

A aprendizagem da leitura modifica as redes corticais da visão e da linguagem verbal¹

Learning to read changes the cortical networks for vision and verbal language

Stanislas Dehaene

Cognitive Neuroimaging Unit – NeuroSpin Center – Saclay – France



Resumo: Este artigo é uma adaptação da primeira parte da palestra *Reading in the Brain*/Os neurônios da leitura, proferida por Stanislas Dehaene em 13/07/2012, no Auditório Garapuvu da Universidade Federal de Santa Catarina. Demonstram-se empiricamente os efeitos da leitura em adultos alfabetizados e ex-analfabetos sobre os circuitos que processam a língua falada, bem como da aprendizagem inicial na região occipitotemporal ventral esquerda em crianças. São também mencionadas as anomalias sutis provocadas pela migração dos genes em disléxicos.

Palavras-chave: Aprendizagem da leitura; Efeitos; Redes corticais; Linguagem verbal

Abstract: This paper is an adaptation of the first part of Stanislas Dehaene’s lecture delivered on July 13, 2012, at the Federal University of Santa Catarina. The effects of learning to read on the cortical networks which process oral language are described after experimentally observing literates and ex-illiterates adults, altogether with the observation of what happens in the left occipitotemporal ventral region of children learning to read. Subtle anomalies provoked by genes migration among dyslexics are also mentioned.

Keywords: Learning how to read; Effects; Cortical networks; Verbal language

1 No que as ciências cognitivas são pertinentes para a aprendizagem escolar?

O cérebro da criança é extremamente estruturado: herdamos de nossa evolução redes cerebrais especializadas para processar a visão, os rostos, a linguagem falada, os números e muitas outras linguagens especificamente humanas. Tal processamento é possível graças à *reciclagem neuronal*, pela qual os neurônios humanos são capazes de aprender, através da reorientação dos sistemas cerebrais para símbolos novos, pertencentes a cada cultura. A *dificuldade da aprendizagem* reflete a quantidade de reciclagem neuronal necessária.

Os mecanismos envolvidos na *aprendizagem da leitura* começam a ser conhecidos, através do rastreamento das várias reciclagens neuronais. Eles apontam em direção a *princípios gerais de ensino* e permitem descartar certos métodos inapropriados: aprender a ler consiste em acessar, através da visão, as áreas da linguagem falada, conforme demonstraremos neste artigo.

O cérebro humano apresenta uma arquitetura, em que as várias funções de cada subsistema estão articuladas, como é exemplo o subsistema da leitura, apresentado na Figura 1. Nela podemos observar a área das entradas visuais, na região occipital, onde são processados os sinais luminosos; a região occipitotemporal ventral esquerda, por mim denominada de “caixa das letras”, onde se dá o reconhecimento da palavra escrita; os circuitos que envolvem o processamento da imagem acústica da fala até as regiões que processam o significado e, finalmente, os circuitos que processam as informações correspondentes aos gestos motores relativos à produção da fala.

¹ Adaptação da palestra *Reading in the brain*/Os neurônios da leitura, proferida em 13/07/2012 por Stanislas Dehaene, no Auditório Garapuvu da UFSC, sob os auspícios da PPGL/PPGI (UFSC), UDESC e CAPES, a convite da Prof. Emeritus Leonor Scliar-Cabral.

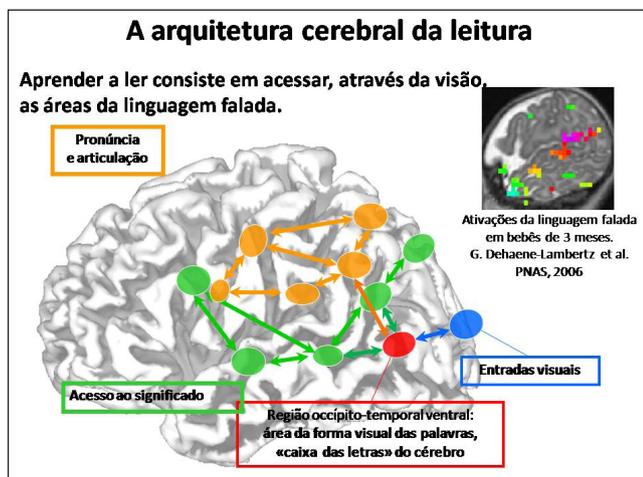


Figura 1 – Arquitetura cerebral do processamento da palavra escrita.

Conforme se vislumbra na Figura 2, existe uma região conhecida como occipitotemporal ventral esquerda, já mencionada: ela é detectável em poucos minutos de IRM em *todos os leitores* e está situada no mesmo lugar, em *todas as culturas*, mas não existe senão nas pessoas que aprenderam a ler e nos *sistemas de escrita conhecidos*. Trata-se da invariância da região do cérebro para o reconhecimento da palavra escrita. Uma *lesão* nesse lugar causa uma “*alexia pura*”, distúrbio seletivo do reconhecimento visual das palavras.



Figura 2 – A “caixa de letras do cérebro”.

Outra propriedade dos neurônios situados na “caixa das letras” é que eles identificam uma letra como sendo a mesma, independente da posição que ela ocupe na palavra, como em “dois, quatro, oito”; do tamanho, como em “dois, dois, dois” ou da caixa, como em “dois, DOIS”. Trata-se, aqui, de uma invariância perceptual. No entanto, tais neurônios são sensíveis a pequenas diferenças que são pertinentes para diferenciar

uma letra de outra, como em *dei/dai*, e à posição que as letras ocupam em sua combinação, quando isto acarreta mudança de significado, como em *torpes/portes*, bem como às regras grafotáticas de um dado sistema escrito, como, por exemplo, aceitar “prato”, mas não “rpaot”.

Existem duas vias, após o reconhecimento da palavra escrita na região occipitotemporal ventral esquerda, uma pela qual as os grafemas das palavras regulares são associados aos seus respectivos fonemas e, daí, à forma fonológica da palavra e outra pela qual palavras que contenham letra(s) cujo(s) valor(es) não possa(m) ser predizível(is) (as chamadas palavras escritas irregulares) são emparelhadas diretamente com o léxico escrito de tais palavras e, daí, ao seu significado básico. Estas duas vias são esquematizadas na Figura 3.

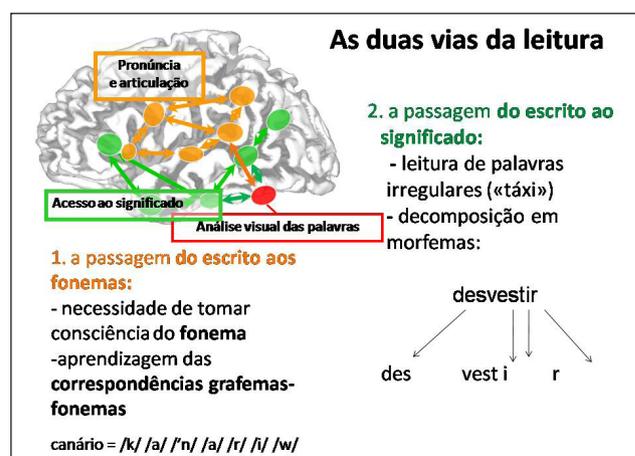


Figura 3. As duas vias da leitura.

Os sistemas de escrita que apresentam uma frequência maior de valores predizíveis dos valores grafêmicos são denominados transparentes; aqueles que apresentam uma taxa muito elevada de irregularidades são ditos opacos. Este fator tem repercussão sobre a aprendizagem da leitura: depois de um ano de aprendizagem, uma criança alemã ou italiana sabe ler, uma francesa faz 22% de erros e uma inglesa 67% de erros! A culpada é a *opacidade* que varia conforme a língua.

2 Como a leitura modifica nosso cérebro?

Dehaene, Pegado, Braga, Ventura, Nunes Filho, Jobert, Dehaene-Lambertz, Kolinsky, Morais e Cohen (2010) apresentam evidência experimental de como a aprendizagem da leitura modifica as redes corticais da visão e do processamento linguístico. Eles se colocam as seguintes indagações: O que faz a “caixa das letras” do cérebro antes de aprendermos a ler? Será que ganhamos, ou será que perdemos também um pouco

quando aprendemos a ler? Podemos induzir as mudanças cerebrais na idade adulta?

Para responder tais perguntas, os investigadores mediram a atividade cerebral através da IRMf em três grupos de sujeitos: 10 analfabetos brasileiros que jamais haviam frequentado a escola; ex-analfabetos, alfabetizados na idade adulta, sendo 10 brasileiros e 11 portugueses e alfabetizados, sendo 10 brasileiros de NSE alto, 10 de NSE baixo e 12 portugueses. Em pouco tempo de treinamento, todos os sujeitos (salvo os analfabetos) conseguiram aprender a ler; no entanto, a velocidade de leitura se manifestou muito variável (Figura 4).

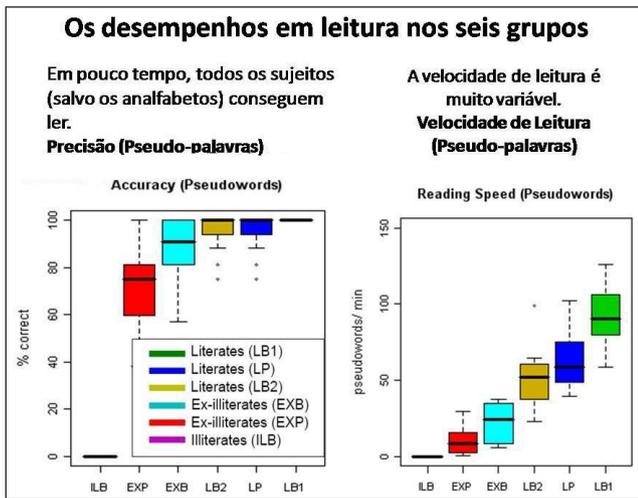


Figura 4 – Precisão e velocidade de leitura em seis grupos submetidos a treinamento para aprendizagem da leitura.

Conforme se pode observar na Figura 5, a “caixa das letras” do cérebro aumenta o número das respostas, mesmo entre os ex-analfabetos, porém, antes de aprender a ler, ela responde maciçamente aos rostos (e também aos artefatos e aos tabuleiros de xadrez).

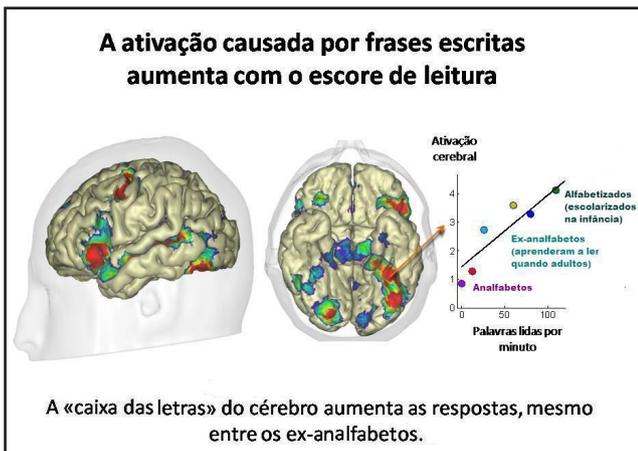


Figura 5 – A ativação causada por frases escritas aumenta com o escore de leitura.

Na Figura 6 observa-se o decréscimo da ativação na “caixa das letras” para o reconhecimento de rostos e artefatos e o acréscimo para o reconhecimento da palavra escrita. Em adendo, a leitura tem não só um efeito positivo sobre as áreas visuais precoces, como também faz com que o córtex visual primário aumente seletivamente sua resposta aos tabuleiros horizontais, além de melhorar a codificação da linguagem falada (Figura 7). Portanto, a leitura modifica as conexões cerebrais mesmo nos adultos. Veja-se, por exemplo, na Figura 8 como o segmento posterior do feixe arqueado é mais bem estruturado entre os leitores: tal efeito existe até entre os ex-analfabetos, sugerindo uma mudança de *mielinização*, pois a difusão transversal é modificada, mas não a longitudinal. A quantidade de modificação correlaciona-se com a ativação da VWFA (área do reconhecimento visual da forma da palavra, ou seja, A “caixa das letras” do cérebro) e do *Planum Temporale*.

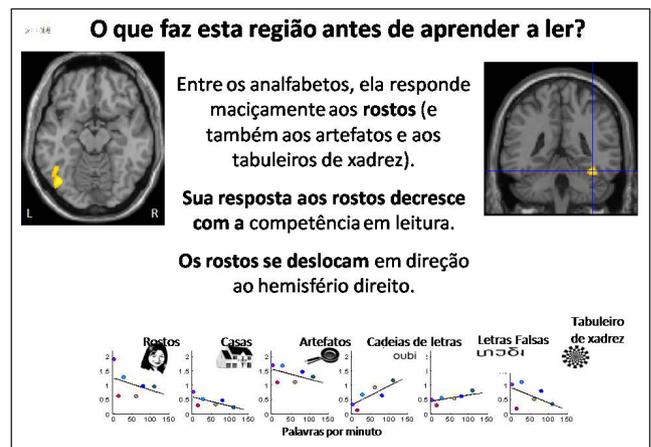


Figura 6 – Decréscimo da ativação na “caixa das letras” do cérebro para o reconhecimento de rostos e artefatos e acréscimo para o reconhecimento da palavra escrita.

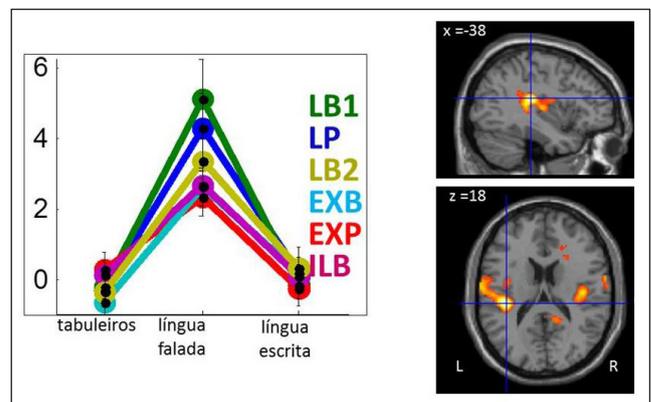


Figura 7 – A leitura tem um efeito sobre as redes que processam a língua falada, no adulto.

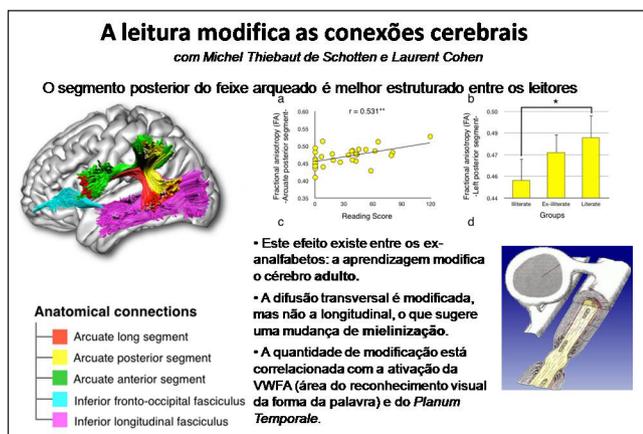


Figura 8 – Correlação entre a mudança de mielinização e a quantidade de ativação da VWFA (área do reconhecimento visual da palavra escrita, ou seja, a “caixa das letras”) e do *Planum Temporale*.

Em resumo, os experimentos comprovam que a aprendizagem da leitura, mesmo quando por adultos ex-analfabetos, tem um efeito reversivo sobre as áreas onde se realiza o processamento da língua oral, tanto no que diz respeito ao tratamento da representação fonológica (*planum temporale*), quanto ao dos gestos motores fono-articulatórios (regiões frontais) e ao dos significados, conforme esquematizado na Figura 9.

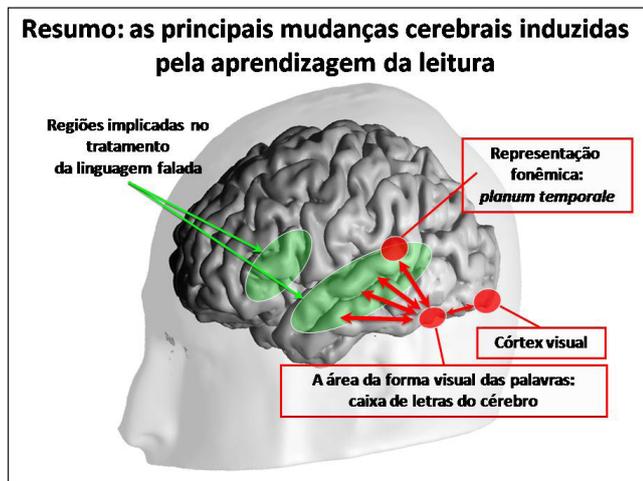


Figura 9 – Efeito reversivo da aprendizagem da leitura sobre todas as regiões que processam a língua oral.

Conforme comprovaram Monzalvo, Billard, Fluss, Dehaene e Dehaene-Lambertz (2012), a região occipitotemporal ventral esquerda (a “caixa das letras”) do cérebro, VWFA já aparece ativada para as palavras escritas no curso do primeiro ano de aprendizagem, predizendo os escores de leitura das crianças, enquanto o processamento dos rostos, paralelamente, se organiza e se instala preferencialmente no hemisfério direito.

3 Dislexia

Nos disléxicos, acompanhando o débito sanguíneo (Figura 10), as regiões temporais laterais e ventrais do hemisfério esquerdo não se ativam suficientemente, se comparadas às de bons leitores adultos, submetidos às mesmas tarefas de leitura, na Grã-Bretanha, França e Itália (PAULESU et al., 2001). A anatomia apresenta anomalias sutis, como a densidade de massa cinzenta, causada pela migração de vários genes, associados à dislexia, conforme pode ser visualizado na Figura 10 (SILANI et al., 2005).

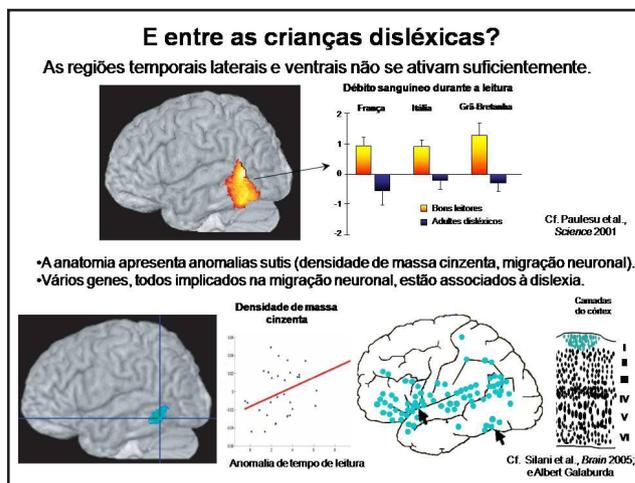


Figura 10 – Comparação do débito sanguíneo na “caixa das letras” do cérebro durante a leitura entre disléxicos e adultos bons leitores e anomalias sutis provocadas pela migração dos genes em disléxicos

Considerações finais

Neste artigo, primeira parte da palestra *Reading in the brain*/Os neurônios da leitura, proferida por Stanislas Dehaene no Auditório Garapuvu da UFSC, em 13/07/2012, foram demonstrados os efeitos reversivos da aprendizagem da leitura sobre os circuitos que processam a língua falada em adultos alfabetizados e ex-analfabetos, bem como foram feitos breves comentários sobre as anomalias de migração neuronal em disléxicos.

Referências

DUCROT, Oswald. Os internalizadores. *Letras de Hoje*, Porto Alegre, v. 37, n. 3, p. 7-26, set. 2002.

DEHAENE-LAMBERTZ, G.; HERTZ-PANNIER, L.; DUBOIS, J.; MÉRIAUX, S.; ROCHE, A.; SIGMAN, M.; DEHAENE, S. Functional organization of perisylvian activation during presentation of sentences in preverbal infants. *PNAS*, 2006. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/103/38/14240.full>>. Acessado em: 05 set. 2012.

DEHAENE, S.; PEGADO, F.; BRAGA, L.W.; VENTURA, P.; NUNES FILHO, G.; JOBERT, A.; DEHAENE-LAMBERTZ, G.; KOLINSKY, R.; MORAIS, J.; COHEN, L. How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science*, v. 330, n. 6009, p. 1359-64, Dec. 2010.

MONZALVO, J. FLUSS, F.; BILLARD, C.; DEHAENE, S.; DEHAENE-LAMBERTZ, G. Cortical networks for vision and language in dyslexic and normal children of variable socio-economic status. *Neuroimage*, v. 61, n. 1, p. 258-274, Feb. 2012.

PAULESU, E.; DÉMONET, J.-F.; FAZIO, F.; MCCRORY, E.; CHANOINE, V.; BRUNSWICK, N.; CAPP, S. F.; COSSU, G.;

HABIB, M.; FRITH, C. D.; FRITH, U. Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity. *Science*, v. 291, n. 5511, p. 2165-2167, Mar. 2001.

SILANI, G.; FRITH, U.; DEMONET, J.-F.; FAZIO, F.; PERANI, D.; PRICE, C.; FIRTH, C. D.; PAULESU, E. Brain abnormalities underlying altered activation in dyslexia: a voxel based morphometry study. *Brain*, v. 128, p. 2453-2461, 2005.

Recebido: 30 de setembro de 2012

Aprovado: 15 de outubro de 2012

Contato: lsc@th.com.br