis et al. (1988) avaliaram 14 juvenis encarcerados em quatro estados dos EUA utilizando avaliações abrangentes psiquiátricas, neurológicas, neuropsicológicas e educacionais. Os resultados foram alarmantes. Nove dos 14 juvenis apresentaram sintomas consistentes com maior comprometimento neurológico, sete sofreram distúrbios psicóticos que precederam o encarceramento, sete apresentaram sintomas de disfunção cerebral orgânica significativa em testes neuropsicológicos e apenas dois tiveram escores de QI de escala completa acima de 90.

Do ponto de vista da prevenção e da intervenção precoce, parece ser sensato que as crianças com distúrbios neurológicos conhecidos ou suspeitos sejam educadas adequadamente. Muitas vezes, os educadores tratam apenas os sintomas e não os problemas subjacentes. Embora o DSM-5 deixe claro que “o transtorno específico da aprendizagem distingue-se de dificuldades de aprendizagem devidas a problemas neurológicos ou sensoriais” (AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION, 2014, p. 73) como a LCT, e a classificação da LCT tenha estado na lei do *Individuals with Disabilities Educational Act* (IDEA, Ato para a Educação de Indivíduos com Deficiências) desde 1990, muitos educadores e psicólogos escolares não estão bem equipados para lidar com as necessidades especiais dessa população (RUSSELL; AIRASIAN, 2014).



O *Individuals with Disabilities Educational Act* (IDEA) é um pacote complexo da legislação federal norte-americana que “especifica os tipos de déficits para os quais deve ser proporcionada educação especial, regulamenta os métodos utilizados para identificá-los e estabelece detalhadamente os direitos das crianças que os apresentam” (SMITH; STRICK, 2012, p. 84)

Em resumo, os psicólogos escolares têm se interessado em aplicar princípios neuropsicológicos desde o início dos anos 80. Desde então, tem havido uma explosão de pesquisa que oferece suporte para as bases biológicas de aprendizagem e comportamento (ROTTA; OHLWEILER; RIESGO, 2016). No passado mais recente, houve um ressurgimento do interesse na neuropsicologia escolar devido à convergência de vários fatores. Em primeiro lugar, legislações, como a reautorização de 2004 da IDEA, fizeram com que os psicólogos escolares avaliassem criticamente seus modelos de prestação de serviços. Os modelos antigos, como o uso do modelo de discrepância de capacidade-rendimento para a identificação de Dificuldades de Aprendizagem Específicas (DAE), provaram ser ineficazes. Há uma disputa conceitual ocorrendo à medida que a profissão da psicologia escolar se esforça para chegar a um acordo com todas as mudanças sistêmicas na educação: por um lado, os behavioristas rigorosos (os defensores

da avaliação baseada no currículo), que dispensam o valor de avaliação individualizada das habilidades cognitivas e, por outro lado, os psicólogos escolares e os neuropsicólogos escolares, que defendem uma avaliação baseada em processos mais individualizada para orientar as intervenções (COHEN; SWERDLIK; STURMAN, 2014).

Os psicólogos escolares também estão trabalhando com mais crianças que sobreviveram a graves lesões cerebrais e crianças que estão tomando mais medicamentos que afetam a aprendizagem e o comportamento. Os efeitos da mudança da legislação, políticas e práticas educacionais sobre a especialização emergente da neuropsicologia escolar foram abordados neste tópico. Adiante, abordaremos os motivos de a avaliação neuropsicológica ser incluída nas escolas.

3 A NECESSIDADE DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA NAS ESCOLAS

O acesso a serviços neuropsicológicos tanto dentro como fora das escolas geralmente é limitado. Devido a um problema de oferta e demanda, mesmo que os órgãos responsáveis da escola localizem um neuropsicólogo para avaliar uma criança, a avaliação pode ser dispendiosa e pode haver um longo tempo de espera para concluí-la. O acesso aos serviços neuropsicológicos é ainda mais difícil, se não impossível, nas regiões rurais do país onde muitas vezes não há neuropsicólogos.

Em um mundo ideal, cada unidade escolar teria acesso a um neuropsicólogo pediátrico que escrevesse relatórios que fossem informativos e relevantes para a educação e que consultassem regularmente com educadores e pais. Em todo o país, os neuropsicólogos clínicos são mais abundantes do que os neuropsicólogos pediátricos, mas a maioria dos neuropsicólogos clínicos é treinada para trabalhar com populações adultas e não com crianças em idade escolar (SANTOS; BUENO, 2015). Um neuropsicólogo pediátrico normalmente seria encontrado trabalhando em um hospital ou ambiente de reabilitação com crianças gravemente prejudicadas e geralmente não teria tempo para avaliações baseadas na escola (SADOCK; SADOCK; RUIZ, 2017). Portanto, o acesso a serviços neuropsicológicos de um neuropsicólogo clínico para crianças em idade escolar é muitas vezes difícil.

3.1 UTILIDADE LIMITADA DE ALGUNS RELATÓRIOS NEUROPSICOLÓGICOS

Os educadores podem ter experienciado sentar-se em uma reunião sobre um Plano Educacional Individualizado em que um pai traz um relatório de um neuropsicólogo externo. Muitas vezes, os relatórios neuropsicológicos de consultores externos são preenchidos com conclusões diagnósticas e muitos dados de testes e avaliações, mas não apresentam recomendações prescritivas que

seriam intervenções úteis em ambientes educacionais. Nestes casos, o relatório que o pai traz para a escola é frequentemente arquivado na pasta acadêmica da criança como educacionalmente irrelevante e a experiência se torna frustrante para todas as partes interessadas.

Historicamente, os neuropsicólogos vêm de programas de doutorado ou outro nível de especialização em psicologia clínica e foram treinados em modelos clínicos de psicopatologia de avaliação e intervenção para adultos. Esses praticantes geralmente não estão familiarizados com as leis educacionais ou a organização e operações das escolas em geral. Fletcher-Janzen (2005) apresentou um gráfico que mostra uma clara comparação das diferenças entre neuropsicólogos que atuam nas escolas e neuropsicólogos que atuam em agências privadas. Os neuropsicólogos escolares têm a vantagem de trabalhar com crianças com quem têm uma longa história educacional e múltiplas oportunidades de avaliação e monitoramento do progresso da intervenção. Comparativamente, os neuropsicólogos pediátricos tipicamente só veem crianças fora do ambiente escolar por um curto período de tempo (por exemplo, durante uma internação hospitalar) e não são capazes de observar a criança no ambiente natural da escola, nem acompanhar a eficácia de suas intervenções recomendadas.

Além disso, os neuropsicólogos clínicos podem não entender que um relatório clínico com um diagnóstico do DSM nem sempre equivale à necessidade de uma criança de serviços de educação especial. Existe uma necessidade óbvia de treinamento cruzado entre psicólogos escolares e neuropsicólogos clínicos (inclusive de neuropsicólogos pediátricos). A fim de ajudar melhor a criança, os neuropsicólogos clínicos devem aprender quais diagnósticos e intervenções educacionais são úteis para as unidades escolares. Psicólogos escolares com treinamento em neuropsicologia podem desempenhar um papel na consulta com neuropsicólogos clínicos para ajudar a determinar os serviços necessários às unidades escolares.

Tendo em mente o acesso limitado aos neuropsicólogos e as necessidades documentadas de crianças com condições neurológicas conhecidas ou suspeitas nas escolas, chamamos nossa atenção para o fato de que “o psicólogo escolar tem sua especialidade ainda pouco difundida. Apenas em 1990, com a formalização da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE), houve possibilidade de fortalecimento desse campo de atuação no Brasil” (VALLE, 2003, p. 23). Miller (2004) apontou que muitos dos novos testes de habilidades cognitivas e testes de memória e aprendizagem rotineiramente utilizados pelos psicólogos escolares têm fortes fundamentos teóricos na teoria neuropsicológica. No mínimo, todos os psicólogos escolares terão que melhorar sua base de conhecimento sobre teorias neuropsicológicas se quiserem interpretar adequadamente esses novos testes (HAASE, 2016). A vantagem de ter um psicólogo escolar treinado na integração de princípios neuropsicológicos na prática é que o produto final de todos os serviços prestados pelo psicólogo escolar será geralmente mais pragmático para a escola e a criança. No entanto, como observou Miller (2004), embora um neuropsicólogo escolar escreva um relatório perspicaz e faça recomendações

práticas e baseadas em evidências, não há garantia de que as recomendações serão implementadas. Um papel importante de um neuropsicólogo, seja um consultor externo ou um psicólogo escolar interno com experiência em neuropsicologia, é ajudar os professores a implementar as recomendações educacionais usando suas habilidades de consulta, conhecimento de design instrucional e habilidades de avaliação de programas (HAASE, 2016; HAASE et al., 2016). Uma excelente avaliação neuropsicológica arquivada na pasta cumulativa da criança não beneficiará a escola nem a criança.

Em resumo, há uma necessidade documentada de serviços neuropsicológicos dentro das escolas. No entanto, encontrar um neuropsicólogo com uma compreensão das questões de desenvolvimento e as regras e regulamentos que orientam a prática educacional é muito difícil. Os relatórios tradicionais escritos por neuropsicólogos clínicos geralmente não são muito úteis nas escolas. Esses relatórios tendem a ser muito longos e pesados, muitas vezes descrevem os testes mais do que a criança e têm recomendações não muito relevantes para a maioria dos ambientes de aprendizagem baseados em escolas. Além disso, os neuropsicólogos clínicos não estão em condições de serem responsabilizados pela evidência do sucesso ou falha das intervenções. Os psicólogos escolares, por outro lado, são diretamente responsáveis pelos resultados e, portanto, estão próximos em uma base diária para ver as intervenções em pleno funcionamento. Os psicólogos escolares são candidatos ideais para ampliar suas competências em neuropsicologia para melhor atender educadores, crianças e suas famílias.

A integração dos princípios neuropsicológicos na prática da psicologia escolar e no contexto educacional tem suas raízes teóricas na neuropsicologia clínica e pediátrica. Essas influências históricas na neuropsicologia escolar, juntamente às tendências atuais no campo, serão discutidas na sequência.

4 INFLUÊNCIAS HISTÓRICAS DA NEUROPSICOLOGIA CLÍNICA E PEDIÁTRICA

Para entender e apreciar a especialidade emergente da neuropsicologia escolar, é preciso rever as influências da neuropsicologia clínica adulta, neuropsicologia pediátrica, psicologia escolar e educação em geral. Vários autores revisaram a história da neuropsicologia clínica de adultos. Rourke (1982) identificou os três primeiros estágios históricos da neuropsicologia clínica como: (1) o estágio de abordagem de teste único; (2) o estágio da bateria de teste/especificação da lesão; e (3) o estágio do perfil funcional. Este autor rotulou as tendências atuais em neuropsicologia como o estágio integrador e preditivo. Esses estágios são analisados a seguir.

4.1 ESTÁGIO DA ABORDAGEM DE TESTE ÚNICO

A neuropsicologia clínica moderna do adulto tem suas origens nos pesquisadores do meio do século XIX, como Paul Broca e John Hughlings Jackson, que estudaram a localização das funções cerebrais (BENTON, 2000). Apesar da ênfase precoce na localização das funções cerebrais, como as áreas de Broca e Wernicke, a emergente neuropsicologia clínica adulta se concentrou na função e na disfunção cerebral global (BARR; BIELUAUSKAS, 2016).

A abordagem de teste único dominou a prática da neuropsicologia clínica adulta durante os anos de 1900 a 1950. Um dos objetivos dos praticantes durante esse período foi diferenciar pacientes com dano cerebral de outros grupos usando uma única medida. Os praticantes foram ensinados a procurar sinais da "organicidade" geral ou disfunção cerebral usando testes únicos, como o Teste Gestáltico Visomotor de Bender, o Teste de Retenção Visual de Benton ou os Testes de Memória para Desenhos de Graham-Kendall (GURD; KISCHKA; MARSHALL, 2010).

Uma analogia com a abordagem de teste único é o exemplo de assar um bolo. Se sua mãe lhe ensinou como assar um bolo, ela provavelmente lhe pediu que espetasse um palito de dente no centro do bolo para ver se o bolo estava pronto. Em outras palavras, você generalizou de uma única amostra para o resto do bolo. Se o palito de dente saísse limpo, então o resto do bolo era assumido como estando pronto. O palito de "amostra única" funcionou bem em generalizar o resto do bolo.

No entanto, ao conceituarmos o bolo como sendo a construção da organicidade do cérebro, um teste único não generaliza bem o resto das funções do cérebro. Por exemplo, o mau desempenho de uma criança no Teste Gestáltico Visomotor de Bender pode ser resultado de múltiplos fatores, em vez de um único indicador de organicidade. O mau desempenho neste teste pode ser o resultado de uma má coordenação visual-motora, torpeza motora, habilidades visuoespaciais precárias, motivação fraca ou coordenação motora fina pobre, e assim por diante. Na prática atual de psicologia escolar, ainda existem alguns praticantes que se referem a sinais de "organicidade" sendo observados em amostras únicas de avaliação. No entanto, essa abordagem não diferenciou crianças com lesões cerebrais de crianças sem lesões cerebrais com validade suficiente (ROURKE, 1982).

4.2 ESTÁGIO DA BATERIA DE TESTES/ESPECIFICAÇÃO DA LESÃO

À medida que a mensuração neuropsicológica aumentou em sofisticação, clínicos e pesquisadores determinaram que a tomada de múltiplas amostras do mesmo constructo conduzia a uma melhor medição do constructo de organicidade ou disfunção cerebral. Portanto, na analogia do "bolo" em que o bolo é o constructo de organicidade, esse constructo seria melhor determinado tomando amostras de vários locais que medem habilidades visuoespaciais, funções executivas, habilidades de atenção, memória e funções de aprendizagem, e assim por diante. As baterias de teste que mensuram uma variedade de constructos neuropsicológicos foram desenvolvidas para aliviar algumas das preocupações de usar um único teste para prever a disfunção neuropsicológica.

Na década de 1940, a Segunda Guerra Mundial desempenhou um papel importante na remodelação da neuropsicologia clínica. A guerra criou um grande número de soldados que se tornaram pacientes com concussões graves e lesões penetrantes na cabeça (HARTLAGE; ASKEN; HORNSBY, 1987). Durante este período, a psicologia clínica também estava emergindo como uma profissão e uma série de profissionais se tornaram disponíveis para avaliar pacientes com lesões cerebrais. Da década de 1940 até a década de 1970, várias baterias de testes neuropsicológicos foram desenvolvidas e amplamente utilizadas por clínicos. O papel principal do neuropsicólogo clínico durante este período foi administrar baterias de testes neuropsicológicos para determinar a origem de possíveis disfunções cerebrais. As contribuições de Ward Halstead, Ralph Reitan, Alexander Luria, Edith Kaplan e colegas serão revistas a seguir.

4.2.1 Contribuições de Halstead-Reitan à Neuropsicologia Clínica

Ward Halstead foi um pesquisador e profissional proeminente que publicou uma monografia em 1947 relatando as observações feitas em centenas de pacientes com dano no lobo frontal. A abordagem da avaliação de Halstead foi em grande parte desprovida de teoria e projetada para maximizar a taxa de sucesso na diferenciação de pacientes com lesões cerebrais daqueles dos grupos de controle normais (HALSTEAD, 1952).

Um dos estudantes de Halstead, Ralph Reitan, expandiu a bateria de testes neuropsicológicos de Halstead e verificou seu uso com disfunções cerebrais lateralizadas, déficits motores lateralizados (REED; REITAN, 1969), danos no lobo temporal (REITAN, 1955), capacidade de abstração (REITAN, 1959), disfasia (REITAN, 1960) e funções sensorio-motoras (REITAN, 1971). A bateria de testes neuropsicológicos de Halstead-Reitan (HRNTB), como se tornou conhecida, tem sido amplamente utilizada na prática da neuropsicologia clínica de adultos.

O banco de dados normativo para a versão adulta do HRNTB foi atualizado nas últimas décadas, o que torna ainda clinicamente útil para os adultos. Enquanto os testes Halstead-Reitan foram coadunados em uma bateria, o estágio da abordagem de teste único que dominou inicialmente este campo ainda é um pouco evidente. Por exemplo, no *Aphasia Screening Test*, um teste da bateria Halstead-Reitan, uma criança é rotulada como "dislética" se apenas um item falhar. Tal como no estágio de abordagem de teste único, esta é uma prática questionável, porque existem múltiplas explicações para o desempenho fraco em um item específico, em vez de atribuir uma condição neuropsicológica.

4.2.2 Contribuições de Alexander Luria à Neuropsicologia Clínica

Alexander Luria foi um neuropsicólogo russo que passou mais de 40 anos avaliando os efeitos psicológicos e comportamentais dos adultos com lesões cerebrais. Embora Luria e Halstead fossem contemporâneos, eles tomaram abordagens muito diferentes para entender as relações comportamento-cérebro. Considerando que Halstead (e subsequentemente Reitan) usou uma abordagem quantitativa para diferenciar pacientes com lesões cerebrais dos pacientes de grupos de controle, Luria enfatizou fortemente as observações qualitativas dos padrões de erro dos pacientes. Ele resumiu suas observações teóricas e clínicas em dois livros influentes, *Curso de Psicologia Geral* (LURIA, 1979) e *Fundamentos de Neuropsicologia* (LURIA, 1981).

O método original de Luria baseou-se em informações clínicas detalhadas e testes de hipóteses informais. Os clínicos americanos tinham suspeitas da abordagem de Luria porque não tinha a padronização de procedimentos e as propriedades psicométricas estabelecidas com as quais eles estavam acostumados com outros instrumentos. Anne-Lise Christensen, uma aprendiz de Luria, originalmente padronizou alguns dos materiais de estímulo de Luria na década de 1960. Nos anos 70, uma versão em inglês do teste foi padronizada por Charles Golden, neuropsicólogo de Nebraska, juntamente com Thomas Hammeke e Arnold Purish. Golden e seus colegas administraram os itens originais de Luria a centenas de adultos com deficiência neurológica e grupos de controle. Eles então usaram análises de função discriminatória para determinar quais itens do teste diferenciaram os pacientes de controle normais dos pacientes com lesão cerebral. Esta pesquisa produziu a primeira versão da Bateria Neuropsicológica Luria-Nebraska (LNNB), que foi posteriormente revisada em 1986 (GOLDEN, 1986).

4.2.3 Contribuições de Kaplan e colegas à Neuropsicologia Clínica

Nas décadas de 1960 e 1970, um grupo de clínicos e pesquisadores da escola de Boston, tais como Norman Geschwind, Harold Goodglass, Nelson Butters e Heinz Warner investigaram variações nos processos cognitivos em populações clínicas, mas não usaram o HRNTB ou o LNNB (HEBBEN; MILBERG, 2002). Em vez disso, este grupo usou uma bateria de teste flexível projetada para responder à pergunta de referência. Esta abordagem foi denominada Abordagem de Processos de Boston em 1986 e tem sido chamada de Abordagem de Testagem de Hipóteses de Boston. O princípio básico desta abordagem para a avaliação neuropsicológica foi a ideia de que como uma pessoa chega a uma resposta em um teste é tão importante como o próprio resultado do teste (TEETER; SEMRUD-CLIKEMAN, 1997). Essa ênfase nos comportamentos qualitativos e testagem de hipóteses tem algumas semelhanças com o método clínico original de Luria, mas a Abordagem de Processos de Boston utiliza testes padronizados. O princípio de "testar os limites", fazendo perguntas individuais além dos níveis máximos ou modificando as questões, é a marca desta abordagem. Edith Kaplan foi um dos principais defensores desta abordagem de avaliação. Muitas das abordagens "orientadas para o processo" originalmente defendidas por esses clínicos e pesquisadores tornaram-se parte das técnicas de avaliação atuais.

4.2.4 As orientações filosóficas dos praticantes de neuropsicologia clínica de adultos

Na década de 1980, pesquisas de neuropsicólogos clínicos relataram que 28% dos entrevistados preferiram os testes de Halstead-Reitan, 13% preferiram os testes de Luria-Nebraska, 15% preferiram nenhuma das baterias fixas e 44% dos entrevistados não estavam treinados para usar qualquer uma das baterias fixas (GUILMETTE et al., 1990). Guilmette et al. (1990) também relataram que, enquanto a bateria de testes Halstead-Reitan era a mais popular, apenas 27% dos entrevistados utilizavam a bateria completa em suas avaliações. A maioria dos neuropsicólogos clínicos na década de 1980 usou porções de baterias fixas em suas práticas, mas não a bateria inteira.

No final da década de 1980 e início da década de 1990, a profissão de neuropsicologia clínica adulta começou a endossar o uso de uma bateria flexível em avaliação, em vez de uma bateria fixa. No início dos anos noventa, 60% dos profissionais da área preferiam a abordagem da bateria flexível à abordagem da bateria fixa (SWEET; MOBERG; WESTERGAARD, 1996). No final da década de 1990, cerca de 70% dos profissionais preferiam a abordagem da bateria flexível à abordagem da bateria fixa (SWEET; MOBERG; SUCHY, 2000), sendo esta a tendência atual na avaliação neuropsicológica de adultos.

4.2.5 Baterias de Teste Neuropsicológicas para Crianças

Enquanto os neuropsicólogos clínicos de adultos estavam se afastando das baterias fixas de avaliação para baterias de avaliação mais flexíveis no final da década de 1990, os neuropsicólogos pediátricos tinham poucas ferramentas de avaliação para escolher. Esta seção analisará a história da neuropsicologia pediátrica e sua influência na neuropsicologia escolar.

Na década de 1960, a neuropsicologia pediátrica surgiu como uma subespecialização no campo mais amplo da neuropsicologia clínica. Inicialmente, muitas das primeiras baterias de testes neuropsicológicos desenvolvidas para crianças eram extensões descendentes de baterias de testes para adultos. Ernhart, Grahame e Eichman (1963) foram creditados como sendo os primeiros pesquisadores a aplicar uma bateria de testes para avaliar os resultados do desenvolvimento em crianças com lesões cerebrais. Eles descobriram que crianças com danos cerebrais manifestavam déficits em múltiplas medidas verbais e conceituais, bem como em múltiplas medidas perceptivas. Eles relataram que nenhuma medida única produziu uma discriminação satisfatória de crianças com danos cerebrais, enquanto que o uso de toda a bateria o fez. Isso foi consistente com a ideia de que várias medidas são melhores discriminadores da função/disfunção cerebral do que uma única amostra de comportamento.

4.2.6 Testes Halstead-Reitan para crianças

Na década de 1970, uma extensão descendente do HRNTB adulto foi desenvolvida para crianças na faixa de nove a 14 anos, chamada Bateria de testes neuropsicológicos Halstead-Reitan para crianças mais velhas (HRNTB-OC). Uma versão do teste também foi desenvolvida para crianças de cinco a oito anos, chamada de Bateria de Testes Neuropsicológicos Reitan-Indiana (RINTB). Reitan e Wolfson (1992) apresentam uma descrição ampliada dos testes HRNTB e RINTB e Teeter e Semrud-Clikeman (1997) oferecem uma extensa revisão dos estudos de pesquisa clínica HRNTB e RINTB. Teeter e Semrud-Clikeman (1997) apontaram que os testes de Halstead-Reitan para crianças devem ser usados com cautela. As preocupações com os testes HRNTB e RINTB incluem: normas insuficientes, covariância com inteligência, incapacidade de distinguir condições psiquiátricas de doenças neurológicas em crianças e incapacidade dos testes para localizar disfunção ou prever recuperação após insulto ou dano cerebral (LECKLITER; FORSTER, 1994).

Vários pesquisadores compilaram conjuntos de dados normativos das baterias HRNTB e RINTB para crianças desde suas publicações iniciais (BARON, 2004). Em vez de usar os testes originais de Halstead-Reitan para crianças com base em uma coleção sintetizada de dados normativos que podem ir até 35 anos de idade, recomenda-se que os profissionais avaliem a bateria sensório-motor de Dean-Woodcock (DWSMB). A DWSMB incorporou muitos dos testes de Halstead-Reitan quando padronizou os testes usando uma amostra nacional de base ampla. O DWSMB também foi conormatizado com os Testes Woodcock-Johnson III de Capacidade Cognitiva (WOODCOCK; MCGREW; MATHER, 2001).

4.2.7 Bateria neuropsicológica de Luria-Nebraska: revisão para crianças

Depois que a Bateria Neuropsicológica Luria-Nebraska para adultos foi introduzida em 1978, Golden e seus colegas começaram a trabalhar em uma revisão (GOLDEN, 1986). Em 1986, foi publicada a Bateria Neuropsicológica Luria-Nebraska revisada para adultos, juntamente com uma separada Bateria Neuropsicológica Luria-Nebraska: Revisão para crianças (LNNB-CR).

A LNNB-CR foi projetada para avaliar uma ampla gama de habilidades voltadas para avaliar os processos neuropsicológicos de crianças de oito a 12 anos. Golden (1997) relatou que ele e seus colegas passaram quase uma década, desde meados da década de 1980 até meados da década de 1990, trabalhando no LNNB-III, que integraria as versões para crianças e adultos, mas o teste nunca foi publicado. Portanto, os profissionais que usam o LNNB-CR devem contar com normas de amostra de padronização provenientes de amostras coletadas na década de 1980. Golden (1997) oferece uma descrição ampliada dos testes de LNNB-CR e Teeter e Semrud-Clikeman (1997) apresentam uma extensa revisão dos estudos de pesquisa clínica do LNNB-CR. Alguns estudos descobriram que o LNNB-CR foi útil para discriminar crianças com Dificuldade de Aprendizagem (DA) daquelas sem DA, mas pouca pesquisa foi realizada sobre a eficácia do teste em discriminar crianças com deficiência neurológica de grupos não clínicos.

Uma grande preocupação com os testes Halstead-Reitan e Luria-Nebraska para crianças foi que, conceitualmente, ambos os instrumentos eram extensões descendentes de modelos adultos. Essas primeiras baterias fixas tratavam crianças como adultos em miniatura e não levaram em consideração as variações de desenvolvimento da infância.

Em resumo, o foco do estágio da bateria de teste/especificação da lesão era desenvolver várias medidas neuropsicológicas dentro de uma bateria de testes que, quando vistas em conjunto, seriam preditores úteis de disfunção cerebral. A abordagem da bateria fixa por definição era restritiva. Os testes serviram como indicadores grosseiros da função cerebral ou disfunção, mas não eram muito úteis na localização ou no desenvolvimento de intervenções prescritivas. A necessidade de avançar além da avaliação apenas por causa do diagnóstico a um modelo de avaliação que se associou a intervenções prescritivas estabeleceu as bases para o próximo estágio da neuropsicologia clínica, denominado estágio do perfil funcional.

4.3 ESTÁGIO DO PERFIL FUNCIONAL

Rourke (1982) referiu aos dois primeiros estágios na história da neuropsicologia clínica (abordagem de teste único e a bateria de testes/especificação da lesão) como estágios estáticos. A partir do final da década de 1970, três fatores principais influenciaram a evolução da neuropsicologia: (1) neuropsicólogos pediátricos começaram a questionar a extensão descendente de modelos adultos aplicados a crianças; (2) neuropsicólogos em geral começaram a questionar a validade das baterias de testes neuropsicológicos para localizar lesões cerebrais; e (3) métodos neurodiagnósticos não invasivos (por exemplo, técnicas de neuroimagens como o CAT, MRI e PET) começaram a substituir os testes neuropsicológicos por fazer inferências em relação a lesões encefálicas. Com a evolução das técnicas de neuroimagem, os neuropsicólogos já não usaram baterias de testes para determinar a localização dos locais de possíveis disfunções cerebrais. Os escaneamentos de MRI e CAT exibem detalhadamente a estrutura do cérebro, enquanto as primeiras verificações de PET forneceram informações estruturais e funcionais sobre o cérebro. Durante este período, os neuropsicólogos deslocaram o foco de seus relatórios para longe dos problemas de localização cerebral para identificar um perfil funcional dos pontos fortes e fracos de um indivíduo. O objetivo do neuropsicólogo era diferenciar as habilidades prejudicadas daquelas intactas.

Rourke (1982) referiu-se a este estágio do perfil funcional como fase cognitiva. A implicação de Rourke foi que o estágio do perfil funcional colocou os princípios da psicologia cognitiva de volta à prática da neuropsicologia. Em vez de administrar uma bateria fixa de testes e indicar a presença ou ausência de uma lesão suspeita, os neuropsicólogos da década de 1980 e décadas posteriores foram solicitados a avaliar de forma abrangente os processos cognitivos do indivíduo.

Não se pode deixar de traçar um paralelo entre o deslocamento da fase fixa do estágio de baterias fixas/localização cerebral para o estágio do perfil funcional na neuropsicologia clínica e o estado atual das práticas da psicologia escolar de identificação de dificuldades de aprendizagem específicas. Durante o estágio da bateria fixa, as próprias ferramentas de avaliação tornaram os neuropsicólogos clínicos mais como técnicos do que clínicos. Os resultados do teste eram determinantes, indicando a presença ou ausência de disfunção cerebral. Muitos aspectos da prática da psicologia escolar entre os anos 80 e hoje confiaram muito no uso de métodos fixos (por exemplo, fórmulas de discrepância) para indicar a presença ou ausência de dificuldades específicas de aprendizagem. Quando o campo da neuropsicologia fez a mudança para valorar uma avaliação mais funcional dos pontos fortes e fracos do indivíduo e vincular essa informação às intervenções prescritivas, os neuropsicólogos estavam em desvantagem, porque não havia novos instrumentos de teste que abordassem essa re-conceitualização.

A psicologia escolar está em uma posição muito mais favorável desde a década de 1990, já que houve um aumento constante nas ferramentas de avaliação projetadas para abordar as forças e fraquezas funcionais e estabelecer vínculos prescritivos. Os psicólogos escolares estão atualmente colocando a prática da "psicologia" de volta à prática da psicologia escolar, ou mais especificamente, integrando os princípios da psicologia cognitiva e da neuropsicologia.

Assim, o estágio do perfil funcional da neuropsicologia ressaltou a "re-psicologização" da neuropsicologia, enfatizando os aspectos psicológicos dos insultos e anomalias neurológicas e identificando as forças e fraquezas funcionais dos indivíduos. Embora esse estágio de desenvolvimento tenha representado uma mudança nos objetivos da avaliação neuropsicológica, não houve mudanças ou inovações dramáticas nos tipos de testes e medidas que estão sendo usados. O "estado da arte" das avaliações neuropsicológicas clínicas durante esse período ainda foram as três principais abordagens: o Halstead-Reitan, a perspectiva Luriana e a Abordagem do Processo de Boston.

Por uma questão de continuidade, voltemos à analogia do bolo. Se continuarmos a usar a analogia de que o bolo representa a construção da organicidade ou a função geral do cérebro, os neuropsicólogos no estágio do perfil funcional continuarão a advogar para tomar múltiplas amostras (ou testes) do comportamento. No entanto, a ênfase passaria da predição de "organicidade" para uma análise das relações entre os desempenhos nas amostras comportamentais (ou seja, será que as amostras de "bolo" mostram diferenças entre os locais amostrados?).

4.4 ESTÁGIO INTEGRATIVO E PREDITIVO

O estágio integrativo e preditivo é um termo usado por Miller (2007) para descrever o período do início da década de 1990 até o presente momento. Durante esse período, muitas mudanças multidisciplinares influenciaram a neuropsicologia escolar. Muitas dessas mudanças estão relacionadas aos avanços em como o cérebro influencia a aprendizagem e o comportamento. A explosão rápida de pesquisa sobre as relações comportamento-cérebro resultou no Congresso dos EUA declarando a década de 1990 como a "Década do cérebro".

Os neuropsicólogos escolares estão finalmente interessados em avaliar as funções neurocognitivas de forma confiável e válida. A avaliação objetiva é essencial para diagnósticos precisos e o fortalecimento das intervenções prescritivas. Os avanços multidisciplinares, desde a década de 1990, que influenciaram a prática da psicologia escolar e a especialidade da neuropsicologia escolar incluem: desenvolvimento de testes especificamente concebidos para crianças, avanço de técnicas de neuroimagem, avanço teórico, influências de uma abordagem de bateria cruzada, influências de uma abordagem de avaliação do processo e foco profissional na validade ecológica e vinculação de dados de avaliação com intervenções baseadas em evidências.

4.4.1 Desenvolvimento de testes especificamente concebidos para crianças em idade escolar

Antes do estágio integrativo, se um pesquisador queria desenvolver um novo teste que mensurasse a memória visual de curto prazo como um exemplo, os cursos de ação eram claros. O pesquisador desenvolveria um conjunto de itens, administrá-los-ia a uma amostra ampla, validaria as propriedades psicométricas do teste e depois publicaria o teste. Um método comum para estabelecer a validade desse novo teste teria sido correlacioná-lo com um teste existente que relatava mensurar o mesmo constructo. Se os dois testes se correlacionavam, o pesquisador indicava que o novo teste era uma medida válida do constructo testado. Hoje, o desenvolvedor do teste enfrenta um novo conjunto de desafios. Um novo teste deve ainda aderir ao rigor psicométrico, mas também é importante que o teste se encaixe em um quadro teórico de referência, relate amostras quantitativas e qualitativas de comportamento, seja ecologicamente válido e tenha algumas ligações com intervenções baseadas em evidências. Este impulso para a integração de todos esses atributos também é uma característica importante do estágio integrador e preditivo.

Uma das principais características do estágio integrador e preditivo é que os testes neuropsicológicos desenvolvidos para crianças neste período não são extensões descendentes de modelos adultos. As baterias neuropsicológicas mais recentes para crianças e testes autônomos de processos neuropsicológicos são especificamente projetadas e padronizadas para crianças. O Teste de Memória e Aprendizagem (TOMAL) foi um dos primeiros exemplos de um teste neuropsicológico projetado especificamente para crianças em idade escolar (REYNOLDS; BIGLER, 1994). Os autores de testes na década de 1990 forneceram aos neuropsicólogos escolares uma vasta gama de ferramentas de avaliação que foram desenvolvidas para crianças em idade escolar.

4.4.2 Influências de estudos de imageamento cerebral sobre a aprendizagem e o comportamento

O TOMAL também foi uma das primeiras medidas que utilizaram escaneamentos de Tomografia Computadorizada (CT) para avaliar a validação de alguns de seus constructos. Cada vez mais, técnicas de neuroimagem, tais como imageamento funcional de ressonância magnética (fMRI), estão sendo usadas para validar instrumentos neuropsicológicos que relatam a mensuração de certos processos cognitivos. Além disso, as técnicas de imagem funcional estão abrindo as "janelas da mente" para permitir espiar os cérebros das crianças enquanto realizam funções cognitivas básicas. Em uma aplicação emocionante, pesquisadores como Shaywitz (2003) começaram a usar técnicas de imagem funcional para avaliar os efeitos de intervenções de leitura específicas. O desenvolvimento de testes neuropsicológicos e a validação do futuro incluirão estudos de neuroimagem.

5 EXPANSÃO DE QUADROS TEÓRICOS DE REFERÊNCIA

Desde o início dos anos 1900 até meados da década de 1980, os quadros de referência teóricos para classificar as habilidades cognitivas humanas estavam limitados a soluções de um fator (verbal) ou a dois fatores (verbal e visual-espacial). Os modelos teóricos da inteligência aumentaram dramaticamente apenas antes do início do estágio integrativo da neuropsicologia na década de 1990. Flanagan e Harrison (2005) apresentaram uma revisão abrangente das teorias contemporâneas da inteligência, incluindo a teoria dos três estratos de capacidades cognitivas de Carroll, a teoria das inteligências múltiplas de Gardner, a teoria de Cattell-Horn da inteligência fluida e cristalizada e o modelo do processamento de informação de Luria-Das.

A prática atual da psicologia escolar e da neuropsicologia escolar exige que a avaliação das habilidades cognitivas tenha um forte fundamento teórico. O forte fundamento teórico também facilita a interpretação dos dados de testes dentro de um quadro de referência teórico. Por exemplo, a teoria avançada e integrada de Cattell-Horn-Carroll serviu de base teórica para a terceira edição dos Testes de Habilidades Cognitivas de Woodcock-Johnson (WOODCOCK; MCGREW; MATHER, 2001), enquanto o Modelo de Processamento de Informação de Luria-Das serviu como modelo teórico do Sistema de Avaliação Cognitiva (NAGLIERI; DAS, 1997) e a Bateria de Avaliação Kaufman para Crianças - Segunda Edição (KAUFMAN; KAUFMAN, 2004).

5.1 INFLUÊNCIAS DA ABORDAGEM DE BATERIA CRUZADA

Uma consequência dos avanços em nossa conceituação teórica das habilidades cognitivas é a abordagem de bateria cruzada. Ao construir uma avaliação neuropsicológica baseada na escola para responder a uma pergunta específica de referência, um neuropsicólogo escolar pode precisar projetar subtestes de múltiplas baterias de testes. Isto é essencialmente uma abordagem de bateria cruzada. Na base da abordagem de bateria cruzada, Carroll (1993) e Horn (1994) realizaram vários estudos de análise fatoriais em múltiplas medidas de inteligência, que renderam uma taxonomia de amplas habilidades cognitivas. Woodcock (1990) foi um dos primeiros a sugerir que tirar medidas de uma ou mais baterias de testes intelectuais durante uma única avaliação proporcionaria uma medida mais ampla de habilidades cognitivas. A abordagem de bateria cruzada foi expandida como um meio de colmatar uma lacuna entre as teorias modernas da estrutura da inteligência e a prática atual de avaliar essas habilidades cognitivas (FLANAGAN; ORTIZ, 2001).

5.2 INFLUÊNCIAS DA ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO DO PROCESSO

Um dos legados da Abordagem do Processo de Boston foi a inclusão de aspectos qualitativos do desempenho de uma criança em novos testes. Profissionais e pesquisadores reconheceram a importância dos aspectos quantitativos e qualitativos do desempenho da criança. A ênfase nos comportamentos qualitativos faz parte de uma abordagem mais ampla de avaliação dos processos. A abordagem de avaliação do processo auxilia os neuropsicólogos escolares na determinação das estratégias que uma criança usa para resolver uma determinada tarefa. Os autores de testes e seus editores se destacaram nos últimos anos no estabelecimento de taxas básicas para comportamentos qualitativos comuns. Por exemplo, um teste com tais dados incluídos na padronização permite que um profissional faça declarações como "Pedindo repetições 10 vezes no material apresentado verbalmente ocorreu com essa frequência em apenas 3 a 10 por cento de outros com cinco anos de idade na amostra de padronização". A informação qualitativa pode fornecer pistas úteis para intervenções.

5.3 ÊNFASE NA AVALIAÇÃO ECOLÓGICA VÁLIDA

Como profissionais da área, tentamos administrar avaliações padronizadas para crianças nos ambientes escolares apenas para depois questionar se os resultados do teste refletirão o nível real de habilidades ou desempenho da criança. Esta é uma questão de validade ecológica e preditiva, que tem sido discutida na literatura nos últimos anos (CHAYTOR; SCHMITTER-EDGEcombe, 2003; SBORDONE, 1996).

No estágio integrador e preditivo da neuropsicologia, houve uma maior ênfase em relacionar os achados de avaliação com o funcionamento cotidiano de um indivíduo. Sbordone (1996, p. 310) define a validade ecológica como "a relação funcional e preditiva entre o desempenho do paciente em um conjunto de testes neuropsicológicos e o comportamento do paciente em uma variedade de configurações do mundo real". Como no estágio funcional da neuropsicologia, a ênfase na avaliação hoje é mais sobre as recomendações prescritivas do que as conclusões diagnósticas dentro de um relatório. Nos últimos anos, foi dada maior ênfase aos campos da neuropsicologia clínica, da psicologia escolar e da área de especialidade emergente da neuropsicologia escolar para demonstrar a validade preditiva das técnicas de avaliação. Pais e educadores querem saber o quão bem a criança irá se desempenhar no futuro com base nos dados de avaliações atuais. Isto é especialmente verdadeiro no uso de dados de avaliação atuais para prever o desempenho em testes de responsabilidade baseados em competências de alto risco. Se continuarmos a usar a avaliação de alto-risco, sempre haverá uma porcentagem dos alunos que não conseguirão atingir os escores de corte. Os neuropsicólogos escolares podem fornecer valiosos serviços de avaliação para crianças que estão falhando em testes baseados em competências, conectando os resultados da avaliação a intervenções terapêuticas individualizadas.

5.4 VÍNCULO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COM INTERVENÇÕES BASEADAS EM EVIDÊNCIAS

O campo da psicologia escolar é relativamente jovem. Nos últimos 100 anos, o campo tornou-se melhor no desenvolvimento e validação de constructos teóricos e abordagens de avaliação. No entanto, o campo está atrasado na área de intervenções empiricamente validadas. Os psicólogos escolares têm muitos recursos de "livro de receitas" que fornecem recomendações baseadas em problemas acadêmicos ou comportamentais comuns. A revisão da literatura mostra que há poucas evidências sólidas para muitas das recomendações que os profissionais da área fazem consistentemente.

Sabendo sobre a necessidade de intervenções baseadas em evidências, por onde o campo deveria prosseguir? Perguntas precisam ser respondidas, como "O que constitui uma intervenção baseada em evidências?". Kratochwill e Shernoff (2004) sugeriram que uma intervenção poderia ser considerada baseada em evidências se sua aplicação à prática fosse claramente especificada e se demonstrasse eficácia quando implementada na prática. Várias forças-tarefa conjuntas em todas as organizações profissionais têm trabalhado no estabelecimento de diretrizes para pesquisa de práticas baseadas em evidências. Esta linha de pesquisa é crucial para a credibilidade da psicologia escolar e da especialidade da neuropsicologia escolar. Isso faz com que fique no passado a prática de avaliar uma criança apenas para uma classificação educacional. Claramente, os legisladores, os educadores, os professores e os pais exigem uma avaliação que oriente a intervenção. Todavia, há desafios para a realização de pesquisas baseadas em evidências nas escolas. A obtenção de permissão para realizar pesquisas aplicadas nas escolas tornou-se cada vez mais difícil, porque administradores, professores e pais se preocupam com o tempo da tarefa.

Voltemos à analogia do bolo mais uma última vez. Ao considerarmos o bolo análogo ao conceito de "organicidade" ou função/disfunção cerebral, os neuropsicólogos no atual estágio integrativo e preditivo continuariam a defender a realização de múltiplas amostras de comportamento (ou seja, múltiplas sondas de palito no bolo). No entanto, nos estágios passados, todas as amostras de comportamento foram baseadas em amostras de teste comportamental. Isso é o que realmente veríamos no palito de dente depois que estivesse preso no bolo. Atualmente, na prática clínica e na pesquisa, existe uma abordagem interdisciplinar para a compreensão do funcionamento do cérebro com técnicas de imagem funcional integrada, avanços no desenvolvimento do teste e inclusão de análises qualitativas do desempenho do teste. Essas múltiplas amostras de qualquer constructo, tal como a "organicidade", também devem se esforçar para serem ecologicamente válidas e ter uma boa validade preditiva. Isto é, temos que aferir a temperatura da sonda do bolo (ou seja, o palito de dente) e analisar o conteúdo aderindo ao palito de dentes usando a tecnologia e outros testes que fornecem informações qualitativas, químicas, fisiológicas e funcionais. Os futuros pesquisadores continuarão a avançar a base de conhecimento em todas as disciplinas, como educação, psicologia (incluindo neuropsicologia), psicologia

escolar, neuroanatomia funcional, bioquímica, eletrofisiologia, genética e assim por diante. O conhecimento obtido desses campos remodelará as formas em que exercemos a nossa profissão.

As influências da neuropsicologia clínica e neuropsicologia pediátrica na especialidade emergente da neuropsicologia escolar foram revisadas. Na sequência, iremos mudar o foco para a história da neuropsicologia escolar.

6 INTEGRAÇÃO DOS PRINCÍPIOS NEUROPSICOLÓGICOS E A PSICOLOGIA ESCOLAR

As seguintes questões são colocadas para o leitor:

- A integração dos princípios neuropsicológicos na prática da psicologia escolar é uma expansão do treinamento neuropsicológico básico recebido no nível de especialização?
- A neuropsicologia escolar é uma especialidade dentro do campo mais amplo da psicologia escolar?
- A neuropsicologia escolar é uma especialização emergente e única, separada, todavia relacionada à psicologia escolar e à neuropsicologia pediátrica?

Estas três questões representam diferentes níveis de classificação da neuropsicologia escolar com base na prática atual. A primeira pergunta sugere que a neuropsicologia escolar pode ser uma área de interesse para alguns profissionais de psicologia escolar. Muitos psicólogos escolares participam de oficinas de educação contínua que se relacionam com tópicos neuropsicológicos. Existe um enorme interesse em qualquer tópico relacionado à neuropsicologia escolar em todos os encontros anuais da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE). Este nível de prática seria considerado uma entrada de linha de base na neuropsicologia escolar e apenas implica interesse neste campo, mas não competência na área.

A segunda pergunta sugere que a neuropsicologia escolar é uma área de especialidade dentro do campo mais amplo da psicologia escolar. Atualmente, o Conselho Federal de Psicologia (CFP) não reconhece especialidades no campo da psicologia escolar. O mesmo acontece nos Estados Unidos, em que a *National Association of School Psychologists* (NASP) e a *American Psychological Association* (APA) também não reconhecem atualmente tais especialidades neste campo. Hynd e Reynolds (2005, p. 12) enfaticamente declararam que: "chegou o tempo para o desenvolvimento de especializações dentro do campo da psicologia escolar". Todavia, ainda existe controvérsia na profissão de psicologia escolar sobre esse assunto (PELLETIER; HIEMENZ; SHAPIRO, 2004).

O corpo de conhecimento especializado em psicologia escolar cresceu exponencialmente nos últimos anos. Realmente vivemos na era da informação. Os requisitos de treinamento para profissionais da psicologia escolar de nível básico aumentaram dramaticamente desde o início da década de 1990. Os formadores de psicólogos escolares fazem o seu melhor para treinar profissionais em uma variedade de papéis e funções, incluindo: resolução de problemas baseados em dados, avaliação e testagem, consulta, aconselhamento, intervenção de crise e pesquisa. A maioria dos currículos de psicologia escolar no nível de especialização tem uma disciplina que abrange as bases biológicas do comportamento, mas não existe uma exposição aprofundada à neuropsicologia. Os instrutores de psicologia escolar, muitas vezes, sentem que eles não têm tempo suficiente para apresentar aos estudantes, em nível de especialização, a amplitude de papéis e funções disponíveis para eles como profissionais da área. O aumento das especialidades em áreas como a neuropsicologia escolar deve ocorrer através de programas de certificação, tais como pós-graduações ou programas de doutorado em psicologia escolar que ofereçam especialização em neuropsicologia escolar.

Muitos graduados de programas de pós-graduação em psicologia escolar (níveis de especialização, mestrado ou doutorado) informam que eles rapidamente escolhem uma área de especialização uma vez que se formaram. Alguns graduados se tornam "especialistas" na avaliação e intervenções do autismo, outros são "especialistas" na avaliação da primeira infância, psicopatologia adolescente, consultores de mensurações baseadas no currículo e assim por diante. O ponto é que o campo da psicologia escolar se tornou tão rico em conhecimento que os profissionais, muitas vezes, buscam uma especialização. Essas especializações que já estão ocorrendo em nosso campo são resultado do interesse individual e da necessidade de um conhecimento e formação mais aprofundados em áreas mais estreitas de conhecimento e prática.

Atualmente, o movimento de integração de princípios neuropsicológicos na prática da psicologia escolar evolui naturalmente para uma especialidade dentro do campo mais amplo da psicologia escolar. A questão que surge com o tópico da especialização é: o que constitui uma especialização? Participar de um curso sobre como administrar uma bateria de testes neuropsicológicos certamente não constitui especialização. No entanto, a especialização em neuropsicologia escolar requer níveis mínimos de treinamento em competências identificadas.

A terceira afirmação sugere que a neuropsicologia escolar é uma especialização emergente e única, separada, mas relacionada à psicologia escolar e à neuropsicologia pediátrica. Este pode ser o status de longo prazo da neuropsicologia escolar, mas esta provavelmente é vista como uma área de interesse da prática dos psicólogos escolares ou, na melhor das hipóteses, como uma área de subespecialidade emergente dentro do campo mais amplo da psicologia escolar.

6.1 DEFINIÇÃO DA NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR

Daniel C. Miller, um psicólogo escolar, juntamente com dois colegas, P. A. DeFina, uma neuropsicóloga escolar/pediátrica, e M. J. Lang, um neuropsicólogo pediátrico, escreveram uma definição da neuropsicologia escolar. A proposta destes autores é que a neuropsicologia escolar requer a integração de princípios neuropsicológicos e educacionais aos processos de avaliação e intervenção com lactentes, crianças e adolescentes para facilitar a aprendizagem e o comportamento dentro dos sistemas escolar e familiar. Os neuropsicólogos escolares também desempenham um papel importante no desenvolvimento do currículo, no design da sala de aula e na integração de instruções diferenciadas que se baseiam em princípios da relação comportamento-cérebro, a fim de proporcionar um ótimo ambiente de aprendizagem para cada criança (MILLER; DEFINA; LANG, 2004).

Para discutir algumas das implicações associadas à definição exposta acima, será dividida em quatro componentes menores. Primeiro, a neuropsicologia escolar requer a integração de princípios neuropsicológicos e educacionais. Isto refere-se à mistura entre fundamentos educacionais e neuropsicológicos como uma base de conhecimento essencial para neuropsicólogos escolares.

Segundo, para os processos de avaliação e intervenção com lactentes, crianças e adolescentes. Neste contexto, a neuropsicologia escolar não se limita à avaliação e ao diagnóstico. Vincular a avaliação com intervenções baseadas em evidências é um foco importante para psicólogos escolares e neuropsicólogos escolares. Além disso, os neuropsicólogos escolares são treinados para trabalhar com bebês e crianças em idade escolar.

Terceiro, para facilitar a aprendizagem e o comportamento dentro dos sistemas escolares e familiares. Os neuropsicólogos escolares são treinados para trabalhar com crianças e adolescentes no contexto de sua escola e ambientes domésticos. Problemas de aprendizagem e comportamentais não cessam no final do dia escolar. O envolvimento familiar é crucial para afetar mudanças comportamentais e acadêmicas positivas em uma criança.

Quarto, os neuropsicólogos escolares também desempenham um papel importante no desenvolvimento do currículo, no design da sala de aula e na integração de instrução diferenciada que se baseia em princípios da relação comportamento-cérebro para proporcionar um ótimo ambiente de aprendizagem para cada criança, ou seja, os psicólogos escolares e neuropsicólogos escolares são treinados como consultores para o ambiente de aprendizagem, conectando o design instrucional, o desenvolvimento curricular e a avaliação diferencial às intervenções baseadas em pesquisa. Os neuropsicólogos escolares são treinados de forma exclusiva para aplicar princípios de pesquisa baseados no cérebro para melhorar o ambiente educacional.

6.2 PAPÉIS E FUNÇÕES DE UM NEUROPSICÓLOGO ESCOLAR

George Hynd (1981) é creditado como sendo o primeiro psicólogo escolar a defender que os psicólogos escolares, que já possuísem formação de nível de doutorado, fossem treinados em neuropsicologia clínica. Hynd sugeriu que um psicólogo escolar de nível de doutorado com treinamento em neuropsicologia interpretaria os resultados da avaliação neuropsicológica e desenvolveria estratégias de intervenção. Apresentaria recomendações para remediação com base no conhecimento de intervenções cientificamente validadas. Consultaria com especialistas do currículo na concepção de abordagens de instrução que refletissem mais adequadamente o que se sabe sobre desenvolvimento neuropsicológico. Atuaria como uma ponte organizacional com a comunidade médica, coordenando e avaliando intervenções médicas e conduziria oficinas em serviço para todos profissionais da educação, pais e outros atores sobre a base neuropsicológica do desenvolvimento e aprendizagem. Assim como conduziria a pesquisa educacional básica e aplicada investigando a eficácia das intervenções e consultas neuropsicológicas nas escolas.

Mais recentemente, Crespi e Cooke (2003) apontaram que o treinamento em neuropsicologia pode facilitar o ensino e a educação dos professores e dos pais, assim como ajudar no desenvolvimento de decisões de educação especial com base na neuropsicologia. Além disso, pode melhorar o uso de referência para serviços neuropsicológicos, aumentar a capacidade de compreender artigos que tenham dependido de conceitos e métodos neuropsicológicos em tentativas de compreender a etiologia e as consequências comportamentais ou educacionais dos distúrbios de desenvolvimento na infância. Um treinamento nesta área também evitaria cair em diagnósticos simplistas e imprecisos (ou seja, a localização específica de funções cerebrais ou disfunções com base no desempenho em uma única medida psicológica). Pode também servir como uma ponte entre neuropsicólogos clínicos e psicólogos escolares no fornecimento de uma explicação interpretativa de resultados específicos e recomendações. Assim como fornecer um quadro teórico que aprecie o valor das baterias multidimensionais, as complexidades inerentes e as dificuldades de fazer inferências sobre a integridade do cérebro.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão e o respeito pelas bases biológicas do comportamento fazem parte da psicologia desde a sua criação. O crescente interesse em aplicar princípios neuropsicológicos na prática de psicologia escolar e configurações educacionais tem sido resultado direto de muitos fatores, incluindo:

- O crescimento da pesquisa neuropsicológica pediátrica/infantil.
- Avanços nas teorias neuropsicológicas aplicadas à avaliação.
- Avanços nas técnicas funcionais e estruturais de imagem cerebral.
- Limitações das aplicações clínicas nas escolas.
- Aumento do uso de medicamentos por crianças e jovens e seus efeitos colaterais potenciais no processamento cognitivo.
- Avanços na compreensão dos efeitos neurocognitivos da lesão cerebral traumática, distúrbios comuns do desenvolvimento neurológico e doença crônica.

Haverá um interesse contínuo na neuropsicologia escolar, porque os psicólogos escolares trabalham com crianças com transtornos do desenvolvimento neurológico, já conhecido ou ao menos suspeito, cotidianamente. Com a maior ênfase na implementação e monitoramento da eficácia das intervenções baseadas em evidências, os psicólogos escolares estão sob pressão para fornecer a melhor conexão entre avaliação-intervenção o mais rápido possível. Os psicólogos escolares e educadores precisam conhecer os correlatos neuropsicológicos de distúrbios comuns do desenvolvimento neurológico, a fim de prescrever e monitorar as intervenções mais eficazes. As três últimas décadas, em particular, têm sido um momento emocionante para os psicólogos escolares e educadores em geral interessados em aprender mais sobre neuropsicologia e como aplicar essa base de conhecimento para ajudar crianças, educadores e suas famílias. Estes profissionais têm hoje mais ferramentas de avaliação psicometricamente sólidas e teoricamente baseadas do que nunca antes. O desafio para toda a educação, para a psicologia escolar como disciplina e para a neuropsicologia escolar como uma especialização emergente é aumentar nossa pesquisa que valida a conexão entre os dados de avaliação e as intervenções prescritivas que se mostraram as mais eficazes.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você aprendeu que:

- Psicólogos escolares estão utilizando pesquisas do comportamento cerebral na prática e estão cada vez mais interessados em aplicar princípios neuropsicológicos em sua prática profissional.
- Um número crescente de crianças nas escolas é afetado com condições neurológicas conhecidas ou suspeitas.
- Os neuropsicólogos escolares podem desempenhar um papel importante nas relações entre a escola e a comunidade médica, desenvolvendo planos de transição/reintegração para crianças em idade escolar após lesão ou insulto cerebral, auxiliando no desenvolvimento e monitoramento de um plano educacional individualizado (PEI) e no gerenciamento geral de casos.
- Os neuropsicólogos escolares não são médicos, mas podem fornecer informações sobre como a medicação psicotrópica usada para tratar problemas comuns como depressão, ansiedade, transtornos de déficit de atenção e assim por diante pode afetar a aprendizagem e o comportamento.
- Os psicólogos escolares também estão trabalhando com mais crianças que sobreviveram a graves lesões cerebrais e crianças que estão tomando mais medicamentos que afetam a aprendizagem e o comportamento.
- O acesso a serviços neuropsicológicos tanto dentro como fora das escolas geralmente é limitado.
- Há uma necessidade documentada de serviços neuropsicológicos dentro das escolas.
- A integração dos princípios neuropsicológicos na prática da psicologia escolar e no contexto educacional tem suas raízes teóricas na neuropsicologia clínica e pediátrica.
- Os três primeiros estágios históricos da neuropsicologia clínica são: (1) o estágio de abordagem de teste único; (2) o estágio da bateria de teste/especificação da lesão; e (3) o estágio do perfil funcional.
- As tendências atuais em neuropsicologia se referem ao estágio integrador e preditivo.

- Na prática atual de psicologia escolar ainda existem alguns praticantes que se referem a sinais de "organicidade" sendo observados em amostras únicas de avaliação. No entanto, essa abordagem não diferenciou crianças com lesões cerebrais de crianças sem lesões cerebrais com validade suficiente.
- O papel principal do neuropsicólogo clínico durante o segundo estágio foi administrar baterias de testes neuropsicológicos para determinar a origem de possíveis disfunções cerebrais.
- O estágio do perfil funcional da neuropsicologia ressaltou a "re-psicologização" da neuropsicologia, enfatizando os aspectos psicológicos dos insultos e anomalias neurológicas e identificando as forças e fraquezas funcionais dos indivíduos.
- Durante o estágio integrativo e preditivo, muitas mudanças multidisciplinares influenciaram a neuropsicologia escolar.
- Os neuropsicólogos escolares podem fornecer valiosos serviços de avaliação para crianças que estão falhando em testes baseados em competências, conectando os resultados da avaliação a intervenções terapêuticas individualizadas.
- Os futuros pesquisadores continuarão a avançar a base de conhecimento em todas as disciplinas, como educação, psicologia (incluindo neuropsicologia), psicologia escolar, neuroanatomia funcional, bioquímica, eletrofisiologia, genética e assim por diante. O conhecimento obtido desses campos remodelará as formas em que exercemos a nossa profissão.
- A neuropsicologia escolar requer a integração de princípios neuropsicológicos e educacionais aos processos de avaliação e intervenção com lactentes, crianças e adolescentes para facilitar a aprendizagem e o comportamento dentro dos sistemas escolar e familiar.
- Os neuropsicólogos escolares também desempenham um papel importante no desenvolvimento do currículo, no design da sala de aula e na integração de instruções diferenciadas que se baseiam em princípios da relação comportamento-cérebro, a fim de proporcionar um ótimo ambiente de aprendizagem para cada criança.

AUTOATIVIDADE



- 1 O neuropsicólogo escolar precisa estar atualizado quanto às variáveis contextuais presentes no ambiente escolar e estar a par das pesquisas que versam sobre o comportamento de crianças em idade escolar. Entre estas questões, há o fato de que ocorre um aumento do uso de medicamentos em crianças em idade escolar. O que a literatura afirma sobre este fato e qual o papel do neuropsicólogo frente a isso?
- 2 Cite alguns testes que são fundamentados pela abordagem de teste único.
- 3 O que seria o estágio Integrativo e Preditivo da Neuropsicologia?



AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO NEUROPSICOLÓGICA ESCOLAR

1 INTRODUÇÃO

As escolas sempre consideraram princípios neuropsicológicos, principalmente em termos de desenvolvimento. Uma avaliação psicológica escolar típica, particularmente a de uma criança mais nova, considerará questões de desenvolvimento, procurando tanto "déficits de desenvolvimento" quanto "atrasos no desenvolvimento". Os psicólogos escolares também estão envolvidos no serviço e função da educação especial e outras intervenções para crianças. Junto com os estudantes, professores, administradores e pais, eles ajudam a fornecer intervenções para crianças com necessidades especiais.

A história da avaliação neuropsicológica é um pouco diferente. Originou-se na clínica médica e foi originalmente usada como um meio de diagnosticar comprometimento neurológico ou disfunção cerebral, no caso do ambiente escolar, como causa de déficits ou dificuldades de aprendizagem. Ela cresceu dramaticamente desde então, incluindo questões sobre o tipo de disfunção, dificuldades funcionais em termos de capacidade de realizar tarefas e intervenções da vida real. Sua força, no entanto, está, em grande medida, em descrever áreas de forças e fraquezas cognitivas. Uma avaliação neuropsicológica não necessariamente resulta em uma declaração forte em relação à intervenção em potencial.

O propósito deste tópico é discutir a importância de usar um modelo conceitual para orientar as práticas de avaliação e intervenção de neuropsicólogos escolares. Três grandes modelos teóricos serão brevemente revisados, incluindo a teoria luriana, a abordagem Carroll-Horn-Cattell (CHC) e a abordagem de avaliação do processo. Estas são as principais teorias que dão forma à avaliação contemporânea. O tópico se concentrará em como a avaliação neuropsicológica escolar se encaixa dentro de vários modelos de resposta à intervenção (RTI). Finalmente, será apresentado um modelo neuropsicológico escolar abrangente para avaliação e intervenção.

2 MODELO CONCEITUAL COMO GUIA DE AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO

Existem três modelos que orientam a prática contemporânea na neuropsicologia escolar: (1) Teoria Luriana; (2) Modelo Carroll-Horn-Cattell (CHC); e (3) abordagem de avaliação do processo. A teoria luriana fornece a base para testes como o Sistema de Avaliação Cognitiva – SAC, a Bateria de Avaliação de Kaufman para Crianças, segunda edição – K-ABC-II e a Avaliação Neuropsicológica do Desenvolvimento – NEPSY- II.

O modelo CHC foi desenvolvido usando uma abordagem de análise fatorial (FLANAGAN; HARRISON, 2005). Medidas de múltiplas habilidades cognitivas foram analisadas fatorialmente, e os fatores resultantes foram rotulados como constructos neurocognitivos (por exemplo: velocidade de processamento, memória de curto prazo, processamento auditivo etc.). O modelo CHC fornece a base para testes como a Bateria de Habilidades Cognitivas Woodcock-Johnson-III – WJ-III, a Escala de Inteligência Stanford-Binet, quinta edição, e o K-ABC-II, que pode ser interpretado usando a teoria luriana ou modelo CHC e as Escalas de Habilidade Diferencial-II – DAS-II, segunda edição.

O terceiro modelo de avaliação que orienta a prática contemporânea é a abordagem de avaliação do processo. Esta abordagem foi denominada Abordagem de Processos de Boston em 1986 e tem sido chamada de Abordagem de testagem de hipóteses de Boston (TEETER; SEMRUD-CLIKEMAN, 1997). A abordagem agora é genericamente chamada de abordagem de avaliação de processo e foi incorporada em testes como o SAC, a Escala de Inteligência Wechsler para crianças – WISC-III – como instrumento de processo, o Sistema de Funções Executivas Delis-Kaplan – D-KEFS e o NEPSY-II. Todos esses testes têm uma coisa em comum: os escores para comportamentos qualitativos são observados durante a administração do teste, além dos escores quantitativos tradicionais. A abordagem de avaliação do processo auxilia os neuropsicólogos escolares na determinação das estratégias que uma criança está usando durante o desempenho de uma determinada tarefa. Os editores de testes e os autores dos testes anteriores estabeleceram parâmetros base para comportamentos qualitativos comuns. Por exemplo, uma criança que pede repetições é um comportamento qualitativo comum que fornece informações sobre as habilidades receptivas linguísticas da criança ou de atenção seletiva. Os parâmetros básicos refletem a frequência de crianças da mesma idade que exibem um comportamento qualitativo particular.

É necessário fazer uma distinção importante entre essas três abordagens. A abordagem luriana é a única das três baseada em uma teoria neuropsicológica, enquanto a abordagem CHC é baseada em uma classificação estatística dos fatores de desempenho humano e a abordagem de avaliação do processo é mais um modelo interpretativo baseado em análise comportamental qualitativa e testagem de limites. Para as três abordagens de avaliação, é necessária uma pesquisa básica que correlaciona a função cerebral com o que os testes estão mensurando. Por exemplo, será que um teste que é projetado para mensurar a transferência de

informações da memória imediata para armazenagem de memória de longo prazo realmente ativa a área do hipocampo do cérebro, que é o local neuroanatômico para tais atividades neurocognitivas? Atualmente, técnicas de imageamento cerebral, como a ressonância magnética funcional (IRMf), já começaram a auxiliar pesquisadores e clínicos a validar avaliações comportamentais e podem se tornar uma medida direta da eficácia da intervenção (FLETCHER, 2008). Simos et al. (2002) já demonstraram como a ativação cerebral específica do disléxico foi normalizada após a remediação usando fMRI. Essas abordagens mantêm a promessa de uma avaliação mais precisa e de uma intervenção direcionada ao futuro, mas onde isso deixa aqueles na prática atual? Na sequência, veremos o modelo de resposta à intervenção que está sendo amplamente promovido em círculos educacionais, bem como o modelo de Testes das Hipóteses Cognitivas (CHT) e um modelo proposto que combina os dois juntos.

3 MODELO DE RESPOSTA À INTERVENÇÃO (RTI)

Ao longo das últimas décadas, os psicólogos escolares passaram a confiar em testes psicoeducativos como meio de identificar dificuldades de aprendizagens específicas (DAE). O método mais utilizado foi a discrepância da habilidade-desempenho. Os pesquisadores e os formuladores de políticas públicas perceberam que o modelo de discrepância para a identificação da DAE era falho e criou um processo de "espera pelo fracasso" (LYON; FLETCHER, 2001), o que resultou na identificação excessiva de crianças em grupos minoritários (DONOVAN; CROSS, 2002).

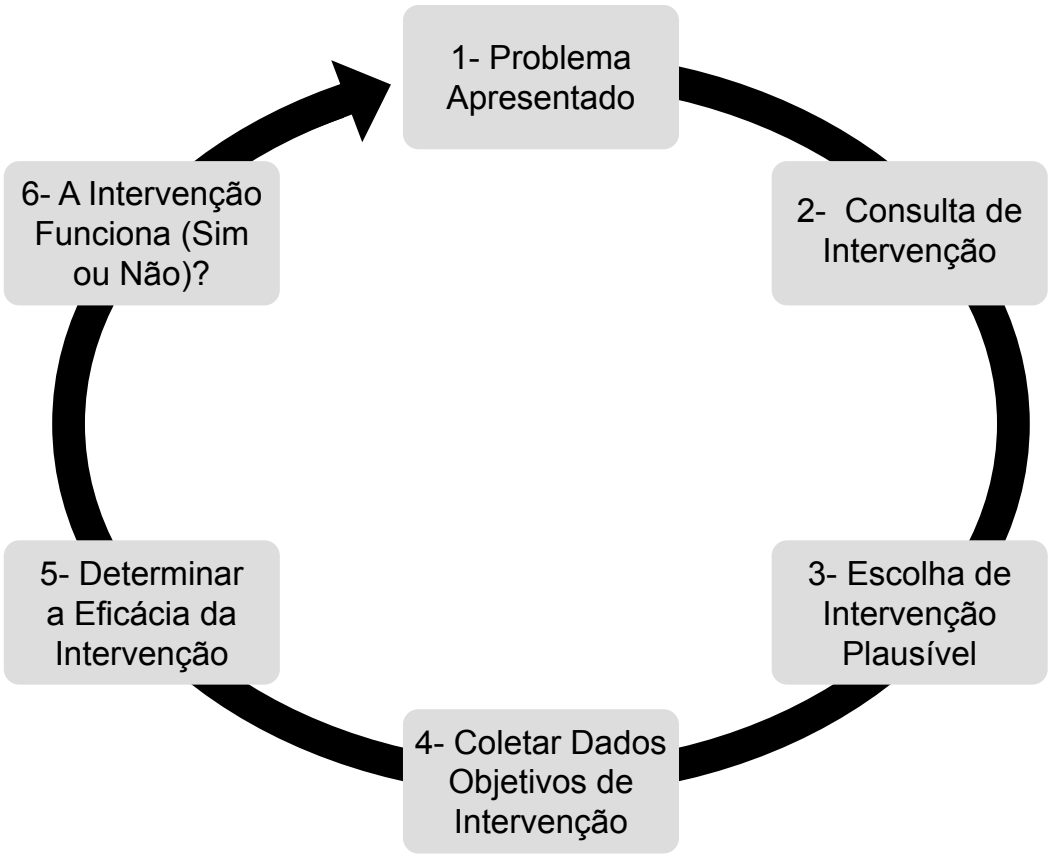
Como resultado desses problemas com o uso de um modelo de discrepância na identificação da DAE, houve a permissão do uso de modelos alternativos. Tal como a abordagem conceitual para educação especial que atualmente está sendo muito difundida, a Resposta à Intervenção (RTI). A implementação do modelo RTI tem sido controversa e provocou um grande debate na psicologia escolar e na educação.

A maioria dos modelos RTI é conceitualizada em três níveis (ou camadas). No Nível I, o objetivo é fornecer a todos os alunos dentro do ambiente educacional geral apoios comportamentais positivos e instrução de alta qualidade. O progresso de cada aluno é monitorado regularmente. Se uma criança faz um progresso educacional adequado, ela continua a receber serviços dentro do ambiente educacional geral. Se uma criança não faz progresso educacional adequado em uma ou mais áreas, ela é encaminhada ao Nível II para intervenção direta.

No segundo nível de um modelo de RTI, as crianças com problemas de aprendizagem e comportamentais são encaminhadas para uma Equipe de Assistência ao Estudante (referida por múltiplos nomes em diversos lugares), que normalmente é composta por educadores gerais e especiais. A Equipe de Assistência ao Estudante é responsável por: (1) esclarecer o problema apresentado;

(2) revisar a eficácia de intervenções anteriores que tentaram solucionar o problema; e (3) consultar os pais da criança, professores e especialistas em educação para escolher uma nova intervenção baseada em evidências para implementação. Os educadores, assim se espera, em colaboração com os pais, implementarão a nova intervenção e, em seguida, (4) coletarão dados objetivos para o monitoramento do progresso. A Equipe de Assistência ao Estudante, ou os educadores que implementam a intervenção, (5) determinam a eficácia da intervenção. Este é (6) um ponto de decisão no processo de intervenção. Se a intervenção estiver funcionando, pode continuar a atingir metas de desempenho ou pode ser descontinuada se as metas de desempenho forem cumpridas. Se a intervenção não parece ser efetiva, a criança pode ser encaminhada de volta à Equipe de Assistência ao Estudante para desenvolver outra intervenção. Conforme ilustrado na figura a seguir, as etapas 2 a 6 podem ser repetidas várias vezes com iterações, cada uma envolvendo outro plano de intervenção.

FIGURA 1 – UMA ILUSTRAÇÃO DOS PROCESSOS DENTRO DE UM MODELO RTI NÍVEL II



FONTE: O autor

As questões continuam na implementação do RTI, tais como:

- Quanto tempo uma intervenção deve ser tentada antes de passar para a próxima intervenção?
- Quantas intervenções de nível II devem ser tentadas antes de uma avaliação individual formal detalhada ser solicitada?
- Como o processo RTI pode garantir que as intervenções sejam implementadas em tempo hábil com integridade?
- O que fazemos com a criança que não respondeu a múltiplas intervenções?

A questão de "o que fazer com a criança que não respondeu a múltiplas intervenções" provocou um grande debate. A maioria dos modelos de RTI sugere que quando a criança "não responde" a múltiplas intervenções, ela seria encaminhada ao Nível III para uma avaliação abrangente e possível encaminhamento para educação especial. O Nível III é visto como o local onde a avaliação individualizada abrangente é usada para o planejamento de intervenção contínua e talvez qualificação para educação especial. Deve notar-se que a falha de intervenções prévias não significa que aqueles que implementaram os programas falharam, mas a complexidade dos problemas requer uma avaliação especializada para determinar uma abordagem individualizada.

Alguns proponentes do RTI afirmam que as crianças que não responderam a múltiplas intervenções baseadas em evidências devem ser consideradas como tendo uma dificuldade de aprendizagem específica (DAE) e colocadas na educação especial (RESCHLY, 2005). Aqueles que compartilham essa visão de identificação da DAE dentro do modelo de RTI também afirmam que não há necessidade de uma avaliação adicional para fins de diagnóstico ou para modificar intervenções de instrução dentro de um terceiro nível de RTI. Além disso, os defensores desta visão mais restrita da RTI argumentam que não há necessidade de administrar mensurações de habilidades cognitivas como parte da identificação de DAE, porque os resultados não contribuem para a compreensão de problemas de aprendizagem específicos (GRESHAM et al., 2005; RESCHLY, 2005).

Os proponentes desta abordagem comportamental mais estrita e rigorosa para a identificação de DAE ignoram convenientemente duas realidades importantes: (1) a definição oficial de DAE; e (2) trinta anos de pesquisa empírica que mostra uma base biológica para as DAE. Hale et al. (2008) apontaram que a DAE não é simplesmente um atraso de aprendizagem ou falta de resposta à instrução, mas sim o reflexo de um déficit de aprendizagem específico causado por um transtorno em um ou mais dos processos psicológicos básicos. Ao equiparar a DAE como um diagnóstico padrão devido à falta de resposta à instrução, os profissionais ignoram a definição oficial de DAE.

Nos últimos 30 anos, produziram-se evidências substanciais para as bases biológicas de distúrbios específicos da aprendizagem causados por déficits neuropsicológicos específicos, e não atrasos (HALE et al., 2008; MILLER, 2007). Existe forte evidência neuropsicológica para:

- Transtornos de leitura.
- Transtornos da escrita.
- Transtornos da Matemática.
- Todos os tipos de DAE.

A característica saliente de um modelo RTI tradicional, que precisa ser reiterada, é que a intervenção vem no início do processo. A intervenção precoce é ideal se produz ganhos educacionais. Uma preocupação com um modelo RTI tradicional é que as intervenções repetidas serão testadas dentro do Nível II, na maioria das vezes, usando a abordagem “tamanho único”. Por exemplo, se um aluno do primeiro ano não está fazendo um progresso adequado na leitura, a intervenção mais comum é fornecer tempo de instrução adicional na consciência fonológica. Se a criança não responder às instruções adicionais, o tempo de instrução é aumentado ou outro currículo de conscientização fonológica é adicionado. A preocupação mais fundamental sobre esta abordagem é a falta de dados de avaliações abrangentes que possam direcionar as intervenções prescritivas e, assim, maximizar o sucesso da intervenção. Se os educadores apenas encaminham uma criança para uma avaliação individual abrangente após uma repetida falta de responsividade às intervenções, corremos o risco de ter os mesmos problemas que tivemos com o uso dos modelos de discrepância, a “espera pelo fracasso”, até mesmo com RTI. A avaliação deve ser usada para ajudar a identificar a intervenção, o que leva ao tema que estudaremos a seguir, em que o Modelo de Teste das Hipóteses Cognitivas (CHT) será revisado.

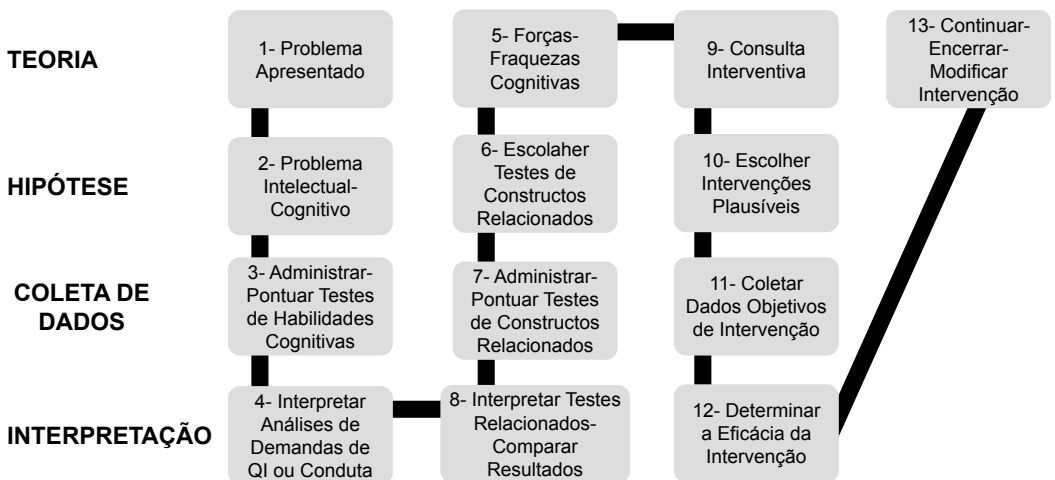
4 O MODELO DE TESTE DAS HIPÓTESES COGNITIVAS (CHT)

Hale e Fiorello (2004) introduziram o modelo de teste das hipóteses cognitivas como um enquadre abrangente para avaliar e intervir com crianças que possuem necessidades educacionais especiais. Os autores combinam duas abordagens em seu modelo: (1) avaliação psicoeducativa individual; e (2) desenvolvimento e monitoramento da intervenção, usando intervenções comportamentais e consulta de resolução de problemas. Inerente ao seu modelo há um respeito pela avaliação do comportamento da criança dentro dos limites de seu ambiente e pela avaliação das influências das restrições neuropsicológicas sobre o comportamento da criança. Os autores defendem o uso de análises comportamentais para acompanhar o progresso da intervenção e enfatizam a importância de delineamentos de sujeito único. No entanto, ao contrário dos behavioristas estritos que defendem a avaliação comportamental e o monitoramento exclusivo, Hale e Fiorello (2004) também reconhecem a importância de usar informações sobre o funcionamento cognitivo da criança na formação de intervenções apropriadas e efetivas.

O modelo CHT tem quatro componentes principais (teoria, hipótese, coleta de dados e interpretação) que atravessam 13 passos. Os passos um a cinco representam os procedimentos utilizados em uma avaliação psicoeducativa tradicional. Existe um ponto de decisão que é alcançado após uma avaliação psicoeducacional ser concluída. Em uma decisão pode ser que a criança se qualifique para serviços de educação especial. Outra decisão pode ser a de que a criança não se qualifica para serviços de educação especial, mas requer uma intervenção regular de educação regular. Finalmente, outra decisão pode ser a necessidade de informações de avaliação adicionais para o planejamento de diagnóstico e/ou tratamento, e a criança é encaminhada para avaliação adicional.

Nos passos seis a oito no modelo CHT relacionam-se as avaliações especializadas, como testes neuropsicológicos escolares. Por exemplo, ilustremos um caso, uma criança é encaminhada por dificuldades de aprendizagem que parecem se relacionar com o déficit de memória. É administrada uma bateria de testes psicopedagógicos à criança, que inclui a Escala Wechsler de Inteligência para Crianças, quarta edição – WISC-IV – e a criança apresenta níveis bem abaixo dos esperados nos subtestes de memória de trabalho. Neste exemplo, um teste seria escolhido e projetado para avaliar as funções da memória com mais detalhes, como o *Wide Range Assessment of Memory and Learning* – WRAML-2. Os dados de avaliação adicionais seriam utilizados para ajudar a esclarecer as decisões de diagnóstico e facilitar um maior planejamento de intervenção.

FIGURA 2 – O MODELO DE TESTE DA HIPÓTESE COGNITIVA (CHT)



FONTE: Adaptado de Hale e Fiorello (2004)

Os passos 9 a 13 no modelo CHT são semelhantes ao nível II no modelo RTI. A diferença é que no modelo CHT as intervenções são orientadas por dados de avaliação. Hale et al. (2008, p. 112) afirmaram que "o objetivo do CHT é desenvolver intervenções individualizadas de sujeito único que sejam posteriormente monitoradas para determinar sua eficácia". O modelo CHT pode

ser facilmente integrado dentro de um modelo RTI tradicional. O modelo CHT aborda, principalmente, a avaliação do Nível III e as intervenções subsequentes, enquanto o modelo RTI enfatiza as intervenções iniciais do Nível II. Uma proposta de mistura desses dois modelos é apresentada adiante, chamada de Modelo de Resposta à Intervenção Correta.

5 MODELO DE RESPOSTA À INTERVENÇÃO CORRETA (RTRI)

Della Toffalo (2008) cunhou a frase Resposta à Intervenção "Correta" (RTRI). A inserção da palavra "correta" não é apenas uma diferença semântica entre o RTI tradicional e o modelo RTRI. O modelo RTRI aborda a necessidade de intervenções específicas orientadas pela avaliação dos processos psicológicos básicos. No quadro a seguir, há uma comparação lado a lado do modelo RTI tradicional, do modelo CHT e do modelo RTRI. A principal diferença entre esses modelos de avaliação/intervenção é o ponto de decisão e quais os dados utilizados em cada ponto de decisão.

Em todos os três modelos, existe um ponto de decisão de Nível I comum. Este ponto de decisão ocorre quando uma criança não está fazendo progresso educacional adequado usando serviços de educação geral. Neste ponto, em todos os três modelos, a criança é encaminhada para uma Equipe de Assistência ao Estudante para intervenções específicas do Nível II. As diferenças entre os três modelos tornam-se evidentes no Nível II. No modelo RTI tradicional, mensurações informais, notas de sala de aula e algumas mensurações baseadas no currículo ou referenciadas por critérios são usadas para orientar a seleção das intervenções. No modelo CHT, os dados de avaliação cognitiva e neuropsicológica abrangentes são coletados para auxiliar no planejamento de intervenção, mas esses dados não são coletados até o Nível III. Parece que para muitas crianças as intervenções visadas que estão ligadas a dados de avaliação referenciados pela norma virão após vários fracassos no Nível II. No modelo RTRI, o processamento cognitivo e os dados de avaliação neuropsicológica seletivos, além de mensurações informais, notas de sala de aula e mensurações baseadas no currículo ou referenciadas por critérios são coletadas no início do processo RTI para orientar melhor a seleção de intervenções baseadas em evidências.

As palavras "processamento cognitivo e dados de avaliação neuropsicológica seletivos" são usadas em contraste com o "processamento cognitivo e os dados de avaliação neuropsicológica abrangentes", em reconhecimento ao fato de que não é necessário realizar uma avaliação abrangente dos processos cognitivos de cada criança que é inicialmente identificada como tendo problemas de aprendizagem. Avaliações abrangentes ainda seriam realizadas no terceiro nível desses modelos. No entanto, a avaliação seletiva dos constructos neurocognitivos relacionados aos problemas atuais apresentados pode ser justificada no início do segundo

nível. Os dados de avaliação com referências normativas devem ser usados para fornecer informações adicionais sobre os pontos fortes e fracos do processamento cognitivo da criança e relacionar essa informação com intervenções prescritivas baseadas em evidências.

Consideremos novamente o exemplo do aluno de primeiro ano que não está lendo. Em um modelo de RTI tradicional, os dados são coletados, revelando que as notas da sala de aula são fracas na leitura, o nível de instrução para a leitura basal está abaixo das expectativas do nível de escolaridade, as mensurações referenciadas por critério indicam que a criança não pode identificar fonemas básicos ou pronunciar palavras simples, consequentemente a criança atinge escores baixos na Prova de Consciência Fonológica por Produção Oral (PCFO). Com base nesses dados, a criança é colocada em instrução de leitura corretiva que enfatiza o processamento fonológico. Neste exemplo, há ampla evidência objetiva que detalha os sintomas das dificuldades de leitura da criança. No entanto, a questão deixada sem resposta é: "Por que essa criança está experienciando esses problemas de leitura?" Os proponentes de uma abordagem tradicional e orientada ao comportamento RTI não estão interessados em abordar a questão do porquê, apenas na modificação do(s) comportamento(s) alvo. No entanto, responder ao porquê da pergunta geralmente ajudará os educadores a efetivamente selecionar intervenções que produzam resultados positivos.

QUADRO 1 – OS MODELOS RTI, CHT E RTRI COMPARADOS

	Modelo Resposta à Intervenção Tradicional	Modelo CHT	Modelo Resposta à Intervenção Correta
Nível I	Apoio ao comportamento geral de educação geral e instrução de alta qualidade para todos os alunos. PONTO DE DECISÃO: Se a criança não está fazendo progresso educacional adequado para serviços de educação geral, encaminhe para a Equipe de Assistência ao Estudante para a(s) intervenção(ões) de Nível II.		
Nível II	1. Problema Apresentado (veja a figura anterior) 2. Mensuração Baseada no Currículo (MBC) – Dados coletados para auxiliar na seleção de uma intervenção direcionada (por exemplo: medidas informais e formais, conforme necessário). 3. Escolher uma Intervenção Plausível. 4. Coletar Dados de Intervenção Objetivos. 5. Determinar a eficácia da Intervenção.	O Modelo CHT assume que as intervenções de Nível I e II e o progresso educacional não foram adequados. O Modelo CHT começa com a avaliação de Nível III, mas retorna às intervenções direcionadas do Nível II.	1. Problema Apresentando avaliado pela Equipe de Assistência ao Estudante. 2. MBC e dados de processo psicológico seletos referenciados por normas coletados para auxiliar na seleção de uma intervenção direcionada (por exemplo: medidas informais e formais conforme necessário). 3. Escolher intervenção plausível. 4. Coletar dados de intervenção objetiva. 5. Determinar a Eficácia de Intervenção.

	Modelo Resposta à Intervenção Tradicional	Modelo CHT	Modelo Resposta à Intervenção Correta
	PONTO DE DECISÃO 6a. Continuar a Intervenção (se estiver funcionando), ou 6b. Modificar ou alterar a Intervenção (se não estiver funcionando completamente). Voltar às etapas 2-6, ou 6c. Encerre a Intervenção (se os objetivos de progresso foram alcançados), ou 6d. Se intervenções adequadas foram tentadas sem sucesso, encaminhe para a avaliação de Nível III.		PONTO DE DECISÃO 6a. Continuar a Intervenção (se estiver funcionando), ou 6b. Modificar ou alterar a intervenção (se não estiver funcionando completamente). Voltar para as etapas 2-6, ou 6c. Encerrar a intervenção (se os objetivos de progresso foram alcançados), ou 6d. Se intervenções adequadas foram tentadas sem sucesso, encaminhe para a avaliação de Nível III.
Nível III Avaliação Psicoeducacional e/ou Psicológica Tradicional	7. Problema Apresentado re-examinado. 8. Gerar Hipóteses dos problemas intelectuais/ cognitivos. 9. Administrar/pontuar testes de habilidades cognitivas. 10. Interpretar escores de habilidades cognitivas e análises de demandas de conduta. 11. Identificar forças e fraquezas cognitivas. PONTO DE DECISÃO 12a. A criança se qualifica para os serviços de educação especial e intervenções correspondentes. 12b. A criança não se qualifica para a educação especial, mas requer intervenções educacionais regulares contínuas (voltar ao Nível II). 12c. Informações de avaliação adicionais são necessárias para o diagnóstico e o planejamento do tratamento. Encaminhar a criança para testes adicionais - vá à etapa 13.	1. Problema Apresentado re-examinado. 2. Gerar Hipóteses dos problemas intelectuais/ cognitivos. 3. Administrar/pontuar testes de habilidades cognitivas. 4. Interpretar escores de habilidades cognitivas e análises de demandas de conduta. 5. Identificar forças e fraquezas cognitivas. PONTO DE DECISÃO 5a. A criança se qualifica para serviços de educação especial e intervenções correspondentes - vá para a etapa 9. 5b. A criança não se qualifica para educação especial, mas requer intervenções educacionais regulares contínuas - vá para a etapa 9.	7. Problema Apresentado re-examinado. 8. Gerar Hipóteses dos problemas intelectuais/ cognitivos. 9. Administrar/pontuar testes de habilidades cognitivas. 10. Interpretar escores de habilidades cognitivas e análises de demandas de conduta. 11. Identificar forças e fraquezas cognitivas. PONTO DE DECISÃO 12a. A criança se qualifica para os serviços de educação especial e intervenções correspondentes. 12b. A criança não se qualifica para a educação especial, mas requer intervenções educacionais regulares contínuas (voltar ao Nível II). 12c. Informações de avaliação adicionais são necessárias para o diagnóstico e o planejamento do tratamento. Encaminhar a criança para testes adicionais - vá à etapa 13.

		5c. Informações de avaliação adicionais são necessárias para o diagnóstico e o planejamento do tratamento. Encaminhar a criança para testes adicionais - vá para a etapa 6. 6. Escolher o(s) teste(s) de constructos relacionados. 7. Administrar/ avaliar o(s) teste(s) de constructos relacionados. 8. Interpretar o(s) teste(s) relacionado(s) e comparar os resultados.	13. Escolher o(s) teste(s) de constructos relacionados. 14. Administrar/ avaliar o(s) teste(s) de constructos relacionados. 15. Interpretar o(s) teste(s) relacionado(s) e comparar os resultados.
--	--	---	---

Nível III	Modelo Resposta à Intervenção Tradicional	Modelo CHT	Modelo Resposta à Intervenção Correta
Avaliação Psicoeducacional e/ou Psicológica Tradicional		PONTO DE DECISÃO 8a. A criança é qualificada para serviços de educação especial e intervenções correspondentes. Use dados de avaliação obtidos nas etapas 1-8 e dados da eficácia da intervenção de pré-encaminhamento para planejar intervenções direcionadas e baseadas em evidências. Vá para a etapa 9 (o mesmo que as etapas no Nível II). 8b. A criança não se qualifica para educação especial, mas requer uma intervenção contínua de Nível II - vá para a etapa 9 (o mesmo que as etapas no Nível II).	PONTO DE DECISÃO 16a. A criança é qualificada para serviços de educação especial e intervenções correspondentes. Use dados de avaliação obtidos nas etapas 1-8 e dados da eficácia da intervenção de pré-encaminhamento para planejar intervenções direcionadas e baseadas em evidências. Vá para a etapa 17 (o mesmo que as etapas no Nível II). 16b. A criança não se qualifica para educação especial, mas requer uma intervenção contínua de Nível II - vá para a etapa 17 (o mesmo que as etapas no Nível II).

Intervenções Direcionadas	Modelo Resposta à Intervenção Tradicional	Modelo CHT	Modelo Resposta à Intervenção Correta
		9. Consulta de intervenção. 10. Escolher a intervenção plausível. 11. Coletar dados objetivos de intervenção. 12. Determinar a eficácia da intervenção. PONTO DE DECISÃO 13a. Continuar a intervenção (se estiver funcionando), ou 13b. Modificar ou alterar a intervenção (se não estiver funcionando completamente). Voltar para as etapas 9-12, ou 13c. Encerrar a intervenção (se os objetivos de progresso foram alcançados), ou 13d. Se várias intervenções tiverem sido tentadas sem sucesso, considere avaliação adicional do Nível III.	17. Consulta de intervenção. 18. Escolher a intervenção plausível. 19. Coletar dados objetivos de intervenção. 20. Determinar a eficácia da intervenção. PONTO DE DECISÃO 21a. Continuar a intervenção (se estiver funcionando), ou 21b. Modificar ou alterar a intervenção (se não estiver funcionando completamente). Voltar para as etapas 17-20, ou 21c. Encerrar a intervenção (se os objetivos de progresso foram alcançados), ou 21d. Se várias intervenções tiverem sido tentadas sem sucesso, considere avaliação adicional do Nível III.

FONTE: Adaptado de Miller (2010)

No modelo CHT, a questão de por que uma criança não está lendo é abordada muito mais tarde no processo RTI. No modelo RTrI, uma bateria de avaliação seletiva, referenciada à norma, poderia ser usada para determinar que a criança possui um subtipo de dislexia, como a dislexia disfonética, que sugeriria intervenções alternativas de leitura além de fonológicas. Baterias seletivas semelhantes poderiam ser usadas para identificar subtipos de transtornos da matemática, transtornos da escrita ou transtornos da linguagem.

Dentro do nível III de cada um dos modelos de avaliação/intervenção apresentados neste tópico, há uma seção para avaliação especializada. A avaliação neuropsicológica escolar é uma avaliação especializada e justificada para algumas crianças (MILLER, 2007). É importante abordar a avaliação neuropsicológica escolar e as intervenções com um modelo conceitual em mente. Miller introduziu esse modelo em 2007, que é o foco do próximo subtópico.

6 MODELO CONCEITUAL NEUROPSICOLÓGICO ESCOLAR

Miller (2007) introduziu um modelo conceitual neuropsicológico escolar abrangente. O modelo fornece uma estrutura conceitual para avaliação e intervenção neuropsicológica escolar. Um conceito-chave para entender é que nem todas as crianças referidas para uma avaliação neuropsicológica escolar precisam ser testadas em cada uma das áreas. A bateria de testes, através e dentro dos domínios, deve ser individualizada para: (1) em última análise, responder às questões de referência; (2) identificar um perfil neurocognitivo de pontos fortes e fracos; e (3) fornecer informações para intervenções direcionadas, prescritivas e baseadas em evidências.

Os componentes essenciais da avaliação neuropsicológica escolar são apresentados no quadro a seguir. Dentro do modelo conceitual neuropsicológico escolar, as funções sensório-motoras e os processos atentos "servem como blocos de construção essenciais para todos os outros processos cognitivos de ordem superior" (MILLER, 2007, p. 95). As funções sensoriais geralmente são avaliadas para os sentidos da visão, audição e tato. A avaliação das funções motoras geralmente inclui mensurações de habilidades motoras finas e brutas. A Bateria Sensório-Motora Dean-Woodcock – DWSMB, que é parte da Bateria Neuropsicológica Dean-Woodcock, é uma boa opção para avaliar as funções sensoriais e motoras de crianças em idade escolar (DEAN; WOODCOCK, 2003).

QUADRO 2 – COMPONENTES ESSENCIAIS DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA ESCOLAR

Funções Sensório-Motoras	Processos Atentos
• Funções sensoriais - o Visuais - o Auditivas - o Cinestésica • Funções motoras - o Coordenação motora fina - o Coordenação motora bruta	• Atenção seletiva/concentrada • Atenção alternada • Atenção sustentada • Atenção dividida • Capacidade atenta • Classificação comportamental da atenção

Processos Visuoespaciais • Percepção visual (resposta motora) • Percepção visual (sem resposta motora) • Organização visuoperceptual • Varredura/Rastreamento visual	Processos de Linguagem • Processamento auditivo/fonológico • Expressão oral • Linguagem receptiva (compreensão auditiva)
Processos de Memória e Aprendizagem • Memória verbal imediata (com e sem contexto) • Memória visual imediata (com e sem contexto) • Memória associativa visuoverbal - o Aprendizagem associativa visuoverbal - o Memória associativa tardia visuoverbal • Memória verbal de longo prazo (tardia) - o Aprendizagem verbal - o Recuperação verbal tardia - o Reconhecimento verbal tardio • Memória semântica (conhecimento-compreensão) • Memória visual de longo prazo (tardia) - o Aprendizagem visual - o Recuperação visual tardia - o Reconhecimento visual tardio • Memória de trabalho - o Memória de trabalho verbal - o Memória de trabalho visual	Funções Executivas • Geração de conceito • Solução de problemas, raciocínio e planejamento • Atenção alternada e sustentada • Fluência de recuperação • Memória de trabalho - o Inibição - o Motivação
Velocidade e Eficiência do Processamento • Eficiência cognitiva • Velocidade de processamento • Fluência cognitiva	Funcionamento Intelectual Geral • Índices gerais do funcionamento intelectual geral
Desempenho Acadêmico • Habilidades de leitura básicas • Compreensão da leitura • Fluência da leitura • Cálculos matemáticos • Raciocínio matemático • Expressão escrita • Expressão oral • Compreensão auditiva	Funcionamento Socioemocional • Classificação comportamental do funcionamento socioemocional • Observações comportamentais

FONTE: Adaptado de Miller (2010)

A atenção não é um constructo unitário (MILLER, 2007). É importante que um neuropsicólogo escolar compreenda como os processos atentos podem ser subdivididos em atenção seletiva, atenção concentrada, atenção sustentada, atenção alternada e componentes de capacidade atencional. Uma palavra de cautela deve ser observada aqui. Embora a atenção seja muito provavelmente multidimensional, muitos dos testes são projetados para mensurar a atenção. Por exemplo, o Conjunto de Respostas e Atenção Auditivas, um subteste do NEPSY-II não isola muito os subcomponentes de atenção (KORKMAN; KIRK; KEMP, 2007). Muitos dos testes comuns da atenção mensuram, como uma unidade, múltiplos subcomponentes da atenção, como atenção seletiva e sustentada. O *Test of Everyday Attention* – TEA-Ch é uma boa opção para avaliar os subcomponentes únicos de atenção em crianças em idade escolar (MANLY et al., 1999).

Os processos visuoespaciais são subdivididos em quatro áreas principais: (1) percepção visual (com resposta motora); (2) percepção visual (sem resposta motora); (3) organização visual perceptiva; e (4) varredura/rastreamento visual. Outros processos visuoespaciais, como o raciocínio visual, o funcionamento visuomotor e o planejamento visual são abordados em outras partes do modelo conceitual neuropsicológico escolar. Os subtestes de domínio visuomotor do NEPSY-II fornecem uma boa avaliação basal dos processos visuoespaciais para crianças em idade escolar (KORKMAN; KIRK; KEMP, 2007).

Dentro do modelo conceitual neuropsicológico escolar, as funções da linguagem são subdivididas em três áreas: (1) processamento auditivo/fonológico; (2) expressão oral; e (3) linguagem receptiva. Os subtestes de domínio da linguagem do NEPSY-II fornecem uma boa avaliação basal das funções da linguagem para crianças em idade escolar (KORKMAN; KIRK; KEMP, 2007).

A memória e a aprendizagem são habilidades cognitivas de ordem superior que dependem de processos sensório-motores, atentos, visuoespaciais e da linguagem. É imperativo determinar se a memória e as dificuldades de aprendizagem são causadas por déficits de memória neurocognitiva ou por déficits neurocognitivos de nível inferior, como a atenção. Como exemplo, a codificação da memória será comprometida se a atenção for prejudicada. A memória e a aprendizagem dentro do modelo conceitual neuropsicológico escolar são subdivididas em múltiplos componentes, incluindo a memória imediata associativa verbal, visual e visuoverbal; a memória de longo prazo associativa verbal, visual e visuoverbal; a memória de trabalho auditiva e visual; e a memória semântica. Nenhum teste pode medir todos esses subcomponentes da memória em crianças em idade escolar. Os testes recomendados para as funções da memória são os aglomerados de subtestes clínicos da memória de curto prazo, da memória de longo prazo e da memória semântica que pertencem aos testes da Bateria de Habilidades Cognitivas Woodcock-Johnson-III – WJ-III, os subtestes de domínio da memória do NEPSY-II, ou um teste de memória autônomo, como o *Wide Range Assessment of Memory and Learning*, segunda edição – WRAML-2.

As funções executivas são o comando e os controles para os outros

processos cognitivos (MILLER, 2007). As funções executivas são difíceis de categorizar porque se sobrepõem a outros processos cognitivos, como atenção e memória. Dentro do modelo conceitual neuropsicológico escolar, as principais subdivisões das funções executivas incluem geração de conceitos, resolução de problemas, raciocínio, planejamento, atenção alternada e sustentada, fluência de busca e recuperação, memória de trabalho e regulação comportamental/emocional (por exemplo: inibição e motivação). Muitos testes medem os componentes das funções executivas, de modo geral, portanto uma abordagem de bateria cruzada é justificada. O *Delis-Kaplan Executive Function System* – D-KEFS fornece uma boa avaliação basal das funções executivas para crianças em idade escolar.

A velocidade e eficiência do processamento cognitivo abrange todos os processos. As principais subdivisões dentro desta categoria incluem: velocidade de processamento, eficiência cognitiva e fluência cognitiva. Todos os processos são diretamente mensurados no WJ-III e indiretamente mensurados por qualquer teste que mede o tempo de conclusão e precisão (WOODCOCK; MCGREW; MATHER, 2001).

Ao contrário das avaliações psicoeducativas tradicionais que geralmente relatam primeiramente os resultados do teste de inteligência na avaliação neuropsicológica escolar, os escores das medidas de habilidades cognitivas são separados pelo constructo principal que está sendo mensurado (por exemplo: processamento visuoespacial) e relatado em seção do relatório. Miller (2007, p. 96) observou que:

[...] os testes de inteligência mensuram uma soma combinada dos vários processos apresentados no modelo conceitual. Do ponto de vista neuropsicológico escolar, o "g" geral da inteligência será a medida menos útil; em vez disso, o desempenho quantitativo e qualitativo nos testes individuais será utilizado muito mais.

O desempenho escolar deve ser considerado à luz dos pontos fortes e fracos neurocognitivos da criança. Finalmente, o perfil cognitivo da criança e os níveis atuais de desempenho acadêmico devem ser considerados no contexto das influências socioemocionais, culturais, ambientais e situacionais da criança. Miller (2007) fornece uma lista abrangente dos instrumentos de avaliação que foram projetados para mensurar os vários domínios com o modelo de avaliação neuropsicológica escolar.



RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu que:

- Na prática da neuropsicologia escolar contemporânea, os profissionais devem usar instrumentos de avaliação.
- Para a prática da neuropsicologia escolar contemporânea, no que tange aos instrumentos de avaliação, é necessário um sólido fundamento teórico; uma amostragem de padronização ampla e representativa; boa psicometria; a capacidade de usar um subconjunto de testes a partir de uma bateria de núcleo comum; pontuações tanto qualitativas quanto quantitativas; e uma conexão direta com intervenções prescritivas.
- As três principais abordagens para a avaliação neuropsicológica escolar contemporânea foram analisadas: a teoria luriana, o modelo de CHC e abordagem de avaliação de processo.
- À medida que os profissionais da área começam a usar a abordagem de RTI para avaliação e intervenção, eles são encorajados a usar seletivamente avaliações cognitivas e neurocognitivas com referência normativa no início do nível II para ajudar a direcionar as intervenções que provavelmente serão eficazes.

AUTOATIVIDADE



- 1 Cite os três modelos que orientam a prática contemporânea na neuropsicologia escolar.
- 2 Quais são os processos dentro de um modelo RTI de Nível II?
- 3 O modelo CHT tem quatro componentes principais, quais seriam estes componentes?





COLABORAÇÃO EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR COM O LAR, A ESCOLA E OUTROS PROFISSIONAIS

1 INTRODUÇÃO

Arredondo et al. (2004) consideram a colaboração como um conceito historicamente praticado no campo da psicologia. Trabalhar através de áreas de especialidade e modelos de consulta com outras partes interessadas (por exemplo, assistentes sociais, educadores) e fazer a parceria para o melhor interesse de um cliente (por exemplo: individual, familiar, sistema) é evidente em várias áreas. O deslocamento contínuo do paradigma afastando-se de questões de agremiações em relação à colaboração reconhece perspectivas e métodos complementares oferecidos através das fronteiras profissionais e "representa uma estratégia de 'melhores práticas' para responder a complexidades reais na educação, treinamento, pesquisa e prática" (ARREDONDO et al., 2004, p. 790).

Este tópico irá rever o papel do neuropsicólogo escolar como consultor/colaborador com crianças, famílias, educadores, cuidadores e profissionais de agências externas em relação a condições neurológicas conhecidas ou suspeitas.

2 O PAPEL DE CONSULTOR EM NEUROPSICOLOGIA ESCOLAR

Dada a popularidade das intervenções atuais em sala de aula, como a Resposta à Intervenção (RTI) e a mensuração baseada no currículo, a importância do neuropsicólogo escolar como consultor da equipe de planejamento educacional não pode ser subestimada. É papel do neuropsicólogo escolar consultor revisar as avaliações neuropsicológicas escolares, hospitalares e comunitárias, recomendar e supervisionar a implementação de intervenções baseadas em evidências e monitorar o progresso educacional de crianças com déficits neuropsicológicos conhecidos ou suspeitos. O neuropsicólogo escolar também pode servir como consultor colaborativo com equipes de assistência aos alunos quando uma criança está tendo dificuldades com o progresso educacional, recomendando abordagens neurocognitivas orientadas ao processo para a avaliação e intervenção, conforme necessário. O quadro a seguir apresenta uma visão geral dos papéis de consultoria colaborativa de um neuropsicólogo escolar.

QUADRO 3 – POSSÍVEIS FUNÇÕES DE CONSULTA COLABORATIVA E FUNÇÕES DE UM NEUROPSICÓLOGO ESCOLAR

Consultante	Possíveis Papéis e Funções
Criança com um déficit neurológico conhecido ou suspeito.	- Fornecer serviços de avaliação diagnóstica à criança para determinar os pontos fortes e fracos neurocognitivos da criança e vincular esses resultados para proporcionar um ótimo ambiente de aprendizagem. - Fornecer à criança apoio emocional relacionado a problemas educacionais ou comportamentais. - Fornecer à criança informações sobre sua dificuldade e estratégias para acomodar essa dificuldade.
Cuidador (por exemplo, pais, guardiões, parentes)	- Servir como consultor para famílias de crianças com déficits neuropsicológicos conhecidos ou suspeitos. Eles terão muitas perguntas sobre a natureza do déficit, resultados da intervenção e prognóstico para o futuro. - Fornecer ou providenciar apoio emocional (por exemplo: aconselhamento) para famílias de crianças com déficits neuropsicológicos. - Conduzir treinamentos em serviço de atendimento para cuidadores sobre tópicos que pertencem aos serviços de atendimento a pessoas com deficiências.
Professores	- Fornecer serviços de consultoria aos professores sobre intervenções baseadas em evidências que tenham como objetivo maximizar a aprendizagem e o comportamento das crianças. - Fornecer consultoria ao professor sobre quando encaminhar uma criança para uma avaliação neuropsicológica escolar abrangente. - Servir como consultor em equipes de assistência aos estudantes.
Profissionais relacionados à educação especial (por exemplo: patologista da fala e linguagem, terapeuta ocupacional)	- Servir como parceiro colaborativo na avaliação diagnóstica de crianças com déficits neuropsicológicos conhecidos ou suspeitos. Trabalhar como uma equipe transdisciplinar com outros profissionais relacionados a educação especial fortalecerá a qualidade dos serviços prestados à criança e à família. - Servir como parceiro colaborativo na implementação coordenada de intervenções baseadas em evidências.

Consultante	Possíveis Papéis e Funções
Administradores escolares (por exemplo: gestores, diretores de educação especial)	- Comunicar a necessidade de agrupar os casos de crianças com déficits neuropsicológicos conhecidos ou suspeitos. - Comunicar a necessidade de desenvolver procedimentos de identificação precoce para crianças que sofreram uma lesão cerebral traumática ou que foi adquirida e não estão na escola, mas estão recebendo serviços médicos de um hospital ou agência de reabilitação. - Defender as modificações ambientais necessárias no ambiente escolar para acomodar as necessidades das crianças com deficiência (por exemplo: eliminando as barreiras físicas à mobilidade).
Profissionais cuidadores de agências externas	Coordenar as metas e os objetivos da educação individualizada que está sendo implementada nas escolas com as metas e objetivos que estão sendo implementados pelos profissionais de agências externas (por exemplo: patologistas da fala e linguagem particulares). É importante que todos os profissionais que oferecem serviços, dentro e fora das escolas, prestem serviços coordenados a crianças com déficits neuropsicológicos. O neuropsicólogo escolar pode ajudar a facilitar esta prestação coordenada de serviços.
Equipe médica	- Atuar como uma ponte entre a comunidade médica e as escolas quando se trata de crianças hospitalizadas por doenças neurológicas. - Trabalhar com a equipe do hospital para garantir a transição suave da criança dos cuidados intensivos a um ambiente familiar.

FONTE: O autor

O papel colaborativo do neuropsicólogo escolar é diverso, atravessando modelos tradicionais de consulta e colaborando com componentes de questões socioculturais e psicopedagógicas relevantes para crianças, famílias e sistemas. Muitas vezes, o neuropsicólogo escolar é encarregado de educar as partes interessadas com uma variedade de *backgrounds* sobre questões neuropsicológicas, neurocomportamentais e/ou neuropsicoeducativas circunscritas em torno a um cliente ou situação. Esses desafios exigem a integração de papéis de avaliação tradicionais com habilidades efetivas de comunicação e suporte público, bem como um conhecimento amplo de estratégias de intervenção apropriadas, o funcionamento interno dos serviços educacionais, comunitários e domiciliários disponíveis e a experiência/expertise dos diversos atores que compõem as partes interessadas.

Elementos essenciais de colaboração efetiva variam consideravelmente no interior das disciplinas e entre elas. O primeiro passo que o neuropsicólogo escolar deve tomar para uma colaboração bem-sucedida é identificar as partes interessadas, bem como seus papéis e preocupações (TIMMINS et al., 2006). Os neuropsicólogos escolares consultarão/colaborarão com as partes interessadas diretas (crianças, cuidadores), indiretas (professores, terapeutas, administradores) e partes interessadas da comunidade (colegas, equipe médica), cada um dos quais representa um conjunto diversificado de influências, conhecimentos e ideias (ECKERT; HINTZE, 2000). O neuropsicólogo escolar deve esclarecer as questões relacionadas com o pedido de consulta, incluindo o programa ou operação sistêmica e tradições, bem como percepções individuais e questões culturais que podem afetar o método e o foco da informação recolhida ao abordar a questão encaminhada.

Uma consideração primária para o neuropsicólogo escolar é o propósito de um encaminhamento ou o(s) objetivo(s) para a informação solicitada. Considerar os fatores subjacentes ajudará a definir técnicas úteis, estratégias de relatórios e suporte (emocional, material, instrucional etc.) necessários em uma determinada situação, porque a colaboração pode ter um foco proativo e reativo (KRATOCHWILL; ELLIOT; CALLAN-STOIBER, 2002). A maior importância em definir e construir relacionamentos colaborativos eficazes está em trabalhar para que os outros se vejam como parceiros ativos e não como participantes obrigatórios (GILMAN; MEDWAY, 2007). Em última análise, a capacidade do neuropsicólogo escolar de mudar o comportamento anteriormente malsucedido do consultante (ou seja, exercer influência social), no que se refere à questão encaminhada, afeta amplamente o sucesso colaborativo (ERCHUL; RAVEN; RAY, 2001).

Dada a extensa base de conhecimentos necessária para a prática neuropsicológica escolar bem-sucedida, a falta de um modelo abrangente subjacente às práticas de consulta e o crescente número de informações disponíveis, os profissionais podem obter mais sucesso colaborando um com o outro (FUQUA; NEWMAN; DICKMAN, 1999). A colaboração entre pares permite que o neuropsicólogo escolar incorpore os avanços em práticas estabelecidas e promissoras, bem como mantenha a conscientização de informações não confiáveis que circulem na mídia popular, entre grupos ou na Internet. Além disso, a colaboração entre pares pode melhorar o profissionalismo, a conceptualização de casos e a resolução de problemas, ao mesmo tempo que diminuir os sentimentos de estresse e *burnout*. Assim, a colaboração entre pares pode assumir um papel ainda maior para aqueles com menos experiência na prática de neuropsicologia escolar (ZINS; MURPHY, 1996).

A pesquisa demonstrou a eficácia do processo de colaboração entre pares, independentemente do nível de treinamento ou experiência dos envolvidos (PRINZE; SANDERS, 2007). O treinamento prático em métodos efetivos de consulta e em questões da área varia muito em todos os programas educacionais. É possível que um neuropsicólogo escolar tenha se formado apenas com um entendimento conceitual de consulta e pouca experiência prática (KRATOCHWILL;

VAN SOMEREN, 1995). Assim, os neuropsicólogos escolares menos experientes podem precisar buscar suporte específico no desenvolvimento de um conjunto de habilidades funcionais para uma prática eficaz através da colaboração entre pares. Embora a colaboração de apoio entre pares estruturada em torno de metas reconhecidas, interesses e compromissos comparáveis e conhecimento de questões locais seja um componente necessário para os praticantes experientes e inexperientes, a prática da neuropsicologia escolar ainda está emergindo como uma especialidade e muitas vezes pode haver apenas um neuropsicólogo escolar trabalhando dentro de uma determinada região geográfica. Isso representa um desafio para o praticante que gostaria de se envolver em colaboração entre pares, mas ainda não possui colegas adequadamente treinados. Consequentemente, esse profissional pode precisar ser proativo na procura de apoio através de treinamentos/associações nacionais, regionais e locais e/ou algum tipo de grupo de suporte a pares na modalidade a distância.

3 COLABORAÇÃO ASSOCIADA E AGÊNCIAS EXTERNAS

Trabalhar de forma colaborativa com outros de *backgrounds* diferentes beneficia o neuropsicólogo escolar, bem como a comunidade atendida. A colaboração entre as partes interessadas promove o compartilhamento de experiências e conhecimentos de diferentes *backgrounds* pessoais, profissionais, ocupações e áreas de especialidade. Os relacionamentos efetivos, baseados na confiança e na cooperação, são criados a partir de esforços colaborativos e, muitas vezes, desafiam os participantes a melhorar seu conjunto de habilidades existentes (ARREDONDO et al., 2004). Em síntese, a colaboração entre as partes interessadas tanto aprimora quanto é aprimorada ao atender os consultantes/clientes em necessidade.

Muitas vezes, as agências externas têm programas, profissionais e fluxos de financiamento não disponíveis nas configurações educacionais primárias. Assim, a colaboração entre agências permite consistência entre ambientes, destaca potenciais problemas futuros e oferece maior grau de apoio às famílias (PRINZE; SANDERS, 2007). Em última análise, cada interessado oferece apenas uma pequena porcentagem de seu tempo para atender às necessidades de uma criança específica, enquanto a família é encarregada de criar uma criança até a idade adulta, e às vezes, durante a idade adulta. A colaboração efetiva oferece a melhor oportunidade para que as crianças e as famílias sejam informadas e preparadas para problemas atuais e futuros à medida que surgem. O objetivo geral da consulta não deve apenas abordar as preocupações atuais, mas também aumentar a capacidade dos consultantes e clientes (LEWIS; NEWCOMER, 2002).

Como é verdade na maioria das situações, quando as pessoas (professores, pais etc.) têm mais confiança em sua capacidade (por exemplo, habilidades, recursos) para enfrentar um desafio, eles são mais flexíveis em sua abordagem. O respeito pelas limitações (por exemplo, o tempo) e as percepções do consultante são considerações centrais em uma colaboração bem-sucedida (KRATOCHWILL;

ELLIOT; CALLAN-STOIBER, 2002). As recomendações podem exigir recursos que o consultante tenha e/ou recursos existentes em concorrência com outras oportunidades e demandas em um determinado ambiente (NOELL et al., 2005). Recomendações e estratégias devem, portanto, demonstrar deferência aos colaboradores e consultores enquanto são parceiros ou usuários significativos e relevantes para a situação em questão. Em última análise, mudar o comportamento de um cliente resulta de mudanças no comportamento do consultante (HIRALALL; MARTENS, 1998; STERLING-TURNER et al., 2001). Assim, os neuropsicólogos escolares precisam apoiar outros com instrução formal e informal nas estratégias necessárias e na aplicação dessas estratégias antes de atribuir essas pessoas ao fornecimento de serviços (STERLING-TURNER et al., 2001).

Verificou-se que o treinamento e o apoio de consultantes adequados resultaram em percepções duradouras de eficácia pessoal ou profissional (TSCHANNEN-MORAN; HOY; HOY, 1998). No que diz respeito ao treinamento, métodos diretos (por exemplo: jogo de papéis, ensaios) foram comprovados em proporcionar maior confiança e integridade de intervenção do que métodos indiretos (por exemplo: materiais de leitura, esboço de sugestões) ao desenvolver um conjunto de habilidades através da consulta (STERLING-TURNER et al., 2001; TSCHANNEN-MORAN; HOY; HOY, 1998). À medida que novas habilidades estão em desenvolvimento, os interessados diretos e indiretos podem se beneficiar do suporte fornecido por um script generalizado que pode ser adaptado a várias situações e/ou pode ser usado como um dispositivo de automonitoramento para as habilidades que estão sendo praticadas (HIRALALL; MARTENS, 1998).

Como realizar treinamento e coordenação sem adicionar estresse significativo para o consultante é uma preocupação primordial para os consultores, administradores e neuropsicólogos escolares. Anderson, Klassen e Georgiou (2007) descobriram que o apoio mais solicitado por professores era o treinamento nas necessidades específicas das crianças que estão sendo ensinadas. No entanto, à medida que o número de partes interessadas envolvidas em uma consulta colaborativa aumenta, a necessidade de coordenação com uma variedade de profissionais adicionais aumenta de forma semelhante e pode servir para intensificar o nível de estresse do consultante e impactar negativamente a eficácia da consulta (LEWIS; NEWCOMER, 2002). Um exemplo de um suporte usado com frequência para clientes mais severamente prejudicados é a atribuição de profissionais de suporte para auxiliar na sala de aula, em casa e no local de trabalho. Esta estratégia, no entanto, levanta uma série de questões potencialmente estressantes em torno de supervisão, treinamento e mudanças no ambiente. A questão presente no uso de um profissional de suporte poderia ser a falta de conhecimento de um consultante, o que certamente afetaria negativamente a capacidade de treinar e orientar outra pessoa. Além disso, adicionar pessoas a qualquer ambiente pode servir para aumentar o estresse e diminuir a eficiência, a menos que haja estrutura suficiente.

A consulta/colaboração eficaz resulta em mudanças no consultante (por exemplo, desenvolvimento de habilidades) e no ambiente (por exemplo, suporte comportamental positivo), uma vez que ambos os componentes são necessários para impactar positivamente os resultados a longo prazo (MARTENS; ARDOIN, 2002). A colaboração bem-sucedida de um neuropsicólogo escolar requer tanto investimento organizacional quanto individual do consultante referente ao processo (PRINZE; SANDERS, 2007). A resistência, geralmente de natureza sistêmica, é "qualquer coisa que impede a solução de problemas ou a implementação do plano e, finalmente, a resolução de problemas" (WICKSTROM; WITT, 1993, p. 160). Muitas vezes, não é a ideia, mas as praticidades da implementação que enfrentam resistência em sistemas e indivíduos. A incorporação de conjuntos de habilidades e preferências existentes para a intervenção em recomendações pode ajudar a diminuir a resistência e aumentar a eficácia (KRATOCHWILL; ELLIOT; CALLAN-STOIBER, 2002; PRINZE; SANDERS, 2007). Finalmente, a pesquisa sugere que o apoio contínuo é necessário para a continuação bem-sucedida de intervenções desenvolvidas de forma consultiva (MARTENS; ARDOIN, 2002).

4 COLABORAÇÃO COM OUTROS PARA ATENDER ÀS NECESSIDADES DA CRIANÇA

A consulta concentra-se no desenvolvimento de competências que abordam o problema apresentado e a prevenção de problemas futuros (ALDRICH; MARTENS, 1993; KRATOCHWILL et al., 1991). Nos últimos anos, o foco da intervenção passou do modelo tradicional reativo (médico) de prestação de serviços para um modelo de saúde pública multifacetado centrado na prevenção/intervenção precoce (BLOM-HOFFMAN; ROSE, 2007; HOJNOSKI, 2007). Os serviços não são mais postergados pela falta de um diagnóstico claramente definido, mas, em vez disso, se concentram nos serviços de detecção e intervenção precoce, já que os fatores de risco são observados. Os serviços contínuos são então segmentados e definidos com base em conjuntos de dados, o que pode ser benéfico, pois a estrutura inicial de um relacionamento colaborativo é geralmente definida em torno de um pedido de assistência e não por necessidades orientadas por dados (HOJNOSKI, 2007).

A correspondência da abordagem utilizada com as circunstâncias em torno de um pedido de consulta é apoiada na literatura (GRAHAM, 1998). A pesquisa indica que tanto consultores e consultantes pensam que um relacionamento colaborativo positivo e de apoio está associado a uma maior implementação das recomendações (ERCHUL; RAVEN; RAY, 2001). A generalização hipoteticamente aumenta, com base na aceitabilidade do profissional (ou seja, na influência social) em combinação com processos de consulta, recomendações e resultados (BLOM-HOFFMAN; ROSE, 2007). As hipóteses causais e recomendações iniciais desenvolvidas pelo consultor após a primeira sessão de consulta também podem ser vitais para a adesão ao processo colaborativo (GRAHAM, 1998). Eckert e Hintze (2000) sugerem que discutir a eficácia geral de uma estratégia com os consultantes também pode melhorar a aceitação de intervenções neuropsicológicas.

As tendências atribucionais do indivíduo ou grupo devem ser uma consideração primária do neuropsicólogo escolar. A pesquisa demonstrou que a perspectiva da informação apresentada pode mudar significativamente a reação e/ou a autenticidade da implementação (SOODAK; PODELL, 1994). Ysseldyke et al. (1983) descobriram que 85% dos professores em seu estudo atribuíam dificuldades infantis a questões intrínsecas e 20% dessas dificuldades foram atribuídas à dinâmica doméstica. Assim, os entrevistados eram menos propensos a ter uma "participação" no sucesso do aluno, uma vez que as questões percebidas como impactantes negativamente no desempenho da criança estavam fora do domínio de influência ou experiência do professor. Blom-Hoffman e Rose (2007) afirmam que a aparência externa da resistência (ou a tomada de perspectiva negativa) não impede uma abordagem colaborativa. Em vez disso, o neuropsicólogo escolar deve considerar tanto a disposição do consultante em abordar a preocupação, bem como a capacidade de abordar as questões neuropsicológicas subjacentes.

Considerando o valor maior (ou seja, a validade social) das recomendações, o serviço solicitado ou a aceitabilidade das partes interessadas oferece um insight da probabilidade de adoção e implementação da intervenção (ECKERT; HINTZE, 2000). Se um serviço não é considerado essencial para a tarefa em questão ou é muito pesado ou perturbador para ser efetivamente implementado, é improvável que seja considerado aceitável (TRUSCOTT et al., 2000). Da mesma forma, a falta de algum grau de mudança positiva após a implementação de recomendações ou serviços diminuirá a probabilidade de continuação, mesmo com o reconhecimento das partes interessadas da utilidade do serviço/recomendação. Dadas essas considerações, a aceitação das partes interessadas como única medida de implementação ou sucesso potencial é de pouco valor para praticantes ou pesquisadores (MCDOUGAL; NASTASI; CHAFOULEAS, 2005; NOELL et al., 2005).

4.1 COLABORANDO COM PAIS/GUARDIÕES/PAIS ADOATIVOS

Os cuidadores podem apresentar uma grande variedade de habilidades e necessidades relacionadas à criança e/ou suas condições de preocupação. Melhorar as habilidades e o insight sobre as questões que envolvem uma criança podem ser abordadas pelo neuropsicólogo escolar em um relacionamento focado nos pais ou conjunto (pai-professor), usando treinamento em tecnologia ou alguma combinação das abordagens. A consulta conjunta trabalha para equilibrar expectativas e apoios em casa e escola (KRATOCHWILL; ELLIOT; CALLAN-STOIBER, 2002). McDougal, Nastasi e Chafouleas (2005) consideram a colaboração conjunta como um fator crucial na generalização e manutenção da aquisição de habilidades. A comunicação frequente entre ambientes em intervalos regulares permite o desenvolvimento de expectativas consistentes, bem como uma ampla gama de planos de contingência e suporte.

Os pais, em geral, têm contato com vários prestadores de cuidados (por exemplo: hospital, centro de reabilitação, cuidados domiciliários) regularmente; no entanto, muitos dos provedores têm pouca ou nenhuma experiência de consulta (PRINZE; SANDERS, 2007). Assim, a consulta conjunta colaborativa permite que os pais adquiram conhecimentos e habilidades críticas, bem como comuniquem as necessidades de seus filhos e solicitem assistência a outros que possam precisar cuidar de seus filhos. A consulta colaborativa, em seguida, trabalha para construir uma rede de apoio para a criança através de ambientes e prestadores de cuidados, permitindo que a criança atenda às demandas de seu(s) ambiente(s) e continue com as intervenções neurocognitivas mais adequadas.

4.2 COLABORANDO COM AS PARTES INTERESSADAS INDIRETAS

A colaboração pode ser difícil de implementar porque o sucesso da intervenção é, muitas vezes, mediado pelos pensamentos, ações e habilidades do(s) consultante(s) (ELLIOTT et al., 1984; ERCHUL; RAVEN; RAY, 2001). Os professores podem ou não solicitar assistência externa com as dificuldades da sala de aula. No entanto, quando a assistência externa é solicitada, os comportamentos de externalização são a questão de encaminhamento mais comum (ALDERMAN; GIMPEL, 1996). Esta descoberta reforça a ideia de problemas mais discretos que possam continuar sem uma intervenção adequada e é uma das razões pelas quais o neuropsicólogo escolar deve consultar a equipe de assistência ao estudante da escola nos primeiros sinais de disfunção neurodesenvolvimental de uma criança (incluindo falha em melhorar após a intervenção repetida). Não é do melhor interesse de uma criança ou daqueles que trabalham com a criança esperar até que as dificuldades se tornem bem estabelecidas e, posteriormente, mais difíceis de mudar.

A consulta colaborativa ocasionalmente será procurada por aqueles que desejam um resultado além do sucesso (por exemplo, realocação em um ambiente diferente). A disparidade entre os objetivos do colaborador deve ser abordada no início do relacionamento para alcançar uma intervenção bem-sucedida e a generalização das habilidades adquiridas (BLOM-HOFFMAN; ROSE, 2007). Para esse fim, o apoio consultivo contínuo é uma forma mais eficaz de estruturar a implementação de estratégias baseadas em evidências do que breves apresentações ou materiais escritos somente (DUPAUL, 2003). Além disso, a conexão entre as estratégias e os resultados da consulta também é útil para melhorar a implementação (NOELL et al., 2002).

4.3 COLABORANDO COM PATOLOGISTAS DA FALA E LINGUAGEM

Organizações de especialistas, como a *American Speech-Language-Hearing Association* – ASHA (Associação Americana da Fala, Linguagem e Audição), adotaram uma política diversificada do conhecimento, papéis, atividades e configurações essenciais na definição da patologia da fala e da linguagem (2007). A ASHA descreve a função de patologistas da fala e linguagem (PFL) – terapeuta oral-motor – como atividades dirigidas a reduzir ou prevenir problemas de comunicação. Em conjunto com os esforços para remediar ou aliviar as dificuldades de comunicação, estes profissionais se concentram em educar famílias e outros profissionais sobre a natureza e gerenciamento de problemas de comunicação (ASHA, 1996, 2005). A consulta colaborativa e serviços baseados em contextos foram reconhecidos pela ASHA (2005) como representando a abordagem mais produtiva quando várias configurações ou provedores de serviços estão trabalhando em direção a um objetivo comum. A colaboração pode incluir graus variados de "liberação de papéis" entre profissionais, onde um profissional assume o papel de provedor de serviços primários, enquanto profissionais colaboradores (ou seja, profissionais de outras disciplinas) fornecem consulta ao provedor principal (ASHA, 2008).

Tradicionalmente, o papel do PFL se concentrou principalmente na prestação de serviços individuais, mas o modelo de oferta de serviços mudou o foco para educação e generalização através de estratégias, como metodologias de linguagem global, ofertadas em ambientes menos restritivos (ASHA, 1991). Assim, os PFLs expandiram sua visão coletiva como uma profissão para incluir um modelo colaborativo de prestação de serviços, permitindo a aquisição ou melhoria de comunicação funcional e estratégias de aprendizagem entre todos os alunos, e não somente naqueles com deficiência identificada. A colaboração com o PFL pode ser uma importante faceta da avaliação, planejamento e intervenção bem-sucedida. O foco da neuropsicologia escolar e o da patologia da fala-linguagem podem se cruzar em pontos como o efeito de fatores individuais (por exemplo: habilidades executivas, atenção, semântica, pragmática) e fatores ambientais, bem como na participação e sucesso dos alunos. Como os neuropsicólogos escolares, os PFLs prestam serviços a indivíduos, famílias e grupos em uma variedade de situações. Em muitos casos, um PFL pode ser o primeiro contato com crianças a demonstrar uma série de dificuldades de desenvolvimento neurológico ou deficiências adquiridas e pode ser confrontado com problemas comportamentais particularmente difíceis que precisam ser apoiados por um neuropsicólogo escolar.

4.4 COLABORANDO COM EDUCADORES

Na era da informação, as metodologias não são mais idiossincráticas, mas provavelmente serão examinadas através dos limites profissionais. À medida que as políticas mudam, os educadores recebem tarefas cada vez mais variadas, desde discriminar instruções em um modelo de Resposta à Intervenção (RTI) até incluir significativamente crianças com deficiência em salas de aula de educação regular. O aumento da homogeneidade das expectativas exige que os professores dividam seu tempo em unidades menores, visando apenas as maiores necessidades no planejamento, ensino e conferência (ANDERSON; KLASSEN; GEORGIU, 2007).

O apoio estratégico foi identificado como o componente de consulta mais necessário para o sucesso em sala de aula, com pouca credibilidade dada às recomendações de "sentir-se bem". Enquanto os professores podem ver o(s) benefício(s) da expansão dos papéis/modelos/metodologias educacionais tradicionais, eles claramente exigem suporte adicional para serem educadores efetivos (NOELL et al., 1997). Como os neuropsicólogos escolares, os professores procuram conhecimento para aprimorar suas habilidades profissionais. Assim, metas e estratégias colaborativas claramente definidas, bem como uma ampla base de conhecimento para apoiar a operacionalização dessas metas e estratégias, são requisitos fundamentais para uma efetiva consulta de neuropsicologia escolar com educadores.

Soodak e Podell (1994) relataram que as estratégias centradas no professor, destinadas a auxiliar os alunos, eram mais favoráveis aos professores com maior preocupação relacionada à gravidade dos sintomas ou maior eficácia do ensino (crenças sobre a eficácia profissional), sugerindo que as atribuições influenciam as preferências do serviço. As intervenções mais facilmente implementadas foram consideradas aceitáveis em casos de menor dificuldade percebida, mas o aumento do envolvimento do professor é aceitável diante de problemas mais graves (ELLIOTT et al., 1984). A eficácia do professor está altamente relacionada ao sucesso anterior de um professor com os alunos e a qualidade geral das relações estudantes-professores (BOGLER, 2001). Os professores com maior eficácia profissional encontraram mais aceitação de consultas e os planos de intervenção resultantes. A percepção de controle adicional sobre os problemas também parece resultar em maior uso da consulta/resolução de problemas do que nos encaminhamentos para avaliação externa (DEFOREST; HUGHES, 1992).

No estudo de Soodak e Podell (1994) solicitou-se aos professores que listassem possíveis intervenções para ajudar um estudante hipotético, cerca de 88% dos professores fizeram sugestões focadas no professor, enquanto cerca de 95% fizeram sugestões envolvendo assistência externa, sendo a assistência externa indicada como a provável estratégia eficaz. Curiosamente, a estratégia não envolvendo o ensino, classificada com mais frequência por provocar mudanças positivas, foi a participação dos pais (cerca de 78%), um achado que sugere que a consulta conjunta poderia ser vista positivamente em diversas situações. Finalmente, mais de 52% dos professores participantes sugeriram que uma avaliação por uma equipe interdisciplinar seria indicada. Em uma observação semelhante, Aldrich e Martens (1993) descobriram que a consulta centralizada na informação ambiental resultou em maior atribuição dada à configuração ambiental e questões sob o controle do professor do que a simples análise de comportamento que os professores tendem atribuir às dinâmicas intrínsecas e do lar da criança, que estão fora do seu domínio de especialização.

Parece que problemas sem uma causa ou solução facilmente definida são mais susceptíveis de resultar em encaminhamento para alguém ou algum grupo percebido como tendo maior conhecimento ou influência, quando um problema ultrapassou os recursos profissionais do professor (HUGHES et al., 1993). Além disso, os sentimentos de baixa eficácia tendem a estar associados a práticas autoritárias de gerenciamento de sala de aula e, portanto, a manipulação para forçar a conformidade (ERDEM; DEMIREL, 2007). Bandura (1997) ressalta que os professores podem ter diferentes níveis de eficácia para tarefas individuais, portanto a consideração das habilidades necessárias deve ser multifacetada.

Estar atento ao meio social de um colaborador ou consultante (tempo, financiamento, administração, clima etc.) é um componente-chave na efetiva prestação de serviços. Alderman e Gimpel (1996) descobriram que os educadores perceberam a avaliação formal como o método de assistência menos eficaz, porque os resultados geralmente não possuem assistência prática e intervenções realistas na escola. Além disso, o estudo estabeleceu que os educadores eram mais propensos a buscar consultas uns dos outros do que de um consultor externo para uma variedade de preocupações, incluindo questões relacionadas à atenção. Essa tendência pode estar relacionada à proximidade, familiaridade ou acesso a consultores (GONZALEZ et al., 2004). Em muitos casos, o neuropsicólogo escolar tem pouco contato com professores de educação geral, se compararmos ao contato com professores de educação especial (GILMAN; MEDWAY, 2007). Uma abordagem da "escola inteira" pode apoiar a mudança do cliente de forma semelhante aos professores que procuram apoio dos pares, de modo que uma cultura de metodologias estruturadas e sistemáticas que abordem preocupações acadêmicas e comportamentais seja implementada por todas as partes interessadas (HOJNOSKI, 2007). O suporte adicional para este método também pode ser ofertado sob a forma de outras partes interessadas indiretas (incluindo pares) auxiliando na consecução, manutenção e generalização (por exemplo, consulta mediada pelos pares).

Considerações posteriores devem ser feitas sobre outras influências externas do educador, como círculos sociais, vida familiar, e assim por diante. Não se pode considerar influências indiretas que precisam ser abordadas em crianças sem considerar as influências indiretas que afetam colaboradores ou consultantes. Um aspecto vital de impactar efetivamente o desempenho dos consultantes e dos clientes pode ser a habilidade do neuropsicólogo escolar no desenvolvimento e suporte de recomendações explícitas e práticas dos resultados da avaliação. Como os educadores tendem a buscar assistência mútua, intervenções consultivas precisas e bem apoiadas podem afetar a comunidade educacional para além do presente problema, colaborador ou consultante.

Hiralall e Martens (1998) desenvolveram um protocolo de script de seis passos para uso dos professores em uma sequência de instruções. Eles descobriram que os professores eram mais propensos a adotar e efetivamente implementar a sequência de estratégias com scripts do que sugestões imprecisas em torno de estratégias. Os altos níveis de especificação de intervenção foram considerados razoáveis e eficazes e podem ser usados como um método eficiente para dar feedback sobre a integridade da intervenção (MCDOUGAL; NASTASI; CHAFOULEAS, 2005). Além disso, as sequências de scripts podem se tornar parte das abordagens gerenciais e de instrução dos implementadores, generalizando assim as estratégias em todas as circunstâncias (HIRALALL; MARTENS, 1998).

Estudos de implementação sugerem que os esforços dos professores na implementação de planos de tratamento, seguidos de treinamento suficiente para consultantes e clientes, são inicialmente altos, mas diminuem ao longo do tempo. Dar feedback do desempenho apoiado com representações gráficas da integridade do tratamento e do desempenho do cliente resultou em aumentos substanciais na implementação a longo prazo (NOELL et al., 1997, 2002, 2005). A implementação também permaneceu elevada, uma vez que o apoio consultivo para as intervenções foi reduzido após o feedback de desempenho. Finalmente, o feedback de desempenho mostrou-se efetivo, apesar da ausência de uma relação hierárquica entre colaboradores (NOELL et al., 1997, 2002). Além das considerações de confiabilidade e validade, as técnicas de monitoramento devem ser viáveis, eficientes e sensíveis à mudança incremental (MCDOUGAL; NASTASI; CHAFOULEAS, 2005; PRINZE; SANDERS, 2007). Além disso, o feedback mais frequente e as mudanças nas estratégias de intervenção, conforme necessário, no primeiro ano após o insulto neurológico, parecem ter melhores resultados, enquanto o excesso de treinamento faz pouca diferença na quantidade ou qualidade de implementação.

A Entrevista Motivacional (EM) é um estilo de consulta baseado em evidências desenvolvidas na medicina comportamental que foi encontrado efetivo através de meta-análise e empregado com sucesso em várias profissões de ajuda (BLOM-HOFFMAN; ROSE, 2007). Embora uma discussão abrangente desta técnica esteja além do foco deste tópico, princípios e considerações gerais merecem ser revisados. A EM concentra-se em melhorar a motivação e abordar as barreiras à mudança de comportamento, apoiando a autorrealização das mudanças necessárias nas abordagens anteriores do consultante para uma situação (semelhante à consulta focada nos consultantes).

Blom-Hoffman e Rose (2007) apresentam a estrutura da EM com base em princípios claros de relacionamento colaborativo. O comportamento do consultor pode reforçar ou reduzir a atitude flutuante de um consultante em relação à mudança. Um estilo empático resulta em maior vontade de fazer as mudanças necessárias, enquanto uma abordagem conflituosa ou excessiva pode aumentar a resistência (ERCHUL; RAVEN; RAY, 2001). A dissonância cognitiva é um resultado esperado da mudança de comportamento, e os consultores devem reconhecer os argumentos que se opõem à mudança. Os consultores fornecem apoio através de ideias e alternativas com o objetivo de que os consultantes tomem posse da iniciativa, processo e resultado de mudança.

4.5 CONSULTORIA COM ADMINISTRADORES

Um modelo colaborativo de entrega de serviços requer suporte administrativo para diminuir a resistência sistêmica à mudança, particularmente porque o redirecionamento de recursos pode ser necessário para mudar de foco de intervenção direta para indireta (PRINZE; SANDERS, 2007). A liderança que apoia a colaboração entre os membros da equipe profissional na tomada de decisão e a assistência à resolução de problemas tende a desenvolver um clima favorável a maior eficácia profissional (TSCHANNEN-MORAN; HOY; HOY, 1998). Ross e Gray (2006) descobriram que a eficácia coletiva era preditiva tanto do desempenho do aluno como do relacionamento da escola com os pais. Assim, a relação entre o sucesso do aluno e o envolvimento dos pais é diretamente afetada pelo estilo de liderança administrativa.

A liderança transacional concentra-se na manutenção do status quo, atendendo apenas às necessidades vitais da organização. Esse estilo de gerenciamento pode ser melhor descrito como imposição de mudança de cima para baixo. Há pouca consulta, participação ou apropriação de necessidades ou mudanças no programa pela equipe designada para implementá-la. Essa falta de colaboração pode servir para aumentar a resistência dos profissionais da equipe a qualquer mudança (WEBSTER-STRATTON; TAYLOR, 1998) e resultar em mudanças essenciais não implementadas. O ambiente transacional é estável, mas monótono e carece de um forte senso de comunidade (BOGLER, 2001). Os líderes transacionais podem recompensar subordinados por cumprir as metas ou responder a um problema percebido, mas não possuem a visão necessária para criar um ambiente colaborativo. Os educadores que desejam criar mudanças proativas em seu sistema, em vez de ter uma mudança que lhes é imposta, precisam de uma ampla mentalidade colaborativa, um compromisso ético para satisfazer efetivamente as necessidades das crianças e um suporte administrativo perspicaz (HAZEL, 2007). No modelo de oferta de serviços neuropsicológicos escolares, é particularmente necessário integrar a flexibilidade no ensino, na programação do aluno e no estilo de consulta.

Os líderes transformacionais criam objetivos através de prospectivas, oferecem inspiração intelectual, fornecem suporte pessoal, modelam as melhores práticas, mantêm as expectativas e criam uma estrutura participativa (LEITHWOOD; JANTZI, 2000). Os líderes transformacionais entram em um relacionamento de mudança colaborativo com os outros, muitas vezes inspirando-os a alcançar novas alturas ou a adotar uma nova abordagem (ROSS; GRAY, 2006). O ambiente resultante é acessível e novo. A revisão de estudos de liderança transformacional de Leithwood, Jantzi e Steinbach (1999) descobriu que a vontade dos professores de exercer esforços extras na mudança de práticas e/ou atitudes em sala de aula era consistentemente predita por um estilo de liderança transformacional.

A liderança transformacional melhora as crenças coletivas de eficácia profissional dos funcionários. A eficácia profissional coletiva é simplesmente a crença de membros da equipe em sua capacidade coletiva para impactar positivamente os alunos e alcançar seus objetivos. Ross e Gray (2006) observaram que os indivíduos que acreditam em seu potencial de sucesso são mais propensos a alcançar o sucesso, pois adotam objetivos mais desafiadores, trabalham em direção à realização, persistem quando impedidos e desenvolvem mecanismos de enfrentamento mais eficazes. Além disso, eles acreditam que a relação entre eficácia e resultados seja recíproca, uma vez que a eficácia positiva contribui para uma maior realização, enquanto a baixa eficácia contribui para uma menor conquista geral.

Um vínculo empírico consistente com os resultados do professor (particularmente o compromisso com a organização) é claramente delineado pela pesquisa de liderança transformacional (ROSS; GRAY, 2006). Bogler (2001) descobriu que a satisfação no trabalho está relacionada com o grau de autonomia concedido aos professores e funcionários, as oportunidades de participar do processo de tomada de decisão e o estilo de administração. A maior satisfação no trabalho foi observada em professores que percebem seu administrador como comunicador aberto e que delega em seu estilo de gerenciamento. Assim, aumentar o controle de professores sobre suas vidas profissionais aumenta a eficácia, vivacidade, diligência e flexibilidade (TSCHANNEN-MORAN; HOY; HOY, 1998).

Frente a esses achados, os neuropsicólogos escolares devem fazer mais do que convencer os administradores para permitir uma consulta colaborativa. Os diretores, líderes de departamentos, assim como os professores, precisam estar atentos ao potencial impacto positivo, não apenas nos alunos, mas também nos funcionários e nos pais. Muitos líderes e funcionários de base transacional com baixa eficácia podem tender a ver a consulta colaborativa como apenas outro programa com expectativas irrealistas. É aqui que, compartilhando uma visão mais ampla do compromisso com a comunidade de aprendizagem e a literatura de resultados baseada em pesquisa, pode começar a movê-los para uma mentalidade de transformação. O suporte estratégico do processo provavelmente será o componente mais necessário na construção de uma comunidade de consulta colaborativa a partir de uma comunidade onde o status quo tenha sido o padrão aceitável.

4.6 CONSULTA COM PROVEDORES DE CUIDADOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

A consulta deve ser prestada aos provedores de cuidados à primeira infância quando uma criança sofreu um insulto neuropsicológico ou quando os déficits neuropsicológicos estão interferindo na aprendizagem e no comportamento da criança. A intervenção bem-sucedida parece estar relacionada à qualidade dos relacionamentos na vida da criança, que pode ser mediada pela frequência de contato e relacionamentos de suporte (colaborativos) disponíveis para cuidadores (GREEN et al., 2006). A interação dos fatores de desenvolvimento, saúde mental, socioeconômicos e ambientais tem um impacto significativo na capacidade de uma criança progredir e atender às expectativas dos outros. As primeiras experiências de vida (por exemplo: estimulação cognitiva, oportunidades sociais, doenças ou lesões inesperadas) podem ter um impacto significativo imediato e a longo prazo sobre o funcionamento geral das crianças à medida que progridem pelo sistema educacional para o objetivo final da independência funcional.

Muitas vezes os profissionais que oferecem cuidados na Educação Infantil entre o nascimento e a idade de três anos não têm antecedentes em sequência de desenvolvimento neurológico, gerenciamento de sala de aula e instrução efetiva (BARNETT et al., 2006). Assim, o papel do neuropsicólogo escolar pode não só abranger o desenvolvimento e o suporte de avaliação e intervenção, mas também pode incluir treinamento significativo sobre o desenvolvimento neurológico, expectativas apropriadas e estratégias de classe. Garantir que os pais e outros cuidadores compreendam que esses princípios básicos serão um primeiro passo necessário na preparação acadêmica e social da criança. Como ocorre no caso de outros relacionamentos colaborativos, Barnett et al. (2006) descobriram que relacionamentos e formação de equipes são componentes necessários da consulta efetiva do programa pré-escolar. Não basta apenas construir melhores conjuntos de habilidades, isto seria insuficiente para impactar os resultados a longo prazo. Do mesmo modo, os neuropsicólogos escolares podem facilitar a partilha de estratégias de intervenção entre educadores, famílias e profissionais de agências externas.

4.7 CONSULTA COM A EQUIPE MÉDICA

Os médicos devem aprender a lidar com uma variedade de estressores, além de problemas de cuidados ao paciente como parte da prática clínica. Isso pode aumentar seu nível de estresse e diminuir sua tendência para a comunicação empática. Van Dulmena et al. (2007) examinaram os indicadores de estresse fisiológico entre os estudantes de medicina que desempenham papéis comunicando más notícias aos seus pacientes. O estudo apoiou resultados anteriores, sugerindo que os médicos tendem a comunicar a informação puramente médica de forma mais eficaz, com muito menos ênfase no impacto psicossocial da informação que está sendo apresentada. Os autores acreditam que as reações de estresse diminuem com a experiência, mas o modelo de comunicação pode permanecer. Assim, pacientes e famílias podem exigir suporte emocional adicional que não estava disponível para eles.

A intervenção neuropsicológica é geralmente avaliada pela comunidade médica, especialmente em relação ao potencial impacto positivo nas preocupações médicas. No entanto, a administração dos cuidados à saúde é muitas vezes obscurecida pelas necessidades físicas em vez de pelo funcionamento psicológico. Dado esse foco, os pacientes e as famílias podem, de fato, ver sinais de melhora física quando deixam um ambiente com suporte médico, ao mesmo tempo em que seu bem-estar emocional pode estar fragilizado (ROBINSON; BAKER, 2006). A colaboração com profissionais médicos permite que o neuropsicólogo escolar facilite a comunicação e esclareça problemas de transição com o paciente e a família. Isso pode ser conseguido através da comunicação com prestadores de serviços (por exemplo: enfermeiros e terapeutas), leitura e interpretação dos registros de progresso, entrevistas e educação do paciente e da família. A comunicação aos profissionais da saúde não mental deve ser sucinta, fundamentada e valiosa em um contexto médico. Para os clientes hospitalizados recentemente, a enfermeira assistente pode ser a fonte mais conhecedora de informações do comportamento e/ou condição atual, mas os registros de progresso e relatórios de consultores também podem ser uma riqueza de informações (ROBINSON; BAKER, 2006).

5 COMUNICANDO RESULTADOS NEUROPSICOLÓGICOS ESCOLARES

Athanasiou et al. (2002) descobriram que os estilos de atribuição são expressos de forma mais pronunciada nos planos de etiologia e tratamento. Além disso, ao sumariar e fazer recomendações, os neuropsicólogos escolares tendem a adotar um estilo atribucional externo, enquanto os professores parecem adotar um estilo atribucional interno em relação às dificuldades da criança. Conoley et al. (1991) descobriram que os professores eram mais receptivos às intervenções apresentadas desde uma perspectiva semelhante à própria. Assim, ao comunicar os resultados, o neuropsicólogo escolar pode impactar positivamente a receptividade da informação, bem como a integridade da intervenção, pelo menos inicialmente, enquadrando os resultados e as recomendações desde uma perspectiva semelhante ao público que recebe a informação (WICKSTROM; WITT, 1993).

Ao comunicar as necessidades, Kratochwill, Elliot e Callan-Stoiber (2002) acreditam que os consultantes são melhor atendidos quando as recomendações são proativas, baseadas em competências existentes e incluem recursos existentes. Athanasiou et al. (2002) apoiam a incorporação das atribuições causais dos professores no trabalho consultivo. Ao reportar resultados ou desenvolver estratégias ou objetivos, os neuropsicólogos escolares podem precisar adotar uma abordagem mais eclética em seu foco (por exemplo, incluir questões acadêmicas), bem como na seleção de modalidades de tratamento. Além disso, o suporte específico (por exemplo: suporte emocional, material) para aqueles que utilizam a informação apresentada em um relatório pode ser necessário antes de se concentrar na implementação.



RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você aprendeu que:

- A literatura apresenta abordagens efetivas de consulta colaborativa por neuropsicólogos escolares.
- Há diversos benefícios de ter o neuropsicólogo escolar auxiliando a equipe de planejamento educacional na revisão e interpretação de registros médicos, avaliações neurocognitivas e neurodesenvolvimentais, no planejamento de intervenção e no monitoramento do progresso.
- O neuropsicólogo escolar pode desempenhar um papel importante na coordenação da prestação de serviços para crianças com déficits neuropsicológicos suspeitos ou conhecidos, enquanto colaborativamente verificam vários consultantes (por exemplo: criança, cuidador, educadores, profissionais de agências externas).

AUTOATIVIDADE



- 1 Qual é o papel do neuropsicólogo escolar consultor?
- 2 Especificamente com os professores como consultantes, o neuropsicólogo escolar consultor em colaboração poderá desempenhar quais funções?
- 3 Especificamente com criança com déficit neurológico conhecido ou suspeito, como consultantes, o neuropsicólogo escolar consultor em colaboração poderá desempenhar quais funções?



REFERÊNCIAS

ABRISQUETA-GOMEZ, Jacqueline et al. **Reabilitação neuropsicológica: abordagem interdisciplinar e modelos conceituais na prática clínica**. Porto Alegre: Artmed, 2012.

AGÊNCIA BRASIL. Obesidade cresce mais entre crianças na faixa de 5 a 9 anos. **Estadão**. Saúde, 26 jan. 2012. Disponível em: <<http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,obesidade-cresce-mais-entre-criancas-na-faixa-de-5-a-9-anos,827513>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

AINSWORTH, M. D. S. Attachments beyond infancy. **American Psychologist**, v. 44, n. 4, p. 709-716, 1989.

AINSWORTH, M. D. S. Infant-mother attachment. **American Psychologist**, v. 34, p. 932-937, 1979.

ALDERMAN, G. L.; GIMPEL, G. A. The interaction between type of behavior problem and type of consultant: Teachers' preferences for professional assistance. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 7, p. 305-313, 1996.

ALDRICH, S. F.; MARTENS, B. K. The effects of behavioral problem analysis versus instructional environment information on teachers' perceptions. **School Psychology Quarterly**, v. 8, p. 110-124, 1993.

ALLEN, K. E.; MAROTZ, L. R. **Developmental profiles: Pre-birth through eight**. Albany, NY: Delmar, 1999.

ALLOY, L. B. et al. A cognitive vulnerability-stress perspective on bipolar spectrum disorders in a normative adolescence brain, cognitive, and emotional development context. **Dev Psychopathol.** v. 18, n. 4, p. 1055-1103, 2006.

American Academy of Pediatrics, Committee on Fetus And Newborn and The American College of Obstetricians and Gynecologists, Committee on Obstetric Practice. The Apgar Score. **Pediatrics**, v. 117, p. 1444-1447, 2006.

AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

AMIEL-TISON, C.; GRENIER, A. **Neurologic evaluation of the newborn and the infant**. New York: Masson, 1983.

ANDERSON, A. K. et al. Dissociated neural representations of intensity and valence in human olfaction. **Nature Neuroscience**, v. 6, p. 196-202, 2003.

ANDERSON, C. J. K.; KLASSEN, R. M.; GEORGIU, G. K. Inclusion in Australia: What teachers say they need and what school psychologists can offer. **School Psychology International**, v. 28, p. 131-147, 2007.

ANGLIN, J. M. Vocabulary development: A morphological analysis. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, v. 58, p. i-186, 1993.

APGAR, V. The newborn (Apgar) scoring system: Reflections and advice. **Pediatric Clinics of North America**, v. 13, n. 3, p. 645-650, 1966.

ARREDONDO, P. et al. Consultation and interprofessional collaboration: modeling for the future. **Journal of Clinical Psychology**, v. 60, p. 787-800, 2004.

ARSLAN, Orhan E. **Neuroanatomical basis of clinical neurology**. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015.

ASHA. American Speech-Language-Hearing Association. **Roles and responsibilities of speech-language pathologists in early intervention** [Guidelines], 2008. Disponível em: <<https://www.asha.org/policy/gl2008-00293.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

ASHA. American Speech-Language-Hearing Association. **Roles and responsibilities of speech-language pathologists serving persons with mental retardation/developmental disabilities** [Guidelines], 2005. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5911/e6fa72ee87b0a08b341cdc6b28f22c5a1a11.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

ASHA. American Speech-Language-Hearing Association. **Scope of practice in speech-language pathology**. ASHA, v. 38, p. 16-20, 1996.

ASHA. American Speech-Language-Hearing Association. **A model for collaborative service delivery for students with language-learning disorders in the public schools**. 1991. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1673608>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

ATHANASIOU, M. S. et al. A look inside school-based consultation: a qualitative study of the beliefs and practices of school psychologists and teachers. **School Psychology Quarterly**, v. 17, p. 258-298, 2002.

AZMITIA, M.; HESSER, J. Why siblings are important agents of cognitive development: A comparison of siblings and peers. **Child Development**, v. 64, p. 430-444, 1993.

BAHRICK, L. E.; HERNANDEZ-REIF, M.; FLOM, R. The development of infant learning about specific face-voice relations. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 3, p. 541-552, 2005.

BAKER, L.; BROWN, A. Metacognitive skills and reading. In: PEARSON, P. (Ed.). **Handbook of reading research: part 2**. New York: Longman, 1984.

BALDWIN, D. A.; MARKMAN, E. M.; MELARTIN, R. L. Infants' ability to draw inferences about nonobvious object properties: Evidence from exploratory play. **Child Development**, v. 57, 1986.

BALINT, R. Seelenhammung des 'Schauens', optische Ataxie, raumliche Storungen des Aufmerksamkeits. **Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie**, v. 25, 51-81, 1909.

BANDURA, A. **Self-efficacy: The exercise of control**. New York: W. H. Freeman, 1997.

BARKLEY, R. A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. **Psychological Bulletin**, v. 121, p. 65-94, 1997.

BARNETT, D. W. et al. Preschool teacher support through class-wide intervention: a description of field-initiated training and evaluation. **Journal of Applied School Psychology**, v. 23, p. 77-96, 2006.

BARON, I. S. **Neuropsychological evaluation of the child**. New York: Oxford University Press, 2004.

BARON-COHEN, S. Do people with autism understand what causes emotion? **Child Development**, v. 62, p. 385-395, 1991.

BARR, R.; HAYNE, H. Developmental changes in imitation from television during infancy. **Child Development**, v. 70, n. 5, p. 1067-1081, 1999.

BARR, William B.; BIELAUSKAS, Linus A. **The Oxford handbook of history of clinical neuropsychology**. Oxford: Oxford University Press, 2016.

BATES, E. Plasticity, localization, and language development: A neural network perspective. In: PARKER, S. T.; LANGER, J.; MILBRATH, C. (Eds.). **Biology and knowledge revisited: From neurogenesis to psychogenesis**. Mahwah, N. J.: Erlbaum, 2005.

BAUMAN, M. L.; KEMPER, T. L. (Eds.). **The neurobiology of autism**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005.

BAUMRIND, D. Child care practices anteceding three patterns of preschool behavior. **Genetic Psychology Monographs**, v. 75, p. 43-88, 1967.

BAUMRIND, D. The contributions of the family to the development of competence in children. **Schizophrenia Bulletin**, v. 14, p. 12-37, 1975.

BAYLEY, N. **Bayley scales of infant development (BSID-II)**. 2. ed. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, 1993.

BAYLEY, N. **Bayley scales of infant development**. New York: The Psychological Corporation, 1969.

BEAR, Mark F.; CONNORS, Barry W.; PARADISO, Michael A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

BELL, S. K.; MORGAN, S. B. Children's attitudes and behavioral intentions toward a peer presented as obese: Does a medical explanation for the obesity make a difference? **Journal of Pediatric Psychology**, v. 25, p. 137-145, 2000.

BELLUZZI, J. D. et al. Age-dependent effects of nicotine on locomotor activity and conditioned place preference in rats. **Psychopharmacology**. v. 174, n. 3, p. 389-396, 2004.

BENOIT, D.; COOLBEAR, J. Disorders of attachment and failure to thrive attachment issues in psychopathology and intervention. In: Atkinson, L.; Goldberg S. (Eds.). **Attachment issues in psychopathology and intervention**. Mahwah: NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2004.

BENTON, Arthur. **Exploring the history of neuropsychology**: selected papers. Oxford: Oxford University Press, 2000.

BERGEN, D. Play as a context for humor development. In: FROMBERG, D.; BERGEN, D. (Eds.). **Play from birth to twelve**: Contexts, perspectives, and meanings. 2. ed. New York: Garland Press, 2006.

BERGEN, D. The role of pretend play in children's cognitive development. **Early Childhood Research & Practice**, v. 4, n. 1, 2002.

BERNDT, T. J.; HAWKINS, J. A.; HOYLE, S. G. Changes in friendship during a school year: Effects on children's and adolescents' impressions of friendship and sharing with friends. **Child Development**, v. 57, p. 1284-1297, 1986.

BERNINGER, V.; HOLDNACK, J. Neuroscientific and clinical perspectives on the RTI initiative in learning disabilities diagnosis and intervention: Response to questions begging answers that see the forest and the trees. In: REYNOLDS, C.; FLETCHER-JANZEN, E. (Eds.). **Neuroscientific and clinical perspectives on the RTI initiative in learning disabilities diagnosis and intervention**. New York: John Wiley & Sons, 2008.

BERNINGER, V.; RICHARDS, T. L. **Brain literacy for educators and psychologists**. Boston: Academic Press, 2002.

BERTENTHAL, B. I.; LONGO, M. R. Is there evidence of a mirror system from birth? **Developmental Science**, v. 10, n. 5, p. 526-529, 2007.

BERTHIER, N. E. Learning to reach: A mathematical model. **Developmental Psychology**, v. 32, n. 5, p. 811-823, 1996.

BIALYSTOK, E. Factors in the growth of linguistic awareness. **Child Development**, v. 57, p. 498-510, 1986.

BIEDERMAN, J.; NEWCORN, J.; SPRICH, S. Comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with conduct, depressive, anxiety, and other disorders. **American Journal of Psychiatry**, v. 148, p. 564-577, 1991.

BJORKLUND, D. F.; DUKES, C.; BROWN, R. D. The development of memory strategies. In: COURAGE, M.; COWAN, N. (Eds.). **The development of memory in childhood**. 2. ed. Hove East Sussex, UK: Psychology Press, 2009.

BJORKLUND, D. F. **Why youth is not wasted on the young**: Immaturity in human development. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2007.

BJORKLUND, D. F.; HARNISHFEGGER, K. K. Developmental differences in the mental effort requirements for the use of an organizational strategy in free recall. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 44, p. 109-125, 1987.

BLAIR, C. School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. **American Psychologist**, v. 57, p. 111-127, 2002.

BLAIR, C.; RAZZA, R. P. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. **Child Development**, v. 78, p. 647-663, 2007.

BLEHAR, M. C.; LIEBERMAN, A. F.; AINSWORTH, M. D. S. Early face-to-face interaction and its relation to later infant-mother attachment. **Child Development**, v. 48, p. 182-194, 1977.

BLOM-HOFFMAN, J.; ROSE, G. S. Applying motivational interviewing to school-based consultation: A commentary on "Has consultation achieved its primary prevention potential?" an article by Joseph E. Zins. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 17, p. 151-156, 2007.

BOGGIANO, A. K.; KLINGER, C. A.; MAIN, D. S. Enhancing interest in peer interaction: A developmental analysis. **Child Development**, v. 57, p. 852-861, 1986.

- BOGLER, R. The influence of leadership style on teacher job satisfaction. **Educational Administration Quarterly**, v. 37, p. 662-683, 2001.
- BOOKHEIMER, S. Functional MRI of language: New approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. **Annual Review of Neuroscience**, v. 25, p. 151-188, 2002.
- BORDIN, Isabel AS; OFFORD, David R. Transtorno da conduta e comportamento antissocial. **Rev. Bras. Psiquiatr.**, São Paulo, v. 22, supl. 2, p. 12-15, Dec. 2000. Disponível em: <<https://goo.gl/EAkWkZ>>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- BORNSTEIN, M. H. et al. Stability in cognition across early childhood: a developmental cascade. **Psychological Science**, v. 17, n. 2, p. 151-158, 2006.
- BOROWITZ, D.; BAKER, R. D.; STALLINGS, V. Consumer report on nutrition for pediatric patients with cystic fibrosis. Medical position papers. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 35, n. 3, p. 246-259, 2002.
- BOTTING, N.; POWLS, A.; COOKE, R. W. I. Attention deficit hyperactivity disorder and other psychiatric outcomes in very low birthweight children at 12 years. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 38, p. 931-941, 1997.
- BOWLBY, J. **A secure base**: Clinical applications of attachment theory. London: Routledge, 1988.
- BOWLBY, J. Attachment and loss: Retrospect and prospect. **Journal of the American Orthopsychiatric Society**, v. 52, p. 664-667, 1982.
- BOWLBY, J. **Attachment and loss**: Vol. 1. Attachment. New York: Basic Books, 1969.
- BRASIL, Heloisa Helena A. Princípios gerais do emprego de psicofármacos. **Rev. Bras. Psiquiatr.**, São Paulo, v. 22, supl. 2, p. 40-41, dez., 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462000000600011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- BRAZELTON, T. B. **Neonatal Behavioral Assessment Scale**. 50. ed. Philadelphia: Lippincott, 1973.
- BRIDGE, J. A. et al. Clinical response and risk for reported suicidal ideation and suicide attempts in pediatric antidepressant treatment: a meta-analysis of randomized controlled trials. **JAMA**, v. 297, n. 15, p. 1683-1696, 2007.
- BRODAL, P. **The Central Nervous System**: Structure and Function. Oxford: Oxford University Press, 1992.

BRONK, K. C. Neuropsychology of adolescent development. In: DAVIS, A. S. (Ed.). **Handbook of pediatric neuropsychology**. New York: Springer Publishing, 2011.

BROWN, A. S. et al. Neurocognitive functioning of adolescents: effects of protracted alcohol use. **Alcohol Clin Exp Res**. v. 24, n. 2, p. 164-171, 2000.

BUCK, L. B.; FIRESTEIN, S.; MARGOLSKEE, R. F. Olfaction and taste in vertebrates: molecular and organizational strategies underlying chemosensory perception. In: SIEGEL, G. J. et al. (Eds.). **Basic Neurochemistry**. New York: Raven Press, 1994.

BUNGE, S. A.; ZELAZO, P. D. A brain-based account of the development of rule use in childhood. **Current Directions in Psychological Science**, v. 15, p. 118-121, 2006.

BURK-DOE, Annie; JOBST, Erin E. **Casos clínicos em fisioterapia e reabilitação neurológica**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

BUTTERFIELD, J.; COVEY, M. J. Practical epigram of the Apgar score. **Journal of the American Medical Association**, v. 181, p. 143, 1962.

BYARD, R. W.; KROUS, H. F. Sudden infant death syndrome: Overview and update. **Pediatric and Developmental Pathology**, v. 6, n. 2, p. 112-127, 2003.

CAISM. **Brasil tem 40 partos prematuros por hora**. Divulgação Caism, 14 de nov. 2014, Campinas: Unicamp, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/EKHrbU>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

CAPUTE, A. J. et al. Primitive reflex profile: A quantitation of primitive reflexes in infancy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 26, n. 3, p. 375-383, 1984.

CAPUTE, A. J. et al. Motor functions: Associated primitive reflex profiles. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 24, n. 5, p. 662-669, 1982.

CARVALE, B. et al. Cognitive development in low risk preterm infants at 3-4 years of life. **Archives of Disease in Childhood**. Fetal and Neonatal Edition, v. 90, n. 6, p. 474-479, 2005.

CARDINALI, Daniel P. **Manual de neurofisiologia**. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1992.

CARDOSO, Fernando Luiz; SABBAG, Samantha; BELTRAME, Thais Silva. Prevalência de transtorno de déficit de atenção/hiperatividade em relação ao gênero de escolares. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9 (1), p. 50-54. 2007.

CAREY, B. Study links brain flaw to infant deaths. **The New York Times**. 2006. Disponível em: <<http://www.almotamar.net/en/1427.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

CARLSON, M.; EARLS, F. Psychological and neuroendocrinological sequelae of early social deprivation in institutionalized children in Romania. In: CARTER, C. S.; LEDERHENDLER, I. I.; KIRKPATRICK, B. (Eds.). **The integrative neurobiology of affiliation**. Boston: MIT Press, 1999.

CARLSON, S. M.; MOSES, L. J. Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. **Child Development**, v. 72, p. 1032-1053, 2001.

CARPENTER, M.; NAGELL, K.; TOMASELLO, M. Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, v. 63, n. 4, Serial n. 255, 1998.

CARPENTER-HYLAND, E. P.; CHANDLER, L. J. Adaptive plasticity of NMDA receptors and dendritic spines: implications for enhanced vulnerability of the adolescent brain to alcohol addiction. **Pharmacol Biochem Behav.**, v. 86, n. 2, p. 200-208, 2007.

CARROLL, J. B. **Human cognitive abilities**: A survey of factor-analytic studies. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.

CASAER, P. **Postural behaviour in newborn infants**. Philadelphia: Spastics International Medical Publications, 1979.

CASASOLA, M. The development of infants' spatial categories. **Current Directions in Psychological Science**, v. 17, n. 1, p. 21-25, 2008.

CASE, R. The development of conceptual structures. In: KUHN, D.; SIELGER, R. (Eds.). **Handbook of child psychology**: Volume 2: Cognition, perception, and language. 5. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 1998.

CASEY, B. J. et al. Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development? **Trends in Cognitive Science**, v. 9, p. 104-110, 2005.

CASEY, B. J.; GIEDD, J. N.; THOMAS, K. M. Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. **Biological Psychology**, v. 54, p. 241-257, 2000.

CASEY, B. J.; JONES, R. M.; HARE, T. A. The adolescent brain. **Ann N Y Acad Sci.**, v. 1124, p. 111-126, 2008.

CASEY, B. M.; MCINTIRE, D. D.; LEVENO, K. J. The continuing value of the Apgar score for the assessment of newborn infants. **The New England Journal of Medicine**, v. 344, n. 7, p. 467-471, 2001.

CASTEEL, M. Effects of inference necessity and reading goal on children's inferential generation. **Developmental Psychology**, v. 29, p. 346-357, 1993.

CHALL, J. **Learning to read: the great debate**. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1983.

CHAYTOR, N.; SCHMITTER-EDGECOMBE, M. The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. **Neuropsychology Review**, v. 13, p. 181-197, 2003.

CHEN, Z.; KLAHR, D. All other things being equal: Acquisition and transfer of the Control of Variables Strategy. **Child Development**, v. 70, p. 1098-1120, 1999.

CHESS, S.; THOMAS, A. Temperament and its functional significance. In: GREENSPAN, S.; POLLOCK, G. (Eds.). **The course of life**. Madison, CT: International Universities Press, v. 2. p. 163-228, 1990.

CHIRON, C. et al. The right brain hemisphere is dominant in human infants. **Brain**, v. 120, n. 6, p. 1057-1065, 1997.

CHUGANI, H. T. Biological basis of emotions: Brain systems and development. **Pediatrics**, v. 102, p. 1225-1229, 1998.

CHUGANI, H. T. PET scanning studies of human brain development and plasticity. **Developmental Neuropsychology**, v. 16, n. 3, p. 379-381, 1999.

CHUGANI, H. T.; PHELPS, M. E.; MAZZIOTTA, J. C. Positron emissions tomography study of human brain functional development. In: JOHNSON, M. H. (Ed.). **Brain development and cognition: A reader**. Oxford, England: Blackwell Publishers, 1993.

CICIRELLI, V. G. The effect of sibling relationships on concept learning of young children taught by child teachers. **Child Development**, v. 43, p. 282-287, 1972.

CLARK, D. B.; THATCHER, D. L.; TAPERT, S. F. Alcohol, psychological dysregulation, and adolescent brain development. **Alcohol Clin Exp Res.**, v. 32, n. 3, p. 375-385, 2008.

COHEN, Ronald J.; SWERDLIK, Mark E.; STURMAN, Edward D. **Testagem e avaliação psicológica: introdução a testes e medidas**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

- COLLINS, D. W.; ROURKE, B. P. Learning-disabled brains: A review of the literature. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 25, p. 1011-1034, 2003.
- COLLINS, W. A.; SROUFE, L. A. Capacity for intimate relationships: A developmental construction. In: FURMAN, W.; BROWN, B. B.; FEIRING, C. (Eds.). **The development of romantic relationships in adolescence**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.
- CONOLEY, C. W. et al. Enhancing consultation by matching the consultee's perspectives. **Journal of Counseling & Development**, v. 69, p. 546-549, 1991.
- COPLAN, J. D. et al. Salivary cortisol concentrations before and after carbon-dioxide inhalations in children. **Biol Psychiatry**, v. 51, n. 4, p. 326-333, 2002.
- COUPERUS, J. W.; NELSON, C. A. Early brain development and plasticity. In: MCCARTNEY, K.; PHILLIPS, D. (Eds.). **Blackwell handbook of early childhood development**. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2006.
- CRAIK, F. I. M. Brain-behavior relations across the lifespan: A commentary. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 30, p. 885-892, 2006.
- CRESPI, T. D.; COOKE, D. T. Specialization in neuropsychology: Contemporary concerns and considerations for school psychology. **The School Psychologist**, v. 57, p. 97-100, 2003.
- CRICK, N. R.; CASAS, J. F.; MOSHER, M. Relational and aggression in preschool. **Developmental Psychology**, v. 33, p. 579-588, 1997.
- CULHAM, J. C.; KANWISHER, N. G. Neuroimaging of cognitive functions in human parietal cortex. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 11, p. 157, 2001.
- DAMON, W. **The moral child: Nurturing children's natural moral growth**. New York: Free Press, 1988.
- DAMON, W.; HART, D. **Self-understanding in childhood and adolescence**. New York: Cambridge University Press, 1988.
- DAWSON, G. et al. Frontal lobe activity and affective behaviors of infants of mothers with depressive symptoms. **Child Development**, v. 63, n. 2, p. 725-737, 1992.
- DEAN, R. S.; WOODCOCK, R. W. **Dean-Woodcock Neuropsychological Battery**. Itasca, IL: Riverside Publishing, 2003.

DEFOREST, P. A.; HUGHES, J. N. Effect of teacher involvement and teacher self-efficacy on rating of consultant effectiveness and intervention acceptability. **Journal of Education and Psychological Consultation**, v. 3, p. 301-316, 1992.

DELIS, D.; KAPLAN, E.; KRAMER, J. H. **Delis-Kaplan Executive Function System examiner's manual**. San Antonio, TX: The Psychological Corporation, 2001.

DELLA TOFFALO, D. A. **School neuropsychology and RTrI**: response to the right intervention. Mini Skills presentation at the National Association of School Psychologist Annual Convention. New Orleans: LA, 2008.

DELOACHE, J. S. et al. Grasping the nature of pictures. **Psychological Science**, v. 9, n. 3, p. 205-210, 1998.

DEMIRIS, Y.; MELTZOFF, A. N. The robot in the crib: A developmental analysis of imitation skills in infants and robots. **Infant and Child Development**, v. 17, p. 43-54, 2008.

DENCKLA, M. B. Commentary: The myth of ADHD. **Journal of Child Neurology**, v. 7, p. 458-461, 1992.

DENHAM, S. A. Emotional competence: Implications for social functioning. In: LUBY, J. (Ed.). **Handbook of preschool mental health: Development, disorders, and treatment**. New York: Guilford Press, 2006.

DIAMOND, A. (Ed.). The development and neural bases of higher cognitive functions. **Annals of New York Academy of Science**, v. 608. New York: New York Academy of Science, 1990.

DIAMOND, A. Interrelated and interdependent. **Developmental Science**, v. 10, p. 152-158, 2007.

DIAMOND, A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In: STUSS, D.; KNIGHT, R. (Eds.). **Principles of frontal lobe function**. New York: Oxford University Press, 2002.

DIAMOND, A.; AMSO, D. Contributions of neuroscience to our understanding of cognitive development. **Current Directions in Psychological Science**, v. 17, n. 2, p. 136-141, 2008.

DIAMOND, A.; CARLSON, S. M.; BECK, D. M. Preschool children's performance in task switching on the Dimensional Change Card Sort Task: Separating the dimensions aids the ability to switch. **Developmental Neuropsychology**, v. 28, p. 689-729, 2005.

- DIAS, L. B. T.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Neuropsicologia do desenvolvimento da memória: da pré-escola ao período escolar. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2011. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rnl/v3n1/v3n1a03.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2018.
- DICKINSON, D.; NEUMAN, S. **Introduction**: Handbook of early literacy research. v. 2. New York: Guilford Press, 2006.
- DIETZ, W. H.; GORTMAKER, S. L. Preventing obesity in children and adolescents. **Annual Review of Public Health**, v. 22, p. 337-353, 2001.
- DONOVAN, M. S.; CROSS, C. T. (Eds.). **Minority students in special and gifted education**. Washington, DC: National Academy Press, 2002.
- DOOLEY, C. B. **The behavioral and developmental outcome of extremely low birth weight infants**: a focus on emotional regulation. Tese (Doutorado). 114 f. Denton, Texas: Texas Woman's University, 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/SKKrQh>>. Acesso em: 24 fev. 2018.
- DOTY, R. L. et al. Sex differences in odor identification ability: a cross cultural analysis. **Neuropsychologia**, v. 23, p. 667-672, 1985.
- DRAKE, Richard L.; VOGL, A. Wayne; MITCHELL, Adam W. M. **Gray's anatomia básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- DREWETT, R. F.; CORBETT, S. S.; WRIGHT, C. M. Cognitive and educational attainments at school age of children who failed to thrive in infancy: A population-based study. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines**, v. 40, n. 4, p. 551-561, 1999.
- DSM-5. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- DUBOWITZ, L. M. S.; DUBOWITZ, W.; MECURI, E. **The neurological assessment of the preterm and full-term newborn infant**. 2. ed. London: MacKeith Press, 1999.
- DUPAUL, G. J. Commentary: Bridging the gap between research and practice. **School Psychology Review**, v. 32, p. 178-180, 2003.
- DURSTON, S.; CASEY, B. J. What have we learned about cognitive development from neuroimaging? **Neuropsychologia**, v. 44, p. 2149-2157, 2006.
- EATON, W. O.; MCKEEN, N. A.; CAMPBELL, D. W. The waxing and waning of movement: Implications for psychological development. **Developmental Review**, v. 21, p. 205-223, 2001.

ECKENRODE, J.; LAIRD, M.; DORIS, J. School performance and disciplinary problems among abused and neglected children. **Developmental Psychology**, v. 29, p. 53-62, 1993.

ECKERT, T. L.; HINTZE, J. M. Behavioral conceptions and applications of acceptability: Issues related to service delivery and research methodology. **School Psychology Quarterly**, v. 15, p. 123-148, 2000.

EHRHARDT, A. A. et al. Idiopathic precocious puberty in girls: Psychiatric follow-up in adolescence. **Journal of the American Academy of Child Psychiatry**, v. 23, p. 23-33, 1984.

EHRHARDT, A. A.; MEYER-BAHLBURG, H. F. L. Psychosocial aspects of precocious puberty. **Hormone Research**, v. 4, p. 30-35, 1994.

ELIOT, L. **What's going on in there?** How the brain and mind develop in the first five years of life. New York: Bantam, 1999.

ELKIND, D. Egocentrism in adolescence. **Child Development**, v. 38, p. 1025-1034, 1967.

ELLIOTT, C. D. **Differential Ability Scales-II**. San Antonio, TX: Harcourt Assessment, 2007.

ELLIOTT, S. N. et al. Acceptability of positive and reductive behavioral interventions: Factors that influence teachers' decisions. **Journal of School Psychology**, v. 22, p. 353-360, 1984.

ENSOR, R.; HUGHES, C. Content or connectedness? Mother-child talk and early social understanding. **Child Development**, v. 79, n. 1, p. 201-216, 2008.

EPSTEIN, H. T. Growth spurts during brain development: Implications for educational policy and practice. In: CHALL, J.; MIRSKY, A. (Eds.). **Education and the brain: 77th National Society for the Study of Education YearBook**. Chicago: Chicago University Press, 1978.

EPSTEIN, L. H. et al. Ten-year outcomes of behavioral family-based treatment for childhood obesity. **Health Psychology**, v. 13, p. 373-383, 1994.

ERCHUL, W. P.; RAVEN, B. H.; RAY, A. G. School psychologists' perceptions of social power bases in teacher consultation. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 12, p. 1-23, 2001.

ERDEM, E.; DEMIREL, O. Teacher self-efficacy belief. **Social Behavior and Personality**, v. 35, p. 573-586, 2007.

ERIKSON, E. H. **Childhood and society**. 2. ed. New York: Norton, 1963.

ERNHART, C. B.; GRAHAM, F. K.; EICHMAN, P. L. Brain injury in the preschool child: Some developmental considerations: II. Comparison of brain injured and normal children. **Psychological Monographs**, v. 77, n. 11, p. 17-33, 1963.

ERNST, M.; MUELLER, S. C. The adolescent brain: insights from functional neuroimaging research. **Dev Neurobiol.** v. 68, n. 6, p. 729-743, 2008.

ESPY, K. A.; BULL, R. Inhibitory processes in young children and individual variation in short-term memory. **Developmental Neuropsychology**, v. 28, p. 669-688, 2005.

EVARD, S. G. et al. A low chronic ethanol exposure induces morphological changes in the adolescent rat brain that are not fully recovered even after a long abstinence: an immunohistochemical study. **Exp Neurol.** v. 200, n. 2, p. 438-459, 2006.

FABES, R. A. et al. Young children's negative emotionality and social isolation: A latent growth curve analysis. **Merrill-Palmer Quarterly**, v. 48, p. 284-307, 2002.

FEIFER, S. G.; DEFINA, P. A. **The neuropsychology of mathematics disorders: diagnosis and intervention.** Middletown, MD: School Neuropsych Press, 2005.

FEIFER, S. G.; DEFINA, P. A. **The neuropsychology of written language disorders: diagnosis and intervention.** Middletown, MD: School Neuropsych Press, 2002.

FEIFER, S. G.; DEFINA, P. A. **The neuropsychology of reading disorders: diagnosis and intervention.** Middletown, MD: School Neuropsych Press, 2000.

FEIFER, S. G.; DELLA TOFFALO, D. A. **Integrating RTI with cognitive neuroscience: A scientific approach to reading.** Middletown, MD: School Neuropsych Press, 2007.

FELDMAN, R. Parent-infant synchrony: Biological foundations and developmental outcomes. **Current Directions in Psychological Science**, v. 16, n. 6, p. 340-345, 2007.

FEINMAN, S. Bring babies back into the social world. In: LEWIS, M.; FEINMAN, S. (Eds.). **Social influences and socialization in infancy.** New York: Plenum Press, 1991.

FERNALD, A., SWINGLEY, D., & PINTO, J. P. When half a word is enough: Infants can recognize spoken words using partial phonetic information. **Child Development**. v. 72, n. 4, p. 1003-1013, 2001.

FINSTER, M.; WOOD, M. The Apgar score has survived the test of time. **Anesthesiology**, v. 102, n. 4, p. 855-857, 2005.

FISCHER, K. W., et al. Why mind, brain, and education? Why now? **Mind, Brain, and Education**, v. 1, p. 1-2, 2007.

FISCHER, K. W.; ROSE, S. P. Dynamic growth cycles of brain and cognitive development. In: R. THATCHER et al. (Eds.). **Developmental neuroimaging: Mapping the development of brain and behavior**. New York: Academic Press, 1996.

FLANAGAN, D. P.; HARRISON, P. L. **Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues**. 2. ed. New York: Guilford Press, 2005.

FLANAGAN, D. P.; ORTIZ, S. O. **Essentials of cross-battery assessment**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

FLETCHER, E. Knowing is not enough - we must apply. Willing is not enough - we must do, Goethe. In: FLETCHER-JANZEN, E.; REYNOLDS, C. R. (Eds.). **Neuropsychological perspectives on learning disabilities in the era of RTI: Recommendations for diagnosis and intervention**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.

FLETCHER-JANZEN, E. The school neuropsychological examination. In: D'AMATO, D. C.; FLETCHER-JANZEN, E.; REYNOLDS, C. R. (Eds.). **Handbook of school neuropsychology**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2005.

FLINN, M. Evolution and ontogeny of stress response to social challenges in the human child. **Developmental Review**, v. 26, n. 2, p. 138-174, 2006.

FLOCCIA, C.; NAZZI, T.; BERTONCINI, J. Unfamiliar voice discrimination for short stimuli in newborns. **Developmental Science**, v. 3, n. 2, p. 333-342, 2000.

FOGASSI, L. et al. Parietal lobe: from action organization to intention understanding. **Science**, v. 308, p. 662-667, 2005.

FOWLES, B.; GLANZ, M. E. Competence and talent in verbal riddle comprehension. **Journal of Child Language**, v. 4, p. 433-452, 1977.

FOX, N. A.; KAGAN, J.; WEISKOPF, S. The growth of memory during infancy. **Genetic Psychology Monographs**, v. 99, p. 91-130, 1979.

FRANCIS, D. J. et al. Developmental delay versus deficit models of reading disability: A longitudinal, individual growth curve analysis. **Journal of Educational Psychology**, v. 88, p. 3-17, 1996.

FRANKLIN, A.; PILLING, M.; DAVIES, I. The nature of infant color categorization: Evidence from eye movements on a target detection task. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 91, n. 3, p. 227-248, 2004.

FROMKIN, V. et al. The development of language in Genie: A case of language acquisition beyond the "critical period." **Brain and Language**, v. 1, p. 81-107, 1974.

FRYER, S. L. et al. Microstructural integrity of the corpus callosum linked with neuropsychological performance in adolescents. **Brain Cogn.** v. 67, n. 2, p. 225-233, 2008.

FUENTES, Daniel et al. (Orgs). **Neuropsicologia: teoria e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

FUJITA, Katia. **Neurofisiologia para psicólogos**. São Paulo: EPU, 1988.

FUQUA, D. R.; NEWMAN, J. L.; DICKMAN, M. M. Barriers to effective assessment in organizational consultation. **Consulting Psychology Journal: Practice and Research**, v. 51, p. 14-23, 1999.

FURMAN, W.; BUHRMESTER, D. Children's perceptions of the qualities of sibling relationships. **Child Development**, v. 56, p. 448-461, 1985.

GALDURÓZ, J. et al. **V Levantamento Nacional Sobre o Consumo de Drogas Psicotrópicas Entre Estudantes do Ensino Fundamental e Médio da rede pública de ensino nas 27 capitais brasileiras 2004**. Centro Brasileiro de Informações Sobre Drogas Psicotrópicas. CEBRID. Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Departamento de Psicobiologia: São Paulo, 2004.

GALLAHUE, D. L. **Understanding motor development**. 2. ed. Carmel, ID: Benchmark Press, 1989.

GARON, N.; BRYSON, S. E.; SMITH, I. M. Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. **Psychological Bulletin**, v. 134, p. 31-60, 2008.

GARVEY, M. A.; MALL, V. Transcranial magnetic stimulation in children. **Clin. Neurophysiol.** v. 119, n. 5, p. 973-984, 2008.

GATHERCOLE, S. E. et al. The structure of working memory from 4-15 years of age. **Developmental Psychology**, v. 40, p. 177-190, 2004.

GATHERCOLE, S. E. The development of memory. **Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines**, v. 39, p. 3-27, 1998.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Cognitive neuroscience:**

The biology of the mind. 2. ed. New York: W. W. Norton & Company, 2002.

GAZZANIGA, Michael S.; HEATHERTON, Todd F.; HALPERN, Diane. **Ciência Psicológica**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

GEARY, D. C. Mathematics and learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, v. 37, p. 4-15, 2004.

GEARY, D. C.; HAMSON, C. O.; HOARD, M. K. Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process deficits in children with learning disabilities. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 77, p. 236-263, 2000.

GELMAN, S. A.; KALISH, C. W. Conceptual development. In: SEIGLER, R.; KUHN, D. (Eds.). **Handbook of child psychology**: Volume 2: Cognition, perception, and language. 6. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

GERHARDT, S. Why love matters: How affection shapes a baby's brain. **International Journal of Infant Observation and its Applications**, v. 9, n. 3, p. 305-309, 2006.

GIBSON, J. J. **The ecological approach to visual perception**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1979.

GIEDD, J. Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. **Ann N Y Acad Sci**. v. 1021, p. 77-85, 2004.

GILMAN, R.; MEDWAY, F. J. Teachers' perceptions of school psychology: a comparison of regular and special education teacher ratings. **School Psychology Quarterly**, v. 22, p. 145-161, 2007.

GOBBO, C.; CHI, M. How knowledge is structured and used by expert and novice children. **Cognitive Development**, v. 1, p. 221-237, 1986.

GOLDEN, C. J. **Manual for the Luria-Nebraska Neuropsychological Battery: Children's Revision**. Los Angeles: Western Psychological Services, 1986.

GOLDEN, C. J. The Nebraska neuropsychological children's battery. In: REYNOLDS, C. R.; FLETCHER-JANZEN, E. (Eds.). **Handbook of clinical child neuropsychology**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1997.

GONZALEZ, J. E. et al. Teacher resistance to school-based consultation with school psychologists: A survey of teacher perceptions. **Journal of Emotional and Behavioral Disorders**, v. 12, p. 30-37, 2004.

GOODALE, M. A. et al. Perceiving the world and grasping it: a neurological dissociation. **Nature**, v. 349, p. 154-156, 1991.

GOODALE, M. A. et al. Separate neural pathways for the visual analysis of

object shape in perception and prehension. **Current Biology**, v. 4, p. 604-610, 1994.

GOODALE, M. A.; MILNER, A. D. Separate visual pathways for perception and action. **Trends in Neuroscience**, v. 15, p. 20-25, 1992.

GOODLIN-JONES, B. et al. Sleep problems, sleepiness, and day time behavior in preschool-age children. **Journal of Child Psychology & Psychiatry**, v. 50, p. 1532-1540, 2009.

GOTTLIEB, G. **Individual development and evolution**: The genesis of novel behavior. New York: Oxford University Press, 1992.

GOTTLIEB, G. Ontogenesis of sensory function in birds and mammals. In: TOBACH, E.; ARONSON, L.; SHAW, E. (Eds.). **The biopsychology of development**. New York: Academic Press, 1971.

GRAFE, M. R.; KINNEY, H. C. Neuropathology associated with stillbirth. **Seminars in Perinatology**, v. 26, p. 83-88, 2002.

GRAHAM, D. Consultant effectiveness and treatment acceptability: An examination of consultee requests and consultant responses. **School Psychology Quarterly**, v. 13, p. 155-168, 1998.

GRANTHAM-MCGREGOR, S. M.; ANI, C. C. Undernutrition and mental development. **Nestlé Nutrition Workshop Series Clinical & Performance Program**, v. 5, p. 1-18, 2001.

GREDLER, M. E. Vygotsky's cultural historical theory of development. In: SALKIND, N. J. (Ed.). **Encyclopedia of educational psychology**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2008.

GREEN, B. L. et al. Characteristics of effective mental health consultation in early childhood settings: Multilevel analysis of a national survey. **Topics in Early Childhood Special Education**, v. 26, p. 142-152, 2006.

GREENSPAN, S. I. How emotional development relates to learning. In: HANNA, S.; WILFORD, S. (Eds.). **Floor time**: Tuning in to each child. New York: Scholastic, 1990.

GREENSPAN, S. I. The development of the ego: Insights from clinical work with infants and young children. In: GREENSPAN, S. I.; POLLACK, G. H. (Eds.). **The course of life**: Volume I, infancy. Madison, CT: International University Press, 1989.

GRESHAM, F. M. et al. Comprehensive evaluation of learning disabilities: A response to intervention perspective. **The School Psychologist**, v. 59, p. 26-29, 2005.

GUILMETTE, T. J. et al. A national survey of psychologists who offer neuropsychological services. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 5, p. 373-392, 1990.

GULYAS, B.; OTTONSON, D.; ROLAND, P. E. (Eds.). **Functional Organization of the Human Visual Cortex**. Oxford: Pergamon Press, 1993.

GURD, J. M.; KISCHKA, U.; MARSHALL, J. (Eds.). **The handbook of clinical neuropsychology**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

GURD, J. M.; KISCHKA, U.; MARSHALL, J. (Eds.). **The handbook of clinical neuropsychology**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

GUSSO, G.; LOPES, J. M. C. (Orgs.). **Tratado de medicina de família e comunidade: princípios, formação e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2012.

HAASE, V. G. et al. Como a neuropsicologia pode contribuir para a educação de pessoas com deficiência intelectual e/ou autismo? **Pedagogia em Ação**, v. 8, p. 209-230, 2016.

HAASE, Vitor Geraldi. **Neurociência educacional ou neuropsicologia escolar?** Neuropsicologia e desenvolvimento humano, 24 de set. 2016. Disponível em: <<http://npsi-dev.blogspot.com.br/2016/09/neurociencia-educacional-ou.html>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

HACK, M. et al. Poor predictive validity of the Bayley Scales of Infant Development for cognitive function of extremely low birth weight children at school age. **Pediatrics**, v. 115, n. 2, p. 333-341, 2005.

HACK, M.; KLEIN, N. K.; TAYLOR, H. G. Long-term developmental outcomes of low birth weight infants. **The Future of Children**, v. 5, p. 176-196, 1995.

HADDERS-ALGRA, M. The neuromotor examination of the preschool child and its prognostic significance. **Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews**. v. 11, n. 3, p. 180-188, 2005.

HAITH, M. M. Preparing for the 21st century: Some goals and challenges for studies of infant sensory and perceptual development. **Developmental Review**, v. 13, n. 4, p. 354-371, 1993.

HALE, J. B. et al. WISC-IV interpretation for specific learning disabilities identification and intervention: A cognitive hypothesis testing approach. In: PRIFITERA, A.; SAKLOFSKE, D. H.; WEISS, L. G. **WISC-IV clinical assessment and intervention**. 2. ed. San Diego, CA: Academic Press, 2008.

HALE, J. B.; FIORELLO, C. A. **School neuropsychology: a practitioner's handbook**. New York: Guilford Press, 2004.

HALE, S.; BRONIK, M.; FRY, A. Verbal and spatial working memory in school-age children: developmental differences in susceptibility to interference. **Developmental Psychology**, v. 33, p. 364-371, 1997.

HALL, John E. **Guyton & Hall**: tratado de fisiologia médica. 13. ed. São Paulo: Elsevier, 2017.

HALSTEAD, W. **The frontal lobes and the highest integrating capacities of man**. Halstead Papers. M175, p. 26. Akron, OH: Archives of the History of American Psychology, 1952.

HANNAH, E.; MELTZOFF, A. N. Peer imitation by toddlers in laboratory, home, and day-care contexts: Implications for social learning and memory. **Developmental Psychology**, v. 29, p. 701-710, 1993.

HARTER, S. **The construction of the self**: A developmental perspective. New York: Guilford Press, 1999.

HARTER, S. The development of self-esteem. In: KERNIS, M. (Ed.). **Self-esteem issues and answers**: A sourcebook of current perspectives. New York: Psychology Press, 2006.

HARTER, S. The perceived competence scale for children. **Child Development**, v. 53, p. 87-97, 1982.

HARTLAGE, L. C.; ASKEN, M. J.; HORNSBY, J. L. (Eds.). **Essentials of neuropsychological assessment**. New York: Springer Publishing Company, 1987.

HARTUP, W. W. et al. Conflict and friendship relations in middle childhood: Behavior in a closed-field situation. **Child Development**, v. 64, p. 445-454, 1993.

HARTUP, W. W. Peer relations. In: MUSSEN, P. H. (Ed.). **Handbook of child psychology**: socialization, personality, and social development. v. 4. p. 175-199. New York: Wiley, 1983.

HAZEL, C. E. Timeless and timely advice: A commentary on "Consultation to facilitate planned organizational change in schools," an article by Joseph E. Zins and Robert J. Illback. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 17, p. 125-132, 2007.

HEATON, R. K.; GRANT, I.; MATTHEWS, C. G. **Comprehensive norms for expanded Halstead-Reitan Battery**: Demographic corrections, research findings, and clinical applications. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, 1991.

HEBBEN, N.; MILBERG, W. **Essentials of neuropsychological assessment**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

HECAEN, A.; ALBERT, M. L. **Human Neuropsychology**. New York: Wiley, 1978.

HERCULANO-HOUZEL, S. The glia/neuron ratio: how it varies uniformly across brain structures and species and what that means for brain physiology and evolution. **Glia**, v. 62, n. 9, p. 1377-1391, sep. 2014.

HERCULANO-HOUZEL, S.; LENT, R. Isotropic fractionator: a simple, rapid method for the quantification of total cell and neurons in the brain. **Journal of Neuroscience**, v. 25, n. 10, p. 2518-2521, 9 mar. 2005.

HIRALALL, A. S.; MARTENS, B. K. Teaching classroom management skills to preschool staff: the effects of scripted instructional sequences on teacher and student behavior. **School Psychology Quarterly**, v. 13, p. 94-115, 1998.

HIRSCH, Jr., E. D. Reading comprehension requires knowledge: of words and the world. **American Educator**, v. 27, p. 10-45, 2003.

HOFF, E.; TIAN, C. Socioeconomic status and cultural influences on language. **Journal of Communication Disorders**, v. 38, p. 271-278, 2005.

HOJNOSKI, R. L. Promising directions in school-based systems level consultation: A commentary on "Has consultation achieved its primary prevention potential?" an article by Joseph E. Zins. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 17, p. 157-163, 2007.

HONGWANISHKUL, D. et al. Assessment of hot and cool executive function in young children: Age-related changes and individual differences. **Developmental Neuropsychology**, v. 28, p. 617-644, 2005.

HORBAR, J. D.; LUCEY, J. F. Evaluation of neonatal intensive care technologies. **The Future of Children**, v. 5, p. 139-161, 1995.

HORGAN, D. The development of full passive. **Journal of Child Language**, v. 5, n. 1, p. 65-80, 1978.

HORN, J. L. Theory of fluid and crystallized intelligence. In: STERNBERG, R. J. (Ed.). **Encyclopedia of human intelligence**. New York: MacMillan, 1994.

HUBEL, D. H.; WIESEL, T. N. Brain mechanisms of vision. **Scientific American**, v. 241, p. 150-162, 1979.

HUGHES, C. Finding your marbles: Does preschoolers' strategic behavior predict later understanding of mind? **Developmental Psychology**, v. 34, p. 1326-1339, 1998.

- HUGHES, J. N. et al. Problem ownership, causal attributions, and self-efficacy as predictors of teachers' referral decisions. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 4, p. 369-384, 1993.
- HUMPHREYS, G. W.; RIDDOCH, M. J. Detection by action: neuropsychological evidence for action-defined templates in search. **Nature Neuroscience**, v. 4, n. 1, p. 84-88, 2001.
- HUTTENLOCHER, P. R. Morphological study of human cerebral cortex development. **Neuropsychologia**, v. 28, p. 517-527, 1990.
- HUTTENLOCHER, P. R.; DABHOLKAR, A. S. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. **The Journal of Comparative Neurology**, v. 387, p. 167-178, 1997.
- HYND, G. W. Training the school psychologist in neuropsychology: perspectives, issues, and models. In: HYND, G. W.; OBRZUT, J. E. (Eds.). **Neuropsychological assessment of the school-aged child: issues and procedures**. New York: Allyn & Bacon, 1981.
- HYND, G. W.; REYNOLDS, C. R. School neuropsychology: The evolution of a specialty in school psychology. In: D'AMATO, D. C.; FLETCHER-JANZEN, E.; REYNOLDS, C. R. (Eds.). **Handbook of school neuropsychology**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2005.
- IACOBONI, M.; DAPRETTO, M. The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 7, n. 12, p. 942-951, 2006.
- ISAACS, J. S. et al. Eating difficulties in girls with Rett syndrome compared with other developmental disabilities. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, n. 2, p. 224-230, 2003.
- JACQUES, S.; ZELAZO, P. D. The Flexible Item Selection Task (FIST): A measure of executive function in preschoolers. **Developmental Neuropsychology**, v. 20, p. 573-591, 2001.
- JAKOBSON, L. S. et al. A kinematic analysis of reaching and grasping movements in a patient recovering from optic ataxia. **Neuropsychologia**, v. 29, p. 803-809, 1991.
- JEANNEROD, M. Mechanisms of visuomotor coordination: a study in normal and brain-damaged subjects. **Neuropsychologia**, v. 24, p. 41-78, 1986.
- JEANNEROD, M. **The Cognitive Neuroscience of Action**. Oxford: Basil Blackwell, 1997.

JEANNEROD, M.; DECETY, J.; MICHEL, F. Impairment of grasping movements following a bilateral posterior parietal lesion. **Neuropsychologia**, v. 32, p. 369-380, 1994.

JOHNSON, J.; NEWPORT, E. Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. **Cognitive Psychology**, v. 21, p. 60-69, 1989.

JONES-GOTMAN, M.; ZATORRE, R. J. Odor recognition memory in humans: role of right temporal and orbitofrontal regions. **Brain and Cognition**, v. 22, p. 182, 1993.

JOTZ, Geraldo Pereira et al. **Neuroanatomia clínica e funcional: anatomia, fisiologia e patologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

JUAN, Stephen. **The odd brain: mysteries of our weird and wonderful brains explained**. Kansas City: Andrews McMeel Publishing, 2006.

JUSCZYK, P. W. Language acquisition: Speech sounds and phonological development. In: MILLER, J. L.; EIMAS, P. D. (Eds.). **Handbook of perception and cognition**: v. 11. Speech, language, and communication. Orlando, FL: Academic Press, 1995.

JUSCZYK, P. W.; KRUMHANS, C. Pitch and rhythmic patterns affecting infants' sensitivity to musical phrase structure. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 19, p. 1-14, 1993.

KAIL, R.; HALL, L. Processing speed, naming speed, and reading. **Developmental Psychology**, v. 30, p. 949-954, 1994.

KANDEL, E. R. et al. **Princípios de Neurociência**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

KAPLAN, E. et al. **WISC-III PI Manual**. San Antonio. TX: The Psychological Corporation, 1999.

KAPLOWITZ, P. B. et al. Earlier onset of puberty in girls: Relation to increased body mass index and race. **Pediatrics**, v. 108, p. 347-353, 2001.

KAUFMAN, A. S.; KAUFMAN, N. L. **Kaufman Assessment Battery for Children**: Second Edition. Circle Pines, MN: American Guidance Service Publishing, 2004.

KELLOGG, R. **Understanding children's art**: Readings in developmental psychology today. Del Mar, CA: CRM, 1969.

KEMPERMANN, G.; GAGE, F. H. New nerve cells for the adult brain. **Scientific American**, maio, p. 48-53, 1999.

- KEMPERMANN, G.; KUHN, G.; GAGE, F. H. More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. **Nature**, v. 386, p. 493-495, 1997.
- KEOUGH, J.; SUGDEN, D. **Movement skill development**. New York: Macmillan, 1985.
- KERWIN, M. L. E. Pediatric feeding disorders. **The Behavior Analyst Today**, v. 4, p. 160-174, 2003.
- KERWIN, M. L. E.; EICHER, P. Behavioral intervention and prevention of feeding difficulties in infants and toddlers. **Journal of Early Intensive Behavior Interventions**, v. 1, n. 2, p. 129-140, 2004.
- KERWIN, M. L. E.; EICHER, P. S.; GELSINGER, J. Parental report of eating problems and gastrointestinal symptoms in children with pervasive developmental disorders. **Children's Health Care**, v. 34, n. 3, p. 217-234, 2005.
- KIERMAN, J. A. **Neuroanatomia humana de Barr**. 7. ed. Barueri-SP: Manole, 2003.
- KILNER, J. M.; BLAKEMORE, S. J. How does the mirror neuron system change during development? **Developmental Science**, v. 10, n. 5, p. 524-526, 2007.
- KINNEY, H. C.; FILIANO, J. J.; WHITE, W. F. Medullary serotonergic network deficiency in the sudden infant death syndrome: Review of a 15-year study of a single data set. **Journal of Neuropathology and Experimental Neurology**, v. 60, n. 3, p. 228-247, 2001.
- KIRBY, S. Passives in first language acquisition: what causes the delay? **U. Penn Working Papers in Linguistics**, v. 16, n. 1, p. 108-117, 2010.
- KLEIN, K. O. Precocious puberty: Who has it? Who should be treated? **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 84, p. 411-414, 1999.
- KLIMES-DOUGAN, B.; KOPP, C. B. Children's conflict tactics with mothers: A longitudinal investigation of the toddler and preschool years. **Merrill-Palmer Quarterly**, v. 45, p. 226-241, 1999.
- KLINE, F. M.; SILVER, L. B.; RUSSELL, S. C. **The educator's guide to medical issues in the classroom**. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing, 2001.
- KNUDSEN, E. I. Sensitive periods in the development of the brain and behavior. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 16, n. 8, p. 1412-1425, 2004.
- KOLB, Bryan; WHISHAW, Ian Q. **Neuropsicología humana**. 5. ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2006.

KOPP, C. B. Emotional distress and control in young children. In: EISENBERG, N.; FABES, R. (Eds.). **Emotion and its regulation in early development**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1992.

KORKMAN, M.; KIRK, U.; KEMP, S. **NEPSY-II**: A developmental neuropsychological assessment. San Antonio, TX: The Psychological Corporation, 2007.

KOULOGLIOTI, C.; COLE, R.; KITZMAN, H. Inadequate sleep and unintentional injuries in young children. **Public Health Nursing**, v. 25, p. 106-114, 2008.

KRATOCHWILL, T. R. et al. Preparation of school psychologists to serve as consultants for teachers of emotionally disturbed children. **School Psychology Review**, v. 20, p. 530-550, 1991.

KRATOCHWILL, T. R.; ELLIOT, S. N.; CALLAN-STOIBER, K. Best practices in school-based problem-solving consultation. In: THOMAS, A.; GRIMES, J. (Eds.). **Best practices in school psychology IV**. Bethesda, MD: National Association of School Psychologists, 2002.

KRATOCHWILL, T. R.; SHERNOFF, E. Evidence-based practice: Promoting evidence-based interventions in school psychology. **School Psychology Review**, v. 33, p. 34-48, 2004.

KRATOCHWILL, T. R.; VAN SOMEREN, K. R. Barriers to treatment success in behavioral consultation: current limitations and future directions. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 6, p. 125-143, 1995.

KRATSKIN, I. L. Functional anatomy, central connections, and neurochemistry of the mammalian olfactory bulb. In: DOTY, R. L. (Ed.). **Handbook of Olfaction and Gustation**. New York: Marcel Dekker, 1995.

KREBS, Claudia; WEINBERG, Joanne; AKESSON, Elizabeth. **Neurociência ilustrada**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

KREUTZBERG, G. W. Microglia: a sensor for pathological events in the CNS. **Trends in Neuroscience**, v. 19, n. 8, p. 312-318, 1996.

LADD, G. W.; PRICE, J. M. Predicting children's social and school adjustment following the transition from preschool to kindergarten. **Child Development**, v. 58, p. 1168-1189, 1987.

LANCIEGO, J. L.; LUQUIN, N.; OBESO, J. A. Functional Neuroanatomy of the Basal Ganglia. **Cold Spring Harb Perspect Med**. v. 2, n. 12, 2012.
LECKLITER, I. N.; FORSTER, A. A. The Halstead-Reitan neuropsychological test battery for older children. A need for new standardization. **Developmental Neuropsychology**, v. 10, p. 455-471, 1994.

LEDoux, Joseph. **O cérebro emocional**: os misteriosos alicerces da vida emocional. Trad. Terezinha Batista dos Santos. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

LEITHWOOD, K. A.; JANTZI, D.; STEINBACH, R. **Changing leadership for changing times**. Buckingham, UK: Open University Press, 1999.

LEITHWOOD, K.; JANTZI, D. Transformational leadership: How principals can help reform school cultures. **School Effectiveness and School Improvement**, v. 1, p. 249-280, 2000.

LEMOs, Lênia E. C. **Neurofisiologia e Psicologia**. Manaus: Edições Gráfica e Ed. Silva, 2001.

LENROOT, R. K. et al. Differences in genetic and environmental influences on the human cerebral cortex associated with development during childhood and adolescence. **Hum Brain Mapp**, v. 30, n. 1, p. 163-174, 2009.

LENROOT, R. K.; GIEDD, J. N. Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 30, p. 718-729, 2006.

LENT, R. et al. How many neurons do you have? Some dogmas of quantitative neuroscience under revision. **European Journal of Neuroscience**. v. 35, n. 1. jan. 2012.

LEWIS, J. W. et al. Human brain regions involved in recognizing environmental sounds. **Cerebral Cortex**, v. 14, p. 1008-1021, 2004.

LEWIS, D. O. et al. Neuropsychiatric, psychoeducational, and family characteristics of 14 juveniles condemned to death in the United States. **American Journal of Psychiatry**, v. 145, p. 584-589, 1988.

LEWIS, T. J.; NEWCOMER, L. L. Examining the efficacy of school-based consultation: recommendations for improving outcomes. **Child & Family Behavior Therapy**, v. 24, p. 165-181, 2002.

LILLARD, A. Pretend play and cognitive development. In: GOSWAMI, U. (Ed.). **Blackwell handbook of childhood cognitive development**. Malden, MA: Blackwell Publishing, 2002.

LITT, J. et al. Learning disabilities in children with very low birth weight: prevalence, neuropsychological correlates, and educational interventions. **Journal of Learning Disabilities**, v. 38, p. 130-141, 2005.

LOCK, J. et al. Suicidality in adolescents being treated with antidepressant medications and the black box label: position paper of the Society for Adolescent Medicine. **J Adolesc Health**. v. 36, n. 1, p. 92-93, 2005.

- LURIA, A. R. **Curso de Psicologia Geral**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.
- LURIA, A. R. **Fundamentos de neuropsicologia**. São Paulo: Edusp, 1981.
- LYON, R.; FLETCHER, J. M. Early warning system: How to prevent reading disabilities. **Education Matters**, v. 1, p. 22-29, 2001.
- MACKAY, William A. **Neurofisiologia sem lágrimas**. 5. ed. Lisboa: Gulbenkian, 2006.
- MAHNER, Martin; BUNGE, Mario. **Fundamentos de Biofilosofia**. México, D.F.: Siglo XXI editores, 2000.
- MAJNEMER, A.; SNIDER, L. A comparison of developmental assessments of the newborn and young infant. **Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews**. v. 11, n. 1, p. 68-73, 2005.
- MALLOY-DINIZ, Leandro F. et al. (Orgs). **Neuropsicologia: aplicações clínicas**. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- MALLOY-DINIZ, Leandro F. et al. **Avaliação neuropsicológica**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- MANAHAN, K. The continuing mystery of SIDS: Sudden Infant Death Syndrome. **Diseases of the Nervous System**. Medical Neurobiology course: Indiana University School of Medicine, 2008.
- MANLY, T. et al. **Test of everyday attention for children (TEA-Ch) manual**. San Antonio, TX: Harcourt Assessment, 1999.
- MANNING, Lilianne. **A neuropsicologia clínica: uma abordagem cognitiva**. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2012.
- MANNUZZA, S. et al. Educational and occupational outcomes of hyperactive boys grownup. **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 36, p. 1222-1227, 1997.
- MANNUZZA, S. et al. Hyperactive boys almost grownup, V: Replication of psychiatric status. **Archives of General Psychiatry**, v. 48, p. 77-83, 1991.
- MARCHAND, V.; MOTIL, K. J. Nutrition support for neurologically impaired children: A clinical report of the North American society for pediatric gastroenterology, hepatology, and nutrition. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 43, n. 1, p. 123, 2006.

- MARLOW, N. et al. Motor and executive function at 6 years of age after extremely preterm birth. **Pediatrics**, v. 120, n. 4, p. 793, 2007.
- MARQUES, Euclides; NOGUEIRA, Antonio Alexandre. **Neurofisiologia para psicólogos**. São Paulo: Centro Editorial Panamericano, 1983.
- MARSH, H. W.; ELLIS, L. A.; CRAVEN, R. G. How do preschool children feel about themselves? Unraveling measurement and multidimensional self-concept structure. **Developmental Psychology**, v. 38, p. 376-393, 2002.
- MARSH, R. et al. A developmental fMRI study of self-regulatory control. **Hum Brain Mapp**, v. 27, n. 11, p. 848-863, 2006.
- MARTENS, B. K.; ARDOIN, S. P. Training school psychologists in behavior support consultation. **Child & Family Behavior Therapy**, v. 24, p. 147-163, 2002.
- MARTIN, C. L.; FABES, R. A. The stability and consequences of young children's same-sex peer interactions. **Developmental Psychology**, v. 37, p. 431-447, 2001.
- MARTIN, J. A. et al. Births: Final data for 2004. **National Vital Statistics Reports**, v. 55, n. 1. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2006.
- MARTIN, John H. **Neuroanatomia**: texto e atlas. 4. ed. Porto Alegre: McGraw Hill Education, 2013.
- MARTINI, F. H.; TIMMONS, M. J.; TALLITSCH, R. B. **Anatomia humana**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- MCCABE, L. A.; CUNNINGTON, M.; BROOKS-GUNN, J. The development of self-regulation in young children: Individual characteristics and environmental contexts. In: BAUMEISTER, R.; VOHS, K. (Eds.). **Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications**. New York: Guilford Press, 2004.
- MCCOY, K. D. et al. Approaches to the cognitive rehabilitation of children with neuropsychological impairment. In: REYNOLDS, C. R.; FLETCHER-JANZEN, E. (Eds.). **Handbook of clinical child neuropsychology**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1997.
- MCDUGAL, J. L.; NASTASI, B. K.; CHAFOULEAS, S. M. Bringing research into practice to intervene with young behaviorally challenging students in public school settings: Evaluation of the behavior consultation team (BCT) project. **Psychology in the Schools**, v. 42, p. 537-551, 2005.

MCELWAIN, N. L.; BOOTH-LAFORCE, C. Maternal sensitivity to infant distress and non-distress as predictors of infant-mother attachment security. **Journal of Family Psychology**, v. 20, n. 2, p. 247-255, 2006.

MCEWEN, F. et al. Origins of individual differences in imitation: Links with language, pretend play, and socially insightful behavior in two-year-old twins. **Child Development**, v. 78, n. 2, p. 474-492, 2007.

MEISTER, I. G. et al. Motor cortex hand area and speech: Implications for the development of language. **Neuropsychologia**, v. 41, p. 401-406, 2003.

MELTZOFF, A. N.; MOORE, M. K. Imitation, memory, and the representation of persons. **Infant Behavior and Development**, v. 25, p. 39-61, 2004.

MELTZOFF, A. N.; MOORE, M. K. Imitation, memory, and the representation of persons. **Infant Behavior and Development**, v. 17, n. 1, p. 83-99, 1994.

MILBERG, W. P.; HEBBEN, N.; KAPLAN, E. The Boston process approach to neuropsychological assessment. In: GRANT, I.; ADAMS, K. M. (Eds.). **Neuropsychological assessment of neuropsychiatric disorders**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1996.

MILBERGER, S. et al. Is maternal smoking during pregnancy a risk for attention deficit hyperactivity disorder in children? **American Journal of Psychiatry**, v. 153, p. 1138-1142, 1996.

MILLER, D. C. (Ed.). **Best practices in school neuropsychology**: guidelines for effective practice, assessment, and evidence-based intervention. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010.

MILLER, D. C. **Essentials of School Neuropsychological Assessment**. Hoboken, NJ: John Wiley & Son, 2007.

MILLER, D. C. Neuropsychological assessment in the schools. In: SPIELBERGER, C. (Ed.). **Encyclopedia of applied psychology**. San Diego, CA: Academic Press, 2004.

MILLER, D. C.; DEFINA, P. A.; LANG, M. J. Working definition of school neuropsychology. In: MILLER, D. C., (Ed.). **The neuropsychology of reading and writing disabilities**. Chicago, IL: 1st Annual National Association of School Psychologists' Summer Workshop, 2004.

MILNER, A. D.; GOODALE, M. A. Visual pathways to perception and action. In: HICKS, T. P.; MOLOTCHNIKOFF, S.; ONO, T. (Eds.). **Progress in Brain Research**. Amsterdam: Elsevier, 1993.

MIOTTO, E. C.; SCAFF, M.; LUCIA, M. C. S. de. **Neuropsicologia clínica**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2017.

MIRANDA, M. C.; MUSZKAT, M.; MELLO, C. B. de. **Neuropsicologia do desenvolvimento**: transtornos do neurodesenvolvimento. Rio de Janeiro: Rubio, 2013.

MISCHEL, H. N.; MISCHEL, W. The development of children's knowledge of self-control strategies. **Child Development**, v. 54, p. 603-619, 1983.

MONTI, P. M. et al. Adolescence: booze, brains, and behavior. **Alcohol Clin Exp Res.**, v. 29, n. 2, p. 207-220, 2005.

MOSTER, D. et al. The association of Apgar score with subsequent death and cerebral palsy: A population-based study in term infants. **The Journal of Pediatrics**, v. 138, n. 6, p. 798-803, 2001.

MUKHERJEE, P. et al. Normal brain maturation during childhood: Developmental trends characterized with diffusion-tensor MR imaging. **Radiology**, v. 221, n. 2, p. 349-358, 2001.

MURRAY-CLOSE, D.; OSTROV, J. M.; CRICK, N. R. A short-term longitudinal study of growth of relational aggression during middle childhood: Associations with gender, friendship intimacy, and internalizing problems. **Development and Psychopathology**, v. 19, p. 187-203, 2007.

MUST, A.; STRAUSS, R. S. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. **International Journal of Obesity**, v. 23, p. 2-11, 1999.

NAGLIERI J.; DAS, J. P. **Das-Naglieri Cognitive Assessment System**. Itasca, IL: Riverside Publishing, 1997.

NAGY, W. E.; SCOTT, J. A. Vocabulary processes. In: KAMIL, M. L.; MOSENTHAL, P. B. (Eds.). **Handbook of reading research**. v. 3. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000.

NAGY, Z.; WESTERBERG, H.; KLINGBERG, T. Maturation of white matter is associated with the development of cognitive functions during childhood. **J Cogn Neurosci.**, v. 16, n. 7, p. 1227-1233, 2004.

NATHANIELSZ, P. W. The role of basic science in preventing low birth weight. **The Future of Children**, v. 5, p. 57-70, 1995.

NATIONAL SLEEP FOUNDATION. **Children and sleep**. 2018. Disponível em: <<https://sleepfoundation.org/sleep-topics/children-and-sleep>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

NEEDLEMAN, H. L. et al. Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. **New England Journal of Medicine**, v. 300, p. 689-695, 1979.

NELSON, C. A.; BLOOM, F. E. Child development and neuroscience. **Child Development**, v. 68, n. 5, p. 970-987, 1997.

NELSON, C. A.; THOMAS, K. M.; DE HAAN, M. Neural bases of cognitive development. In: KUHN, D.; SIEGLER, R. (Eds.). **Handbook of child psychology**. v. 2: Cognition, perception, and language. 6. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

NELSON, E. E. et al. The social re-orientation of adolescence: a neuroscience perspective on the process and its relation to psychopathology. **Psychol Med.**, v. 35, n. 2, p. 163-174, 2005.

NELSON, K. B.; ELLENBERG, J. H. Apgar scores as predictors of chronic neurologic disability. **Pediatrics**, v. 68, n. 1, p. 36-44, 1981.

NETTER, Frank H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NEWMAN, T. B. A black-box warning for antidepressants in children? **N Engl J Med.**, v. 351, n. 16, p. 1595-1598, 2004.

NEWPORT, E. L. et al. Maturational constraints on language learning. **Cognitive Science**, v. 14, p. 11-28, 1990.

NEWS.MED.BR, 2012. **Uso de antipsicóticos em crianças e adolescentes tem aumentado nos últimos anos, de acordo com artigo do Archives of General Psychiatry**. Disponível em: <<https://goo.gl/5ocBux>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

NICOLELIS, Miguel. **Muito além do nosso eu: a nova neurociência que une cérebros e máquinas – e como ela pode mudar nossas vidas**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

NOELL, G. H. et al. Treatment implementation following behavioral consultation in schools: a comparison of three follow-up strategies. **School Psychology Review**, v. 34, p. 87-106, 2005.

NOELL, G. H. et al. Consultation, follow-up, and implementation of behavior management interventions in general education. **School Psychology Review**, v. 31, p. 217-234, 2002.

NOELL, G. H. et al. Increasing teacher intervention implementation in general education settings through consultation and performance feedback. **School Psychology Quarterly**, v. 12, p. 77-88, 1997.

O'NEILL, M. et al. Maternal gestures with 20-month-old infants in two contexts. **Developmental Science**, v. 8, n. 4, p. 352-359, 2005.

OBRZUT, J. E.; HYND, G. W. **Neuropsychological foundations of learning disabilities**: a handbook of issues, methods, and practice. New York: Academic Press, 1996.

OLIVEIRA, Maria Aparecida Domingues de. **Neurofisiologia do comportamento**: uma relação entre o funcionamento cerebral e as manifestações comportamentais. Canoas-RS: Ulbra, 2000.

OLSEN, E. M. et al. Failure to thrive: The prevalence and concurrence of anthropometric criteria in a general infant population. **British Medical Journal**, v. 92, n. 2, p. 109-114, 2007.

PAAVONEN, E. J.; PORKKA-HEISKANEN, T.; LAHIKAINEN, A. R. Sleep quality, duration, and behavioral symptoms among 5-to 6-year-old children. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 18, p. 747-754, 2009.

PATEL, N. C. **Antipsychotic use in children and adolescents from 1996 to 2001**: epidemiology, prescribing practices, and relationships with service utilization. 785 f. Tese (Doutor em Filosofia). Austin: University of Texas, 2004. Disponível em: <<https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/1287/pateln39721.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

PATERSON, S. J. et al. Development of structure and function in the infant brain: Implications for cognition, language and social behaviour. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 30, n. 8, p. 1087-1105, 2006.

PATTERSON, C. J. **Child development**. New York: McGraw-Hill, 2008.

PAUS, T. et al. Maturation of white matter in the human brain: Are view of magnetic resonance studies. **Brain Research Bulletin**, v. 54, n. 3, p. 255-266, 2001.

PEA, R. D.; HAWKINS, J. Planning in a chore-scheduling task. In: FRIEDMAN, S. L.; SCHOLNICK, E. K.; COCKING, R. R. (Eds.). **Blueprints for thinking**: The role of planning in cognitive development. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

PEEVERS, B. H.; SECORD, P. F. Developmental changes in attribution of descriptive concepts to persons. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 27, p. 120-128, 1973.

PELLETIER, S. L. F.; HIEMENZ, J. R.; SHAPIRO, M. B. The application of neuropsychology in the schools should not be called school neuropsychology: A rejoinder to Crespi and Cooke. **The School Psychologist**, v. 58, p. 17-24, 2004.

PERCY, A. K.; LANE, J. B. Rett syndrome: Clinical and molecular update. **Current Opinion in Pediatrics**, v. 16, n. 6, p. 670-677, 2004.

PERENIN, M. T.; VIGHETTO, A. Optic ataxia: a specific disorder in visuomotor coordination. In: HEIN, A.; JEANNEROD, M. (Eds.). **Spatially Oriented Behaviour**. New York: Springer, 1988.

PERLMAN, J. M.; RISSE, R. Can asphyxiated infants at risk for neonatal seizures be rapidly identified by current high-risk markers? **Pediatrics**, v. 97, n. 4, p. 456-462, 1996.

PERVIN, L. A.; JOHN, O. P. **Personalidade**: teoria e pesquisa. Trad. Ronaldo Cataldo Costa. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PIAGET, J. **Construction of reality in the child**. New York: Basic Books, 1954.

PIAGET, J. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. **Human Development**, v. 15, p. 1-12, 1972.

PIAGET, J. **Origins of intelligence in the child**. London: Routledge & Kegan Paul, 1936.

PIAGET, J. **Play, dreams, and imitation in childhood**. London: Heinemann, 1945.

PIAGET, J. **Six psychological studies**. New York: Random House, 1967.

PIAGET, J. **The origins of intelligence in children**. New York: International Universities Press, 1952.

PICCOLINO, M.; PIGNATELLI, A. Calcium-independent synaptic transmission: artifact or fact? **Trends in Neurosciences**, v. 19, n. 4, p. 120-125, 1996.

PINTO, Luiz Carlos. **Neurofisiologia clínica**: princípios básicos e aplicações. São Paulo: Atheneu, 2006.

PLUMERT, J. Flexibility in children's use of spatial and categorical organizational strategies in recall. **Developmental Psychology**, v. 30, p. 738-747, 1994.

POMEROY, S. L.; KIM, J. Y. Biology and pathobiology of neuronal development. **Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews**, v. 6, n. 1, p. 41-46, 2000.

POWLISHTA, K. K.; SERBIN, L. A.; MOLLER, L. C. The stability of individual differences in gender typing: Implications for understanding gender segregation. **Sex Roles**, v. 29, p. 723- 737, 1993.

PRECHTL, H. F. R. The neurological examination of the full term newborn infant. **Clinics in Developmental Medicine**, v. 63. London: SIMP, Blackwell, 1977.

PRINZE, R. J.; SANDERS, M. R. Adopting a population-level approach to parenting and family support interventions. **Clinical Psychology Review**, v. 27, p. 739-749, 2007.

PURVES, D. **Neural activity and the growth of the brain**. London: Cambridge University Press, 1994.

RAIS-BAHRAMI, K.; SHORT, B. L. Premature and small-for-date infants. In: BATSHAW, M. L.; PELLIGRINO, L.; ROIZEN, N. J. (Eds.). **Children with disabilities**. 6. ed. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing, 2007.

RANG, H. P. et al. **Rang & Dale: farmacologia**. Trad. Gea Consultoria Editorial. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

RANKIN, J. L. et al. Adolescent self-consciousness: Longitudinal age changes and gender differences in two cohorts. **Journal of Research on Adolescence**, v. 14, p. 1-21, 2004.

RAVER, C. C. et al. Relations between effective emotional self-regulation, attentional control, and low-income preschoolers' social competence with peers. **Early Education and Development**, v. 10, 333-350, 1999.

RAYMER, A. M.; ROTH, L. J. Gonzalez (Eds.). **The Oxford handbook aphasia and language disorders**. Oxford: Oxford University Press, 2018.

REED, J. C.; REITAN, R. M. Verbal and performance difference among brain injured children with lateralized motor deficits. **Perceptual and Motor Skills**, v. 29, p. 747-752, 1969.

REISS, A. L. et al. Brain development, gender, and IQ in children: A volumetric imaging study. **Brain**, v. 119, p. 1763-1774, 1996.

REITAN, R. M. Discussion: Symposium on the temporal lobe. **Archives of Neurology and Psychiatry**, v. 74, p. 569-570, 1955.

REITAN, R. M. Impairment of abstraction ability in brain damage: Quantitative versus qualitative changes. **Journal of Psychology**, v. 48, p. 97-102, 1959.

REITAN, R. M. Sensorimotor functions in brain-damaged and normal children of early school age. **Perceptual and Motor Skills**, v. 32, p. 655-664, 1971.

REITAN, R. M. The significance of dysphasia for intelligence and adaptive abilities. **Journal of Psychology**, v. 56, p. 355-376, 1960.

REITAN, R. M.; WOLFSON, D. **Neuropsychological evaluation of older children**. Tuscon, AZ: Neuropsychology Press, 1992.

RENNIE, D. A. C.; BULL, R.; DIAMOND, A. Executive functioning in preschoolers: Reducing the inhibitory demands of the Dimensional Change Card Sort Task. **Developmental Neuropsychology**, v. 26, p. 423-443, 2004.

REPORT OF THE SURGEON GENERAL'S CONFERENCE ON CHILDREN'S MENTAL HEALTH: A National Action Agenda. Washington, DC: U.S. Public Health Service, Department of Health and Human Services, 2000. Disponível em: <<https://goo.gl/1gAodW>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

RESCHLY, D. J.; HOSP, J. L.; SCHMIED, C. M. **And miles to go...**: State SLD requirements and authoritative recommendations. Report to the National Research Center on Learning Disabilities, 2003. Disponível em: <<http://www.nrcld.org/html/research/states/MilestoGo.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

RESCHLY, D. Learning disabilities identification: Primary intervention, secondary intervention, and then what? **Journal of Learning Disabilities**, v. 38, p. 510-515, 2005.

REYNOLDS, C. R.; BIGLER, E. D. **Test of Memory and Learning**: Examiner's manual. Austin, TX: PRO-ED, 1994.

RHOLES, W. S.; JONES, M.; WADE, C. Children's understanding of personal disposition and its relationship to behavior. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 45, p. 1-17, 1988.

RICHARDSON, D. K. et al. Score for neonatal acute physiology: A physiologic severity index for neonatal intensive care. **Pediatrics**, v. 91, n. 3, p. 617-623, 1993.

RIMM-KAUFMANN, S. E.; PIANTA, R. C.; COX, M. J. Teachers' judgments of problems in the transition to kindergarten. **Early Childhood Research Quarterly**, v. 15, p. 147-166, 2000.

RIZZOLATTI, G.; CRAIGHERO, L. The mirror-neuron system. **Annual Review of Neuroscience**, v. 27, p. 169-192, 2004.

ROBINSON, J. D.; BAKER, J. Psychological consultation and services in a general medical hospital. **Professional Psychology: Research and Practice**, v. 37, p. 264-267, 2006.

ROID, G. H. **Stanford-Binet intelligence scales**. 5. ed. Itasca, IL: Riverside Publishing, 2003.

ROLLS, E. T. Information processing in the taste system of primates. **Journal of Experimental Biology**, v. 146, 141-164, 1989.

ROLLS, E. T.; BAYLIS, L. L. Gustatory, olfactory, and visual convergence within the primate orbitofrontal cortex. **Journal of Neuroscience**, v. 15, p. 5437-5452, 1994.

ROLLS, E. T.; SIENKIEWICZ, Z. J.; YAXLEY, S. Hunger modulates the responses to gustatory stimuli of single neurons in the orbitofrontal cortex. **European Journal of Neuroscience**, v. 1, p. 53-60, 1989.

ROMERO, S. M. **Fundamentos de neurofisiologia comparada: da recepção à integração**. Ribeirão Preto: Holos, 2000.

ROSS, J. A.; GRAY, P. Transformational leadership and teacher commitment to organizational values: The mediating effects of collective teacher efficacy. **School Effectiveness and School Improvement**, v. 17, p. 179-199, 2006.

ROTTA, Newra T.; OHLWEILER, Lygia; RIESGO, Rudimar dos Santos. **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

ROURKE, B. P. Central processing deficits in children: Toward a developmental neuropsychological model. **Journal of Clinical Neuropsychology**, v. 4, p. 1-18, 1982.

ROVEE-COLLIER, C. The development of infant memory. **Current Directions in Psychological Science**, v. 8, n. 3, p. 80-85, 1999.

ROWLAND, A. S.; LESESNE, C. A.; ABRAMOWITZ, A. J. The epidemiology of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): A public health view. **Mental Retardation and Developmental Disabilities**, v. 8, p. 162-170, 2002.

RUBIA, K. et al. Functional frontalisation with age: mapping neurodevelopmental trajectories with fMRI. **Neurosci Biobehav Rev.** v. 24, n. 1, p. 13-19, 2000.

RUBIA, K. et al. Linear age-correlated functional development of right inferior fronto-striato-cerebellar networks during response inhibition and anterior during error-related processes. **Hum Brain Mapp**, v. 28, n. 11, p. 1163-1177, 2007.

RUBIN, K. H.; BUKOWSKI, W. M.; PARKER, J. G. Peer interactions, relationships, and groups. In: EISENBERG, N. (Ed.). **Handbook of child psychology: Volume 3: Social, emotional, and personality development**. 6. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

RUBLE, D. N.; EISENBERG, R.; HIGGINS, E. T. Developmental changes in achievement evaluations: Motivational implications of self-other differences. **Child Development**, v. 59, p. 97-106, 1994.

RUEDA, M. R.; POSNER, M. I.; ROTHBART, M. K. The development of executive attention: Contributions to the emergence of self-regulation. **Developmental Neuropsychology**, v. 28, p. 573-594, 2005.

RUSHER, A. S.; CROSS, D. R.; WARE, A. M. Infant and toddler play: Assessment of exploratory style and developmental level. **Early Childhood Research Quarterly**, v. 10, n. 3, p. 297-315, 1995.

RUSSELL, Michael K.; AIRASIAN, Peter W. **Avaliação em sala de aula**. 7. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

RYALLS, B. O.; GUL, R. E.; RYALLS, K. R. Infant imitation of peer and adult models: Evidence for a peer model advantage. **Merrill-Palmer Quarterly**, v. 46, n. 1, p. 188-202, 2000.

SAARNI, C. et al. Emotional development: Action, communication, and understanding. In: EISENBERG, N. (Ed.). **Handbook of child psychology**: Volume 3: Social, emotional, and personality development. 6. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

SADOCK; B. J.; SADOCK; V. A.; RUIZ, P. **Compêndio de psiquiatria**: ciência do comportamento e psiquiatria clínica. 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SAHOO, S. K. Novelty and complexity in human infants' exploratory behavior. **Perceptual & Motor Skills**, v. 86, n. 2, p. 698, 1998.

SAINT-ANNE DARGASSIES, S. **Neurological development of the full-term and premature neonate**. New York: Excerpta Medica, 1977.

SALLADE, J. A comparison of the psychological adjustment of obese versus non-obese children. **Journal of Psychosomatic Research**, v. 17, p. 89-96, 1973.

SALLES, J. F. de; HAASE, V. G.; MALLOY-DINIZ, L. F. **Neuropsicologia do desenvolvimento**: infância e adolescência. Porto Alegre: Artmed, 2016.

SANTOS, F. H. dos; BUENO, O. F. A. **Neuropsicologia hoje**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SANTOS, P. L. dos; GRAMINHA, S. S. V. Problemas emocionais e comportamentais associados ao baixo rendimento acadêmico. **Estud. psicol. (Natal)**, Natal, v. 11, n. 1, p. 101-109, abr. 2006. Disponível em: <<https://goo.gl/tLjLNK>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

SANTROCK, J. W. **Children**. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2008.

SARAGA, M. et al. Astereotypic "elbowing" movement, a possible new primitive reflex in newborns. **Pediatric Neurology**, v. 36, n. 2, p. 84-87, 2007.

SBORDONE, R. J. Ecological validity: Some critical issues for the neuropsychologist. In: SBORDONE, R.; LONG, C. (Eds.). **Ecological validity of neuropsychological tests**. Delay beach, FL: GR Press/St. Lucie Press, 1996.

SCHIFFMAN, H. R. **Sensação e Percepção**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

SCHNEIDER, G. E. Two visual systems. **Science**, v. 163, p. 895-902, 1969.

SCHWARZ, S. M.; MCCARTHY, W.; TON, M. N. Advances in the diagnosis and treatment of feeding disorders in children with developmental disabilities. In: T. P. STARKS (Ed.). **Focus on nutrition research**. Hauppauge, NY: Nova Science Pub Inc, 2006.

SCHWEINSBURG, A. D.; NAGEL, B. J.; TAPERT, S. F. fMRI reveals alteration of spatial working memory networks across adolescence. **J Int Neuropsychol Soc**, v. 11, n. 5, p. 631-644, 2005.

SEMRUD-CLIKEMAN, M.; FINE, J.; HARDER, L. The school neuropsychology of learning disabilities. In: D'AMATO, D. C.; FLETCHER-JANZEN, E.; REYNOLDS, C. R. (Eds.). **Handbook of school neuropsychology**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2005.

SHALEV, R. S. Developmental dyscalculia. **Journal of Child Neurology**, v. 19, p. 765-771, 2004.

SHAW, P. et al. Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. **Nature**, v. 440, n. 7084, p. 676-679, 2006.

SHAYWITZ, B. A.; LYON, G. R.; SHAYWITZ, S. E. The role of functional magnetic imaging in understanding reading and dyslexia. **Developmental Neuropsychology**, v. 30, p. 613-632, 2006.

SHAYWITZ, S. E.; SHAYWITZ, B. A. Dyslexia (specific reading disability). **Biological Psychiatry**, v. 57, p. 1301-1309, 2005.

SHAYWITZ, S. **Overcoming dyslexia**: A new and complete science-based program for reading problems at any level. New York: Alfred A. Knopf, 2003.

SHELOW, D.; ADAMS, W. **Wide range assessment of memory and learning**. 2. ed. Wilmington, DE: Wide Range, 2003.

SHIN, H.; BJORKLUND, D. F.; BECK, E. F. The adaptive nature of children's overestimation in a strategic memory task. **Cognitive Development**, v. 22, p. 197-212, 2007.

SHIONO, P. H.; BEHRMAN, R. E. Low birth weight: analysis and recommendations. **The Future of Children**, v. 5, p. 4-18, 1995.

SHONKOFF, J. P.; PHILLIPS, D. **From neurons to neighborhoods**: The science of early childhood development. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

SHORE, R. **Rethinking the brain**: New insights into early development. New York: Families and Work Institute, 1997.

SIEGLER, R. S.; DELOACHE, J. S.; EISENBERG, N. **How children develop**. 2. ed. New York: Worth Publishers, 2005.

SIMOS, P. G. et al. Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. **Neurology**, v. 58, p. 1203-1213, 2002.

SMALL, D. M. et al. A role of the right anterior temporal lobe in taste quality recognition. **Journal of Neuroscience**, v. 17, p. 5136-5142, 1997.

SMALL, D. M.; ZATORRE, R. J.; JONES-GOTTMAN, M. Increased intensity perception of aversive taste following right anteromedial temporal lobe removal in humans. **Brain**, v. 124, p. 1566-1575, 2001.

SMITH, C.; STRICK, L. **Dificuldades de Aprendizagem de A a Z**: guia completo para educadores e pais. Trad. de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2012.

SNELL, Richard S. **Neuroanatomía clínica**. 6. ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2007.

SNOW, C. E. The theoretical basis for relationships between language and literacy in development. **Journal of Research in Childhood Education**, v. 6, n. 1, p. 5-10, 1991.

SON, Y.-J.; TRACHTENBERG, J. T.; Thompson, W. J. Schwann cells induce and guide sprouting and reinnervation of neuromuscular junctions. **Trends in Neuroscience**, v. 19, n. 7, p. 280-285, 1996.

SONIS, W. A. et al. Behavior problems and social competence in girls with true precocious puberty. **Journal of Pediatrics**, v. 106, p. 156-160, 1985.

SOODAK, L. C.; PODELL, D. M. Teachers' thinking about difficult-to-teach students. **Journal of Educational Research**, v. 88, p. 44-51, 1994.

SOWELL, E. R. et al. In vivo evidence for post-adolescent brain maturation in frontal and striatal regions. **Nature Neuroscience**, v. 2, p. 859-861, 1999.

SOWELL, E. R. et al. Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. **The Journal of Neuroscience**, v. 24, n. 38, p. 8223-8231, 2004.

- SPESSOT, A. L.; PLESSEN, K. J.; PETERSON, B. S. Neuroimaging of developmental psychopathologies: the importance of self-regulatory and neuroplastic processes in adolescence. **Ann N Y Acad Sci.** v. 1021, p. 86-104, 2004.
- SROUFE, L. A.; FOX, N. E.; PANCAKE, V. R. Attachment and dependency in developmental perspective. **Child Development**, v. 54, n. 6, p. 1615-1627, 1983.
- STANDRING, Susan (Ed). **Gray's anatomia**: a base anatômica da prática clínica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- STEINBERG, L. Cognitive and affective development in adolescence. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 9, p. 64-74, 2005.
- STERLING-TURNER, H. E. et al. Investigating the relationship between training type and treatment integrity. **School Psychology Quarterly**, v. 16, p. 56-67, 2001.
- STERN, D. **The first relationship**: Mother and infant. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977.
- STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K. **Psicologia cognitiva**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- STRATHEARN, L. Exploring the neurobiology of attachment. In: MAYES, L. C.; FONAGY, P.; TARGET, M. (Eds.). **Developmental science and psychoanalysis**. London: Karnac Press, 2007.
- STRAUSS, R. S. Childhood obesity and self-esteem. **Pediatrics**, v. 105, p. 15, 2000.
- STUSS, D. T.; ALEXANDER, M. P. Executive functions and the frontal lobes: A conceptual review. **Psychological Research**, v. 63, p. 289-298, 2000.
- SULLIVAN, P. B. et al. Prevalence and severity of feeding and nutritional problems in children with neurological impairment: Oxford feeding study. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 42, n. 10, p. 674-680, 2000.
- SWEET, J. J.; MOBERG, P. J.; SUCHY, Y. Ten-year follow-up survey of clinical neuropsychologists: Practices and beliefs. **The Clinical Neuropsychologist**, v. 14, p. 18-37, 2000.
- SWEET, J. J.; MOBERG, P. J.; WESTERGAARD, C. K. Five-year follow-up of practice and beliefs of clinical neuropsychologists. **The Clinical Neuropsychologist**, v. 10, p. 202-221, 1996.
- SWINGLEY, D.; ASLIN, R. N. Spoken word recognition and lexical representation in very young children. **Cognition**, v. 76, p. 147-166, 2000.

- TAFT, L. T. Early recognition of cerebral palsy. **Pediatric Annals**, v. 2, p. 30-46, 1973.
- TAMIS-LEMONDA, C. S. et al. Fathers and mothers at play with their 2- and 3-year-olds: Contributions to language and cognitive development. **Child Development**, v. 75, n. 6, p. 1806-1820, 2004.
- TAPERT S. F. et al. fMRI measurement of brain dysfunction in alcohol-dependent young women. **Alcohol Clin Exp Res.**, v. 25, n. 2, p. 236-245, 2001.
- TAPERT, S. F. et al. fMRI BOLD response to alcohol stimuli in alcohol dependent young women. **Addict Behav.**, v. 29, n. 1, p. 33-50, 2004.
- TAPERT, S. F. et al. Substance use and withdrawal: neuropsychological functioning over 8 years in youth. **J Int Neuropsychol Soc.**, v. 8, n. 7, p. 873-883, 2002.
- TAPERT, S. F.; BROWN, S. A. Neuropsychological correlates of adolescent substance abuse: four-year outcomes. **J Int Neuropsychol Soc.** v. 5, n. 6, p. 481-493, 1999.
- TAYLOR, E.; ROGERS, J. W. Practitioner review: Early adversity and developmental disorders. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 46, n. 5, p. 451-467, 2005.
- TAYLOR, H. G. et al. Consequences and risks of 1000-g birth weight for neuropsychological skills, achievement, and adaptive functioning. **Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics**, v. 27, n. 6, p. 459-469, 2006.
- TEETER, P. A.; SEMRUD-CLIKEMAN, M. **Child neuropsychology**: Assessment and interventions for neurodevelopmental disorders. New York: Allyn & Bacon, 1997.
- TEUBER, H. L. Recovery of function after brain injury in man. **Ciba Foundation Symposium**, v. 34, p. 159-190, 1975.
- THOMPSON, P. M. et al. Growth patterns in the developing brain detected by using continuum mechanical tensor maps. **Nature**, v. 404, p. 190-193, 2000.
- THOYRE, S. M. Feeding outcomes of extremely premature infants after neonatal care. **Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing**, v. 36, n. 4, p. 366-375, 2007.
- TIMMINS, P. et al. Teachers and consultation: applying research and development in organizations (RADIO). **Educational Psychology in Practice**, v. 22, p. 305-319, 2006.

TORPY, J. M.; LYNN, C.; GLASS, R. M. Premature infants. **Journal of the American Medical Association**, v. 294, n. 3, p. 390, 2005.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Corpo humano**: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRONICK, E. **The neurobehavioral and social-emotional development of infants and children**. New York: Norton, 2007.

TRUSCOTT, S. D. et al. The acceptability of organizational consultation with prereferral intervention teams. **School Psychology Quarterly**, v. 15, p. 172-206, 2000.

TSCHANNEN-MORAN, M.; HOY, A. W.; HOY, W. K. Teacher efficacy: Its meaning and measure. **Review of Educational Research**, v. 68, p. 202-248, 1998.

TUNMER, W. E.; NESDALE, A. R. The effects of digraphs and pseudo-words on phonemic segmentation in young children. **Journal of Applied Psycholinguistics**, v. 3, p. 299-311, 1982.

UNDERWOOD, M. K. **Social aggression among girls**. New York: Guilford Press, 2003.

UNGERLEIDER, L.; MISHKIN, M. Two cortical visual systems. In: INGLE D. J.; GOODALE, M. A.; MANSFIELD, R. J. W. (Eds.). **Analysis of Visual Behaviour**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1982.

VALLE, L. E. L. R. do. Psicologia escolar: um duplo desafio. **Psicol. cienc. prof.**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-29, mar. 2003. Disponível em: <<https://goo.gl/HMUusc>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

VAN DULMENA, S. et al. The impact of assessing simulated bad news consultations on medical students' stress response and communication performance. **Psychoneuroendocrinology**, v. 32, p. 943-950, 2007.

VISSCHER, T. L. S.; SEIDELL, J. C. The public health impact of obesity. **Annual Review of Public Health**, v. 22, p. 355-375, 2001.

VOHR, B. R.; MCKINLEY, L. T. The challenge pays off: Early enhanced nutritional intake for VLBW small-for-gestation neonates improves long term outcomes. **Journal of Pediatrics**, v. 142, n. 5, p. 459-461, 2003.

VON CRAMON, D.; KERKHOFF, G. On the cerebral organization of elementary visuo-spatial perception. In: GULYAS, B.; OTTONSON, D.; ROLAND, P. E. (Eds.). **Functional Organization of the Human Visual Cortex**. Oxford: Pergamon Press, 1993.

VON HOFSTEN, C. An action perspective on motor development. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 8, n. 6, p. 266-272, 2004.

VON HOFSTEN, C. Structuring of early reaching movements: A longitudinal study. **Journal of Motor Behavior**, v. 23, n. 4, p. 280-292, 1991.

VYGOTSKY, L. Play and its role in the mental development of the child. **Soviet Psychology**, v. 5, p. 6-18, 1967.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WALDMAN, I. D.; RHEE, S. H. Behavioural and molecular genetic studies. In: SANDBERG, S. (Ed.). **Hyperactivity and attention disorders of childhood**. 2. ed. London: Cambridge University Press, 2002.

WALKER, E. F.; SABUWALLA, Z.; HUOT, R. Pubertal neuromaturation, stress sensitivity, and psychopathology. **Dev Psychopathol.** v. 16, n. 4, p. 807-824, 2004.

WAXMAN, S. R.; LIDZ, J. L. Early word learning. In: KUHN, D.; SIEGLER, R. (Eds.). **Handbook of child psychology: Volume 2: Cognition, perception, and language**. 6. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

WEBB, S. J.; MONK, C. S.; NELSON, C. A. Mechanisms of postnatal neurobiological development: Implications for human development. **Developmental Neuropsychology**. v. 19, p. 147-171, 2001.

WEBSTER-STRATTON, C.; TAYLOR, T. K. Adopting and implementing empirically supported interventions: a recipe for success. In: BUCHANAN, A.; HUDSON, B. L. (Eds.). **Parenting, schooling and children's behaviour: interdisciplinary approaches**. Hampshire, UK: Ashgate, 1998.

WELLMAN, H. M.; CROSS, D.; WATSON, J. Meta-analysis of theory-of-mind development: The truth about false belief. **Child Development**, v. 72, p. 655-684, 2001.

WELLMAN, H. M.; HICKLING, A. K. The mind's "I": Children's conception of the mind as an active agent. **Child Development**, v. 65, p. 1564-1580, 1994.

WENTZEL, Marina. O que mais mata os jovens no Brasil e no mundo, segundo a OMS. **BBC Brasil**, 16 maio 2017. Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/brasil-39934226>>. Acesso em: 2 jan. 2018.

- WERNER, N. E.; CRICK, N. R. Maladaptive peer relationships and the development of relational and physical aggression during middle childhood. **Social Development**, v. 13, p. 495-514, 2004.
- WESSINGER, C. W. et al. Hierarchical organization of the human auditory cortex revealed by functional magnetic resonance imaging. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2001.
- WHITE, A. M. et al. Predictors of relapse and treatment completion among marijuana-dependent adolescents in an intensive out-patient substance abuse program. **Subst Abus.**, v. 25, n. 1, p.53-59, 2004.
- WHITE, A. M. What happened? Alcohol, memory blackouts, and the brain. **Alcohol Res Health**, v. 27, n. 2, p. 186-196, 2003.
- WHITE, A. M. et al. Chronic-intermittent ethanol exposure during adolescence prevents normal developmental changes in sensitivity to ethanol-induced motor impairments. **Alcohol Clin Exp Res.**, v. 26, n. 7, p. 960-968, 2002.
- WHITE, A. M.; SWARTZWELDER, H. S. Inbound college students drink heavily during the summer before their freshman year: implications for education and prevention efforts. **American Journal of Health Education**, v. 40, n. 2, p. 90-96, 2009.
- WHITING, B.; EDWARDS, C. P. A cross-cultural analysis of sex differences in the behavior of children aged 3 through 11. In: HANDEL, G. (Ed.). **Childhood socialization**. Hawthorn, NY: Aldine de Gruyter, 1988.
- WICKSTROM, K. F.; WITT, J. C. Resistance within school-based consultation. In: ZINS, J. E.; KRATOCHWILL, T. R.; ELLIOTT, S. N. (Eds.). **Handbook of consultation services for children**: applications in educational and clinical settings. San Francisco: Jossey-Bass, 1993.
- WILKINSON, R. T.; ALLISON, S. Age and simple reaction time: Decade differences for 5, 325 subjects. **Journal of Gerontology: Psychological Sciences**, v. 44, p. 29-35, 1989.
- WOODCOCK, R. W. Theoretical foundations of the WJ-R measures of cognitive ability. **Journal of Psychoeducational Assessment**, v. 8, p. 231-258, 1990.
- WOODCOCK, R. W.; MCGREW, K. S.; MATHER, N. **Woodcock-Johnson III Tests of Cognitive Abilities**. Itasca, IL: Riverside Publishing, 2001.
- YABUTA, N. H.; SAWATARI, A.; CALLAWAY, E. M. Two functional channels from primary visual cortex to dorsal visual cortical areas. **Science**, v. 292, p. 297-300, 2001.

YOUSEM, D. M. et al. Gender effects on odor-stimulated functional magnetic resonance imaging. **Brain Research**, v. 818, p. 480-487, 1999.

YSSELDYKE, J. E. et al. **Classroom teachers' attributions for students exhibiting different behaviors**. Minneapolis, MN: Minneapolis Institute for Research on Learning Disabilities, 1983.

YU, P. et al. Cortical surface shape analysis based on spherical wavelets. **IEEE Trans Med Imaging**, v. 26, n. 4, p. 582-597, 2007.

ZAFEIRIOU, D. I. Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. **Pediatric Neurology**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2004.

ZEKI, S. **A Vision of the Brain**. Oxford: Basil Blackwell, 1993.

ZINS, J. E.; MURPHY, J. J. Consultation with professional peers: a national survey of the practices of school psychologists. **Journal of Educational and Psychological Consultation**, v. 17, p. 175-184, 1996.

ZONFRILLO M. R.; PENN J. V.; LEONARD, H. L. Pediatric psychotropic polypharmacy. **Psychiatry**, v. 8, p. 14-19. 2005.

ZORZETTO, Ricardo. Recontagem de neurônios põe em xeque ideias da neurociência. **Pesquisa FAPESP**, v. 192, p. 18-23, 2012. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/02/018-023_192.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2017.