



## Processamento *bottom-up* na leitura

Leonor Scliar-Cabral (UFSC/CNPq) \*

**RESUMO:** Nesse trabalho nos propomos apresentar as evidências mais recentes sobre os processos *bottom-up* em leitura, provindas das neurociências, sem ignorar, contudo, que tais processos são em paralelo, distribuídos por vastas regiões do sistema nervoso central, partindo do pressuposto de que os neurônios simultaneamente enviam informação através dos axônios (*output*) e a recebem através dos dendritos (*input*). Demonstraremos, agora com provas mais robustas, que a leitura depende da aprendizagem, mais precisamente, da reciclagem dos neurônios situados na região occípito-temporal ventral esquerda, graças a sua plasticidade para aprender a articular diminutos traços invariantes em letras, uma, duas ou mais (dependendo das línguas), ou seja, os grafemas, correspondendo a fonemas e ambos com a função de distinguir significados. Dentre as reciclagens mais difíceis, citemos a de ir de encontro à simetria da informação visual, que é um dos mecanismos naturais de tratamento do sinal luminoso. Os dados provêm em grande parte de Dehaene (2007).

Palavras-chave: Processos *bottom up*; Leitura; Região occípito-temporal ventral esquerda.

### 1. O processamento na fóvea

Como qualquer ato de comunicação, a leitura começa por um ato voluntário, com vistas a um determinado fim, no qual a atenção desempenha um grande papel, processos esses comandados pela região frontal.

Antes de tratarmos mais especificamente do processamento da palavra escrita, é preciso esclarecer que ele é precedido por um processamento menos específico nas áreas visuais primárias da região occipital. Não se trata de um processamento global: nos primatas, o estímulo visual se desmembra em milhares de fragmentos, reconhecidos cada um por um foto-receptor distinto que, por síntese, o cérebro recompõe em traços invariantes: didaticamente, utilizamos a metáfora de píxel para cada fragmento. Num lapso de tempo de 50 milissegundos, as imagens dos rostos e das palavras não se distinguem: só depois é que ocorre uma triagem, quando o tratamento analítico passa a ser efetuado pela região occípito-temporal ventral esquerda (TARKIAINEN; CORNELISSEN SALMELIN, 2002).

Somente a parte mais central da retina, que ocupa 15°, denominada fóvea, por ser rica em células foto-receptoras, de resolução muito alta, chamadas cones, é apta a processar as letras.

Já aí encontramos uma limitação, que obriga o globo ocular a efetuar de quatro a cinco movimentos por segundo em sacada (quando não se consegue ler absolutamente nada) e o movimento de fixação, quando a fóvea consegue abarcar de 10 a 12 letras: 3 ou 4 à esquerda do centro do olhar, e 7 ou 8 à direita, se a direção da escrita for da esquerda para a direita, como é o caso do português e, inversamente, se a escrita for da direita para a esquerda, como é o caso do árabe e do hebraico. Conclui-se, pois, que o âmbito (*spam*) em cada fixação não depende do tamanho das letras e sim de quantas são. Um experimento muito engenhoso foi desenhado por George W. McConkie e Keith Rayner (1975), denominado “janela móvel”. Trata-se de um aparelho acoplado a um computador, que acusa os movimentos dos olhos *on*

\* lsc@th.com.br



*line*, de modo que é possível detectar quantas letras à esquerda e à direita a fôvea consegue abarcar, sendo o resto preenchido por x. Adaptamos o instrumento à primeira página de *Os Maias* de Eça de Queiroz, para que se tenha uma idéia do experimento:

A casa que xx xxxxx xxxxxx xxxxxx xx xxxxxx

O computador vai renovando a tela, assim que o olhar se movimenta, resultando, no final, o seguinte:

x xxx xxx os Maias xxxxxx xxxxxx xx xxxxxx  
x xxx xxx xx xxxxx vieram xxxxxx xx xxxxxx  
x xxx xxx xx xxxxx xxxxxx habitar xx xxxxxx  
x xxx xxx xx xxxxx xxxxxx xxxxxx em Lisboa

O mais interessante é que os sujeitos do experimento não se deram conta da existência dos x.

O que também está comprovado é que o centro da fixação ocorre sobre os chamados contentivos, isto é, substantivos, verbos, adjetivos e advérbios. Pode-se inferir que há um processo *top down* que permite detectar os morfemas puramente gramaticais. Por exemplo, se a fixação ocorre sobre a palavra gosto (seja ela nome ou verbo, a primeira com a vogal [-alt, -bx] e a segunda com a vogal [+bx]), pois se trata de homógrafas não homófonas e, se não houver sinal de pontuação depois, pode-se inferir automaticamente a preposição “de”, sem a necessidade de informação *bottom up*.

Também foi constatado que os espaços servem para delimitar o final e início das palavras e a fixação acaba ocorrendo mais ou menos no centro da palavra. Os movimentos oculares são controlados pelas projeções do córtex pré-frontal sobre o núcleo caudal (MERCIER; FOURNIER; JACOB, 1999, p. 27) (os dois colículos superiores, situados abaixo do tálamo e rodeados pela glândula pineal do mesencéfalo).

## 2. A região occípito-temporal ventral do hemisfério esquerdo

Depois do processamento nas áreas primárias da visão, o *output* é canalizado em direção à região occípito-temporal ventral do hemisfério esquerdo. A combinação de técnicas como a IRM (imagem por ressonância magnética) funcional, o EEG (eletro-encefalografia) e a mais recente MEG (magneto-encefalografia) tornou possível afirmar que essa região desempenha um papel precoce e específico no reconhecimento da palavra escrita (DEHAENE, 2007, p. 117).

Graças à reciclagem neuronal para afinar com traços visuais diminutos que se articulam entre si para formar as letras, como veremos mais abaixo, e à sua vinculação com as

áreas temporais contíguas que processam a sua contra-partida sonora e, ainda, graças às projeções a todas as áreas responsáveis pelo processamento verbal, em particular, as áreas que processam o significado, está demonstrado que a região occípito-temporal ventral do hemisfério esquerdo é a área responsável pelo **reconhecimento específico da palavra escrita**. Como é possível?

A primeira técnica, a IRM funcional, parte do princípio de que as áreas mais ativadas durante o processamento apresentam uma vazão sanguínea maior. Os sujeitos recebem uma dose fraca de água radioativa, cujo átomo de oxigênio foi substituído pelo do oxigênio 15: acompanhando-se a imagem da distribuição da radioatividade mais intensa, podem-se rastrear, camada por camada, as regiões ativadas no processamento de estímulos controlados. O eletro-encefalograma consiste em mensurar, com um voltímetro muito sensível, as diferenças de potencial da ordem de um microvolt que as correntes neuronais induzem até a superfície do escalpo, enquanto a magneto-encefalografia detecta as variações minúsculas do campo magnético induzidas pelas correntes neuronais. Tais instrumentos permitiram comprovar empiricamente e *on-line* vários aspectos no processamento *bottom-up* da leitura.

### 3. As invariâncias

O conceito de invariância foi, sem dúvida, a alavanca fundamental para os novos rumos que tomou a lingüística a partir do início do século XX.

Com efeito, as várias definições de fonema, seja a de “unidade mínima distintiva do significado”, ou de “feixe de traços distintivos”, se baseavam no postulado funcional de que, fossem quais fossem as realizações fonéticas articuladas, percebidas ou detectadas pelos aparelhos de física acústica, elas só seriam pertinentes se a sua substituição no mesmo contexto ocasionasse mudança de significado.

Essa premissa teórica, aplicada ao reconhecimento dos grafemas (uma ou mais letras que representam um fonema) foi confirmada por todos os experimentos que utilizam os instrumentos acima mencionados.

Sejam quais forem as variantes de uma ou mais letras que constituem um grafema e de cuja articulação depende o reconhecimento da palavra escrita, a elas será acoplado sempre o mesmo valor fonológico que teria naquele contexto grafêmico (estamos nos referindo aqui às palavras regulares, como é o caso do português do Brasil, cuja transparência era exemplar até o Novo Acordo Ortográfico, e não a sistemas como o inglês ou o francês).

No entanto, é preciso enfatizar que o reconhecimento da letra como tal independe de o sistema ser transparente ou não e o conceito de **invariância** aplica-se integralmente. Sendo assim, para o reconhecimento da letra, é indiferente que a mesma seja escrita em letra de imprensa ou manuscrita, em maiúscula ou minúscula e em qualquer tamanho das fontes. Designa-se tal processo como **invariância perceptiva**: o sistema visual resiste naturalmente a mudanças vastas de escala. O segundo tipo de invariância decorre do fato de o **reconhecimento da letra independe da posição** que ocupa na palavra. O terceiro tipo de invariância diz respeito às diferentes formas de uma mesma letra: embora **V** e **v** tenham a mesma forma, o mesmo não ocorre com **A** e **a**: no entanto, essas duas últimas são reconhecidas como a mesma letra. O mesmo se pode dizer de outras variantes como a

espessura dos traços, **gordos**, ou em **negrito**, a inclinação dos caracteres, em *itálico*, o sublinhado, ou em combinação. As variantes na escrita manuscrita são idiossincráticas, a tal ponto que é possível *identificar uma pessoa por sua caligrafia*.

Trata-se, pois, de uma operação mais abstrata efetuada pelos neurônios e os autores já mencionados, McConkie e Rayner, demonstraram que, alternando uma LeTrA mAiÚsCuLa com uma minúscula, os sujeitos nem perceberam quando a alteração apareceu na tela.

Uma das aplicações dessas evidências é mostrar que o reconhecimento das letras não se dá por **configuração**, uma das premissas do método global de alfabetização.

É importante enfatizar que, embora os neurônios desprezem diferenças aparentemente grandes entre letras, como as já assinaladas entre **A** e **a**, em que não há nenhum traço compartilhado, eles têm que atentar para diferenças diminutas **entre as letras**, algumas difíceis, como a direção para a direita ou para esquerda, para cima ou para baixo, dos traços, conforme explicaremos, exemplificando com a matriz das letras de imprensa:

**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 uns poucos traços articulados para formar uma letra, de modo a diferenciá-la das demais, se insere nos princípios que governam o processamento dos sistemas verbais, que passo a enumerar:

1. Quanto mais baixo o nível de processamento, tanto mais ele 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, conforme demonstrou Tanaka com macacos (2003). 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).

2. 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, **cujas funções são distinguir a significação básica** das

unidades puramente gramaticais ou que se referem à significação externa; a terceira ordem 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 idéias, de modo coerente, em torno de uma unidade temática.

No momento estamos examinando os traços que diferenciam as letras e se articulam para formar as letras, ou seja, a primeira ordem.

Algumas letras são formadas por um só traço, como é o caso de **I**, **C** e **O** maiúsculos, e de **i**, **c** e **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 ex., 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** e **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 as 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**.

Um exemplo de relação entre curvas encontramos 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 **G**, **J**, **a**, **e**, **f**, **g**, **h**, **j**, **m**, **n**, **r**, **t** e **u**. 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** e **R**, nas maiúsculas, e **b**, **d**, **p** e **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 o 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 e 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**.

#### 4. A vinculação entre grafemas e fonemas

Conforme asseverado acima, a região que processa especificamente a palavra escrita é a **região occípito-temporal ventral esquerda**. Observe, então, a vinculação obrigatória entre uma área secundária ou terciária encarregada do processamento visual da palavra escrita, na região occipital, com uma área secundária ou terciária limítrofe, na região temporal, responsável pelo processamento dos *outputs* do sinal acústico da fala: é nessa região que se estabelece o elo entre os grafemas e seus respectivos fonemas, ambos com a função de distinguir as significações básicas, pois se estabelecem projeções às regiões que processam a significação e a tudo o que disser respeito à linguagem verbal.

Para a atribuição dos valores fonológicos aos grafemas, durante o reconhecimento da palavra escrita, os neurônios terão que aprender as seguintes regras, no caso do PB do Brasil, um sistema de excelente transparência até o Novo Acordo Ortográfico.

O sistema de leitura e escrita da língua portuguesa é o alfabético. Há línguas que utilizam o sistema silábico, outras que utilizam primordialmente signos que representam uma idéia (é esse, também, o utilizado no sistema numérico).

O alfabeto da língua portuguesa é composto de 26 letras que, isoladas ou combinadas e com alguns sinais como acentos gráficos, til e cedilha, representam os fonemas. A evolução para o estabelecimento das normas do sistema alfabético do português foi historizada no capítulo 4 do livro **Princípios do sistema alfabético do português do Brasil**, de Sciar-Cabral (2003).

Um **fonema**, escrito entre barras //, além da definição de R. Jakobson, como um feixe de traços distintivos, é uma classe de sons, escritos entre colchetes [ ]. Como sempre enfatizado, o fonema serve para distinguir o significado básico entre as palavras, como os fonemas /m/ e /b/ em /'mala/ e /'bala/. Os sons para a realização de um mesmo fonema são muito diferentes, dependendo da região de quem fala, do grupo social ao qual pertence e também da posição que ocupa na frase. O fonema /R/ em /maR/, no final de uma sentença, pode ser pronunciado com o dorso da língua contra o véu do paladar [max], como pelo carioca; pode ser pronunciado com a ponta da língua voltada para o céu da boca, como na variedade caipira [ma | ]; pode ser pronunciado com muitas batidas da ponta da língua contra a face interna dos alvéolos, como na fronteira do Rio Grande do Sul [mar]. Porém, se depois de /maR/ vier na mesma frase uma palavra iniciada por vogal, como /'awtu/ → “alto”, já se pronuncia com uma só batida da língua contra a face interna dos alvéolos e, além disto, ocorre

uma modificação na distribuição das sílabas: [´ma´|awtu] (pronúncia carioca) de “mar alto”. Observe que o apóstrofo, na transcrição entre barras ou colchetes se refere à sílaba de maior intensidade, vinda logo a seguir.

Não existe, porém, uma letra para cada som. Uma, ou duas letras, os **grafemas**, representam os **fonemas**. Assim, enquanto existe uma variedade muito grande de sons, só existem **26 letras**, para representar a língua portuguesa escrita.

A utilização dos sistemas alfabéticos se, por um lado, representa uma grande economia, por outro, constitui uma grande dificuldade quando o indivíduo vai se alfabetizar, porque ele percebe a sua fala como um contínuo. É por isto que a criança, depois de descobrir a diferença entre o desenho e a escrita, passa por uma fase em que escreve uma porção de símbolos sem espaços entre si; passa, depois, a atribuir um símbolo para cada sílaba, porque consegue, então, a nível consciente, dividir a cadeia da fala em sílabas. A dificuldade maior está em compreender que uma ou mais letras não se referem a uma sílaba (a não ser quando ela é constituída de uma só vogal) e sim a uma unidade menor. Esta dificuldade em desmembrar uma sílaba a nível consciente é maior quando temos uma sílaba onde entram as oclusivas /p t k b d g/, porque elas não podem ser pronunciadas isoladamente, sem apoio de uma vogal.

As regras que os neurônios deverão aprender para atribuir os valores fonológicos aos grafemas são:

(1) Regras de correspondência grafo-fonêmicas independentes de contexto, como nos exemplos: p → /p/, b → /b/, ss → /s/.

(2) Regras de correspondência grafo-fonêmica **dependentes do contexto grafêmico**, conforme exemplos: s → /s/ /# \_\_ ,  
s → /z/ / V+\_\_V, c → /k/ /\_\_V[+post].

(3) Regras dependentes da metalinguagem e/ou do contexto textual morfossintático e semântico, como nas palavras paroxítonas terminadas pelas letras **i(s)** e **u(s)**, **um**, **uns**, **l**, **n**, **r**, **x**, letras que representam ditongo oral e **ão(s)** e nas oxítonas terminadas pelas letras **i** e **u**, **ém** e **éns**.

(4) Valores dependentes exclusivamente do léxico mental ortográfico: três dos cinco valores atribuídos à letra **x** dependem exclusivamente da internalização do léxico mental ortográfico e de suas relações com o léxico fonológico mental: /S/, /s/ e /kis/ ~ /kiS/ e a nasalização de **u** em “muito”. Com o Novo Acordo Ortográfico, vai ser necessário sobrecarregar o léxico mental para desambiguar as letras **qu** e **gu**, seguidas de **e** ou **i**, uma vez que, com a queda do trema, não se sabe se **qu** e **gu** são dígrafos ou não; o mesmo em relação às letras **ei** e **oi**, quando não figurarem em posição oxítona.

Uma discussão que tem dividido os pesquisadores no que diz respeito ao processamento da palavra escrita é a que se refere à obrigatoriedade da via fonológica, mesmo em sistemas opacos, como o inglês. É o que veremos a seguir.

## 5. As vias de reconhecimento da palavra escrita

Sejam quais forem as posições, todos os pesquisadores reconhecem a existência de duas vias paralelas no processamento da palavra escrita: a via fonológica e a via lexical. Como já vimos, a via fonológica converte os grafemas em fonemas enquanto a via lexical associa a forma escrita diretamente a sua significação básica, sem passar por sua forma fonológica.

O leigo tem a impressão de que passa diretamente à significação básica, porque o processamento é tão rápido que ele não “escuta” a imagem acústica que acompanha o reconhecimento da forma escrita.

Muitos pesquisadores advogam que isto é obrigatório enquanto a corrente contrária assevera que a via fonológica só ocorre na fase inicial da alfabetização. A corrente que prevalece é a de que as duas vias são acionadas simultaneamente. Um dos paradigmas que a comprova é o chamado paradigma da decisão lexical, que consiste em submeter o sujeito a cadeias escritas de palavras que existem e de outras que, embora se conformem aos princípios do sistema alfabético de uma dada língua, não existem (são pseudo-palavras), como no exemplo abaixo:

lápis fonciengo cusmar coque chuga frensar pem

Você pode observar que, embora não conheça muitas das palavras, consegue lê-las, atribuindo aos grafemas os valores que eles têm no sistema ortográfico do PB, embora leve mais tempo para fazê-lo do que o empregado numa palavra conhecida. Evidentemente, você não pode atribuir-lhes nenhum sentido, uma vez que elas não o têm. No entanto, consegue decodificá-las e isto só é possível se tiver acesso à via fonológica. O que acontece com as palavras conhecidas é que o processo é tão rápido que não nos damos conta do uso da via fonológica. Isso fica provado quando nos experimentos são colocadas palavras que podem ter uma correlata homófona não homógrafa, como **sela**, **cena**, **sessão** e assim por diante. Embora tais palavras sejam conhecidas e até bastante freqüentes, o sujeito demora mais em processá-las, pois elas apresentam o que denominamos de contextos competitivos e comprovam a passagem pela via fonológica.

Os experimentos com o paradigma *priming*, que consiste em verificar quais e por que determinados estímulos servem como facilitadores para uma dada resposta, levam aos mesmos resultados. Por exemplo, a palavra CRUZ permite um reconhecimento muito mais rápido da palavra CRUS, do que se em seguida for mostrado o estímulo TAVE.

Os experimentos comprovam que, primeiro, se dá o reconhecimento da forma escrita para, em seguida, evocar a pronúncia.

Evidentemente, há o efeito do respectivo sistema ortográfico de cada língua, havendo disparidade entre sistemas mais opacos como o inglês e o francês e sistemas transparentes como o italiano, o espanhol e o português.

Uma coisa é certa: quando nos defrontamos com uma palavra regular pela primeira vez (e isto é cada vez mais freqüente, em virtude da explosão científica e tecnológica), a via fonológica é absolutamente necessária. Nesses casos, o sentido tem que ser construído na base do cruzamento da informação textual (processo *bottom up*) com o conhecimento prévio sobre o tópico (processo *top down*).

Como no início da neurolingüística e da neuropsicologia, ainda hoje, muitas evidências provêm de lesionados cerebrais e, no que diz respeito ao que estamos discutindo, há lesões que provocam a dislexia profunda ou fonológica, ou seja, a incapacidade de realizar a conversão dos grafemas em fonemas em palavras raras, embora regulares, como **sextante**, enquanto conseguem, compreendendo-as, pronunciar palavras freqüentes, mesmo irregulares como **muito**. Ocorre também a leitura de um sinônimo, por exemplo, **carne** ao invés de bife, porque o acesso à significação está inalterado. Em outros, o que está alterada é a via lexical, também chamada de dislexia de superfície: somente pronunciando a palavra conseguem compreendê-la, contudo, não decodificam palavras irregulares.

Pode-se concluir que a arquitetura do córtex obedece a uma organização em vias múltiplas e paralelas e as duas vias se complementam. Tanto as regras de conversão grafemas-fonemas são utilizadas, quanto o acesso ao dicionário mental, no qual qualquer pessoa possui arrolados, no mínimo, de 40.000 a 50.000 itens.

## Conclusões

Nesse artigo, procuramos explicar processos *bottom up* que operam na leitura, desde a decomposição em miríades de fragmentos pelas regiões primárias, até o tratamento na região occípito-temporal ventral esquerda das invariâncias dos diminutos traços que se articulam em letras, essas em grafemas, associados aos valores fonológicos, ambos com a função de distinguir significados.

É cada vez mais evidente a especificidade dos neurônios que têm que se reciclar para a aprendizagem que é analítica e não global.

**ABSTRACT:** In this paper we present recent evidence given by neurosciences about bottom up processes in reading, without ignoring, however, that they perform in parallel, since neurons actually send and receive information through axons and dendrites respectively. We will demonstrate with more robust proofs that reading depends upon learning, namely, upon recycling neurons on the left ventral occipital-temporal brain region, thanks to their plasticity for learning how to articulate small invariant visual features into one, two or more letters, (depending upon each language), the so called graphemes, linked to its corresponding phonemes, both distinguishing meaning. One of the most difficult recycling goes against the natural symmetrical treatment of the luminous waves. Date are mostly reviewed by Dehaene (2007).

**Key-words:** Bottom up process; Reading; Left ventral temporal-occipital cortex.



## Referências

- DEHAENE, S. **Les neurones de la lecture**. Paris: Odile Jacob, 2007.
- MCCONKIE, G. W.; RAYNER, F. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. **Perception & Psychophysics**, 17, p. 578-586, 1975.
- MERCIER, Ph.; FOURNIER, H.D.; JACOB, B. Anatomie fonctionnelle des lobes frontaux. In: Van der LINDEN, M; SERON, X.; Le GALL, D.; ANDRES, P. (Orgs.) **Neuropsychologie des lobes frontaux**. Marselha: Solal, 1999, p. 13-31.
- SCLIAR-CABRAL, L. **Princípios do sistema alfabético do português do Brasil**. São Paulo: Contexto, 2003.
- TANAKA, K. Columns for complex visual object featgures in the inferotemporal cortex: clustering of cells with similar but slightly different stimulus selectivities. **Cereb Cortex**, 13 (1), 2003, p. 90-99.
- TARKIAINEN, A.; CORNELISSEN, P. L.; SALMELINR. Dynamic of visual feature analysis and object level processing in face versus letter-string perception. **Brain**, 125 (Pt 5), p. 1125-1136, 2002.