

CONTRIBUIÇÕES DA NEUROIMAGEM PARA O DIAGNÓSTICO DE DISLEXIA DO DESENVOLVIMENTO

Marina Lotufo Esvael Rodrigues; Sylvia Maria Ciasca

RESUMO – A eficácia da neuroimagem como comprovação do diagnóstico de dislexia é indiscutível. Mesmo não havendo tratamento medicamentoso ou de qualquer outra espécie, as providências que possam ser tomadas na vida escolar e no dia-a-dia do paciente são imprescindíveis, podendo mudar sua vida positivamente. O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise de artigos que relacionam neuroimagem e dislexia, apresentando, ainda, como objetivos específicos, determinar a quantidade de artigos publicados nos últimos cinco anos em revistas indexadas, relacionados com o tema citado anteriormente; estabelecer o que esses achados contribuíram para o estudo desse distúrbio e quais bases foram os suportes para os artigos mencionados. Foi realizada revisão bibliográfica nas bases PubMed e SciELO, entre janeiro de 2008 e agosto de 2013. Os artigos analisados demonstram exames de imagem possibilitaram o início de pesquisas e o conhecimento mais a fundo das diferenças anatômicas e funcionais do sistema nervoso central dos portadores de dislexia do desenvolvimento quando comparados a indivíduos que não apresentam tal condição.

UNITERMOS: Técnicas de diagnóstico neurológico. Dislexia. Transtornos de aprendizagem/diagnóstico.

Marina Lotufo Esvael Rodrigues – Acadêmica de Medicina na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.

Sylvia Maria Ciasca – Neuropsicóloga. Livre Docente em Neurologia Infantil – Faculdade de Ciências Médicas/UNICAMP, Psicóloga pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, mestrado em Psicologia (Neurociências e Comportamento) pela Universidade de São Paulo, doutorado em Neurociências pela Universidade Estadual de Campinas e livre-docência em Neurologia Infantil, Proessora associada da Universidade Estadual de Campinas, coordenadora do Laboratório de Distúrbios e Dificuldades da Aprendizagem e Transtornos da Atenção – DISAPRE, da Faculdade de Ciências Médicas/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

Correspondência

Sylvia Maria Ciasca

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

Cidade Universitária – Barão Geraldo – Campinas, SP, Brasil – CEP 13083-900

E-mail: sciasca@mpc.com.br

INTRODUÇÃO

A dislexia é uma disfunção de incidência significativa e que vem despertando forte interesse de especialistas e pesquisadores. Recursos tecnológicos, como a técnica da neuroimagem, confirmam o diagnóstico e permitem intervenção no processo de aprendizagem. Diante disso, esta pesquisa apresenta uma relevância bastante significativa, uma vez que permite o resgate do que já foi publicado sobre a relação da neuroimagem e o diagnóstico da dislexia, de forma a relacionar resultados de pesquisas anteriores, bem como expor e discutir elementos importantes para a realização de um diagnóstico preciso, que possibilite o desenvolvimento de uma didática escolar mais específica, direcionada e de maior eficiência. Tal diagnóstico permite, ainda, melhoria nos distúrbios sociocomportamentais do indivíduo, ou seja, na sua qualidade de vida em sociedade, podendo melhorar inclusive sua autoestima. Logo, este trabalho é de importância considerável, uma vez que será suporte de informações relevantes sobre a dislexia e sua detecção.

Diante dessas informações, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise de artigos que relacionam neuroimagem e dislexia, apresentando, ainda, como objetivos específicos, determinar a quantidade de artigos publicados nos últimos cinco anos em revistas indexadas, relacionados com o tema citado anteriormente; estabelecer o que esses achados contribuíram para o estudo desse distúrbio e quais bases foram os suportes para os artigos mencionados.

A eficácia da neuroimagem como comprovação do diagnóstico de dislexia é indiscutível. Mesmo não havendo tratamento medicamentoso ou de qualquer outra espécie, as providências que possam ser tomadas na vida escolar e no dia-a-dia do paciente são imprescindíveis, podendo mudar sua vida positivamente.

MÉTODO

Foi realizada revisão bibliográfica, observando todas as publicações disponíveis nas bases PubMed e SciELO, entre janeiro de 2008

e agosto de 2013, por se acreditar ser suficiente coletar informações mais recentes que envolvem essa tecnologia.

Os descritores utilizados foram *"dyslexia"*, *"dyslexia & neuroimaging"*, *"dyslexia & children"*, *"dyslexia & children & neuroimaging"*.

Foram considerados como critérios de inclusão na revisão: publicação nos idiomas português ou inglês, referir-se ao diagnóstico desse distúrbio e estar voltada à faixa etária entre 5 e 12 anos.

Quanto aos critérios de exclusão, foram considerados: publicação em outro idioma que não seja português ou inglês, não tratar do diagnóstico da dislexia do desenvolvimento, ser voltada aos adultos ou adolescentes e ser uma revisão bibliográfica.

A DYSLEXIA

Processos de aprendizagem da leitura e da escrita envolvem diversos circuitos do sistema nervoso. Essas funções, inseridas no contexto da linguagem, estão localizadas nos dois hemisférios cerebrais – particularmente no hemisfério esquerdo. São distribuídas, principalmente, em três sistemas:

- 1) sistema anterior – localizado nos giros frontais inferiores;
- 2) sistema dorsal temporoparietal – incluindo os giros angular, supramarginal e porções posteriores do giro temporal superior (GTS);
- 3) sistema ventral – incluindo as regiões posteriores do giro temporal médio e inferior e giros fusiforme (temporo-occipital), lingual e porção extraestriada do lobo occipital¹.

O sistema anterior parece ser o regente das questões fonológicas e semânticas, com ascendência sobre os demais sistemas, como mostra a teoria do *top-down*². O sistema ventral está relacionado a várias funções, destacando-se o rápido reconhecimento visual de palavras já conhecidas e a segmentação em sílabas e letras, num sentido de complexidade occipitotemporal³. O sistema dorsal também possui vital atividade

nos processos de leitura e escrita, principalmente na aquisição e na qualificação de novas palavras com circuitos léxico-semânticos¹.

A dislexia é uma incapacidade específica de aprendizagem, de origem neurobiológica. É caracterizada por dificuldades na correção e/ou fluência na leitura de palavras e por baixa competência leitora e ortográfica. Essas dificuldades resultam de um déficit fonológico inesperado, visto que as outras capacidades cognitivas e as condições educativas são preservadas.

Secundariamente podem surgir problemas de compreensão da leitura, experiência de leitura reduzida, que pode impedir o desenvolvimento do vocabulário e dos conhecimentos gerais, além de distúrbios comportamentais. Essa condição interfere nas aquisições acadêmicas e, em segundo plano, nas funções sociais e emocionais de seus portadores. Desse modo, torna-se interessante conhecer seus mecanismos neurobiológicos e pesquisar caminhos para lidar com tal disfunção.

A Federação Mundial de Neurologia (WFN) define dislexia como um transtorno da leitura na presença de inteligência média, instrução convencional e nível socioeconômico adequado, além de oportunidades acadêmicas⁴. Essas conceituações por exclusão foram amplamente criticadas, porque indicavam principalmente o que a dislexia não é e não forneciam critérios inclusivos, como apontado por Rutter⁵, o que levou à busca por novas e contemporâneas definições, que têm evoluído por meio de pesquisas. A Associação Internacional de Dislexia (IDA) chegou ao seguinte conceito:

“dificuldades com reconhecimento preciso e/ou fluente palavra e pela má ortografia e habilidades de decodificação. Essas dificuldades resultam tipicamente do déficit no componente fonológico da linguagem que é muitas vezes inesperado em relação a outras habilidades cognitivas e de prestação de ensino eficaz em sala de aula.”⁶

Pessoas com dislexia do desenvolvimento apresentam o problema de leitura, porém a com-

preensão dessa questão, ao decodificar as palavras, e as habilidades de fluência estão intactas.

Uma pessoa com dislexia geralmente tem problemas em três domínios: decodificação correta do léxico, compreensão do problema-chave e fonação correta do que foi lido. A distinção de qual domínio é afetado em maior ou menor parte é importante porque as correlações neuropsicológicas e neurobiológicas variam de acordo com a natureza do problema de leitura.

Nesse aspecto, a neuroimagem contribui não somente para um diagnóstico específico quanto aos domínios afetados, como também para uma estratégia específica, uma vez que cerca de um quinto dos indivíduos com dislexia consegue compensar suas dificuldades de aprendizagem subjacentes e desenvolver habilidades de leitura adequadas no momento em que atingem a idade adulta, sendo que os mecanismos pelos quais essa compensação ocorre permanecem, em grande parte, desconhecidos.

A dislexia é um distúrbio com uma base genética complexa e heterogênea. Quatro genes associados com ela, em particular, estão envolvidos no desenvolvimento do neocórtex cerebral, quer em termos de orientação axonal, quer relacionados à migração neuronal. Esses genes são expressos nas regiões corticais, que fazem parte da rede neuronal para a leitura. Especificamente, a atividade na região temporoparietal esquerda, correlacionada ao processamento fonológico (por exemplo, detecção de rima e segmentação) e leitura de palavras, é reduzida. Esse quadro é encontrado entre aproximadamente 5% e 17% das crianças que frequentam as primeiras séries escolares e persiste até a idade adulta. O gênero masculino é o mais afetado por essa condição; pesquisas recentes apontam uma proporção de cerca de 1,5:1^{7,8}.

ASPECTOS HISTÓRICOS DO DIAGNÓSTICO DA DISLEXIA

Avaliação das estruturas no interior do crânio

Mudanças na definição representam uma mudança fundamental na compreensão científica dos distúrbios da aprendizagem (DA), ocorrida

ao longo dos últimos 25 anos. O componente principal das descrições gerais de "distúrbios de leitura" é relacionado à decodificação de palavras isoladas, à fluência e à capacidade de ler palavras e textos automaticamente na ausência de uma palavra.

Em 1861, o neurologista francês Pierre Paul Broca realizou exames *post-mortem* em um paciente com antecedente de hemiplegia direita e disfunção motora da fala. Foram encontradas lesões na terceira circunvolução do giro frontal inferior esquerdo, o que o fez considerar essa a área motora da fala, fato comprovado posteriormente.

Carl Wernicke, em 1874, demonstrou a localização anatômica da compreensão da linguagem falada em dois pacientes com lesões situadas na porção posterior do giro temporal superior esquerdo, considerada área receptiva da linguagem falada. O próprio Wernicke sugeriu a possibilidade de uma conexão entre essas áreas, porém essa hipótese foi deixada em segundo plano até a década de 60 do século passado.

Em 1891, Joseph Jules Dejerine descreveu dois casos de alexia com ou sem agrafia, ou seja, o indivíduo era capaz ou de escrever e ler, ou de escrever e não de ler^{9,10}. A partir desse momento, a partir de tais contribuições, haveria uma localização anatômica para as disfunções da leitura e escrita.

Inicialmente foram os oftalmologistas os mais interessados nessa disfunção e descreveram-na como "cegueira para palavras". O oftalmologista inglês Hinshelwood^{11,12} descreveu uma família e cogitou haver um fator genético associado ao distúrbio, sendo este, então, um caso sem "cura", porém adaptativo. Assim, sugeriu métodos adequados de ensino e ressaltou a importância do reconhecimento da dificuldade. Morgan¹³, também oftalmologista, em 1916, descreveu o caso de um adolescente, relacionando a "cegueira para palavras" a uma disfunção da região parietal inferior esquerda com características clínicas semelhantes a um adulto aléxico.

Drake (citado por Caylak¹⁴), em 1968, encontrou várias alterações anatômicas por meio

de um estudo *post-mortem*, como ectopias neuronais na substância branca da região parietal inferior esquerda no cérebro de um adolescente disléxico falecido por hemorragia cerebral. Em 1968, Geschwind & Levitsky¹⁵ descreveram assimetrias na porção do giro temporal superior, posterior ao giro de Heschl, de maiores dimensões à esquerda, servindo ao substrato anatômico para a lateralização da linguagem nessa região.

Ainda no campo dos estudos *post-mortem*, a partir da década de 1980, Galaburda¹⁶ passou a estudar cérebros de disléxicos, encontrando e relacionando alterações macro e microscópicas com a disfunção para leitura e escrita, tais como: anomalias corticais, displasia e polimicrogiria nos giros da região perisilviana esquerda, e ainda perda da assimetria esperada dos planos temporais.

ERA DA NEUROIMAGEM ESTRUTURAL

A partir dos anos 1970 e 1980, foi possível acessar e avaliar *in vivo* o interior da caixa craniana com exames radiológicos. Inicialmente, o interesse foi direcionado às alterações anatômicas encontradas nos estudos *post-mortem* descritas até aquele momento. Em meio ao estabelecimento de conceitos e definições, a neuroimagem exerce um papel fundamental que é o de comprovar cientificamente quais regiões cerebrais são afetadas em disléxicos e como eles se adaptam a essa realidade, podendo prever ganhos futuros de leitura de longo prazo.

Para esse estudo, são utilizadas diversas técnicas como as que se seguem.

Tomografia Computadorizada (TC)

A TC foi a primeira técnica radiológica, desenvolvida a partir do princípio usado na técnica de raios-X (RX). Esse método obtém cortes axiais de 5 a 10 mm, nas quais as imagens obtidas fornecem a diferença de absorção de RX em cada tecido, em uma escala da cor cinza. Quanto mais denso, maior absorção.

Das vantagens ao se utilizar a TC, podemos destacar que a avaliação não é invasiva às estruturas encefálicas; sua realização dura poucos

minutos; atualmente há novos aparelhos com técnicas – *duoslice* e *multislice* – que permitem a realização de exames em poucos segundos e reconstruções em três dimensões.

Porém, há também desvantagens, tais como a produção de imagens com limitada diferenciação da substância cinzenta (mais densa) e branca (menos densa) apenas no plano axial; além disso, o material não permite o estudo adequado de alterações estruturais de pequenas dimensões e é limitado o número de repetições do exame, pelo riscos da exposição à radiação ionizante.

No início, as imagens da TC pareciam confirmar as alterações das dimensões dos planos temporais encontradas nos achados anatomopatológicos de Galaburda^{16,17}, descritos por Bigler et al.¹⁸. Esse método logo entrou em desuso para o fim supracitado, após o surgimento da ressonância magnética.

Ressonância Nuclear Magnética (RM)

A RM permite a realização de estudos multiplanares (axial, coronal e sagital), bem como a geração de imagens com alta definição anatômica. A espessura reduzida de seus cortes permitiu a visualização de lesões estruturais milimétricas. Os aparelhos de ressonância, para uso clínico, são verdadeiros ímãs, que atualmente determinam campos magnéticos de 0,2 a 3,0 tesla. Quanto maior o campo magnético, melhor a definição das imagens e as possibilidades de uso de programas (*softwares*) adicionais.

Essa técnica usa principalmente as propriedades magnéticas dos íons de hidrogênio (H^1) encontrados nas moléculas de água. Esse átomo é o mais abundante no organismo humano e apresenta movimentos rotatórios no seu próprio eixo (*spins*), de forma aleatória e multidirecional, comportando-se de maneira distinta em cada tecido. Quando submetido ao campo magnético do aparelho, alinham-se a ele de maneira homogênea. Para a obtenção das imagens, é aplicado um estímulo adicional por uma bobina, mudando a orientação da direção dos *spins* homogeneamente e, quando esse estímulo é suspenso, voltam à direção original. As diferentes velocidades em

cada tecido permitem a produção das imagens com diferentes padrões de aquisição em cada tecido (substância branca, cinzenta, líquido, gordura, etc), proporcionando uma avaliação mais completa e precisa.

Estudos de neuroimagem funcional de dislexia têm-se centrado principalmente em identificar os correlatos neurais da dislexia, mas também identificaram sistemas neurais que podem mediar recuperação bem sucedida. Vários estudos de imagem têm relatado hipoativação em crianças e adultos com dislexia, durante as tarefas de leitura – relacionados, especialmente àqueles que demandam análise fonológica de impressão – em regiões parietotemporal e occipitotemporal esquerda.

Muitos estudos também relataram na dislexia hiperativação, na maioria das vezes para a esquerda e para a direita no giro inferior frontal (IFG). Tal hiperativação pode refletir em processos compensatórios de indivíduos que sofrem do distúrbio, tentando superar disfunções em áreas corticais posteriores esquerdas subjacentes a processos fonológicos e ortográficos. Vale ressaltar que esses processos compensatórios não ocorrem em indivíduos não-disléxicos.

RESULTADOS

A leitura atenta de artigos pesquisados no PubMed e no SciELO demonstrou que ainda há muito a se pesquisar. As Figuras 1 e 2 demonstram número de artigos encontrados ao utilizarmos os descritores já apresentados, além disso, a Tabela 1 compara os resultados numéricos.

CONCLUSÕES

Sabe-se que a evolução das tecnologias médicas contribuiu significativamente para o diagnóstico de doenças. No caso, não somente houve uma contribuição para a confirmação do diagnóstico da dislexia do desenvolvimento, como também uma melhoria significativa na qualidade de vida dos disléxicos. Isso porque os exames de imagem possibilitaram o início de pesquisas e o conhecimento mais a fundo das diferenças anatômicas e funcionais do sistema nervoso central desses

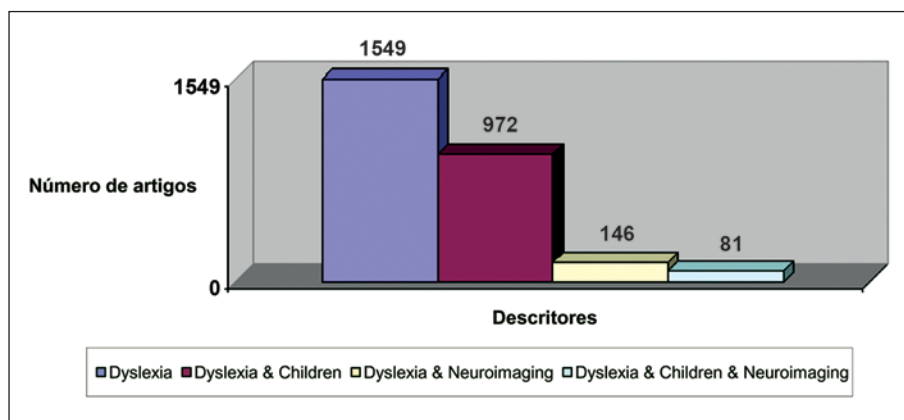


Figura 1 – Número de artigos encontrados utilizando os descritores no PubMed.

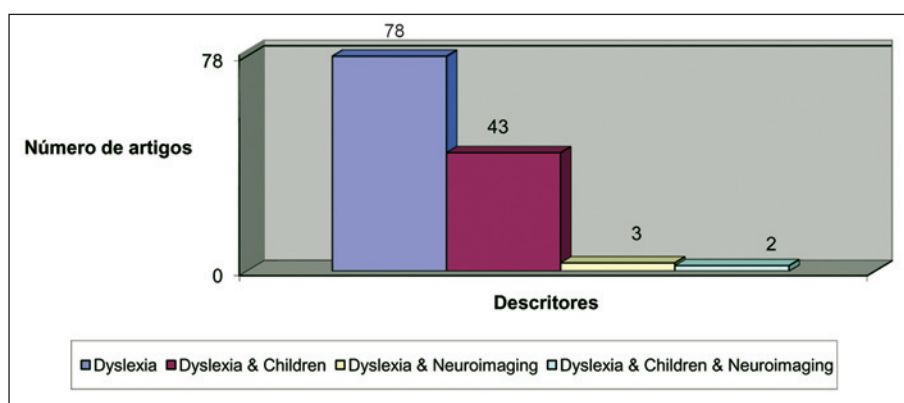


Figura 2 – Número de artigos encontrados utilizando os descritores na SciELO.

Tabela 1 – Comparativo entre os dados encontrados no PubMed e na SciELO utilizando os descritores citados.				
	Dyslexia	Dyslexia & Children	Dyslexia & Neuroimaging	Dyslexia & Children & Neuroimaging
Número de artigos encontrados no PubMed	1549	972	146	81
Número de artigos encontrados na SciELO	78	43	3	2

indivíduos com relação aos que não apresentam tal condição. Sendo assim, a contribuição da neuroimagem para o diagnóstico da dislexia do

desenvolvimento foi positiva em diversos aspectos sociais e também investigativos, a fim de elaborar alternativas para indivíduos com esse quadro.

SUMMARY

Contributions of neuroimaging for the diagnosis of developmental dyslexia

The effectiveness of neuroimaging as evidence of dyslexia diagnosis is indisputable. Even without medication or any other kind of treatment, steps that can be taken in school and in day-to-day patient are essential and can change your life positively. The present study aims to perform an analysis of articles relating neuroimaging and dyslexia, also presenting specific objectives, determining the quantity of articles published in the last five years in indexed journals, related to the subject cited above and to describe what these findings contributed to the study of this disorder and what basis were the supports for the items mentioned. Literature review from articles published between January 2008 and August 2013 was performed in PubMed and SciELO databases. The articles analyzed demonstrate imaging enabled the beginning of research and deeper knowledge of the anatomical and functional differences in the central nervous system of patients with developmental dyslexia when compared to individuals with no such condition.

KEY WORDS: Diagnostic techniques, neurological. Dyslexia. Learning disorders/diagnosis.

REFERÊNCIAS

1. Pugh KR, Mencl WE, Jenner AR, Katz L, Frost SJ, Lee JR, et al. Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (developmental dyslexia). *Ment Retard Dev Disabil Res Rev.* 2000;6(3):207-13.
2. Ramus F. Neurobiology of dyslexia: a reinterpretation of the data. *Trends Neurosci.* 2004; 27(12):720-6.
3. Cohen I, Dehaene S, Vinckier F, Jobert A, Montavont A. Reading normal and degraded words: contribution of the dorsal and ventral visual pathways. *Neuroimage* 2008; 40(1):353-66.
4. Critchley M. *The dyslexic child.* Springfield: Charles C. Thomas; 1970.
5. Rutter M. Syndromes attributed to "minimal brain dysfunction" in childhood. *Am J Psychiatry.* 1982;139(1):21-33.
6. Lyon GR, Shaywitz SE, Shaywitz BA. A definition of dyslexia. *Ann Dyslexia.* 2003;53:1-14.
7. Pennington BF. *Diagnosing learning disorders: a neuropsychological framework.* 2nd ed. New York: Guilford Press; 2009.
8. Pennington BF, McGrath LM, Rosenberg J, Barnard H, Smith SD, Willcutt EG, et al. Gene X environment interactions in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Dev Psychol.* 2009;45(1):77-89.
9. Damasio AR, Damasio H. The anatomic basis of pure alexia. *Neurology.* 1983;33(12):1573-83.
10. Damasio AR. Pure alexia. *Trends Neurosci.* 1983;6:93-6.
11. Hinshelwood J. Word-blindness and visual memory. *Lancet.* 1895;2:1564-70.
12. Hinshelwood J. Congenital word blindness. *The Lancet.* 1917;980
13. Morgan WP. A case of congenital word-blindness. *Br Med J.* 1896;2(1871):1378.
14. Caylak E. Neurobiological approaches on brains of children with dyslexia: review. *Acad Radiol.* 2009;16(8):1003-24.
15. Geschwind N, Levitsky W. Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. *Science.* 1968;161(3837):186-87.
16. Galaburda AM. Planum temporale asymmetry, reappraisal since Geschwind and Levitsky. *Neuropsychologia.* 1987;25(6):853-68.

17. Galaburda AM. Neurology of developmental dyslexia. *Curr Opin Neurobiol.* 1993;3(2): 237-42.
18. Bigler ED, Lajiness-O'Neill R, Howes NL. Technology in the assessment of learning disability. *J Learn Disabil.* 1998;31(1):67-82.

Trabalho realizado em Departamento de Neurologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Laboratório de Pesquisa em Dificuldades, Distúrbios de Aprendizagem e Transtornos da Atenção (DISAPRE), Campinas, SP, Brasil.

*Artigo recebido: 2/12/2013
Aprovado: 18/12/2013*

