

NEUROCIÊNCIA DOS SEIS PRIMEIROS ANOS-implicações educacionais.

Amauri Betini Bartoszeck*,

Flavio Kulevicz Bartoszeck **

* Fellow in Medical Education, Departamento de Fisiologia, Univ. Fed. Do Paraná; e-mail: bartoszek@ufpr.br, cx. Postal 2276, 80011-970 Curitiba, PR.

** Instituto de Neurociência e Educação, e-mail: flaviookb@yahoo.com.br

NEUROCIÊNCIA DOS SEIS PRIMEIROS ANOS- implicações educacionais.

RESUMO

São discutidos se os achados da neurociência e desenvolvimento biológico humano têm implicações para a educação infantil. São examinadas seis áreas: desenvolvimento pré-natal, períodos críticos e desenvolvimento do cérebro, desenvolvimento cognitivo, ambientes enriquecidos, estimulação sensorial e noções de como o cérebro aprende. As descobertas atuais da neurociência do desenvolvimento biológico parecem ter poucas implicações imediatas para a prática educativa. Investigação futura poderá trazer maiores implicações para a educação.

PALAVRAS-CHAVE: neurociência, desenvolvimento biológico humano, educação infantil

ABSTRACT.

A discussion is carried out whether findings in neuroscience and human development have implications for early childhood education of the first 6 years. Findings from seven areas are considered: prenatal development, cognitive development, basic neuroanatomy, enriched environments, sense stimuli, and an introduction to how the brain learns. Current research into human development neuroscience appear to have few immediate implications for education practice. Future research in development neuroscience may have more implications for education.

Key-words: neuroscience, human development, early childhood education

INTRODUÇÃO.

A fusão dos achados da neurociência contemporânea com o estudo do desenvolvimento biológico humano, aumentou substancialmente nosso entendimento de como são fundamentais os 6 primeiros anos da vida da criança. Está começando a ser desvendado, a relação entre como o cérebro humano se desenvolve, os circuitos neuronais e os mecanismos biológicos que afetam a aprendizagem, o comportamento e a saúde do indivíduo ao longo de sua existência.

As descobertas atuais são o coroamento e reconhecimento da importância do diligente cuidado maternal, exercido de forma instintiva por séculos. Os pais sempre souberam de maneira intuitiva, que recém nascidos e crianças pequenas precisam de afeição e carinho. O que é fascinante sobre a nova compreensão do desenvolvimento do cérebro, é o que este órgão frágil e complexo, nos revela sobre como boa nutrição e cuidados com a saúde na fase pré-natal e nos primeiros anos, criam as fundações para as etapas posteriores (Papalia & Olds, 2000).

Naturalmente o estímulo durante o desenvolvimento biológico pode ser de qualidade ou deletério. Por exemplo, no primeiro trimestre do desenvolvimento embrionário o feto é particularmente afetado por neurotoxinas como fumo, chumbo, alumínio e mercúrio. Já a estimulação proveniente de um lar violento, afetado pelo consumo descabido de bebidas alcoólicas, agressões e intimidações, gera seqüelas no desenvolvimento cerebral das crianças. A síndrome alcoólica fetal, entre outros danos, “queima” neurônios, e provoca déficits comportamentais e de função cognitiva. Por sua vez, a subnutrição da gestante gera crianças com cérebro menor.

Especificamente a carência de ferro na alimentação produz profundos efeitos nas funções motoras e cognitivas. O ion Fe^{++} indiretamente participa da síntese de neurotransmissores, mielinização das fibras nervosas e dos processos de codificação da memória no hipocampo (Moura, 1994, Nathanielsz, 1999).

O objetivo deste artigo é fazer uma revisão básica do sistema nervoso, um apanhado dos avanços na neurociência do desenvolvimento biológico humano, identificando pontos capitais de potencial interesse na prática educativa (MEC, 1994), prevenindo interpretações metafóricas de como a ciência do cérebro possa contribuir para a educação infantil.

INTERATIVIDADE E DESENVOLVIMENTO PRECOCE DA MENTE.

Por um longo período, os psicólogos que estudam desenvolvimento mental infantil, têm se debruçado em estudos sobre como a criança cresce e aprende. Observaram e testaram os comportamentos e habilidades de crianças em diferentes idades (Gopnik, et al.,1999). Mas, seus achados sobre o desenvolvimento precoce da mente e os possíveis desdobramentos a longo prazo, não despertaram a atenção do público em geral (Slater & Lewis, 2001; Astington et al., 1988; Astington, 1998;). Nos últimos 10 anos houve uma “explosão” de conhecimentos a respeito da neurociência do cérebro e o relacionamento entre os primeiros anos de aprendizagem, comportamento e saúde da criança que se transforma em adulto. No rol de descobertas inclui-se pesquisa básica, técnicas de neuroimageamento (análise do cérebro em atividade), e acima de tudo a integração destes conhecimentos pela transdisciplinaridade (Koizumi, 2001, Ramos, 2003).

Era amplamente aceito que a citoarquitetura do cérebro estava estabelecida no nascimento, em decorrência das características herdadas dos pais (Fig.1). Sabe-se nos dias atuais, que ocorre substancial parcela de desenvolvimento cerebral no período entre a concepção do novo ser e o primeiro ano de vida. Hoje, tem-se uma nova compreensão de como agem os estímulos sobre as experiências vivenciadas pela criança antes dos 3 anos, de maneira como influenciam a circuitaria das redes neuronais deste cérebro em crescimento.

COLOCAR AQUI FIG.1

Há uma intensa interação entre a estimulação precoce, via órgãos dos sentidos e a carga genética. Como consequência, produz-se um efeito decisivo no desenvolvimento

cerebral da criança, com impacto de longa duração na fase adulta. O desenvolvimento do cérebro humano é mais do que natureza (patrimônio genético) versus criação (vivências, meio ambiente, cultura), mas uma substancial ênfase na interação (Shonkoff & Phillips, 2000).

Porção considerável do desenvolvimento cerebral se dá na fase embrionária. No início do desenvolvimento, cerca de duas semanas após a concepção, forma-se o tubo neural o qual irá constituir o cérebro e a medula espinhal (Hepper, 2001). A maioria dos neurônios é produzido entre o 4º e 6º meses da gestação (Fig. 2).

COLOCAR AQUI FIGURA 2

Uma vez formados os neurônios são programados para migrar para certos sítios no cérebro onde exercerão sua função. Mutações nos genes que controlam a migração podem criar destinação incorreta destes, provocando distúrbios como epilepsia e retardo mental e suspeita-se dislexia (Kapczinski, et al., 2000, van Hout & Estienne, 2001). Uma migração maciça tem lugar quando o feto está com 4,5 meses. O feto a termo vem ao mundo com bilhões de neurônios e células de sustentação e manutenção a glia (Fields, 2004), os quais deverão formar quatrilhões de conexões para que o sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) e o sistema nervoso periférico funcionem efetivamente (Fig. 3).

COLOCAR AQUI FIGURA 3

Em resposta a estímulos ambientais, por exemplo língua (sabores), pele (toque), os neurônios localizados nas partes específicas do cérebro, formam ligações eletroquímicas- as sinapses- que permitem ao cérebro, reconhecer a codificação dos sinais oriundos dos receptores sensoriais (Costanzo, 2004). Há uma intensa produção de sinapses e vias neurais na vida uterina e 1º ano de vida da criança, com progressivo decréscimo até os 10 anos, embora para certas funções se estenda ao longo da vida (Conel, 1939). Ainda que haja múltiplas formações de circuitos, se observa um importante “podamento” de neurônios,

sinapses e mesmo vias neurais , que não são estimulados. Aquelas estruturas neurais que não são usadas ou são pouco eficientes são eliminadas. É como se houvesse um “suicídio” programado de neurônios, cujo mecanismo começa a ser desvendado. Este processo de racionalização do número dos componentes da rede neuronal, é como se fossem esculpidos pela evolução na expectativa de estímulos ambientais naturais e para a emergência de reconhecimento de novos padrões. O reconhecimento de faces, animais, vegetais , parece ser filogenético, isto é, um conhecimento inato que partilhamos com os outros animais (Cosmides & Tooby, 1997). Na eliminação do tecido nervoso, leva-se em conta a “economia” cerebral, pois este é uma entidade metabolicamente voraz (consumo comparativamente elevado de oxigênio e glicose, 10% quando o cérebro está em repouso, 50% durante atividade mental). A tabela 1 expõe como a estimulação sensorial afeta a estrutura e função do cérebro, nos primeiros anos da existência da criança.

COLOCAR AQUI TABELA 1

PRODUÇÃO DE SINAPSES E EDUCAÇÃO INFANTIL

Muitos educadores citam pesquisa científica sobre o desenvolvimento do cérebro para advogar práticas educacionais o mais precoce possível (Caine & Caine,1990; Rice et al.,1996; Ramos, 2002). Alegam que as crianças devem começar a estudar uma segunda língua, aritmética, música clássica o quanto antes para não ficarem defasados. Contudo, a comunidade científica salienta que não se sabe o suficiente sobre desenvolvimento cerebral para relacionar diretamente com instrução e educação (Bruer, 1998; 1999, 2002). O processo de proliferação sináptica é diferente nas diversas áreas do cérebro e diferentes tipos de neurônios mesmo na mesma região cerebral perdem e formam novas sinapses à taxas diferentes. Por exemplo, no córtex frontal humano, área responsável pelo planejamento, integração da informação e tomada de decisão, a formação de sinapses continua ao longo da adolescência, só se estabilizando em torno dos 18-21 anos (Goldman-Rakic, 1987; Huttenlocker, 1990; Rakic, 1995)

PERÍODOS CRÍTICOS E DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO.

Os estudos seminais de Hubel & Wiesel, 1965 com gatinhos e posteriormente primatas (Hubel & Wiesel, 1998) vendados temporariamente em um olho em período crucial do desenvolvimento, nunca recuperavam totalmente a visão daquele olho, mesmo removida a venda. O gatinho não desenvolvia visão binocular. Crianças nascidas com catarata congênita e estrabismo após cirurgia de retirada da película que cobria os olhos e nos músculos que controlam o movimento do globo ocular, só apresentariam visão normal se não fosse negligenciado este procedimento. Conclui-se comparativa e erroneamente que, o córtex do cérebro da criança ligado ao nervo óptico, precisaria de estimulação visual para perceber o que os olhos viam. Embora a retirada da película não levasse a visão normal, deveria haver um “período crítico”, quando o estímulo luminoso atuando sobre os olhos, induzisse a formação da circuitaria direcionada ao córtex visual, tornando-o funcional (Fig. 4).

COLOCAR AQUI FIGURA 4.

Esta descoberta pioneira relatada acima estabeleceu critérios e conceitos para novas investigações:

- as vias neurais de aferência sensorial desempenham papel crucial no desenvolvimento do cérebro nos primeiros anos de vida da criança;
- há um período “crítico ou sensível” bastante regular para a ativação das vias neurais sensoriais, a fim de estimular a formação de circuitos neurais nas partes específicas do córtex;
- quando a estimulação visual não está disponível no “período crítico” o déficit ocorre no desenvolvimento regular da área do córtex visual não sendo passível de correção em estágios posteriores.

Períodos críticos (grau de plasticidade cerebral) são estágios de desenvolvimento para funções específicas do cérebro. São tipo “janelas de oportunidade” nos primórdios da vida, quando o cérebro da criança está particularmente susceptível às entradas de estimulação

sensorial, para o amadurecimento de sistemas neurais mais desenvolvidos. Cores, movimento, sons e afetividade são estímulos sensoriais básicos na primeira infância (1 aos 3 anos).

As conseqüências da privação visual nos primeiros anos são sempre mencionadas como provas de importância capital da estimulação visual para a educação infantil. Todavia, estudos posteriores sugeriram que algum grau de recuperação é possível, dependendo da extensão do período e das circunstâncias do fato (Chow & Stewart, 1972; Mitchel, 1989). A maioria dos neurocientista atualmente acreditam que os “períodos críticos” não são tão rígidos e inflexíveis. Interpretam como períodos “sensíveis” pelo que passa o cérebro na sua capacidade de ser alterado e moldado pelas experiências ao longo da vida. Estímulos como manipulação de objetos, e sons como o da fala humana, estão disponíveis em quase todos meio ambientes. É desconhecido se existem períodos críticos para o conhecimento transmitido culturalmente, como aqueles responsáveis pela leitura e aprendizado da aritmética.

DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DA CRIANÇA PRÉ-ESCOLAR

Os bebês nascem com a capacidade sensorial básica que se desenvolve durante a infância. Já nos primeiros dias aprendem a reconhecer o rosto de suas mães (Field, et al., 1984). Prestam atenção mais tempo para a voz da mãe do que a de estranhos, e há indicações de que reconhecem a voz da mãe já ao nascer, por se habituarem a este som ainda na fase uterina (DeCasper & Fifer, 1980). A compreensão das emoções, desejos e o que os outros acreditam, desempenha importante papel na interação social. Muito precocemente os recém nascidos distinguem as expressões faciais básicas de alegria, tristeza e raiva . Em torno dos 18 meses de vida os bebês sabem os princípios elementares de que as outras pessoas podem ter diferentes “pontos de vista”, desejos e emoções do que eles mesmos (Rapacholi & Gopnik, 1997). Ainda nesta faixa de idade as crianças se divertem com atividades do “fazer de conta”. Isto demanda saber o que é real e o que não é, um dos primeiros passos para a criatividade.

Ao redor dos 3 anos de idade começam a falar o que pensam (acham), por exemplo eu acho que o doce está no armário! Somente aos 4-5 anos de idade as crianças começam a perceber que, o que elas “acham” é diferente do que as outras pessoas pensam , como se propõem na teoria da mente (Meltzoff, 1999; Jou & Sperb, 1999; Meltzoff & Decety, 2003).

Para se beneficiar da educação formal as crianças devem ter uma apreensão, ainda que rudimentar, de como se aprende. Ter ciência do que não sabe, é pré-requisito para que a instrução sistemática que a criança recebe na escola seja bem sucedida. Pelos 5 anos de idade, com um bom grau de amadurecimento dos circuitos neuronais e aperfeiçoamento das conexões e atividades de regiões do córtex, capacita as crianças a receberem a instrução pré-escolar.

COMPONENTES FUNDAMENTAIS DO CÉREBRO.

O cérebro é um conjunto de sistemas integrados composto de redes neurais. Os vários sistemas agem juntos no desempenho de funções específicas, tais como as sensoriais, por exemplo, visão, audição, tato ou funções tão complexas como emoção e pensamento. As diferentes áreas são:

- * o córtex é uma área extremamente complexa formada de 6 camadas de neurônios, responsável pelos sistemas de cognição, planejamento e linguagem;
- * a área do sistema límbico é responsável por aspectos da emoção, incluindo a manifestação do apego infantil;
- * a área do mesencéfalo interage com o tronco cerebral nos estados motivacionais do alerta, controle do apetite e do sono;
- * o tronco cerebral é responsável pela regulação da temperatura corporal, frequência cardíaca e pressão sanguínea (Fig. 5).

COLOCAR AQUI FIGURA 5.

A constatação de que a maior parte da estrutura básica e funcionamento do cérebro se estabelece no começo da infância, desencadeou uma série de questionamentos sobre como a

emoção e padrões de resposta aos estímulos externos ou ao estresse se desenvolvem (Joseph, 1999). Parece que uma vez que os sistemas de regulação, por exemplo o emocional se organiza nos primórdios da vida, é difícil modificá-los mais tarde.

O tronco cerebral completa seu desenvolvimento já no feto a termo, ao passo que outras estruturas continuam sendo passíveis de plasticidade neuronal durante toda vida (Fisher & Rose, 1998).

COGNIÇÃO E PERÍODOS CRÍTICOS

A neurociência cognitiva, sugere o que parece ser “períodos críticos “ do desenvolvimento da criança. A tabela 2 representa série temporal de resposta do cérebro a determinadas vivências. Estimulação sensorial positiva, como carinho da mãe, fortalece e aumenta a longevidade sináptica. Esta condição, presume-se, reflete no desenvolvimento cognitivo acelerado, emoções equilibradas, apego e capacidade de responder positivamente a novas experiências. Na negligência extremada quando a criança é privada de qualquer afeto e atenção da mãe, reduzem-se as chances da criança vir a ter bom desempenho na escola, e na futura vida afetiva. Contudo, intervenção precoce eficiente reverte o quadro. A maioria destas habilidades como observado na tabela 2 se extinguem ou ficam esmaecidas em torno dos 6 anos, como argumentam os arautos da prevenção de perda de sinapses. No entanto, não há estudos que comprovem esta afirmativa.

COLOCAR AQUI TABELA 2

AMBIENTES ENRIQUECIDOS

A investigação neurobiológica tendo ratos como sujeito do experimento é sempre invocada para salientar a importância de ambientes “enriquecidos” . Estudos mais antigos mostraram que ratos de laboratório criados em “ambientes enriquecidos” (roda gigante, escadas, túneis de plástico, outros ratos para brincar) desenvolviam até 25% mais sinapses nas áreas do cérebro relacionadas a percepção sensorial especialmente na área visual. Em contrapartida, os ratos criados em gaiolas solitárias, “empobrecidas” sem outros ratos e brinquedos, além do

déficit no número de sinapses, mostravam baixo desempenho em tarefas de aprendizagem no labirinto (Renner & Rosenzweig, 1987). Estudos posteriores mostraram que mesmo o cérebro de ratos adultos formavam novas sinapses em resposta a brinquedos e experiências inovadoras. Na realidade, os ambientes de laboratório descritos acima, eram muito semelhantes àqueles naturais do rato. O mais correto seria dizer que um ambiente mais “normal” proporciona a formação de mais sinapses do que um ambiente com carência. A pesquisa não indica que os pais “e escolas devam prover mais “experiências enriquecedoras “ do que aquelas já disponíveis no cotidiano da criança. Contudo, ambientes extremamente carentes como o caso dos bebês romenos negligenciados e criados em orfanatos, sem nenhuma estimulação sensorial ou contacto social, geraram retardo nas habilidades de andar, falar e distúrbios emocionais e cognitivo (O`Connor et al., 1999). Em suma, a habilidade de gerar novas sinapses em resposta a experiências prazerosas parece persistir até a idade adulta (Pantev et al., 1998).

ESTIMULAÇÃO SENSORIAL PRIMORDIAL E A REGULAÇÃO DAS FUNÇÕES CORPORAIS.

A habilidade do cérebro em reagir aos estímulos estressantes é fortemente influenciado a partir de seu desenvolvimento nos primeiros anos. Em contrapartida, a habilidade de resposta aos estímulos influencia a qualidade do raciocínio e a regulação das funções corporais. A qualidade da estimulação sensorial no início da vida da criança ajuda a esculpir os circuitos neuroendócrinos & neuroimunes do cérebro. A relação entre o complexo “psiconeuro-endoimune” fixada no começo da vida e maneiras de lidar com os acontecimentos, influenciam a aprendizagem e comportamento nos anos vindouros (Lekander, 2002). Cada indivíduo percebe e interpreta a informação do ambiente externo de forma particular. O sistema imune influencia as funções cerebrais refletindo-se sobre manifestações do comportamento, como medo, raiva, amor e riso. Estudos feitos com animais e observação de crianças em situação de laboratório, desde os primeiros anos, mostram que os cuidados

maternais engatilham programas que induzem o eixo hipotálamo-hipófise-adrenais, a responder de maneira equilibrada a situações estressantes ao longo do ciclo vital (Ledoux, 1996, Johnston, 1999).

COMO O CÉREBRO APRENDE ?

Uma das coisas mais fascinantes para a criança é perceber que está sempre aprendendo. A importância de desenvolver o conceito de “aprendizagem” implica a criança ficar ciente de como o cérebro recebe continuamente informações, por meio dos órgãos sensoriais. Para crianças do “Jardim de Infância” (educação infantil, I, II, III) é importante que comecem a entender como aprendem sem se darem conta exatamente como isto acontece (MEC, 1994). É importante salientar para o educador que a informação nova se “ancora” naquela já existente em algum lugar do cérebro da criança.

DISCUSSÃO.

Desde os anos 90 surgiram vozes dissonantes com relação a que os achados na área de desenvolvimento biológico humano, como divulgados pela mídia, e educadores mais afoitos, tivessem substanciais implicações particularmente para a educação infantil como documentado por Bruer,1998, 1999, 2002).

Embora com menor publicidade, os achados sobre desenvolvimento biológico pré-natal parecem ter significava implicação educacional. Nas áreas mais carentes as crianças correm o risco de nascerem menos preparadas para enfrentar o processo de aprendizagem nas escolas. Prende-se o fato à doenças maternas, má nutrição, e maior possibilidade de exposição às neurotoxinas durante a gravidez.

Os resultados das descobertas sobre a gênese da sinapse e sua perda nos primeiros três anos de vida da criança, gerou desmedida ansiedade em pais e educadores mais esclarecidos. Para a mídia parecia um contra-senso, bebês produzindo um imensidão de sinapses e que muitas se perderiam por falta de uso. O conhecimento contemporâneo de neurociência indica que o fenômeno da perda das sinapses está ligado ao conceito de “expectativa de experiência”, e

que em geral os bebês estão normalmente expostos a uma plêiade de experiências sensoriais que garante a retenção das sinapses fundamentais ao longo da vida.

Muitos educadores da fase infantil ficaram particularmente atraídos pela expressão “períodos críticos ou sensíveis” que se adequava perfeitamente ao conceito, de que os primeiros anos são críticos para o desenvolvimento posterior. Embora, tivessem razão com relação a pequena parcela de crianças oriundas de zonas carentes e encaminhadas à creches e escolas de educação infantil com programas especiais. Convém frisar, que os estudos de privação visual desenvolvidos por Weisel & Hubel com gatinhos foram de ordem completamente diferentes daqueles vivenciados pelas crianças da pré-escola, ainda que oriundas de áreas socialmente carentes.

Houve um exagero em relacionar “ambientes complexos” ou “enriquecidos” a que eram submetidos os ratos em gaiolas de laboratório, com graus de privação de seus ambientes naturais com os avanços no conhecimento das crianças. A comparação seria de crianças excepcionalmente criadas em ambientes carentes, como internatos extremamente pobres em estado de guerra. Houve confusão entre experiências de aprendizagem mais complexas com multiplicidade de atividades simultâneas a guisa de “cápsulas de conhecimento” instantâneo. Em suma, guardadas as proporções, a pesquisa atual em neurociência do desenvolvimento biológico humano, sugere que o cérebro está sempre se alterando e que habilidades não desenvolvidas ou quiçá perdidas, podem de certa forma se recuperar na idade adulta (Rocha & Rocha, 2000; Goswami, 2004).

CONCLUSÃO.

A compreensão sobre o funcionamento do cérebro está continuamente evoluindo. Assim, a interpretação das implicações dos achados da pesquisa do cérebro para o ensino e aprendizagem, particularmente para a educação infantil e outros níveis, progride da mesma forma.

A pesquisa sobre o cérebro não pode receitar como os educadores devem ensinar. Os

educadores não devem abandonar seus próprios “insights” de como ensinar baseado em suas experiências e estudos, complementando com os avanços que estão emergindo da pesquisa sobre o funcionamento do cérebro.

REFERÊNCIAS:

Astington, J. W. 1998. Theory of mind goes to school. *Educational Leadership*, 56(3):46-48.

Astington, J. W., Harris, P. L., Olson, D. R. 1988. *Developing theories of mind*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Brain Basics-the life and death of a neuron. 2000. Bethesda, MD: National Institute of Neurological Disorders and Stroke.

Bruer, J. T. 1998. Brain science, brain fiction. *Educational Leadership*, 56(3):14-18.

Bruer, J. T. 1999. *The myth of the first three years-a new understanding of early brain development and lifelong learning*. New York: The Free Press.

Bruer, J. T. 2002. Avoiding the pediatrician’s error: how neuroscientist can help educators (and themselves). *Nature Neuroscience (supplement)*, 5:1031-1033.

Caine, R. N., Caine, G. 1990. Understanding a brain-based approach to learning and teaching. *Educational Leadership*, 48(1):66-70.

Chow, K. L., Stewart, D. L. 1972. Reversal of structural and functional effects of long-term visual deprivation in cats. *Experimental Neurol.*, 34:409-433.

Conel, J. L. 1939-1963. *The postnatal development of the human cerebral cortex.*, 8 volumes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Cosmides, L., Tooby, J. 1997. The modular nature of human intelligence. Pp. 71-101. In: Scheibel, A. B. & Schopf, J. W. (eds). *The origin and evolution of intelligence*. Sudbury, MA : Jones and Bartlett.

Costanzo, L. S. 2004. *Fisiologia*. Pp.59-104. Rio de Janeiro: Elsevier Editora.

DeCasper, A. J., Fifer., W. P. 1980. Of human bonding: newborns prefer their mother’s

voice. *Science*, 208: 1174-1176.

Doherty, G. 1997. Zero to six: the basis for school readiness. Applied Research Branch R.-97-8E, Ottawa, Canada: Human Resources Development

Eliot, L. 1999. What's going on in there-how brain and mind develop in the first five years of life. New York: Bantam Books

Field, T. M., Cohen, D., Garcia, D., Greenberg, R. 1994. Mother-stranger face discrimination by the newborn infant behavior. *Development*, 7: 19-25.

Fields, R. D. 2004. A outra metade do cérebro. *Sci. American Brasil*, 24:46-53.

Fischer, K. W., Rose, S. P. 1998. Growth cycles of brain and mind. *Educational Leadership*, 56(3):56-60.

Goldman-Rakic, P. S. 1987. Development of cortical circuitry and cognitive function. *Child Develop.*, 58:601-622.

Goswami, U. 2004. Neuroscience and education. *British J. Educ. Psychology*, 74(1):1-14.

Gopnik, A., Meltzoff, A. N., Kuhl, P. K. 1999. The scientist in the crib-what early learning tell us about the mind. New York:Perennial-Harper Collins Pub.

Greenough, W. T., Black, J. E., Wallace, C. S. 1997. Experience and brain development. *Child Develop.*, 58:539-559.

Hepper, P. G. 2001. Prenatal development. Pp. 39-60. In Slater, A. & Lewis, M. (eds.) . *Introduction to infant development*. Oxford: Oxford University Press.

Hubel, D. H., Wiesel, T. N. 1965. Extent of recovery from the effects of visual deprivation in kittens. *J. Neurophysiology*, 28:1060-1072.

Hubel, D. H., Wiesel, T. N. 1998. Early exploration of the visual cortex. *Neuron*, 20:401-412

Huttenlocher, P. 1990. Morphometric studies of human cerebral cortex development. *Neuropsychologia*, 28(6):517-527.

- Johnston, V.S. 1999. Why we feel-the science of human emotions. Cambridge, MA : Perseus Publishing.
- Joseph, R. 1999. Environmental influences on neural plasticity, the limbic system, emotional development and attachment. *Child Psychiatry Hum. Develop*, 29:187-203.
- Jou, G. I., Sperb, T. M. 1999. Teoria da mente: diferentes abordagens. *Psicol. Reflex. Crit.*, 12(2): 287-306.
- Kapczinski, F., Quevedo, J., Izquierdo, I. 2000. Bases biológicas dos transtornos psiquiátricos. Porto Alegre: ArtMed. Editora.
- Koizumi, H. 2001. Trans-disciplinarity. *Neuroendocrinol. Letters*, 22:219-221.
- LeDoux, J. 1996. The emotional Brain-the mysterious underpinnings of emotional life. New York: Simon & Schuster
- Lekander, M. 2002. Ecological immunology-the role of the immune system in psychology and neuroscience. *European Psychologist*, 7(2):98-115.
- Mec. 1994. Educação infantil no Brasil: situação atual. Brasília: MEC/SEF/DPE/COEDI
- Meltzoff, A. N. 1999. Origins of the theory of mind, cognition and communication. *J. Commun. Disord.*,23:251-269.
- Meltzoff, A. N., Decety, J. 2003. What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*:358:491-500.
- Mitchel, D. E. 1989. Normal and abnormal visual development in kittens: insights into the mechanisms that underlie visual perceptual development in human. *Canadian J. Psychology*, 43(2):141-146.
- Moura, E. 1994. Biologia educacional-noções de Biologia aplicadas à Educação. São Paulo: Editora Moderna
- Nathanielsz, P. W. 1999. Life in the womb: the origin of health and disease. Ithaca, New York: Promethean Press.

- O'Connor, T.G., Bredenkamp, D., Rutter, M. 1999. Attachment disturbances and disorders in children exposed to early severe deprivation. *Infant Mental Health J.*, 20(10):1029.
- Pantev, C., Oostenveld, R. 1998. Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392:811-814.
- Papalia, D. E., Olds, S. W. 2000. *Desenvolvimento humano*. Porto Alegre: ArtMed Editora.
- Rakic, P. 1995. A small step for the cell-a giant leap for mankind: a hypothesis of neocortical expansion during evolution. *Trends in Neuroscience*, 18:383-388.
- Ramos, C. 2002. *O despertar do gênio-aprendendo com o cérebro inteiro*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.
- Ramos, M. N. 2003. Interdisciplinaridade: desafios de ensino e aprendizagem. *Rev. Ensino Médio*, 1(1):8.
- Renner, M. J., Rosenzweig, M. R. 1987. *Enriched and impoverished environments. Effects on brain and behavior*. New York: Springer-Verlag
- Repacholi, B. M., Gopnik, A. 1997. Early reasoning about desires: evidence from 14-18-months-olds. *Develop. Psychology*, 28:406-413.
- Restak, R. M. 1994. *Receptors*. New York: Bantam Books.
- Rice, S., Rice, K. Lovell, L. 1996. Enriched environments, cortical plasticity and implications for systematic design of instruction. *Educ. Technology*, 36(2):41-46.
- Rocha, A. F. da, Rocha, M. T. 2000. *O cérebro na escola*. Jundiaí, SP: EINA.
- Slater, A., Lewis, M. 2001. (Eds.) *Introduction to infant development*. Oxford: Oxford University Press.

Shonkoff, J. P., Phillips, D. A. 2000. (Eds.). National Research Council & Institute of Medicine. From neurons to neighborhoods: the science of early childhood development. Washington, DC: National Academy Press.

Shore, R. 1997. Repensando o cérebro-novas visões sobre o desenvolvimento inicial do cérebro. Porto Alegre: Ed. Mercado Aberto.

Van Hout, A., Estienne, F. 2001. Dislexias-descrição, avaliação, explicação, tratamento. 2^a. ed., Porto Alegre: ArtMed Editora.

FIGURAS & TABELAS:

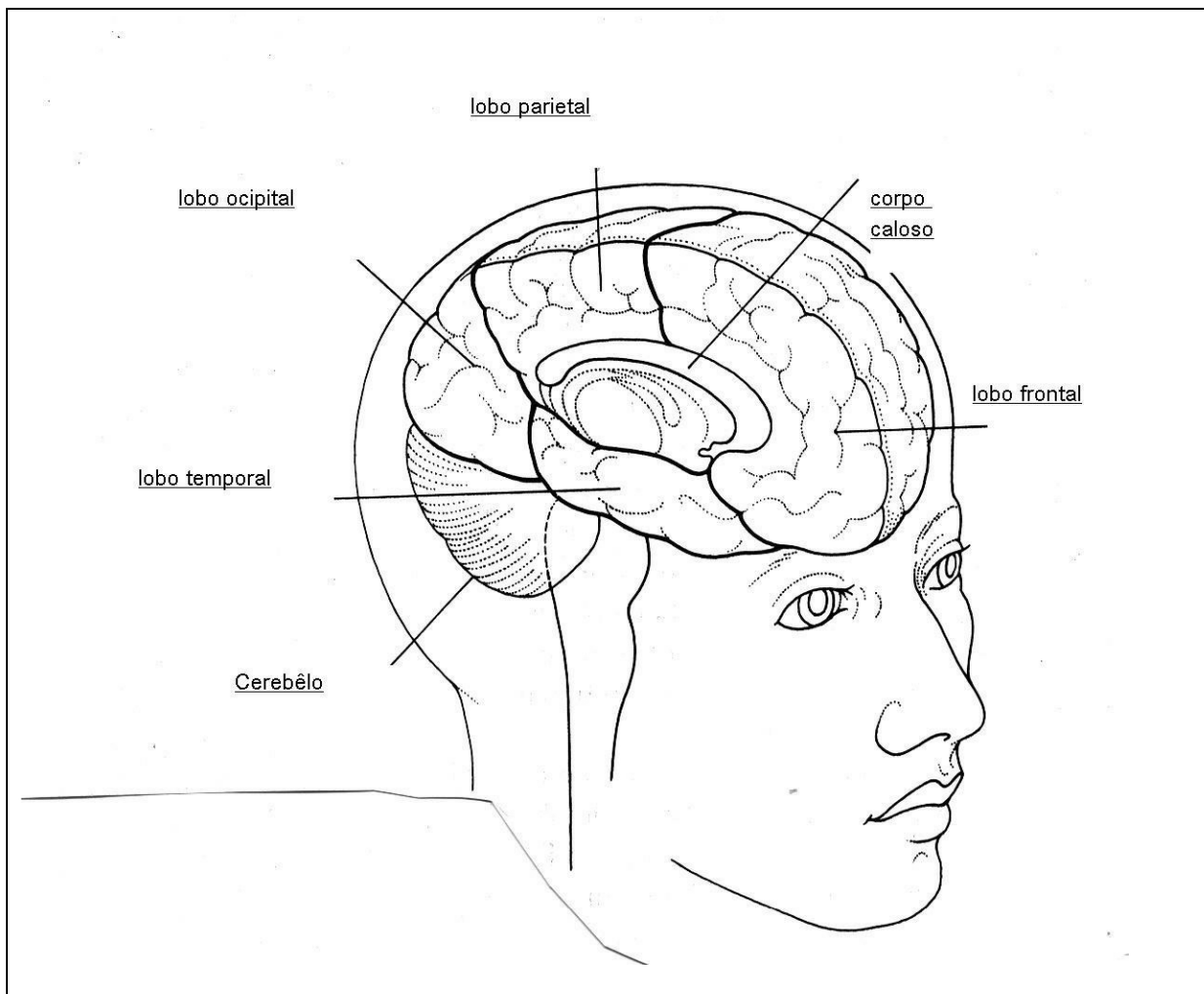


FIGURA 1. Ilustração esquemática dos hemisférios cerebrais ligados pelo corpo caloso. A visão é processada pelo lobo occipital, sendo a audição, aspectos de memória e o “eu” processados pelos lobos temporais. Os lobos parietais abrigam o córtex sensorial e motor. O cerebello controla os movimentos. O lobos frontais (área pré-frontal) estão envolvidos com antecipação, planejamento, pensamento ético e religioso (adaptado de Restak, 1994).

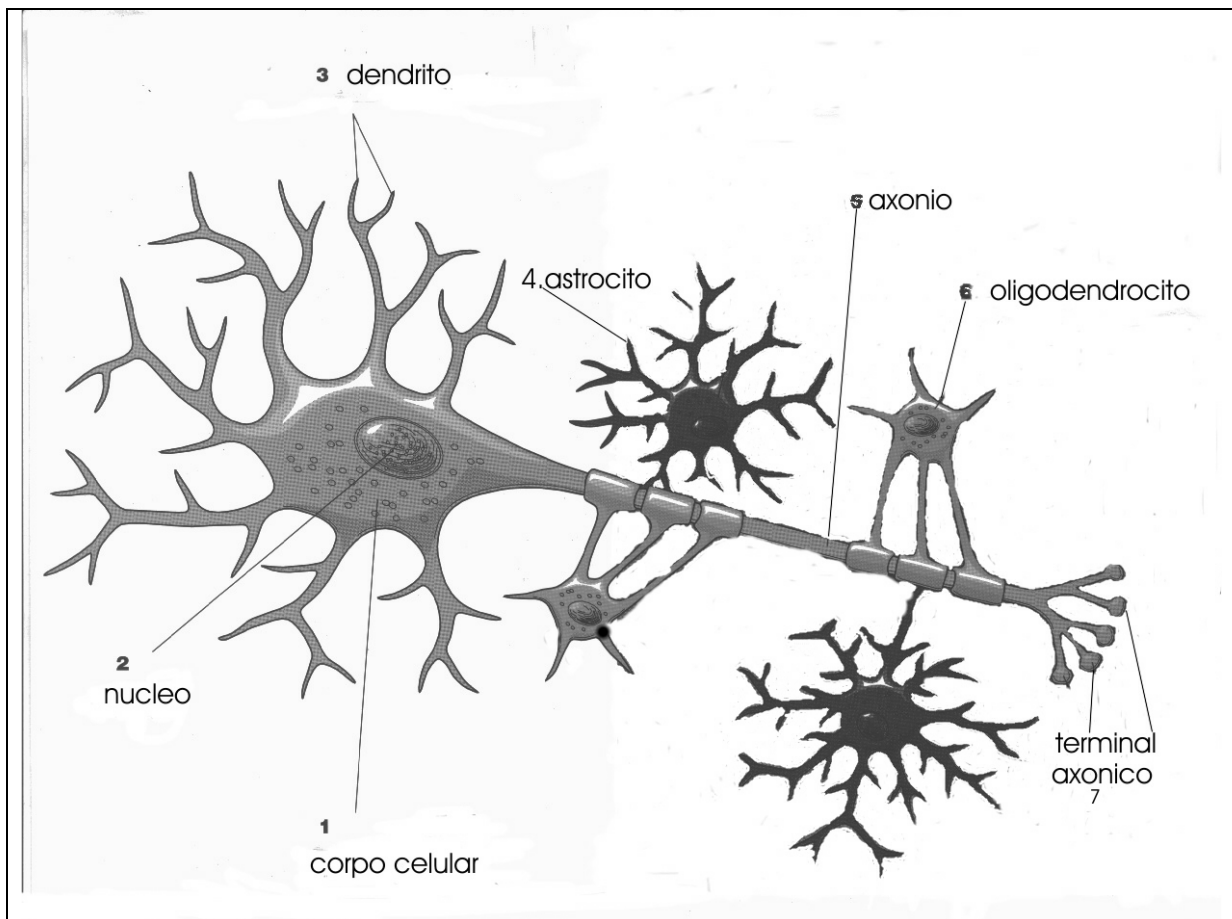


FIGURA 2 . O sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) é composto de dois tipos básicos de células: o neurônio (1) e a glia que dá suporte estrutural e fisiológico, como o astrócito (4) e o oligodendrócito (6). O neurônio é composto de corpo celular (1), núcleo (2) e dendritos (3), por onde entra a informação e o axônio (5) e terminais (7) de onde esta sai a informação eletroquímica (adaptado de Brain Basics, 2002).

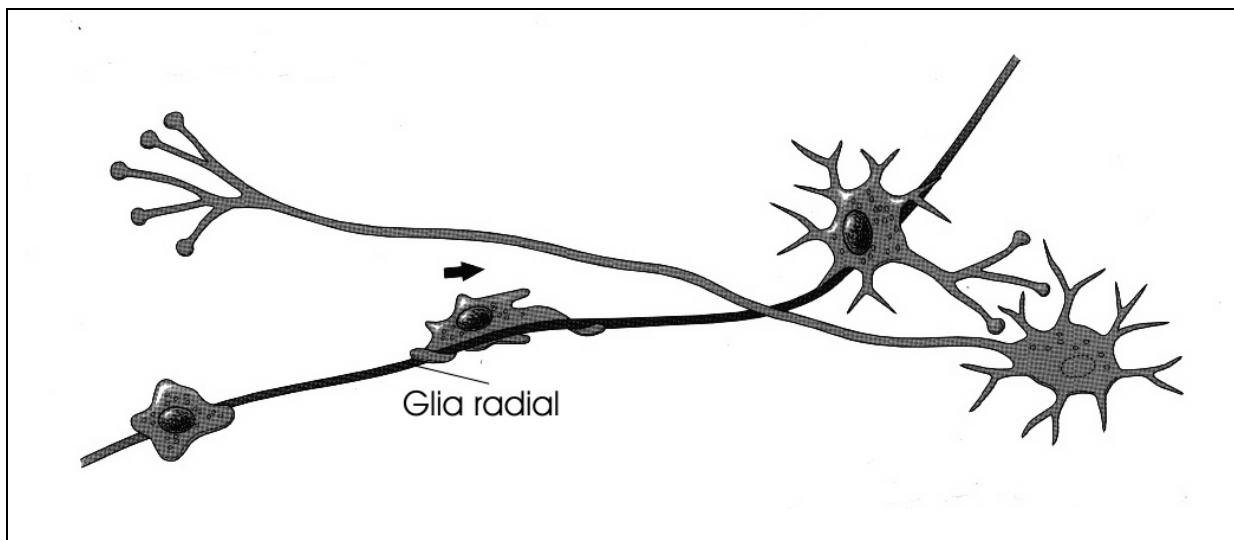


FIGURA 3. Alguns neurônios migram até sua posição definitiva como se “deslizassem” sobre um “cabo” de orientação (glia radial). Outros são guiados por sinais químicos emitidos por moléculas de adesão, localizadas na membrana de neurônios ou glia (adaptado de Brain Basics, 2002).

Tabela 1. Re-pensando o cérebro. Novas perspectivas relacionando investigação em neuro-desenvolvimento e vivências do cotidiano.

Posição antiga	Posição moderna
Como o cérebro se desenvolve depende dos genes (carga genética).	Como o cérebro se desenvolve depende de complexa interação dos genes com as experiências de vida.
As vivências antes dos 3 anos pouco afetam o desenvolvimento posterior	As vivências prévias exercem impacto decisivo na citoarquitetura do cérebro e na natureza das capacidades do adulto.
O desenvolvimento do cérebro é linear, a capacidade do cérebro de mudar e aprender, cresce paralelo a progressão da criança a fase adulta	O desenvolvimento do cérebro não é linear, há períodos críticos para a aquisição de conhecimentos e aprimoramento das habilidades

Adaptado de Shore, 1997.

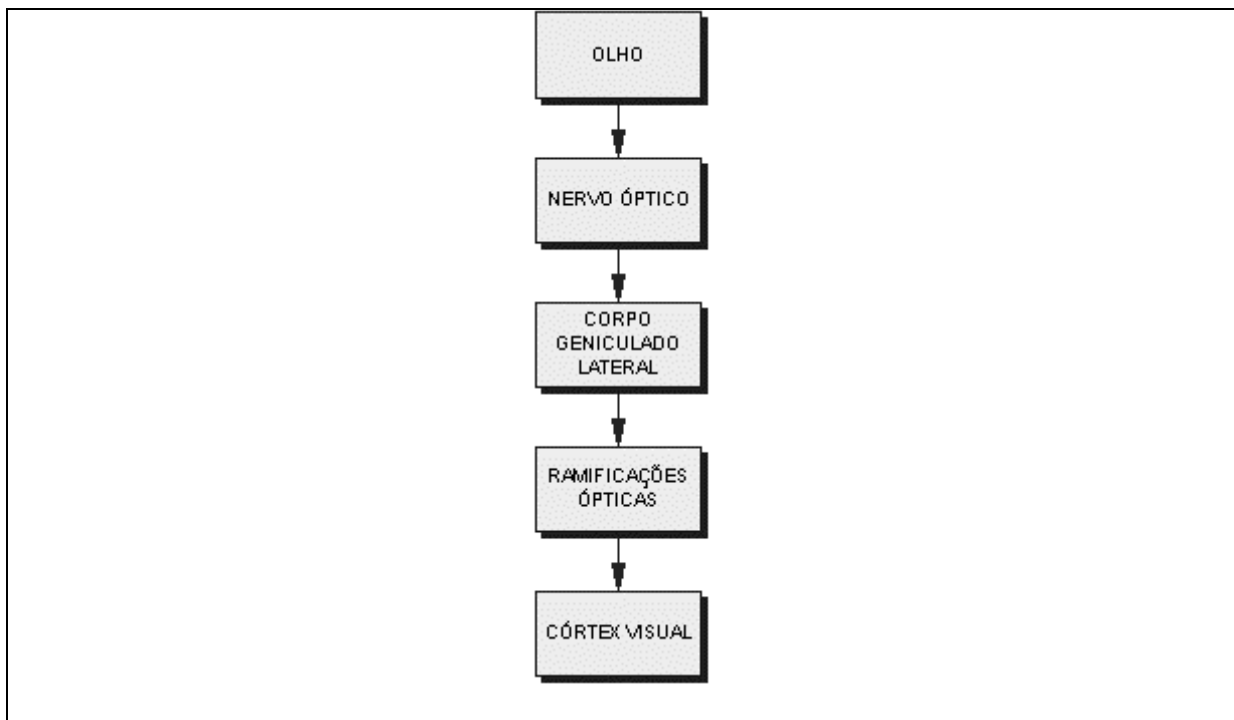


FIGURA 4. Fluxograma básico da transmissão da imagem formada na retina, passando por “estações “ intermediárias até alcançar o córtex visual.

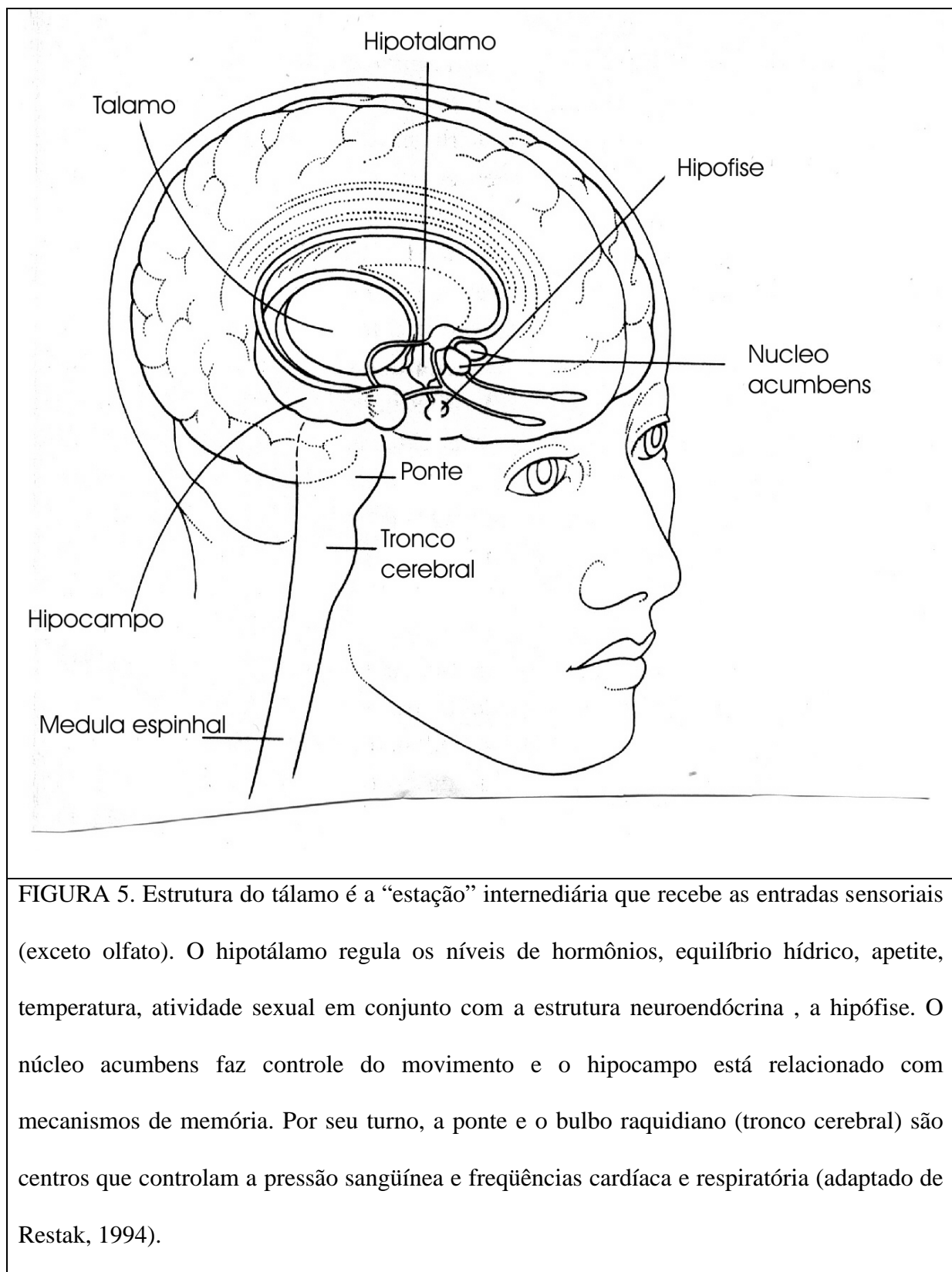


Tabela 2. Tempo de aprender. Períodos “críticos” mais propícios ao desenvolvimento de habilidades.

Funções	Faixa ótima de desenvolvimento
Visão	0-6 anos
Controle emocional	9 meses-6anos
Formas comuns de reação	6 meses-6 anos
Símbolos	18 meses-6anos
Língua	9 meses-8 anos
Habilidades sociais	4 anos-8 anos
Quantidades relativas	5 anos-8 anos
Música	4 anos-11 anos
Segundo idioma	18 meses-11anos

Reformulado de Doherty, 1997.