

# Evidências a favor da reciclagem neuronal para a alfabetização

Leonor Scliar-Cabral

UFSC/CNPq



**RESUMO** – Neste artigo me proponho defender a necessidade da reciclagem neuronal para a alfabetização, baseada nas evidências empíricas fornecidas pela neurociência. Elas demonstram que: 1º existe universalmente uma região no sistema nervoso central que se especializa para o reconhecimento da palavra escrita, a região occípito-temporal ventral esquerda; 2º os neurônios dessa região não são biopsicologicamente programados para o reconhecimento da palavra escrita; 3º tal reconhecimento se torna possível através da aprendizagem, ou seja, nos humanos, os neurônios, graças à plasticidade neuronal, à especialização das regiões secundárias e terciárias e às interconexões entre as várias regiões da linguagem e da cognição, aprendem a reconhecer a articulação de traços gráficos invariantes (exemplificaremos com os sistemas alfabéticos) de que resultam uma ou duas letras (grafemas) para representar fonemas, ambos com a função de distinguir significados. O artigo conclui com os dados paleográficos que evidenciam o papel da metonímia como estruturante de como os sistemas escritos foram sendo inventados, adequando-os, gradativamente, aos limites de processamento do cérebro humano.

**Palavras-chave:** Reciclagem neuronal; Alfabetização

**ABSTRACT** – The aim of this paper is arguing that neurons must be recycled to learn how to deal with the recognition of the written word. The empirical evidence is given by neuroscience results. They demonstrate that: 1st, universally, there is a specialized region in the brain for recognizing the written word, the occipito-temporal ventral region; 2nd, neurons belonging to the mentioned region are not bio-psychologically programmed for recognizing the written word; 3rd, recognition is possible thanks to learning mechanisms, namely, to humans' neuronal plasticity; to specialization of secondary and tertiary regions and to the interconnections among various language and cognitive regions, which allow recognizing the articulation of graphic invariant features, resulting in letter(s) that represent phonemes both with the function of distinguishing meaning. The paper ends with paleographic findings which show how metonymic processes played a role, structuring written systems and adapting them to the processing constraints of the human brain.

**Keywords:** Neuronal recycling; Literacy

## Introdução

Neste artigo me proponho defender a necessidade da reciclagem neuronal para a alfabetização, baseada nas evidências empíricas fornecidas pela neurociência. Iniciarei demonstrando que existe universalmente uma região no sistema nervoso central, que se especializa para o reconhecimento da palavra escrita, a região occípito-temporal ventral esquerda. Os resultados das pesquisas demonstram que, independentemente do tipo de escrita (logográfico, ideográfico, silábico ou alfabético), é sempre a mesma região do cérebro que é ativada quando submetida a tais estímulos. Em adendo, demonstrarei que os neurônios dessa região não são biopsicologicamente programados para o reconhecimento da palavra escrita.

## 1 Invariância da região para o processamento da palavra escrita

Graças à IRM, podemos, enfim, responder a uma questão crucial: qual é a variabilidade de uma pessoa para outra na rede cerebral da leitura? A resposta é surpreendente: sem exceção, todas as pessoas que estudamos mostram uma ativação na mesma região no decorrer da leitura... todos nós possuímos uma região da forma visual das palavras, e ela se encontra sempre no mesmo lugar: sobre o flanco do sulco occípito-temporal, um cruzamento do córtex cerebral que limita a região fusiforme do hemisfério esquerdo – Fig. 1 (DEHAENE, 2007, p. 106, trad. da autora).

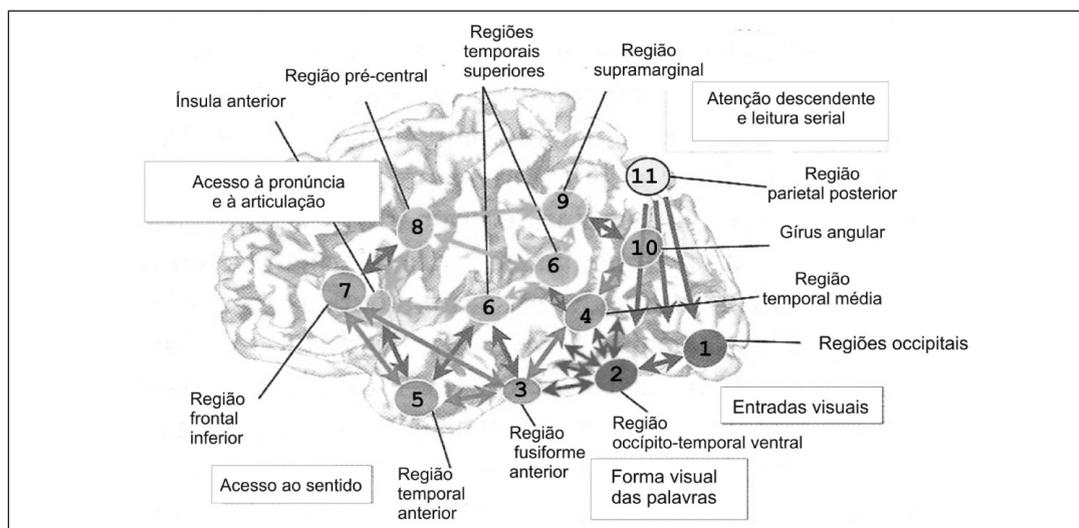


Figura 1 – Visão moderna das redes corticais da leitura (adaptação a partir de DEHAENE 2007, p. 97).

O neurocirurgião francês Jean Talairach concebeu um sistema de coordenadas num espaço em torno de 5 mm para verificar as ativações provocadas na região occípito-temporal ventral esquerda pela estimulação de palavras escritas, não só em diferentes sujeitos em seu laboratório, como comparando-as com as de outros laboratórios (COHEN; DEHAENE, 2000). Ele constatou que as variações são mínimas. Outra constatação é a de que a direção da escrita não interfere em nada nessa localização, como está comprovado com a ativação em leitores do hebraico (HASSON *et al.*, 2002). Entre os leitores de sistemas diferentes como o do chinês ou do japonês, todos os sujeitos acusaram ativação no mesmo local da região occípito-temporal ventral esquerda, embora alguns também ativassem o local homólogo no hemisfério direito (COHEN *et al.*, 2004a).

É importante assinalar que as mesmas palavras quando somente ouvidas *não* ativam a região occípito-temporal ventral esquerda (PETERSEN *et al.*, 1988; DEHAENE *et al.*, 2002; COHEN *et al.*, 2004b). A recíproca não é verdadeira: milissegundos após a ativação da região occipital ventral esquerda, a parte da região temporal a ela adjacente também se ilumina, pois o reconhecimento dos grafemas os associa ao seu valor fonêmico. Isso também prova o caráter secundário do sistema escrito em relação ao oral.

## 2 Os neurônios não são biopsicologicamente programados para o reconhecimento da palavra escrita

Embora as regiões especificamente envolvidas com o processamento da linguagem verbal oral (as regiões

frontal inferior e temporal anterior esquerdas) estejam biopsicologicamente programadas para tal, pois toda criança normal exposta à interação linguística adquire seu domínio de forma espontânea e compulsória, o mesmo não se pode dizer em relação aos neurônios da região responsável pelo reconhecimento da palavra escrita. Existe um potencial nos neurônios do córtex occipital ventral esquerdo que será aproveitado, após aprendizagem, para o reconhecimento dos traços das unidades que constituem os sistemas escritos. Esse potencial se manifesta nas propriedades que caracterizam os neurônios responsáveis pelo processamento dos sinais visuais, a saber: após os sensores da retina receberem o sinal luminoso, a área primária da visão o codifica como manchas que são pulverizadas e depois estruturadas em traços invariantes primários, tais como T, Y, F, J ou 8, processados em paralelo no córtex occipital ventral de ambos os hemisférios, o que permite a sua articulação em perceptos mais complexos e, conseqüentemente, o reconhecimento dos objetos, inclusive das faces, independentemente do ângulo de visão, da distância ou da iluminação. Existe a preferência pelo processamento no córtex occipital ventral do hemisfério direito, quando se trata do reconhecimento de rostos e artefatos. Está comprovado, igualmente, que em tal processamento, são desprezadas as distinções entre direção para a esquerda e para a direita, ou entre para cima e para baixo, pois os neurônios simetizam a informação, como um mecanismo para provocar respostas mais rápidas aos estímulos. Tal potencial é a capacidade de tais neurônios para o reconhecimento de traços elementares invariantes que compõem os perceptos visuais das faces e objetos, comum aos primatas. Ocorrem, porém, no cérebro humano algumas diferenças estruturais e funcionais, que arrolaremos a seguir, capazes de explicar por que os

neurônios não são biopsicologicamente programados para o reconhecimento da palavra escrita:

- a) A **plasticidade neuronal** humana permite uma reciclagem dos neurônios que passam a reconhecer subdivisões dos traços primários invariantes, bem como novas articulações, mesmo que indo às vezes de encontro à programação genética, como é exemplo o reconhecimento das diferenças entre a direção dos traços (dissimetriação), desde que sejam úteis para assinalar as diferenças de significado. O processo se efetiva graças à aprendizagem por neurônios que se especializam nas áreas secundárias e terciárias, através da experiência com sistemas culturalmente inventados.
- b) A **arquitetura neuronal** humana está organizada de tal modo que os *outputs* resultantes do processamento num nível inferior se tornam cada vez mais complexos e abstratos. Sendo assim, no caso do processamento da palavra escrita, a partir da discriminação de manchas e mesmo de uma sensibilidade a diferenças irrelevantes de contorno, na região primária, como as que existem entre a e a, quando o processamento ocorre na região occípito-temporal ventral esquerda (área especializada para o reconhecimento da palavra escrita, após aprendizagem), os neurônios irão reconhecer a e a, como sendo a mesma letra, uma vez que reconhecem unidades invariantes com a função de distinguir significados. Essa arquitetura neuronal pressupõe a conexão entre as várias áreas que processam a linguagem, conforme visualizado na figura 1, devendo-se, também, compreender que não pressupõe um processamento serial ou unidirecionado e, sim, em paralelo. Em resumo, a reciclagem neuronal tem lugar porque o reconhecimento dos traços que diferenciam as letras entre si, guindando-as à condição de grafemas, por seu turno associados aos seus respectivos valores fonológicos tem a função de distinguir significados: a arquitetura neuronal para a linguagem conecta-se em seu cume à memória semântica.
- c) O sistema nervoso central humano, além de processar sinais, processa, pois, **signos**: trata-se de uma espécie semiótica, cujas respostas, através das linguagens, não são nem espacial, nem temporalmente contíguas aos estímulos. A base biopsicológica de tal propriedade reside na intermodalidade, ou seja, na interconexão existente entre as várias regiões que processam *inputs* com bases sensoriais distintas, cuja significação básica é a mesma, de onde o princípio fundamental para a existência do signo: *aliquid stat pro aliquo*, ou

seja, significantes de base sensorial distinta se associam ao mesmo significado básico.

- d) A **matriz cognitiva humana** permite o crescimento exponencial da informação armazenada, graças às trocas que se estabelecem entre os membros de uma sociedade, hoje, global através do uso das mais diferentes linguagens. O aumento notável do tamanho da região frontal, responsável pelo planejamento, acrescido às outras propriedades elencadas e a funções que a falta de espaço não me permite detalhar possibilitaram que a espécie humana fosse capaz de produzir cultura material e espiritual, coletiva e subjetiva. Mostrarei, na seção seguinte, como uma dessas invenções culturais, o sistema da escrita, foi se adaptando aos limites impostos pela estrutura e funcionamento do sistema nervoso central até chegar ao ponto ótimo, ou seja, ser um sistema fonográfico, isto é, articular unidades, os grafemas, que representassem os fonemas de uma língua; utilizar na composição dos grafemas uma ou mais letras que compõem um paradigma de elementos em número limitado e fechado, para permitir uma automatização rápida e eficiente; cada letra é constituída de um número ainda menor de traços invariantes, basicamente retas e curvas, que se articulam entre si, com a exploração de pequenas diferenças como a posição, a quantidade, a direção, o tamanho e, no caso das minúsculas, a possibilidade de algumas serem cortadas por uma linha real ou imaginária; arquitetura organizacional que começa pela articulação dos traços para formar as letras e de uma ou mais para formarem os grafemas que, associados aos fonemas, têm a função de distinguir significados; salto qualitativo para o nível do significado em que os grafemas se articulam para formar unidades dotadas de significado (raízes, radicais e afixos); nível das unidades sintáticas, ou palavras (incluídas as locuções); nível das frases nominais, verbais e prepositivas; nível da oração; nível do período; nível do parágrafo e, finalmente, nível do texto.

### 3 A invenção do alfabeto

A trajetória para o registro escrito da experiência desenvolve um lento percurso desde a fase predominantemente pictográfica (a tradução mimética da realidade do mundo), ou seja, a escrita das coisas, passando pela predominância dos ideogramas, caracterizados pelas metáforas e metonímias, até chegar à escrita fonográfica quando uma ou mais letras representam uma sílaba ou um fonema. Deve-se esclarecer que alguns sistemas

hieroglíficos e ideográficos incorporaram signos fonográficos, os determinantes, com a finalidade de distinguir a mesma representação quando tinha diferentes significados.

Um mesmo sistema de escrita pode utilizar fontes ou *scripts* diferentes, como nos alfabetos grego, cirílico, latino, gótico, hebraico ou árabe. Tais alfabetos, pois, podem ser aplicados a línguas diferentes. O que condiciona os valores das letras de um dado alfabeto numa língua determinada são as convenções ortográficas. Na verdade, os precursores da escrita se encontram na Mesopotâmia e no Egito. No primeiro caso, trata-se de pedrinhas ou pequenos blocos de barro, com registros, em geral, para contabilizar e coincidem com os pictogramas sumérios.



Figura 2 – Desenhos esquemáticos de hieróglifos, exemplo de escrita pictográfica (fonte: OUKNIN, 1997, p. 235).



Figura 3 – Ideograma chinês para "árvore".



Figura 4 – Ideograma chinês para "bosque".



Figura 5 – Ideograma chinês para "floresta".

Enquanto a escrita cuneiforme foi utilizada no início primordialmente para o registro de nomes e quantidades, necessário para as transações comerciais, a egípcia está vinculada às inscrições nos templos, com caráter sagrado. Os signos fonográficos no sistema egípcio, que serão reutilizados pelos judeus no Monte Sinai, são consonantais.

O elo perdido entre os hieróglifos e o alfabeto fenício é a escrita proto-sinaítica, cujo documento mais antigo, em torno de 1.400 a.C., é uma pequena esfinge de arenito dedicada à deusa Hathor (pesquisas recentes revelaram a existência de exemplos mais antigos de escrita semelhante, encontrada no Egito Central, datada ao redor de 1800 a.C.). A esfinge foi descoberta pelo arqueólogo F. W. M. Petrie em 1905 (PETRIE, 1912), no planalto de Serabit-el-Khadem, no Monte Sinai, e a decifração publicada em 1961 por A. H. Gardiner: ele constatou que a escrita era acronímica, servindo cada hieróglifo para o registro do primeiro som da palavra. Cada hieróglifo correspondia a uma palavra iniciada por aquele som que ele passou a representar. Assim, o som correspondente a [b] era representado pelo hieróglifo de casa → *bayit*, do qual deriva o nome da letra *bet*, da qual sairão a letra beta grega e a letra b latina.

Por outro lado, ocorre um processo metonímico, que consiste em tomar a parte pelo todo do hieróglifo, até se chegar a poucos traços abstratos invariantes que se articulam entre si, às vezes, a uma só linha, como ilustra a figura 6: o hieróglifo "Hê", que representava um homem rezando e significava sopro, se reduz a três linhas paralelas contra uma vertical, depois de eliminadas a cabeça e o corpo. A direção dos três traços paralelos menores à direita do traço vertical é a configuração que apresenta atualmente o E maiúsculo.

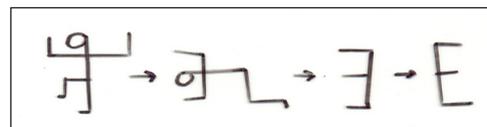


Figura 6 – Passagem de "hê" a E maiúsculo.

Na fixação dos traços abstratos, observa-se uma tensão entre retas e curvas, ora predominando umas, ora as outras, como na passagem do hieróglifo "gímel" (camelo), de cuja corcova em vértice sairá a letra C.

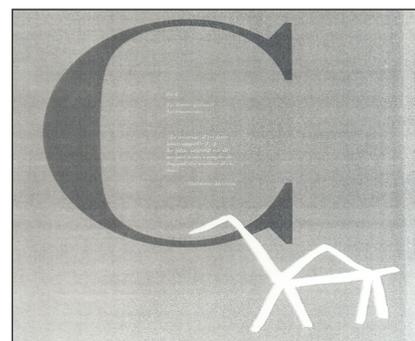


Figura 7 – Passagem de "gímel" à letra C.

## Conclusões

Neste artigo, me propus defender a necessidade da reciclagem neuronal para a alfabetização, baseada nas evidências empíricas fornecidas pela neurociência. Demonstrei que existe universalmente uma região no sistema nervoso central que se especializa para o reconhecimento da palavra escrita, a região occípito-temporal ventral esquerda e que os neurônios dessa região não são biopsicologicamente programados para o reconhecimento da palavra escrita; tal reconhecimento se torna possível através da aprendizagem, ou seja, nos humanos, os neurônios, graças à plasticidade neuronal, à especialização das regiões secundárias e terciárias e às interconexões entre as várias regiões da linguagem e da cognição, aprendem a reconhecer a articulação de traços gráficos invariantes de que resultam uma ou duas letras (grafemas) para representar fonemas, ambos com a função de distinguir significados. Encerrei o artigo com os dados paleográficos que evidenciam o papel da metonímia como estruturante de como os sistemas escritos foram sendo inventados, adequando-os, gradativamente, aos limites de processamento do cérebro humano.

## Referências

COHEN, L. & DEHAENE, S. Calculating without reading: unsuspected residual abilities in pure alexia. *Cognitive Neuropsychology*, 17(6), pp. 563-583, 2000.

COHEN, L.; HENRY, C.; DAHAENE, S.; MARTINAUD, O.; LEHERICY, S.; LEMER, C.; FERRIEUX, S. The pathophysiology of letter-by-letter reading. *Neuropsychologia*, v. 42, n. 13, p. 1768-1780, 2004a.

COHEN, L.; JOBERT, A.; LE BIHAN, D.; DEHAENE, S. Distinct unimodal and multimodal regions for word processing in the left temporal cortex. *Neuroimage*, v. 23, n. 4, p. 1256-1270, 2004b.

DEHAENE, S. *Les Neurones de la lecture*. Paris: Odile Jacob, 2007.

DAHAENE, S.; LE CLECH, G.; POLINE, J. B.; LE BIHAN, D.; COHEN, L. The visual word form area: a prelexical representation of visual words in the fusiform gyrus. *Neuroreport*, v. 13, n. 3, p. 321-325, 2002.

GARDINER, A. H. The Egyptian origin of the semitic alphabet. *JEA*, v. 3, 1961.

HASSON, U.; LEVY, I.; BEHRMANN, M.; HENDLER, T.; MALACH, R. Eccentricity bias as an organizing principle for human high-order object areas. *Neuron*, v. 34, n. 3, p. 479-490, 2002.

OUAKNIN, M.-A. *Les mystères de l'alphabet*. Paris: Assouline, 1997.

PETERSEN, S. E.; FOX, P. T.; POSNER, M. I.; MINTUN, M.; RAICHLE, M. E. Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, v. 331, n. 6157, p. 585-589, 1988.

PETRIE, F. W. M. *The formation of the alphabet*. Londres, 1912.

Recebido: 05.08.2010  
Aprovado: 15.08.2010  
Contato: <lsc@th.com.br>