

Avanços das neurociências para a alfabetização e a leitura

Neuroscience discoveries for emergent literacy and reading

Leonor Scliar-Cabral

Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis – Santa Catarina – Brasil



Resumo: Examino como a neurociência contribui para o entendimento dos processos envolvidos na alfabetização e leitura e da reciclagem dos neurônios na região occipitotemporal ventral esquerda para o reconhecimento dos traços invariantes que diferenciam as letras entre si, e para o das letras e dos grafemas associados aos fonemas, com a função de distinguir significados. Dessa região há projeções para as áreas que processam a linguagem verbal e o significado: tais processamentos se dão em paralelo, com entradas e saídas simultâneas da informação. As recentes descobertas indicam os melhores métodos para a alfabetização e para o desenvolvimento das competências em leitura e escrita, pois os neurônios humanos são dotados de plasticidade para a aprendizagem de novos reconhecimentos. Cabe assinalar a reciclagem mais complexa nessa aprendizagem: ultrapassar o processamento simétrico dos sinais luminosos, para o qual os neurônios da visão são originariamente programados.

Palavras-chave: Neurociências; Alfabetização; Leitura; Reciclagem; Invariância

Abstract: I examine how neuroscience contributes to the understanding of the processes involved in emergent literacy and reading and to the understanding of recycling of neurons in the left ventral occipitotemporal region for the recognition of invariant features that distinguish the letters between them, and for the recognition of letters and graphemes associated with phonemes with the function of distinguishing meanings. In this region there are projections for areas that process verbal language and meaning: such processes occur in parallel, with simultaneous inputs and outputs information. Recent findings suggest the best methods for emergent literacy and the development of skills in reading and writing, allowed because human neurons are endowed with plasticity for learning new recognitions. It should be noted the more complex learning: overcoming the symmetrical processing of light signals to which neurons of vision are originally programmed.

Keywords: Neuroscience; Emergent literacy; Reading; Recycling; Invariance

1 Fundamento epistemológico

O fundamento epistemológico deste capítulo reside em reconhecer a base biopsicológica da cultura e, portanto, da linguagem (D'AQUILI, 1972). Em decorrência, apesar da tradição contrária no mundo ocidental, não se podem dissociar as ciências humanas das biológicas para explicar a aprendizagem e o funcionamento da leitura. Segundo (CHANGEUX, 2012, p. 9):

Sem dúvida, em virtude do dualismo platônico, a tradição ocidental estabeleceu uma separação – que eu não hesitaria de qualificar como trágica – entre as ciências do homem e as ciências biológicas, a tal ponto que por muito tempo houve um acordo em opor o biológico ao cultural, a natureza à cultura, os genes à aprendizagem. Um dos pontos fortes das neurociências

contemporâneas – a obra de Stanislas Dehaene o revela otimamente – é o de haver demonstrado que, no homem, o cultural não pode ser pensado sem o biológico e que o cerebral não existe sem uma impregnação poderosa do ambiente.

Com efeito, somente se poderá responder a pergunta de por que a espécie humana é a única capaz de produzir cultura (CASSIRER, 1944), se desvendarmos as diferenças entre como está estruturado, amadurece e funciona o cérebro humano e como o está nas demais espécies.

As principais diferenças, resumidamente, são:

1. plasticidade dos neurônios humanos para se reciclarem para novas aprendizagens inclusive as que vão de encontro à programação psicobiológica (SCLiar-CABRAL, 2010);

2. dominância e especialização das várias áreas secundárias e terciárias, no caso da linguagem verbal, localizadas no hemisfério esquerdo e integração nas áreas terciárias;
3. processamento dos sinais recebidos nas áreas primárias, até transformá-los em formas invariantes¹ mais abstratas emparelhando-as para reconhecimento com as registradas nas áreas secundárias;
4. interconexão entre as várias áreas mesmo distantes, inclusive as que processam a significação, sob o comando das áreas terciárias;
5. arquitetura neuronal capaz de processar formas sucessivamente mais abstratas e complexas: a função semiótica²;
6. mecanismos de feedback simultâneos para autocorreção;
7. memória permanente para reconstituição dos esquemas e padrões aprendidos, o que garante o acionamento do conhecimento prévio.

Com efeito, enquanto nas demais espécies, a resposta aos sinais apresenta contiguidade espaço-temporal, no ser humano, há uma ruptura espaço-temporal, mediada por signos, que se articulam arquetonicamente em níveis cada vez mais complexos. Bilhões de neurônios armazenam e processam dados em memórias especializadas, interconectadas e continuamente reconstituídas, capazes de aprender as novas invenções produzidas pela cultura.

2 Reconhecimento das invariâncias

Os neurônios da região occipitotemporal ventral esquerda reconhecem os traços invariantes que compõem as letras, cujos valores são os mesmos, independentes de seu tamanho, da caixa (MAIÚSCULA ou minúscula), da fonte e estilo (imprensa, *manuscrita*, *itálico*, **negrito** ou sublinhado, etc.), ou da posição que ocupam na palavra (DEHAENE, 2012, p. 33-34).

O reconhecimento das invariâncias é possível e necessário por duas razões, fundamentalmente: primeira, porque, como mecanismo adaptativo, o sistema visual dos primatas deve reconhecer as formas básicas do que se encontra na natureza, independentemente das variantes que o olhar capta, conforme a distância, o ângulo de visão, a incidência da luz e sombra e a parte em relação ao todo, etc., conforme Grainger, Rey, e Dufau (2008) e Spratting

(2005); segunda, porque, e essa é especificamente humana, só essa explica a capacidade dos neurônios da região occipitotemporal ventral esquerda em reconhecer os traços invariantes que compõem as letras: na espécie humana, os respectivos axônios (prolongamentos dos neurônios para levarem a informação a outros neurônios através do mecanismo denominado de sinapse) estão ligados a todas as regiões que processam a linguagem verbal e simultaneamente à região que processa o significado.

Dentre as várias indagações que tais colocações suscitam, uma das mais instigantes decorre do fato de as mudanças que se operam nos circuitos neurais não serem de natureza filogenética e sim, epigenética, isto é, decorrem da reciclagem neuronal em consequência da aprendizagem, conforme se pode concluir do trabalho de Moraes et al. (2010), a partir de evidências empíricas. No que diz respeito à leitura, não há um período crítico para que tal aprendizagem deixe de ser possível.

Novamente, uma distinção importante decorre do fato de que há mudanças importantes, mas não genéticas, pois estas demandam um longo tempo para ocorrerem.

Outra questão, também, a ser debatida é a de se, havendo uma especialização para o reconhecimento de traços pertencentes a sistemas culturais, processados por neurônios contíguos aos que processam o reconhecimento dos sinais provindos da natureza, com o mesmo canal de entrada, haja um declínio na capacidade destes últimos.

3 Declínio das capacidades inatas

Este fenômeno já foi constatado empiricamente, conforme Gould ; Marler (1987), os dados de experimentos comprovam como a criança, guiada inatamente, perde a sensibilidade para certos traços fonéticos, realinha categorias e estreita ou amplia seu âmbito, como afirma Jusczyk (1997, p. 73-74), confirmando a proposta de Aslin e Pisoni (1980) sobre o papel da experiência no desenvolvimento das capacidades perceptuais da fala para que as células do córtex afinem com tais categorias.

A noção básica que sustenta a aprendizagem inatamente guiada é a de que os organismos são pré-programados para aprender aspectos específicos e a aprendê-los de um modo específico. No caso da percepção da fala, as capacidades perceptuais iniciais do infante permitem capturar a informação necessária para o desenvolvimento subsequente destas capacidades, a fim de codificá-la na memória, segundo Jusczyk (1997, p. 76).

Em consequência, a sensibilidade para oposições inexistentes numa dada variedade sociolinguística começa a declinar e não apenas para tais oposições, mas também para as estruturas fonotáticas e os padrões entoacionais e rítmicos. Estes aspectos do conhecimento internalizado

¹ Invariância – classe que abrange todas as realizações ou fenômenos de um mesmo elemento, como, por exemplo, a letra a que, manuscrita, se realiza de n formas, dependendo da caligrafia de quem escreve, ou o conceito de “cadeira”, que abrange todas as cadeiras que existiram, existem ou existirão, ou suas diferentes representações.

² Função semiótica ou semiológica – função que opera com signos. Distingue-se das operações em nível do sinal, onde ocorre uma resposta contígua ao estímulo.

pela criança serão cruciais para o reconhecimento e desmembramento dos itens lexicais na cadeia da fala e seu posterior armazenamento na memória lexical.

Tal fenômeno pode ser explicado pela diferença assinalada por Mandler (1999: 303) entre percepção categorial, que agrupa os estímulos ao longo de uma dimensão perceptual, em função da sensibilidade diferencial no sistema perceptual, enquanto a categorização perceptual abstrai os principais componentes, formando esquemas perceptuais ou protótipos, depois de ter internalizado os padrões nos quais se distribuem os parâmetros fonéticos pertinentes a uma dada variedade linguística.

Não quer dizer, contudo, que os neurônios da audição tenham perdido a capacidade para reconhecer os parâmetros acústicos de outros sistemas como o musical, até mesmo os produzidos pelo aparelho fonador, quando uma pessoa está cantando, ou outros parâmetros dos ruídos, para que o organismo dê respostas imediatas a estes últimos estímulos.

O que certamente ocorre é, que, adquirida uma dada língua, o esforço recrutado para automatizar a categorização perceptual dos traços fonéticos, por um lado, e os esquemas fono-articulatórios, por outro, é tal que, uma vez estabilizada, não havendo experiência com outras línguas, no período denominado crítico para a aquisição, novas categorizações ficam inibidas. Observe-se, porém, que, para a categorização perceptual, a experiência ou *input*³ são absolutamente necessários.

Como se pode inferir, antigos debates, mas também novos vêm à tona, em torno da questão central da psicolinguística, as relações entre pensamento e linguagem: a aquisição de uma dada língua modela a categorização da experiência (relativismo linguístico forte da tese Whorf-Sapir⁴)? Tal categorização faz com que percamos a sensibilidade para discriminar certos sinais da natureza, capacidade filogenética mais antiga, necessária à sobrevivência?

O que é certo é que na percepção (*intake*) das unidades linguísticas, sejam elas orais ou escritas, não existe uma contiguidade espaço-temporal entre estímulo e resposta, conforme já comentamos: toda uma arquitetura neuronal é acionada, envolvendo processos *bottom-up*⁵ e *top-down*⁶ em paralelo, nos quais, não só o conhecimento prévio armazenado nas memórias linguísticas de longo prazo, mas também a atenção consciente desempenham um papel crucial para o *noticing*⁷, (SCHMIDT, 2001).

Em acréscimo, além do declínio em certas capacidades de discriminar sinais, observa-se o conflito entre o reconhecimento de traços categoriais novos e o de traços mais antigos ainda necessários aos mecanismos adaptativos.

4 Limites biopsicológicos para o processamento da leitura

Nossos olhos não abarcam uma linha inteira, em virtude das limitações da retina. É preciso explicar que as regiões do cérebro que recebem a informação se dividem em dois grandes blocos, as áreas primárias, formadas por sensores sensoriais e somestésicos⁸ e as áreas secundárias ou terciárias, especializadas para processamentos refinados que dependem da reciclagem neuronal, através da experiência, conforme já mencionado. Com a visão não é diferente: a área primária para processar os sinais luminosos situa-se na parte posterior e central da região occipital de ambos os hemisférios: os sensores decompõem os sinais luminosos em miríades de pontos, metaforicamente, denominados píxeis e, só depois da recomposição em formas invariantes que possam emparelhar com as dos respectivos neurônios, são enviadas para as áreas especializadas, a região occipitotemporal ventral esquerda, já comprovada pelas pesquisas em neurociências, o que coloca uma pá de cal nos métodos globais ou similares de alfabetização. Com efeito, o reconhecimento global ou por configuração é efetuado pela região homolateral direita.

No entanto, o método global ainda continua a ter muitos adeptos no Brasil, os quais, por desconhecerem os fundamentos dos métodos fônicos, criticam-nos acerbamente.

Desde 1927, quando foi implantado oficialmente em Minas Gerais, durante a Reforma Francisco Campos, o método global gozou de grande aceitação: *O Livro de Lili*, de Anita Fonseca, cuja primeira edição data de 1930, chegou a alcançar 83 edições. Entre as grandes propagadoras do método global, cita-se Lúcia Casassanta, que formou dezenas de professores na Escola de Aperfeiçoamento de Minas Gerais.

Infere-se, igualmente, que fixar a configuração do próprio nome manuscrito não significa que o indivíduo

³ *Input* – Sinais brutos recebidos pelos canais sensoriais que são triados nas áreas primárias e transformados em *intake*, dependente da informação prévia para recortá-lo em invariâncias.

⁴ Para uma leitura mais aprofundada, consultem-se Whorf (1956) e Pinxten (1976).

⁵ Processos *bottom-up* – Processos que começam quando os canais sensoriais recebem os sinais e consecutivamente os vão transformando em formas mais abstratas e complexas, até que cheguem à cognição. Exemplo: letras impressas, que chegam como manchas aos cones da fóvea.

⁶ Processos *top-down* – Processos que iniciam na cognição e descem até as áreas secundárias para possibilitarem o reconhecimento. Exemplo: esquemas ou marcos, puxados da memória cognitiva que permanecem ativados na memória de trabalho para permitirem a construção do sentido das palavras.

⁷ *Noticing* – Somente o que é conscientemente registrado pelo aprendiz é aprendido.

⁸ Somestesia: é a capacidade que homens e animais têm de receber informações sobre as diferentes partes do seu corpo. Conjunto de sensações corporais como tato, dor etc; consciência corporal.

esteja alfabetizado, pois tal processo é efetuado no hemisfério direito, o que ocorre, também, quando a criança começa a identificar logotipos como o de Coca-Cola: nenhuma das letras que o integram será reconhecida pela criança, se constar em qualquer palavra impressa com as fontes usuais, inclusive a palavra Coca-Cola, tal como a lemos aqui.



5 Conflito entre a programação biológica e as invenções culturais

A programação biológica, pois, muitas vezes entra em conflito com os traços que precisam ser reconhecidos em determinados sistemas, como é o caso dos sistemas de escrita. Com efeito, para o reconhecimento dos demais sinais luminosos, o sistema visual, como mecanismo de sobrevivência, obedece a uma programação genética antiga que simetriza a informação.

No entanto, para o reconhecimento dos traços que constituem as letras, como os do sistema alfabético, por exemplo, é fundamental distinguir a diferença entre a direção dos traços para a esquerda ou para a direita, para cima ou para baixo. Tal conflito resulta na grande dificuldade de tal aprendizagem, o que leva as crianças a persistirem por maior ou menor tempo na leitura e escrita espelhada.

Começaremos explicando como o cérebro simetriza a informação visual, de acordo com a programação genética.

A discriminação das diferenças entre o eixo vertical e o horizontal é uma operação que, ao longo da evolução, se tornou essencial à sobrevivência da espécie, ao contrário da diferenciação entre esquerda e direita: reconhecer se a face de uma fera estava voltada para a esquerda ou para a direita só poderia retardar a resposta imediata necessária para a defesa diante de um ataque iminente.

Em decorrência de tal pressão, a distinção é simetrizada como a representação do mesmo objeto, ou seja, as imagens em espelho convergem para uma só

representação, uma vez que os estímulos apresentados ao campo visual direito ou esquerdo dirigem-se ao hemisfério oposto, sendo as respectivas representações em espelho interligadas ponto a ponto, via corpo caloso.

Nossa memória despreza, pois, a diferença entre esquerda e direita, como pode ser comprovado por você mesmo se tentar responder as perguntas colocadas por Dehaene (2012) no capítulo 7, *Leitura e Simetria*: “Você sabe para qual lado olha D. Pedro I nas moedas de dez centavos? Em que direção a Gioconda vira as espáduas e qual mão pousa sobre a outra? O Pensador de Rodin põe seu cotovelo direito sobre seu joelho esquerdo, ou o inverso?”

No entanto, para o reconhecimento das letras que constituem os grafemas, é essencial distinguir a diferença entre esquerda e direita na direção dos traços, particularmente quando tal diferença é espelhada. Trata-se de uma aprendizagem que vai de encontro à programação genética para desprezá-la, o que se constitui em uma das grandes dificuldades na alfabetização e explica por que as crianças persistem por maior ou menor tempo na leitura espelhada.

Pergunta-se: Por que os sistemas de escrita utilizaram traços que vão de encontro à programação psicobiológica para processar o sinal luminoso?

A resposta está no fato de se buscarem sistemas que contenham o mínimo de traços possível para garantir uma automatização rápida e eficaz. Esta busca é que explica a evolução dos sistemas de escrita, desde os pictográficos e ideográficos até os fonográficos, culminando com o sistema alfabético, o mais econômico entre todos. O número de traços do paradigma não pode, contudo, ser tão pequeno que implique sua impraticabilidade pela memória de trabalho, como ocorre com os sistemas digitais, que são binários (a redução máxima em um paradigma) e podem ser processados pela máquina, mas não pela percepção humana.

Conflito semelhante existe, no processo da alfabetização, entre a percepção da cadeia da fala como um contínuo e a necessidade de segmentá-la em unidades contrastivas que correspondam à realização dos fonemas para relacioná-los aos grafemas que os representam. Na fala, não há contrastes entre as pistas acústicas das unidades contíguas.

Para que se compreenda melhor a verdadeira desconstrução pela qual devem passar os neurônios da visão, situados na região occipitotemporal ventral esquerda, para aprenderem a reconhecer os traços invariantes que diferenciam as letras entre si, analisaremos exaustivamente quais deles e como são articulados na composição das letras do alfabeto latino. Cabe esclarecer, no entanto, que os traços que constituem as letras não têm como os traços fonéticos a função de distinguir significados.

6 Traços que distinguem as letras do alfabeto latino

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

A utilização de poucos traços articulados para formar uma letra (SCLIAR-CABRAL, 2009), diferenciando-a das demais, se insere nos princípios que governam o processamento da escrita, que passo a expor: quanto mais baixo o nível de processamento, tanto mais deverá ser automatizado durante a aprendizagem e, portanto, menor o número de traços que compõem o paradigma (lista dos traços que são utilizados) e de cada feixe (no caso, uma dada letra), para não sobrecarregar a memória.

Os traços mais elementares que constituem as letras são as retas e as curvas, cujo reconhecimento, em suas formas invariantes, não é privilégio da espécie humana. Porém, o que caracteriza a utilização dessas formas invariantes na estruturação de um sistema alfabético é o desdobramento em pequenas diferenças, o modo como se articulam e o acréscimo de outros traços diferenciais, que são: a relação com uma linha real ou imaginária (somente nas minúsculas), a direção para cima ou para baixo, e para a direita ou para a esquerda (esse último, o mais complexo dos traços que diferenciam as letras entre si, pois vai de encontro à programação natural dos neurônios para buscar a simetria na informação visual, conforme já examinado).

Em cada nível, as unidades do nível anterior vão sendo estruturadas numa ordem de complexidade e quantidade crescente: a primeira ordem é a dos traços articulados simultaneamente e não em cadeia, para formar cada letra, cuja função é a de realizar um grafema; a segunda ordem é a do grafema, associado ao fonema que representa e constituído de uma ou duas letras, cuja função é distinguir a significação básica das unidades puramente gramaticais ou que se referem à significação externa; a terceira ordem, a dos morfemas, é a das unidades cuja função é referenciar a significação puramente gramatical ou externa; a quarta ordem é a das frases, com função nominal, verbal ou preposicional; a quinta ordem é a das orações, cuja função é proposicionar; a sexta ordem é a dos períodos, cuja função é articular as proposições e a sétima ou última ordem é a do texto, cuja função é articular as ideias, de modo coerente, em torno de uma unidade temática.

No momento estamos tratando da primeira ordem, a dos traços que se articulam para formar as letras. Algumas letras são formadas por um só traço, como em **I, C, O** maiúsculos, e **I, c, o** minúsculos.

Já mencionamos que os traços mais elementares que constituem as letras são as retas e as curvas, que se desdobram em pequenas diferenças que são:

- posição da reta: vertical, horizontal ou inclinada. Por exemplo, na letra **E**, observamos uma reta vertical e três horizontais, enquanto na letra **V**, observamos duas retas inclinadas;
- tamanho da reta. Você pode notar que os traços horizontais são sempre menores que os verticais (sempre do mesmo tamanho, numa mesma fonte). Compare, por exemplo, esses tamanhos nas letras **E, F, H, L, T**.
- relações entre os traços numa mesma letra. As relações podem ser entre retas (em qualquer das posições), entre curvas ou mistas, variando o local onde os traços menores se colocam em relação ao eixo principal e quantos são. Assim, a única diferença entre **E** e **F** está no fato de **E** ter um traço horizontal a mais na base, e de ambos se diferenciarem de **L** porque esse só possui um traço horizontal na base. Já na letra **T**, o traço vertical tange bem ao meio o traço horizontal que está no topo, enquanto no **H**, é o traço horizontal que liga no meio duas retas paralelas. Observe, pois, que essas cinco letras maiúsculas articulam exatamente os mesmos traços, diferenciando-se apenas pelas relações que estabelecem entre si: **L T F E H**.

Encontramos um exemplo de relação entre curvas na letra maiúscula **S** e minúscula **s**, mas, como se pode observar, essa letra, além das grandes dificuldades do grafema por apresentar valores fonológicos diferentes, conforme o contexto gráfico, possui uma dificuldade ainda maior, pelo fato do duplo espelhamento da curva **c** de cima para baixo e da esquerda para a direita. Voltaremos a tratar desse impasse.

O que ocorre mais são as relações mistas. Uma pequena curva articulada com o traço vertical (na verdade, seu prolongamento), ou o inverso, aparece em letras maiúsculas e minúsculas, como **J, a, f, g, h, j, m, n, r, t, u**. Uma articulação mais complexa ocorre no estilo *Times New Roman*, usado para **g** minúsculo. Uma outra articulação mista ocorre entre a curva **c** e a reta, acrescida de uma das dificuldades maiores no reconhecimento das letras que é a direção para a direita ou para esquerda, e para cima ou para baixo (espelhamento) conforme as letras: **B, D, P, R**, nas maiúsculas, e **b, d, p, q**, nas minúsculas, direção para a direita ou para esquerda, e para cima ou para baixo (espelhamento): deixamos para o final o que constitui a maior dificuldade para o reconhecimento das letras, ou seja, a diferença entre a direção do traço para a esquerda ou para a direita e, em menor escala, a diferença entre a direção do traço de cima para baixo ou o inverso: o **espelhamento**. Como já afirmado várias vezes, a percepção dessa diferença vai de encontro à programação natural dos neurônios para buscar a

simetria na informação visual, daí a grande dificuldade de aprendizagem. Essa diferença é a única que existe entre os seguintes pares: **b/d**, **p/q** (diferença para a direita ou para a esquerda) e entre **M/W**, **n/u**, **b/p**, **d/q** (diferença de cima para baixo ou o inverso) e, em menor grau, entre **A/V**, **S/Z**, **a/e**, **s/z** e **f/j**.

Comentários finais

Propusemo-nos demonstrar que, se por um lado a aprendizagem é possível porque os neurônios são capazes de aprender, por outro, a programação biológica, muitas vezes entra em conflito com os traços que precisam ser reconhecidos em determinados sistemas, como é o caso dos sistemas de escrita, sendo necessário que tais neurônios se reciclem.

Argumentamos que isto é possível graças à margem de plasticidade neuronal de que eles são dotados. O conflito resulta no fato de que para o reconhecimento dos demais sinais luminosos, o sistema visual, como mecanismo de sobrevivência, obedece a uma programação genética antiga que simetriza a informação.

No entanto, para o reconhecimento dos traços que constituem as letras, como os do sistema alfabético, por exemplo, é fundamental que os neurônios situados na região occipitotemporal ventral esquerda aprendam a perceber as diferenças que distinguem as letras entre si, resultantes da articulação entre retas e curvas, sendo o mais difícil destes traços a diferença entre a direção para a esquerda ou para a direita.

Tais articulações foram exaustivamente examinadas, no que se refere ao alfabeto latino. O conflito entre a programação genética e o processamento das novas informações culturais foi também exemplificado com a diferença entre o processamento do sinal acústico da fala e o seu desmembramento em unidades contrastantes entre si, necessário à alfabetização. Explicou-se, em adendo, porque as crianças persistem por maior ou menor tempo na leitura e escrita espelhada.

Referências

ASLIN, R. N.; PISONI, D. B. Some developmental processes in speech perception. In: YENI-KOMSHIAN, Grace H.; KAVANAGH, John F.; FERGUSON, Charles A. (Orgs.). *Child phonology*. New York: Academic Press, 1980.

CASSIRER, E. *An essay on man – An introduction to a philosophy of human culture*. New Haven, CT: Yale University Press, 1944.

CHANGEUX, J.-P. Prefácio. In: DEHAENE, Stanislas. *Os neurônios da leitura*. Trad. de SCLiar-CABRAL, Leonor. Porto Alegre: Penso, 2012. p. 9-14.

D'AQUILI, E. G. *The biopsychological determinants of culture*. An Addison-Wesley Module in Anthropology. Reading, Mass. Addison-Wesley Publishing Co. 1972. v. 13.

DEHAENE, S. *Os neurônios da leitura*. Trad. de Leonor Scliar-Cabral. Porto Alegre: Penso, 2012.

GRAINGER, J.; REY, A.; DUFAU, S. Letter perception: from pixels to pandemonium. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 12, n. 10, p. 381-387, Oct. 2008.

JUSCZYK, P. W. *The discovery of spoken language*. Cambridge, Mass.: The M.I.T. Press, 1997.

GOULD, J. L.; MARLER, P. Learning by instinct. *Scientific American*, January 1987. Reimpresso em WANG, S.-Y. (Org.). *The emergence of language: development and evolution*. New York: Freeman, 1991, p. 88-103.

MANDLER, J. M. Seeing is not the same as thinking: Commentary on "Making sense of infant categorization". *Developmental Review*, v. 19, p. 297-306, 1999.

MORAIS, J.; PERIOT, A.; LIDJI, P.; KOLINSKY, R. *International Journal of Arts and Technology*, v. 3, n. 2/3, 2010.

PINXTEN, R. *Universalism versus relativism in language and thought*: Proceedings of a colloquium on the Sapir-Whorf hypotheses. The Hague: Mouton, 1976.

SCHMIDT, R. Attention. In: ROBINSON, P. J. (Ed.). *Cognition and second language instruction*. Cambridge, UK: Cambridge, 2001. p. 3-32.

SPRATTING, M. W. Learning viewpoint invariant perceptual representations from cluttered images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 27, n. 5, p. 753-761, 2005.

SCLiar-CABRAL, L. Por que investigar o processamento da leitura? *Linguística* (Madrid), v. 22, p. 109-126, 2009. Disponível em: <http://linguisticafal.org/22_linguistica_109_128.swf>.

SCLiar-CABRAL, L. Evidências a favor da reciclagem neuronal para a alfabetização. *Letras de Hoje*, v. 45, n. 3, p. 43-47, 2010. Disponível em: <<http://revistas.eletronicas.pucrs.br/fale/ojs/index.php/fale/article/view/8119>>.

WHORF, B. L. *Language, thought, and reality*. Selected writings of Benjamin Lee Whorf. Cambridge, Mass.: The M.I.T. Press, 1956.

Recebido: 16 de novembro de 2012

Aprovado: 22 de janeiro de 2013

Contato: lsc@th.com.br