



## SEÇÃO: ARTIGOS

# Ultrapassando os limites entre o natural e o cultural: uma revisão neuropsicolinguística sobre a aquisição da leitura

*Crossing the boundaries between the natural and the cultural: a neuropsycholinguistic review on reading acquisition*

**Isadora Rodrigues de Andrade<sup>1</sup>**

[orcid.org/0000-0002-5822-3501](https://orcid.org/0000-0002-5822-3501)  
[andradeisadorar@gmail.com](mailto:andradeisadorar@gmail.com)

**Aniela Improta França<sup>1</sup>**

[orcid.org/0000-0002-3614-2970](https://orcid.org/0000-0002-3614-2970)  
[aniela@gmail.com](mailto:aniela@gmail.com)

**Recebido em:** 30/7/2020.

**Aprovado em:** 12/1/2021.

**Publicado em:** 10/8/2021.

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo revisar o panorama atual e abrangente sobre a base neurocognitiva da aquisição da leitura. Mesmo sendo a leitura uma atividade estabelecida a partir de pressões socioculturais, resultado de processos custosos de aprendizagem explícita e instrução formal, a literatura indica que seu aprendizado se dá sob cognições naturais, de forma análoga a que acontece no processamento auditivo dos sinais da fala. Aqui, discutimos tais perspectivas, buscando sinalizar como essas descobertas da neurociência e da psicolinguística podem e devem impactar o ensino de leitura tornando essa aprendizagem cada vez mais efetiva, de modo a contribuir para a construção da autonomia e da cidadania do indivíduo.

**Palavras-chave:** Alfabetização. Reconhecimento dos sons da fala. Cognição.

**Abstract:** This article aims to review a current and comprehensive overview of the studies dedicated to the investigation of the neurocognitive basis of reading acquisition. Even though reading is an activity established from socio-cultural pressures, resulting from explicitly arduous learned processes and formal instruction, the literature indicates that it learning takes place under natural cognitions, similar to what happens in the auditory processing of speech signals. Here, we discuss these perspectives, seeking to signal how these neuroscience and psycholinguistics discoveries can and should impact the teaching of reading making this learning more effective, in order to contribute to the construction of the individual's autonomy and citizenship.

**Keywords:** Literacy. Recognition of speech sounds. Cognition.

## Introdução

O advento da escrita foi uma conquista inexorável da humanidade, se tornando um símbolo definitivo na transição entre a Pré-História e a Idade Antiga. Mas não somente isso: essa invenção cultural revolucionou a maneira com a qual os homens passaram a registrar e a ponderar sobre os seus próprios pensamentos e se comunicar com seus semelhantes, mesmo distantes. Enquanto as tradições orais têm como sua força principal a preservação da voz em uníssono, dos costumes e crenças arraigados do povo através de séculos, a escrita sustenta a individualidade e o surgimento da literatura autoral, da dissensão, da memória de um, da capacidade de revolucionar pela tangente da ordem comum, do rompimento com a repetição e da busca pela criatividade.

Assim, a leitura e a escrita foram capazes de promover socialmente seus praticantes em tal grau que, na maioria dos países do mundo, o seu



ensino tornou-se cláusula obrigatória e constitucional. Há ainda tristes exceções, principalmente na África Subsaariana, Sul e Oeste da Ásia, e Leste da Ásia e Pacífico, onde em 12 países somente 25% da população se alfabetiza (GALGUERA, 2015).

Embora não infalivelmente, mediante instrução formal e treinamento, a maioria das crianças é capaz de superar um estágio inicial de decodificação, marcado por hesitações na leitura para logo alcançar um *status* de literacia, que se define em parte como o exercício eficiente, habilidoso e automático das capacidades de leitura e escrita (MORAIS, 2014). Por outro lado, a condição de literacia também implica na prática produtiva da leitura e da escrita (MORAIS, 2014) e seus efeitos podem ser observadas nas mais variadas cognições humanas, como nas habilidades linguísticas, memória, funções executivas e outras (ANDRADE; GOFFREDO, 2020).

No entanto, processos frequentemente bem sucedidos de aprendizagem, aqueles que resultam em práticas reflexas, como a literacia, podem tornar obscuro o limiar que distingue habilidades que são adquiridas por meio de instrução formal – fruto da inserção social – e habilidades inatas, ou seja, que fazem parte da dotação da espécie (ANDRADE; FRANÇA; SAMPAIO, 2018). A fragilidade dos limites que separam o que é aprendido do que é inato, nos faz cair na histórica oposição entre Natureza e Cultura (*Nature Versus Nurture*), um contraste bem delineado pelo pedagogo e gramático inglês Richard Mulcaster, em 1581, e que até hoje resiste nas apostas de diferentes concepções filosóficas modernas.

Quase meio século mais tarde, o psicolinguista inglês Frank Smith revive a dicotomia, defendendo ferrenhamente que a leitura e a escrita estariam no lado *Natureza* (SMITH, 1973; 2004). Como ponto de partida para o desenvolvimento de sua teoria, o autor alega que as crianças, desde o nascimento, buscam naturalmente compreender o mundo a sua volta, descobrindo como as coisas se relacionam e atribuindo significado a elas. Nesse sentido, uma habilidade como a escrita seria apenas mais uma instância do mundo natural que as crianças absorvem, assim como vários outros aspectos presentes no meio

ambiente com os quais elas aprendem a lidar espontaneamente ao longo da vida.

Então, o que é linguagem escrita? Para uma criança, o texto é apenas mais uma faceta do mundo, talvez ainda não compreendida, mas não diferente de todas as visões, sons, cheiros, gostos e texturas complexos do ambiente – não é uma faceta especialmente misteriosa ou intimidadora. (SMITH, 2004, p. 1)

A concepção de Smith está sustentada pela abordagem construtivista do psicólogo suíço Jean Piaget, muito influente na segunda metade do século 20. Segundo o Construtivismo, as crianças "constroem" seu próprio conhecimento com base em experiências e conseguem aprender coisas por conta própria, sem a influência de adultos ou crianças mais velhas (MYERS, 2013).

O Construtivismo se contrapõe ao Behaviorismo de Skinner, muito popular na primeira metade do século 20, que propunha que o aprendizado estaria ligado a esquemas de estímulo-resposta, modulados por recompensa ou punição. Ao contrário, Piaget defende que as crianças não precisam de recompensas para aprender, porque elas seriam motivadas a isso por natureza. Assim, ele explica que, entre os 2 a 7 anos de idade, janela etária em que as crianças geralmente aprendem a ler, elas estariam naturalmente na fase de desenvolvimento denominada Pré-operacional, em que o pensamento simbólico é desenvolvido intuitivamente. Por isso, naturalmente enfocam no sistema simbólico de escrita que representa algum aspecto da fala, seja os sons ou os conteúdos. A prerrogativa de um desenvolvimento natural é o que tornaria a criança apta para, inconscientemente, atribuir significado ao texto escrito, da mesma maneira como ela se torna apta a falar e conferir sentido ao mundo que a cerca (SMITH, 2004).

Smith prioriza, assim, o papel do contexto na aprendizagem da leitura, porque ele produziria aprendizagem implícita na criança. O autor argumenta que, assim como a criança precisa de exposição a um ambiente linguístico para desenvolver a fala, também precisa ser exposta a um contexto escrito significativo e atraente para que adquira linguagem escrita:

Tudo o que as crianças precisam para dominar a língua falada, tanto para produzi-la como fundamentalmente para compreender seu uso por outras pessoas, é experimentar a língua em uso nos contextos significativos. As crianças aprendem facilmente sobre a fala quando estão engajadas no uso, quando há a possibilidade de a fala fazer sentido para elas. E da mesma forma, as crianças tentarão entender a língua escrita, envolvendo-se em seu uso, em situações em que isso faça sentido para elas e as permita gerar e testar hipóteses (SMITH, 2004, p. 213)

Dentro dessa perspectiva, o professor teria um papel coadjuvante no processo de alfabetização dos alunos. Caberia a ele proporcionar às crianças experiências ricas em situações em que a linguagem escrita seja utilizada de forma significativa, interessante e motivadora, além de auxiliar os alunos a desempenhar tais finalidades em seus próprios usos. Isto é, o professor deve criar contextos em que o aluno possa perceber as causas e os objetivos para compreender e se fazer compreender através da escrita, mas não necessariamente através da decodificação e explicitação da relação fonema-grafema (SMITH, 2004).

Essa proposta pedagógica, pensada para ser igualmente aplicada à alfabetização de adultos e alunos mais velhos, foi amplamente difundida pelos sistemas de ensino dos países de língua inglesa em meados da década de 1980 e ficou conhecida como *Whole Language* ou *Real Language* (SMITH, 2004) e no Brasil, como *Leitura Significativa* (SOARES, 2016).

O pressuposto de que a aprendizagem da escrita pode se dar por um processo tão natural quanto à aquisição da linguagem, bastando à criança ser exposta a um ambiente significativo para que ela seja capaz de se apropriar da linguagem escrita, desafia em cheio a hipótese inatista forte, delineada no contexto da Gramática Gerativa, do filósofo e linguista americano Noam Chomsky, de que a linguagem, mas nunca a escrita, seria adquirida de forma implícita porque é guiada por dotação genética da espécie. Outras capacidades como andar de bicicleta e ler só poderiam ser adquiridas explicitamente (CHOMSKY, 1957; LENNEBERG, 1967). Esse contraste retoma uma página histórica da ciência, que se deu em outubro de 1975, entre o próprio Noam Chomsky e

Jean Piaget, que, como mencionamos, encabeça as abordagens construtivistas.

Trata-se de encontro marcadamente interdisciplinar que teve lugar na ilustre Abadia de Royaumont, a 30 km de Paris. Nele, Chomsky e Piaget debateram suas ideias diante de uma plateia de cientistas, entre eles vários detentores do Prêmio Nobel. Sob a mediação do biólogo Piattelli-Palmarini, os autores puseram em discussão temas como cognição, linguagem e aprendizado, a partir de perspectivas múltiplas, como a da psicologia, da linguística, da neurobiologia etc.

Chomsky argumentou em favor da especificidade de domínio, ou seja, de um módulo no cérebro dedicado à linguagem, independente de outras cognições, enquanto Piaget defendia uma cognição geral que se especializava ao passar por estágios cognitivos cada vez mais complexos. Portanto essas são visões divergentes a respeito dos mecanismos intrínsecos ao desenvolvimento da linguagem.

O referido evento, e os argumentos que dele se originaram, impactaram fortemente os estudos posteriores no campo da ciência cognitiva, área que teve como marco fundador justamente o célebre debate (PIATTELLI-PALMARINI, 1994). Além disso, atribui-se ainda ao aludido encontro, mais precisamente à associação assinalada por Chomsky entre a linguística, a psicologia e a biologia, o surgimento do termo *biolinguística*, inaugurado por Piattelli-Palmarini para designar um ramo da linguística dedicado ao estudo dos aspectos biológicos e evolutivos da linguagem (PIATTELLI-PALMARINI, 1994).

Um das suposições fundamentais e mais representativas da visão de Piaget sobre o aprendizado da linguagem é que este desenvolvimento, assim como o de outras cognições, é sempre mediado por uma sequência universal e invariável de estágios pré-estabelecidos, que se diferenciam qualitativamente. A transposição de um estágio para outro seria determinada por uma espécie de "necessidade lógica", que ocorre por meio de um esforço ativo do próprio sujeito em generalizar, equilibrar, unificar e sistematizar as informações adquiridas. Isso tornaria o indivíduo responsável pela construção do próprio conhecimento (PIATTELLI-PALMARINI, 1994).

Chomsky declarou que a tese das etapas de desenvolvimento geral de Piaget parecia implausível a ele, uma vez que avanços nas ciências cognitivas, já naquele ponto, apontavam para uma marcada especificidade de domínio cognitivo nas diferentes áreas corticais. Alguns exemplos bem estabelecidos são (i) em relação à visão, um mapa das áreas corticais com neurônios específicos sensíveis à identificação de traços de uma dada orientação no córtex visual (retinotopia), desenvolvido por Hubel e Wiesel nos anos 60, a partir de modelos animais; (ii) em relação à audição, a existência de uma organização perceptual sonora produzindo intensas vibrações para frequências altas perto do início da membrana basilar e intensas vibrações para frequências baixas, mais difusamente agrupadas perto do fim dessa membrana (tonotopia) e também da existência de uma organização cortical análoga na forma de um mapa de gradientes tonotópicos, no qual baixas frequências são representadas lateralmente e altas frequências são representadas medialmente ao redor do giro de Heschl, modelo desenvolvido por George Von Békésy nos anos 50 e 60; (iii) em relação aos córtices receptivos, a existência de área cortical especializada em receber informações dos sentidos táteis e do movimento de partes do corpo. Essas áreas bilaterais, entre os lobos frontal e parietal, chamadas de córtex motor primário e córtex sensorial primário, foram demarcadas pelo neurocirurgião canadense Wilder Penfield nos anos 70 (homúnculo de Penfield), a partir de estudos desenvolvidos *in vivo* em pacientes que se submetiam a ablações para tratamento de epilepsia (MYERS, 2013).

Além disso, Chomsky argumenta que as crianças demonstram consistentemente certas habilidades cognitivas muito mais cedo do que Piaget estava propondo, pelo menos em alguns domínios. Também contra Piaget estava o fato de recém-nascidos já terem representações ricas e abstratas de muitos aspectos da cognição de linguagem antecipadamente à experiência (GOPNIK, 1996).

Por outro lado, Chomsky defende a hipótese de que a criança é capaz de adquirir uma língua porque o desenvolvimento da linguagem é, em alguma medida, determinado geneticamente e de forma exclusiva a nossa espécie. Apenas nós, seres humanos, possuímos uma dotação biológica – nomeada Faculdade da Linguagem – que faz do homem o único ser capaz de adquirir uma (ou mais) língua(s). É possível que a emergência dessa capacidade seja ainda relativamente nova na história evolutiva da espécie humana (GALLEGO; CHOMSKY, 2020).

Equipado com o aparato genético que o torna potencialmente capaz de desenvolver linguagem, o indivíduo necessita apenas ser integralmente inserido num determinado ambiente para que consuma definitivamente sua aquisição linguística. Assim, embora complexo em termos computacionais, esse processo se sucede de maneira sistemática, uniforme e inconsciente, sem a necessidade de instrução formal, como destaca o autor:

A linguagem da criança “cresce na mente dela” como o sistema visual desenvolve a capacidade de visão binocular, ou de forma semelhante a que uma criança entra na puberdade em um determinado estágio de maturação. A aquisição da linguagem é algo que acontece a uma criança colocada em um determinado ambiente, não é algo que a criança faz. (CHOMSKY, 1993, p. 29)

Decorre assim dessa concepção inatista da aquisição da linguagem um possível argumento contrário à teoria defendida por Frank Smith de que a aquisição da leitura e da escrita é natural. Como bem pontuou a pesquisadora americana Maryanne Wolf, reconhecida por seus estudos sobre dislexia, literacia digital e os circuitos cerebrais da leitura, diferentemente das cognições das quais se dispõe – a visão e a fala é que são estabelecidas geneticamente. A leitura não apresenta especificações genéticas inscritas no DNA humano que sejam diretamente transferidas para gerações futuras (WOLF, 2008).

O *Ethnologue*<sup>2</sup>, uma plataforma que traz estatísticas confiáveis acerca das línguas do mundo, revela que existem cerca de 7.117 línguas orais catalogadas. Destas, 3.982 possuem um sistema de

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.ethnologue.com/enterprise-faq/how-many-languages-world-are-unwritten-0>. Acesso em: 20 jun. 2020.

escrita desenvolvido. Ou seja, as 3.135 restantes provavelmente não desenvolveram. Esse dado reforça a ideia de que o desenvolvimento da escrita e da leitura não é tão natural quanto o desenvolvimento da linguagem, uma vez que, se fosse, seria esperado que todas as línguas naturais registradas desenvolvessem também seus próprios sistemas de escrita.

Tal como mencionado anteriormente, a concepção inatista prevê a necessidade de exposição às informações do meio com a finalidade de especificar a capacidade linguística do indivíduo. Estudiosos como Lenneberg (1967) e, mais recentemente, Hensch (2004) e Reh *et al.* (2020) argumentam a favor do pressuposto de que para que a aquisição da língua materna seja possível, essa exposição aos estímulos linguísticos do ambiente deve ocorrer dentro do chamado *Período Crítico*.

O Período Crítico pode ser entendido como um intervalo de tempo, determinado pela biologia própria da espécie, marcado por um amadurecimento neural expressivo, que, aliado ao contato com o meio, torna esse período altamente propício à implementação da cognição da linguagem e de outras cognições inatas como a visão e a audição, por exemplo (FRANÇA; LAGE, 2013).

Esse desenvolvimento neural está intimamente ligado à capacidade plástica do cérebro, ou seja, sua habilidade de modificar sua própria organização estrutural e seu funcionamento nessa fase. Dessa forma, no Período Crítico, o sujeito, espontânea e involuntariamente, se ajusta às informações do meio, denominadas formalmente como *Dados Primários* (FRANÇA; LAGE, 2013).

Uma vez que esse espaço de tempo altamente favorável ao desenvolvimento se encerra, o indivíduo se torna impossibilitado de desenvolver linguagem naturalmente, pelo menos da mesma maneira como os indivíduos que foram expostos aos dados primários ou, mais simplificada, à fala na língua natural de seu ambiente durante o Período Crítico. Estudos clássicos corroboram com essa visão, como os estudos com as chamadas *crianças selvagens* (CURTISS, 1977) que, devido à ausência de convívio com sua comunidade, se tornaram incapacitadas de ter um desenvolvimento linguístico normal.

Diferentemente da linguagem, não há evidências de que a aquisição da leitura e escrita sejam mediadas por um Período Crítico específico. Isso significa que uma pessoa é capaz de aprender a ler e a escrever em qualquer fase da vida, com alguma dificuldade extra para os mais velhos, desde que haja instrução explícita, aprendizagem e esforço, assim como outras habilidades que demandam conhecimento, como andar de bicicleta e dar um nó nos tênis ou ainda aprender a tocar um instrumento.

Um outro argumento que contraria a ideia de que aquisição da leitura e da escrita seja natural é o de que, em termos evolutivos, ela é uma invenção cultural tão recente de modo que sua implementação ainda não teve tempo para causar pressões adaptativas suficientemente fortes para que o reconhecimento de letras já se encontre codificado no nosso DNA (DEHAENE, 2009).

Dentre os estudos evolutivos, é frequentemente aceito que o homem moderno, o *Homo sapiens*, surgiu há, pelo menos, 200 mil anos, um dado congruente com os achados sobre o nascimento da capacidade linguística humana, que data em torno de 120 e 200 mil anos (BOLHUIS *et al.*, 2014; BERWICK; CHOMSKY, 2016; CHOMSKY, 2017, *apud* CHOMSKY, 2020). Por outro lado, um dos primeiros sistemas de escrita, a cuneiforme, caracterizada por um talho fino em formato de cunha sobre a argila mole, surgiu há cerca 3.500 anos, enquanto os primeiros indícios de escrita alfabética datam em torno de 1.200 anos, com o alfabeto fenício (FISCHER, 2009).

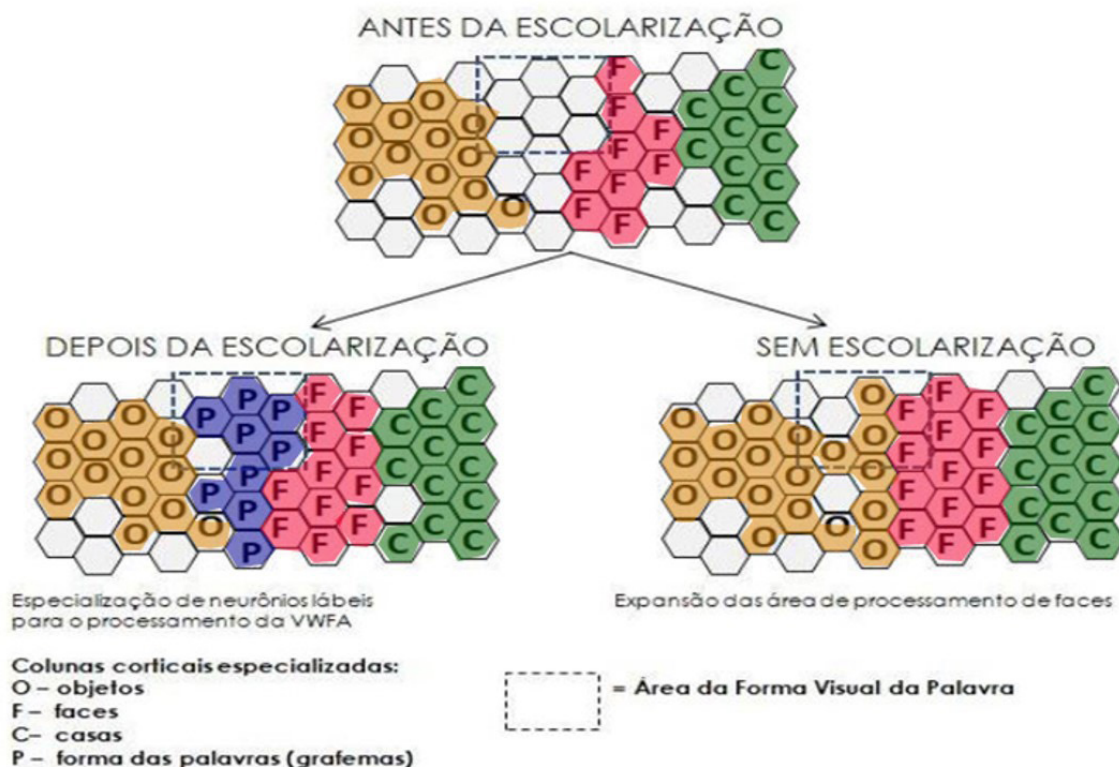
Diante dessas observações, o neurocientista francês Stanislas Dehaene propôs o que ele chamou de "O paradoxo da leitura": sabendo que a leitura é uma atividade facultativa, uma invenção recente dependente de aprendizado explícito, como o cérebro do homem parece tão adaptado à leitura? (DEHAENE, 2012). Em outras palavras, como é possível fazer, a partir de boa instrução e treinamento, um indivíduo ler de forma tão automática, de modo que, muitas vezes, não somos capazes de ignorar uma palavra diante dos nossos olhos? Para explicar isso, Dehaene formula a chamada hipótese da Reciclagem Neuronal.

## 1 A hipótese da Reciclagem Neuronal para a aquisição da leitura

A hipótese da Reciclagem Neuronal para a aquisição da leitura pressupõe que, antes da alfabetização, existe no cérebro uma rede de neurônios (área tracejada – Figura 1), localizada

entre as áreas corticais especializadas no reconhecimento visual de faces (F, em rosa), objetos (O, em amarelo) e casas (C, em verde), que originalmente, responde de maneira fraca e pouco especializada a diversas categorias visuais (DEHAENE-LAMBERTZ; MONZALVO; DEHAENE, 2018).

**Figura 1** – Esquema do desenvolvimento visual ventral antes, depois e na ausência de escolarização



**Fonte:** Adaptado de Dehaene-Lambertz, Monzalvo e Dehaene (2018).

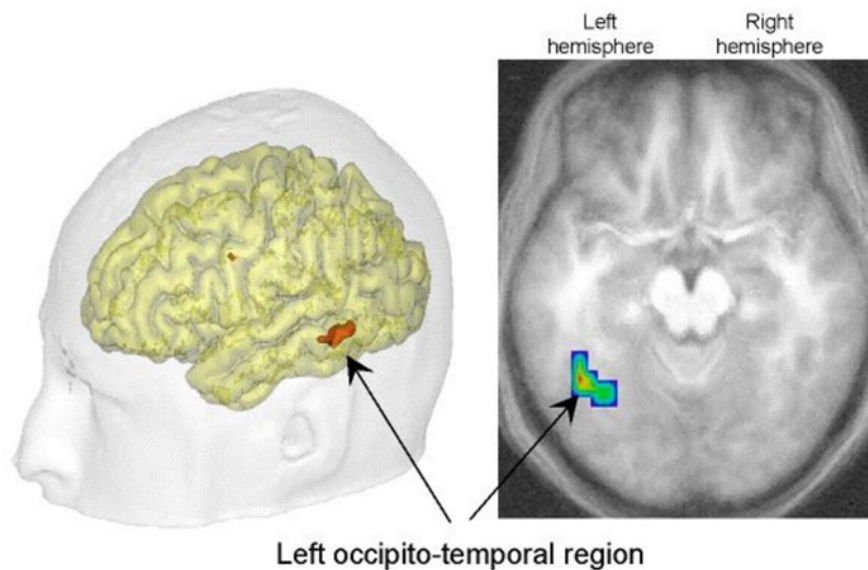
Por circunstância da aquisição da leitura, essa rede de neurônios pouco especializada é *reciclada*, isto é, passa a responder à execução de uma nova tarefa fundamental à leitura: o reconhecimento de grafemas. E, então, depois da alfabetização, essa região encontra-se disposta entre as regiões dedicadas ao tratamento visual de faces (F) e objetos (O). Quando a criança não é alfabetizada, esse mesmo grupo de neurônios inicialmente pouco especializados, é progressivamente invadido por representações de objetos (O) e faces (F), como exemplificado pelos hexágonos à direita (DEHAENE-LAMBERTZ; MONZALVO; DEHAENE, 2018).

Dessa forma, na hipótese da reciclagem neuronal, assume-se que propriedades naturais do sistema nervoso humano podem ser utilizadas

como suporte para incorporar regularidades que não fazem parte do nosso DNA, por não terem tempo suficientemente grande e não constituírem uma pressão evolutiva forte, a ponto de provocar mudanças absolutas na espécie (DEHAENE-LAMBERTZ; DEHAENE, 1994; DEHAENE *et al.*, 2010).

Resultado da reciclagem neuronal é o surgimento da Área da Forma Visual da Palavra (*Visual Word Form Area*, em inglês) – também conhecida como “a caixa das letras do cérebro” – uma região formada por um conjunto de neurônios que respondem preferencialmente às letras e palavras escritas, analisando sua forma e realizando seu reconhecimento. Localizada especificamente na região occipito-temporal ventral, a VWFA está acomodada dentro do giro fusiforme do hemisfério esquerdo do cérebro (COHEN *et al.*, 2000).

**Figura 2** – A Área da Forma Visual da Palavra representada a partir do plano horizontal. Essa região está situada na região occipito-temporal ventral, no hemisfério esquerdo do cérebro



**Fonte:** Dehaene (2009).

O importante achado de que a aquisição da leitura motiva o surgimento de uma região no cérebro dedicada ao reconhecimento de grafemas, a Área da Forma Visual da Palavra (VWFA), instigou diversos pesquisadores a desvendar os mistérios relacionados a esta nova cognição: como esta região se estabelece, quais são suas características funcionais, se e com quais áreas do cérebro ela pode estabelecer conexão etc. Muitos estudos foram capazes de lançar luz sobre esses aspectos relevantes.

Atualmente, já se sabe que a Área da Forma Visual da Palavra (VWFA) apresenta uma rápida emergência. Os resultados de um estudo longitudinal comandado pela neurocientista Gislaine Dehaene-Lambertz revelaram que a Área da Forma da Palavra pôde ser detectada já nos primeiros meses de alfabetização de crianças de 5 a 6 anos, em uma localização equivalente à de leitores adultos. Dos dois aos quatro meses subsequentes ao início da alfabetização foi encontrado um padrão estável de ativação seletiva para palavras, tanto no nível do grupo, quanto em oito dos dez indivíduos testados. Esse achado revelou a rapidez com que essa região pode se implementar no cérebro de alfabetizandos (DEHAENE-LAMBERTZ; MONZALVO; DEHAENE, 2018).

Além disso, uma série de pesquisas evidenciou que a VWFA é altamente reproduzível. A região occipito-temporal ventral esquerda é sistematicamente ativada em indivíduos leitores no momento da apresentação de palavras, independente do sistema de escrita (COHEN *et al.*, 2000), tais como o chinês ou japonês (COHEN *et al.*, 2004; FENG *et al.*, 2019).

Alguns estudos também têm fornecido evidências de ativação da VWFA na leitura de palavras escritas em braile, sugerindo que essa região responde também a estímulos advindos de outras entradas sensoriais (STRIEM-AMIT *et al.*, 2012). Em indivíduos cegos, essa área assume também funções linguísticas de alto nível, como a complexidade gramatical de sentenças faladas (KIM *et al.*, 2017).

Um aspecto especialmente interessante da VWFA diz respeito a sua conectividade: graças à localização excepcionalmente estratégica, essa região se conecta eficientemente com regiões adjacentes do córtex (DEHAENE *et al.*, 2010; DEHAENE *et al.*, 2015). Mais precisamente, descobertas complementares revelam que o desenvolvimento da leitura impacta o sistema de processamento auditivo da fala.

Por meio da comparação de sujeitos alfabetizados, indivíduos que se alfabetizaram na fase adulta e pessoas não alfabetizadas, Dehaene e

colegas (2010) examinaram como a alfabetização afetava o processamento da linguagem falada. Os dados de imagem mostraram uma ativação decrescente das frases faladas associadas a um maior desempenho de leitura em regiões do cérebro como os giros temporais médios esquerdo e direito e no sulco temporal superior posterior esquerdo (COHEN *et al.*, 2000).

Em contrapartida, a ativação de sentenças faladas basicamente duplicou a ativação em participantes analfabetos em comparação com os alfabetizados nas regiões temporais superior esquerda e direita. O efeito de redução de ativação observado em alfabetizados foi atribuído a um reflexo de engajamento dessas regiões à tarefa de processamento da fala. Em sujeitos analfabetos, a intensidade na ativação pode refletir um maior custo cognitivo nesse mesmo tipo de processamento (COHEN *et al.*, 2000).

A influência da alfabetização no processamento da fala também pôde ser constatada na comparação da ativação cerebral de crianças pré-alfabetizadas (6 anos) e alfabetizadas (9 anos). Monzalvo e Dehaene-Lambertz (2013) verificaram que, antes da alfabetização, os participantes apresentaram ativações estáveis das áreas peri-silvianas, com dominância esquerda no sulco temporal superior e na região frontal inferior durante a audição passiva de sentenças na sua língua e em língua estrangeira (MONZALVO; DEHAENE-LAMBERTZ, 2013).

Todavia, apenas um ano de escolarização foi suficiente para aumentar a ativação nas regiões envolvidas em representações fonológicas (na região temporal superior posterior) e integração de sentenças (no polo temporal e *pars orbitalis*). Também foi observada uma ativação *top-down* do córtex temporal inferior esquerdo ao redor da Área da Forma Visual da palavra, mas apenas nas crianças mais velhas (MONZALVO; DEHAENE-LAMBERTZ, 2013).

Assim, a investigação de diferentes populações através da utilização de métodos da neurociência indica que processos envolvidos na compreensão auditiva da fala podem ser significativamente afetados pela alfabetização, refinando as representações fonológicas na região temporal poste-

rior do cérebro (COHEN *et al.*, 2000; MONZALVO; DEHAENE-LAMBERTZ, 2013).

A descoberta de que a aquisição da leitura aumenta progressivamente a atividade de regiões ligadas ao tratamento fonológico suscita um importante questionamento: como compatibilizar os efeitos observados pelos estudos de imagem de leitura com modelos de processamento da fala?

## 2 A abordagem de níveis de processamento

Nas últimas décadas vem surgindo uma gama de Modelos de processamento da fala, baseados, especialmente, em dados de disfunção de linguagem e testes neurofisiológicos e hemodinâmicos. Embora esses modelos de processamento da fala variem em diferentes graus de complexidade e partam de diferentes abordagens, uma importante limitação os une: nenhum dos modelos avalia o envolvimento da literacia na percepção da fala. No entanto, numerosas evidências de estudos experimentais demonstram a influência desse conhecimento no processamento da fala.

Considerando o propósito desse artigo, de fornecer insumos para o avanço da neurofisiologia da leitura, apresentaremos a Abordagem de níveis de processamento – *The levels-of-processing approach*, desenvolvida pela psicóloga belga Régine Kolinsky que trata diretamente da relação entre processamento de fala e de escrita. O Modelo prevê três níveis distintos no processamento da fala: o nível da *percepção* – o mais baixo; o do *reconhecimento*, que ocupa uma posição intermediária; e o nível mais alto de *representação metafonológicas*. Neste modelo, assume-se que cada um dos níveis é sensível a diferentes parâmetros (KOLINSKY, 1998).

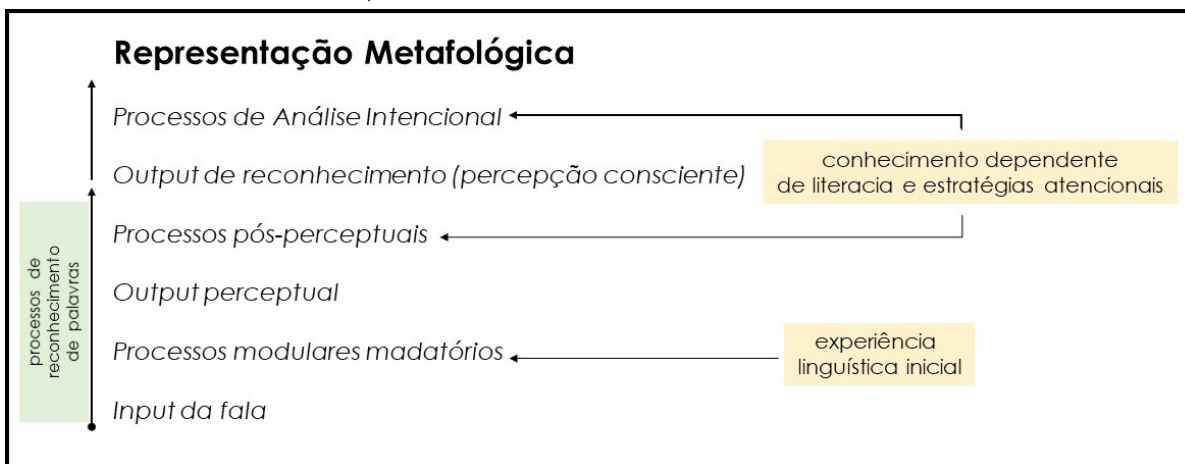
O nível perceptual envolve, presumivelmente, operações modulares, influenciadas pela experiência linguística inicial (KOLINSKY, 1998). Isso sugere, portanto, que o primeiro nível – e somente ele – seja resistente ao conhecimento dependente da alfabetização e às influências atencionais (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).



Substancialmente, o conceito de modularidade proposto por Fodor (1983) admite que a mente seja constituída por diversos compartimentos, os *módulos*, e toma como primitivos elementos específicos, que são processados por neurônios dedicados à determinados tipos de computação. Eles podem

ser parcialmente ou totalmente específicos e são controlados por suas próprias regras. Sendo assim, o modelo proposto por Kolinsky é parcialmente modular, uma vez que a modularidade é restrita a apenas uma parte do sistema de reconhecimento auditivo de palavras (KOLINSKY, 1998).

**Figura 3** – Reprodução do modelo de níveis de processamento, de baixo para cima: o nível perceptual, de reconhecimento e de análise explícita formal



**Fonte:** Adaptado de Kolinsky (1998).

As evidências que amparam a suposição de um nível modular, no qual operações perceptuais (ou pré-lexicais) não são influenciadas pelo conhecimento ortográfico vêm da ausência do efeito de consistência ortográfica na versão clássica da tarefa de *sombreamento* e no *sombreamento fonemicamente contingente* (VENTURA *et al.*, 2004), combinado à presença do efeito na tarefa de *sombreamento lexicalmente contingente* (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).

A tarefa de *sombreamento* padrão consiste na rápida repetição, pelo participante, de qualquer sequência falada, podendo ser uma palavra ou uma pseudo-palavra. Nesta atividade, a resposta não depende de nenhuma decisão de escolha binária e demanda somente uma análise precisa das propriedades fonéticas do estímulo para a implementação de um caminho articulatorio. Nos resultados obtidos, não foi observado efeito de congruência entre as representações ortográficas e auditivas. Também não foi verificado efeito no *sombreamento fonemicamente contingente*, em que os participantes tinham que repetir o estímulo apenas quando iniciado com um fonema pré-determina-

do. Em contrapartida, na tarefa de *sombreamento lexicalmente contingente*, na qual o sujeito deveria que repetir o estímulo apenas quando se travava de uma palavra, o efeito foi constatado. Assim, os efeitos ortográficos verificados em tarefas comportamentais parecem não incidir sobre todo o processamento, pois não ocorrem quando a tarefa pode ser realizada sem referência ao léxico (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).

O nível intermediário de processamento – *reconhecimento* – implica a ativação de um conhecimento já armazenado. Esse nível é constituído por processos que podem ser influenciados por conhecimentos dependentes de alfabetização e por estratégias de atenção, que podem colaborar para reconhecimento da palavra falada (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).

O estágio final de *representações metafonológicas*, compreende processos de análise formal explícita, que fazem parte da capacidade metalinguística. Esse nível também aparenta ser suscetível ao conhecimento dependente da alfabetização e influências atencionais (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).

Previendo a influência do conhecimento ortográfico – sob o processamento auditivo, Kolinsky, em sua teoria, tentou correlacionar simultaneamente as descobertas importantes sobre as bases neurais da leitura e os estudos que avaliam os efeitos comportamentais desses achados, como os que serão apresentados a seguir.

### 3 Evidências comportamentais em favor da interferência da alfabetização no processamento da fala

Estudos comportamentais demonstraram que o conhecimento ortográfico, ou, de forma mais abrangente, a alfabetização interfere na análise explícita de unidades sub-lexicais (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012). Por meio de uma tarefa de contagem de fonemas, Ehri e Wilce (1979) demonstraram que a quantidade de letra de uma palavra pode enviesar a decisão de leitores iniciantes, que contaram cinco fonemas em uma palavra como "pitch" (/pitʃ/), mas somente quatro em "rich" (/ritʃ/). Também foram relatados efeitos de consistência ortográfica em atividades que envolvem rima, na qual os participantes deveriam decidir que duas palavras faladas rimavam (SEIDENBERG; TANENHAUS, 1979). Foi observado que o tempo reação para as condições nas quais as duas palavras faladas rimam foi mais curto quando suas grafias são similares (ex.: "toast-roast") do que quando eram diferentes (ex.: "toast-ghost")

O efeito de correspondência ortografia-fonologia também pôde ser constatado em tarefas que envolviam *profundidade ortográfica*, isto é, um parâmetro que avalia um maior ou menor grau de complexidade das correspondências entre fonemas e grafemas (SOARES, 2016).

Assim, são transparentes as ortografias em que as correspondências em que as correspondências são coerentes e consistentes; são opacas as ortografias em que as correspondências são variáveis, inconsistentes, muitas vezes arbitrárias. (SOARES, 2016, p. 89)

A influência da transparência ortográfica sobre uma tarefa de apagamento ou modificação de um fonema ortograficamente transparente foi analisa-

da por Castles e colegas (2003). Os pesquisadores constataram que crianças de quinta série e adultos apresentaram melhor desempenho na manipulação de fonemas ortograficamente transparentes do que em sons de equivalência ortográfica opaca.

Os efeitos de compatibilidade entre o desenvolvimento da alfabetização e o processamento da fala também puderam ser atestados no domínio suprasegmental (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012). Mediante a investigação do Tailandês, uma língua de sistema tonal com função lexicalmente distintiva, marcados ortograficamente com relativa consistência. Foi observado um resultado de congruência ortográfica nas tarefas que exigem uma análise explícita das informações de tom, como monitoramento de tom e julgamento de tom diferente. Isso significa que o melhor desempenho foi detectado quando tanto o tom quanto o marcador ortográfico de tom levaram à mesma resposta do que quando levaram a respostas contrárias e concorrentes (PATTAMADILOK *et al.*, 2008).

Recentemente, desenvolvemos um estudo pseudolongitudinal com crianças das classes de Pré-Escola 1, Pré-Escola 2, 1º ano e 2º ano do Ensino Fundamental (ANDRADE; FRANÇA, *no prelo*), com o objetivo de verificar se os efeitos das conexões de alimentação e retroalimentação entre ortografia, representada pela VWFA e fonologia, nas áreas do Plano Temporal, descritos pelas pesquisas em neurociência (DEHAENE *et al.*, 2015), poderiam ser captados comportamentalmente já nos primeiros anos de alfabetização.

Para tal, aplicamos um experimento com reconhecimento auditivo de sílabas em palavras faladas. Assim, primeiramente, os participantes ouviam sentenças como *Tem dá em dado?* Em seguida, deveriam apontar para o botão verde caso reconhecessem a sílaba ouvida na palavra, ou vermelho, caso contrário. A transparência da consoante das sílabas faladas (ou seja, se o som tinha somente uma ou mais letras correspondentes) e a tonicidade das sílabas faladas na palavra foram controlados.

Em síntese, os resultados da tarefa auditiva revelaram que os alunos recém alfabetizados (2º ano) foram consistentemente mais acurados em suas respostas e mobilizaram tempos de

resposta mais baixos do que as crianças não alfabetizadas das turmas de Pré 1 e Pré 2. A turma de 1º ano apresentou um comportamento instável, apresentando um desempenho ora equivalente à turma alfabetizada ora às turmas não alfabetizadas (ANDRADE; FRANÇA, *no prelo*).

Diante desses achados comportamentais e de achados oriundos de pesquisas em neurociência realizadas a partir de aferições *on-line*, como as técnicas de imagem (*fMRI*) e avaliações eletrofisiológicas (*EEG*), os pesquisadores vêm buscando esclarecer como o conhecimento ortográfico impacta as representações da fala. Duas hipóteses principais têm sido defendidas para explicar a origem dessa influência.

Uma das visões sugere que o conhecimento ortográfico altera representações fonológicas já existentes, isto significa que aprender a ler pode modificar a essência das representações auditivas, incorporando a informação ortográfica ao processamento ou tornando a percepção desses sons mais refinada (TAFT, 2006; BRENNAN *et al.*, 2013). Admite-se, portanto, que os efeitos ortográficos ocorrem em um sistema fonológico remodelado, e não em virtude de projeções de alimentação e retroalimentação do sistema ortográfico sobre um sistema fonológico legítimo (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).

Evidências provenientes das técnicas de potenciais relacionados a eventos (ERPs) (PERRE *et al.*, 2009) e estimulação magnética transcraniana (PATTAMADILOK *et al.*, 2010) indicaram a consistência dessa hipótese. Em tarefas que demandavam especificamente decisão lexical auditiva, foi observado que o causador cortical do efeito de congruência ortográfica tem ocupado uma área dentro das proximidades do córtex auditivo esquerdo (o giro supramarginal esquerdo, giro/sulco temporal superior). De maneira complementar, Pattamadilok e colegas relataram que a paralização da função do giro supramarginal esquerdo, mas não do córtex occipito-temporal esquerdo (representação das palavras escritas), cancelou o efeito de consistência ortográfica obtido na decisão lexical (PATTAMADILOK *et al.*, 2010).

Por outro lado, acredita-se que o processa-

mento de fala ativa o código ortográfico correspondente (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012), quer dizer, a congruência ortográfica observada seria consequência da formação de intensas conexões funcionais bilaterais entre as estruturas fonológicas e ortográficas, produzindo automaticamente representações visuais das palavras sempre que ouvidas (ZIEGLER; FERRAND, 1998; GRAINGER *et al.*, 2003). Assim, nos casos em que a grafia da palavra é incongruente com sua forma fonológica, instaura-se uma concorrência no nível visual, minimizando as respostas em relação às palavras com grafias consistentes (PATTAMADILOK *et al.*, 2008).

Estudos utilizando métodos diversificados em neurociência foram capazes de fortalecer esta posição. Por meio da técnica de tomografia por emissão de pósitrons, Castro-Caldas e colegas (1998) verificaram que indivíduos alfabetizados apresentaram maior ativação de áreas corticais e subcorticais do que sujeitos analfabetos em uma tarefa de repetição de estímulos falados.

Já França *et al.* (2018) encontraram diferença no nível de ativação cortical, durante a leitura de alunos da oitava série previamente classificados como bons e maus leitores. Ao lerem objetos diretos impróprios para os verbos que os antecediam, tipo *João comeu a maca*, os bons leitores apresentaram vigorosa ativação cortical, uma onda ou potencial bioelétrico, conhecida como N400, com alta amplitude, que surgia aos 400ms após a leitura do objeto impróprio, demonstrando a dificuldade da sua integração com o verbo. Ao lerem essa mesma sentença, os maus leitores não apresentaram esse potencial que pode prontamente diferenciar *comer maçã* de *comer maca*. Ou seja, existe um componente de adivinhação que concorre para uma decodificação grafema-fonema imperfeita e para um desengajamento cerebral relativo à tarefa de leitura daqueles que não são plenamente alfabetizados.

Pesquisas de imagem por ressonância magnética funcional verificaram que sujeitos recém-alfabetizados já apresentam aumento de ativação da Área da Forma Visual numa tarefa de decisão lexical auditiva (DEHAENE *et al.*, 2010). Crianças

com apenas um ano de alfabetização também exibem ativação em regiões envolvidas com representações fonológicas e integração de sentenças. Todavia, só foi verificada uma ativação *top-down* do córtex temporal inferior esquerdo ao redor da Área Visual da Palavra nos participantes de 9 anos (MONZALVO; DEHAENE-LAMBERTZ, 2013). Todos esses achados, de maneira geral, sugerem que o processamento de palavras escritas é ativado por enunciados falados, pelo menos quando os ouvintes processam a fala ativamente (KOLINSKY; PATTAMADILOK; MORAIS, 2012).

Embora seja difícil atestar ambas as hipóteses, principalmente num contexto exclusivamente comportamental, as evidências anteriormente citadas, em conjunto, apontam para a coexistência dos dois tipos de mecanismos: a área das palavras escritas (VWFA) pode ser ativada de maneira *top-down* somente em indivíduos alfabetizados, ao passo que as representações fonológicas da linguagem oral podem ser aprimoradas pela aquisição da leitura (DEHAENE *et al.*, 2015).

### Conclusões práticas em torno do processamento da literacia

Em meados da década de 1980, popularizou-se no Brasil o Construtivismo de Piaget. A teoria piagetiana está fundamentada no princípio de que a criança, de forma independente e natural, formularia hipóteses sobre o funcionamento da

escrita, em conformidade com a perspectiva proposta por Frank Smith. Assim, o ensino dentro da perspectiva construtivista é frequentemente caracterizado por um ensino não diretivo, implícito, no qual o professor só deve intervir quando necessário. É o aluno o agente da construção do próprio conhecimento (SOARES, 2016).

Embora tenha sido originalmente concebida como uma teoria para o aprendizado, o paradigma construtivista foi aplicado como um método pedagógico de alfabetização por muitas instituições de ensino, por meio da aplicação dos *métodos analíticos* (SOARES, 2016). Resumidamente, esses métodos, como a *palavração*, *sentenciação* e o *método global* (Figura 4), têm a proposta de iniciar o processo de alfabetização "do todo para as partes". Então, a criança é conduzida a chegar primeiro ao significado global texto, da sentença e da palavra, para somente, depois disso, decodificar as letras.

Por que tais métodos não aparentam serem os mais apropriados? Como foi mostrado, o processo de aquisição da leitura gera um crescimento gradual da atividade de regiões ligadas ao processamento fonológico e isso parece melhorar a percepção auditiva de indivíduos alfabetizados. Em outras palavras: o cérebro se reorganiza melhor para a leitura por meio do som. Isso significa que o ensino deveria ser inicialmente centrado na correspondência gra-fema-fonema por meio métodos como o método fônico, que exercita justamente essa correlação.

**Figura 4** – Exemplos de métodos analíticos de alfabetização - global, sentençação e palavração que priorizam a compreensão geral do texto, da sentença e da palavra, respectivamente, antes de sua composição em partes menores



**Fonte:** Elaborada pelas autoras.

Argumentando a favor dos métodos sintéticos, uma das principais referências nos estudos de alfabetização no Brasil, a pesquisadora Leonor Scliar-Cabral (2013) reitera a relevância da aplica-

ção preferencial do método fônico. Esse método conduz à exploração do interior da palavra e favorece a especialização do reconhecimento dos traços que compõe cada letra e, conse-

quentemente, as distingue (SCLIAR-CABRAL, 2013). Dessa forma, a habilidade de reconhecer uma letra se mostra fundamental para a leitura, visto que é ela que permite que a criança diferencie palavras como bata e data que, apesar de apresentarem uma mancha visual semelhante, possuem significados completamente diferentes.

Além disso, como foi dito, o domínio pleno das habilidades envolvidas nas práticas de leitura e escrita são fundamentais para que o indivíduo possa atingir o estado de literacia (MORAIS, 2014), que se envolve capacidades como adquirir um determinado conhecimento, refletir sobre ele, produzir algo novo a partir do conhecimento assimilado e ser capaz de compartilhar esse conteúdo (ANDRADE; GOFFREDO, 2020).

Portanto, a literacia se configura como uma habilidade poderosa que torna o aluno capaz de adquirir conhecimento, refletir criticamente sobre ele, transmitir esse conhecimento e aplicar sua capacidade criativa nos mais diversos âmbitos da sua vida, através de metalinguagem e das práticas de leitura e escrita. A leitura e a escrita dão suporte ao pensamento. Assim, pesquisas linguísticas, como as aqui apresentadas, podem orientar professores da educação básica a compreenderem como a leitura é processada e como o cérebro humano se prepara para processar linguagem escrita.

A interdisciplinaridade entre linguística, neurociência e educação vai aos poucos se tornando *default*, impondo mudanças que não escapam de serem implementadas nesse contexto cibernético em que vivem as novas gerações, para que se tornem capazes de lidar com os desafios ao pleno desenvolvimento da literacia. Para os novos alunos, especialmente em um país como Brasil, a Educação Básica de qualidade pode significar a única via de superação de obstáculos sociocognitivos e a única perspectiva na construção de uma cidadania plena. Enfim, tratamos aqui de uma revolução cognitiva, particular ao indivíduo e extensiva à sociedade, sobre a qual foram examinados, aspectos históricos, sociais, linguísticos, psicológicos e neurofisiológicos.

## Referências

- ANDRADE, Isadora R.; FRANÇA, Aniela I. *A influência da alfabetização nas cognições de reconhecimento de faces e dos sinais da fala: um estudo psicolinguístico*. No prelo.
- ANDRADE, Isadora R.; FRANÇA, Aniela I.; SAMPAIO, Thiago O. M. Dinâmicas da interação nature-nurture: do imprinting à reciclagem neuronal. *ReVel*, v. 16, p. 38-62, n. 31, 2018.
- ANDRADE, Isadora R.; GOFFREDO, Clara B. S. de. Os poderosos alcances da literacia: do pensamento crítico à cidadania. *Revista da ABRALIN*, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 1-5, 27 jun. 2020. <https://doi.org/10.25189/rabralin.v19i2.1453>
- BERWICK, Robert; CHOMSKY, Noam. *¿Por qué solo nosotros?* Barcelona: Kairós, 2016.
- BOLHUIS, Johan J. *et al.* How could language have evolved? *PLoS Biology*, [S. l.], v. 12, n. 8, e1001934, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001934>
- BRENNAN, Christine *et al.* Reading acquisition reorganizes the phonological awareness network only in alphabetic writing systems. *Human brain mapping*, [S. l.], v. 34, n. 12, p. 3354-3368, 2013. <https://doi.org/10.1002/hbm.22147>
- CASTLES, Anne *et al.* How does orthographic knowledge influence performance on phonological awareness tasks? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, [S. l.], v. 56, n. 3, p. 445-467, 2003. <https://doi.org/10.1080/02724980244000486>
- CASTRO-CALDAS, Alexandre *et al.* The illiterate brain: Learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain: A Journal of Neurology*, [S. l.], v. 121, n. 6, p. 1053-1063, 1998. <https://doi.org/10.1093/brain/121.6.1053>
- CHOMSKY, Noam. A Minimalist program for linguistic theory. In: HALE, Ken; KEYSER, Samuel (org.) *The View from Building 20: Essays in Honor of Sylvain Bromberger*. Cambridge: MIT Press, 1993. p. 1-52.
- CHOMSKY, Noam. Logical structures in language. *American Documentation (pre-1986)*, v. 8, n. 4, p. 284-291, 1957. <https://doi.org/10.1002/asi.5090080406>
- CHOMSKY, Noam. The Language Capacity: Architecture and Evolution. *Psychonomic Bulletin and Review*, [S. l.], v. 24, p. 200-203, 2017. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1078-6>
- COHEN, Laurent *et al.* The pathology of letter-by-letter reading. *Neuropsychologia*, [S. l.], v. 42, n. 13, p. 1768-1780, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.04.018>
- COHEN, Laurent *et al.* The visual word form area: spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain*, [S. l.], v. 123, n. 2, p. 291-307, 2000. <https://doi.org/10.1093/brain/123.2.291>
- CURTISS, Susan. *Genie: A psycholinguistic study of a modern-day "wild child"*. New York: Academic Press, 1977.
- DEHAENE, Stanislas. *Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler*. Tradução de Leonor Scliar-Cabral. Porto Alegre: Penso, 2012.

- DEHAENE, Stanislas. *Reading in the brain: The new science of how we read*. Londres: Penguin, 2009.
- DEHAENE, Stanislas *et al.* How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *Science*, [S. l.], v. 330, n. 6009, p. 1359-1364, 2010. <https://doi.org/10.1126/science.1194140>
- DEHAENE, Stanislas *et al.* Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 234-244, 2015. <https://doi.org/10.1038/nrn3924>
- DEHAENE-LAMBERTZ, Ghislaine; DEHAENE, Stanislas. Speed and cerebral correlates of syllable discrimination in infants. *Nature*, [S. l.], v. 370, p. 292-295, 1994. <https://doi.org/10.1038/370292a0>
- DEHAENE-LAMBERTZ, Ghislaine; MONZALVO, Karla; DEHAENE, Stanislas. The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition. *PLoS Biology*, [S. l.], v. 16, n. 3, e2004103, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004103>
- EHRI, Linnea C.; WILCE, Lee S. The mnemonic value of orthography among beginning readers. *Journal of Educational Psychology*, [S. l.], v. 71, n. 1, p. 26, 1979. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.71.1.26>
- FENG, Xiaoxia *et al.* Shared anomalies in cortical reading networks in Chinese and French dyslexic children. *bioRxiv*, [S. l.], p. 834945, 2019. <https://doi.org/10.1101/834945>
- FISCHER, Steven R. *História da Escrita*. Tradução de Mirna Pinsky. São Paulo: Ed. UNESP, 2009.
- FODOR, Jerry A. *The modularity of mind*. Cambridge: MIT Press, 1983.
- FRANÇA, Aniela I. *et al.* Cérebro e leitura: Educação, neurociência e o novo aluno na era do conhecimento. In: Marcus Maia (org.). *Psicolinguística e Educação*. São Paulo: Mercado das Letras, 2018. p. 221-250.
- FRANÇA, Aniela I.; LAGE, Aleria C. Uma visão biolinguística da arbitrariedade saussuriana. *Letras de Hoje*, Porto Alegre, v. 48, n. 3, p. 299-308, 2013.
- GALGUERA, Miriam P. Resenha sobre: UNESCO. Education for all 2015: Achievements and Challenges. Paris, France: UNESCO. *Journal of Supranational Policies of Education*, [S. l.], n. 3, p. 328-330, 2015.
- GALLEGO, Ángel J.; CHOMSKY, Noam. A Faculdade da Linguagem: Um objeto biológico, uma janela para a mente e uma ponte entre disciplinas. Tradução: Aniela Imbrota França e Marcus Maia. *Revista Linguística*, [S. l.], v. 16, Número Especial Comemorativo, p. 52-84, 2020. <https://doi.org/10.31513/linguistica.2020.v16nEsp.a39404>
- GOPNIK, Alison. The post-Piaget era. *Psychological Science*, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 221-225, 1996. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1996.tb00363.x>
- GRAINGER, Jonathan *et al.* Masked repetition and phonological priming within and across modalities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, [S. l.], v. 29, n. 6, p. 1256, 2003. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.6.1256>
- HENSCH, Takao K. Critical period regulation. *Annual Review of Neuroscience*, [S. l.], v. 27, p. 549-579, 2004. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144327>
- KIM, Judy S. *et al.* Development of the visual word form area requires visual experience: evidence from blind braille readers. *Journal of Neuroscience*, [S. l.], v. 37, n. 47, p. 11495-11504, 2017. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0997-17.2017>
- KOLINSKY, Régine. Spoken word recognition: A stage-processing approach to language differences. *European Journal of Cognitive Psychology*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1-40, 1998. <https://doi.org/10.1080/713752266>
- KOLINSKY, Régine; PATTAMADILOK, Chotiga; MORAIS, José. The impact of orthographic knowledge on speech processing. *Ilha do Desterro*, [S. l.], n. 63, p. 161-186, 2012. <https://doi.org/10.5007/2175-8026.2012n63p161>
- LENNEBERG, Eric H. *Biological foundations of language*. Oxford: Wiley, 1967.
- MONZALVO, Karla; DEHAENE-LAMBERTZ, Ghislaine. How reading acquisition changes children's spoken language network. *Brain and language*, [S. l.], v. 127, n. 3, p. 356-365, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.10.009>
- MORAIS, José. *Alfabetizar para a democracia*. Porto Alegre: Penso, 2014.
- MYERS, David G. *Psychology*. 30. ed. New York: Worth Publishers, 2013.
- PATTAMADILOK, Chotiga *et al.* How does learning to read affect speech perception? *Journal of Neuroscience*, [S. l.], v. 30, n. 25, p. 8435-8444, 2010. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.5791-09.2010>
- PATTAMADILOK, Chotiga *et al.* Orthographic congruency effects in the suprasegmental domain: Evidence from Thai. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, [S. l.], v. 61, n. 10, p. 1515-1537, 2008. <https://doi.org/10.1080/17470210701587305>
- PERRE, Laetitia *et al.* Orthographic effects in spoken language: On-line activation or phonological restructuring? *Brain Research*, [S. l.], v. 1275, p. 73-80, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.10.052>
- PIATTELLI-PALMARINI, Massimo. Ever since language and learning: afterthoughts on the Piaget-Chomsky debate. *Cognition*, [S. l.], v. 50, n. 1-3, p. 315-346, 1994. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90034-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90034-5)
- REH, Rebecca *et al.* Critical period regulation across multiple timescales. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 117, n. 38, p. 23242-23251, 2020. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820836117>
- SCLIAR-CABRAL, Leonor. A desmistificação do método global. *Letras de Hoje*, Porto Alegre, v. 48, n. 1, p. 6-11, 2013.
- SEIDENBERG, Mark S.; TANENHAUS, Michael K. Orthographic effects on rhyme monitoring. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 546, 1979. <https://doi.org/10.1080/09541440902734263>

SMITH, Frank. *Psycholinguistics and reading*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1973.

SMITH, Frank. *Understanding reading: A psycholinguistic analysis of reading and learning to read*. 6. ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2004.

SOARES, Magda. *Alfabetização: a questão dos métodos*. São Paulo: Contexto, 2016.

STRIEM-AMIT, Ella *et al.* Reading with sounds: sensory substitution selectively activates the visual word form area in the blind. *Neuron*, [S. l.], v. 76, n. 3, p. 640-652, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.08.026>

TAFT, Marcus. Orthographically influenced abstract phonological representation: Evidence from non-rhotic speakers. *Journal of psycholinguistic research*, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 67-78, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10936-005-9004-5>

VENTURA, Paulo *et al.* The locus of the orthographic consistency effect in auditory word recognition. *Language and Cognitive processes*, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 57-95, 2004. <https://doi.org/10.1080/01690960344000134>

WOLF, Maryanne. *Proust and the squid: The story and science of the reading brain*. New York: Harper Perennial, 2008.

ZIEGLER, Johannes C.; FERRAND, Ludovic. Orthography shapes the perception of speech: The consistency effect in auditory word recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 683-689, 1998. <https://doi.org/10.3758/BF03208845>

---

### Isadora Rodrigues de Andrade

Doutoranda em Linguística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Rio de Janeiro, RJ, Brasil; mestre em Linguística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); integrante do Laboratório ACESIN – Laboratório de Acesso Sintático, associado ao Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); pesquisadora visitante do Laboratório LAPROS – Aquisição da Linguagem, Processamento e Sintaxe, associado ao Departamento de Linguística da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em São Paulo, SP, Brasil; e bolsista CAPES.

---

### Anieli Improta França

Doutora em Linguística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Rio de Janeiro, RJ, Brasil; professora associada do Departamento de Linguística da UFRJ, membro do Espaço Alexandria (EA-UFRJ) e membro efetivo do Programa Avançado de Neurociência (PAN-UFRJ); coordenadora do Laboratório de Acesso Sintático – ACESIN; pesquisadora do CNPq; cientista do Nosso Estado da FAPERJ; membro da Rede Nacional de Ciência para Educação (Rede CpE); coordenadora do projeto de internacionalização da Pós-Graduação em Linguística da UFRJ junto ao Projeto CAPES-PrInt (quadriênio 2018-2022); e diretora adjunta da Pós-Graduação da Faculdade de Letras (2020-2022) da mesma instituição..

---

### Endereço para correspondência

Isadora Rodrigues de Andrade  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Av. Horácio Macedo, s/n, sala D-103, 3º andar  
Cidade Universitária, 21941-598  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil