

REPERCUSSÕES DE DESCOBERTAS NEUROCIENTÍFICAS AO ENSINO DA ESCRITA

Ronei Guaresi*

RESUMO

Este trabalho explora algumas descobertas das neurociências com implicação com a educação, em especial com a aquisição e o aprendizado da escrita. O advento das tecnologias permitiu ampliar substancialmente o funcionamento da linguagem no cérebro humano, como se aprende, processa, evoca ou se esquece o conhecimento verbal. Com base em Damásio e Damásio (2004), Dehaene (2012), Scliar-Cabral (2009), Hassin, Uleman e Bargh (2005), Ausubel (1982), Ausubel, Novak e Hanesian (1983), Izquierdo (2002, 2004), Boujon e Quaireau (2000), discute-se e especula-se sobre as seguintes questões: dissimetriação e invariância na alfabetização; aprendizado indireto, conhecimentos prévios e prática da leitura no contexto escolar; plasticidade cerebral e período crítico; diversidade de estimulação, emoção e nível de processamento na consolidação das memórias; atenção e aprendizagem. Defende-se, por fim, a consideração de achados neurocientíficos no ensino de língua materna.

Palavras-chave: Neurociências. Educação. Aprendizado. Escrita.

ABSTRACT

REPERCUSSIONS OF NEUROSCIENTIFIC FINDINGS FOR TEACHING WRITING

This paper explores some findings of neuroscience considering some implications for education, particularly for the acquisition and learning of writing. The advent of technology has allowed a substantially expansion of the knowledge about the functioning of language in the human brain: how we learn, process, evoke and forget the verbal knowledge. Based on Damasio and Damasio (2004), Dehaene (2012), Scliar-Cabral (2009), Hassin, Uleman and Bargh (2005), Ausubel (1982), Ausubel, Novak e Hanesian (1983), Izquierdo (2002, 2004), and Boujon and Quaireau (2000), we discuss and speculate on some questions: desymmetrization and invariance in literacy; indirect learning, previous knowledge and practice of reading in the school context; brain plasticity and critical period; diversity of stimulation, emotion and level of processing in memory consolidation; attention and learning. It is argued, finally, the importance of taking into consideration the neuroscience findings for the teaching of the mother tongue.

Keywords: Neuroscience. Education. Learning. Writing.

* Doutor em Linguística pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Professor adjunto do Departamento de Estudos Linguísticos e Literários da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Endereço para correspondência: Departamento de Estudos Linguísticos e Literários (DELL). Estrada do Bem-Querer, Km 4, UESB – Vitória da Conquista- BA. roneiguaresi@yahoo.com.br

Introdução

John Gabrieli (2009), em publicação na Revista *Science*, afirma que as descobertas neurocientíficas nos últimos tempos provocaram uma nova sinergia entre ciências cognitivas e educação. Os conhecimentos neurocientíficos¹ já acumulados sobre o intrincado e engenhoso cérebro humano – o grande administrador do corpo humano – têm importante repercussão à prática educativa. Sob o ponto de vista das contribuições das aproximações entre ciências, observa-se que são vias de mão dupla. Costa e Pereira (2009) citam uma palestra de Steven Pinker² em que ele afirma que “a linguagem é uma janela para compreender o cérebro”. Ou seja, de um lado as neurociências se beneficiam da Linguística para entender o cérebro; de outro, a Linguística, especialmente a área da Aquisição da Linguagem, se beneficia dos achados neurocientíficos para entender como os fenômenos da linguagem ocorrem no cérebro, possibilitando, especialmente ao professor de língua materna, fazer escolhas pedagógicas que favoreçam o aprendizado.

As implicações das descobertas neurocientíficas já foi tema de debate de importantes órgãos internacionais. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é uma organização internacional que procura fornecer uma plataforma para comparar políticas econômicas e propor elementos, tanto de políticas domésticas quanto internacionais, para solucionar problemas econômicos e fomentar desenvolvimento econômico sólido e consistente³.

Pela compreensão da importância do processo

- 1 A acepção do termo neurociências para este trabalho tem a ver com sua abrangência interdisciplinar, ou seja, ciências que tratam, mesmo de maneira fronteiriça, do sistema nervoso humano; entre elas destacam-se, para este estudo, a Psico/Neurolinguística e a Neuropsicologia.
- 2 Steven Pinker é professor e pesquisador de Harvard. Para maiores informações recomendo palestra disponível sob o título *Linguistics as a window to understanding the brain*, ministrada por Pinker e disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Q-B_ONJIE-cE>.
- 3 A OCDE coordena o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), uma iniciativa internacional de avaliação comparada, aplicada a estudantes na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. Esse teste avalia três áreas do conhecimento, sendo uma delas a compreensão leitora. O Brasil participa dessa avaliação e os resultados são divulgados pelo INEP. Maiores informações disponíveis em: <<http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>>.

de aprender para o desenvolvimento econômico, a OCDE lançou um amplo estudo, cujos resultados constam em duas publicações sobre as implicações das recentes descobertas no que se refere às ciências do cérebro e da aprendizagem: *Comprendre le cerveau: vers une nouvelle science de l'apprentissage* (ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES, 2002), “Compreender o cérebro: para uma nova ciência da aprendizagem”, e *Comprendre le cerveau: naissance d'une science de l'apprentissage*, (ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES, 2007), “Compreender o cérebro – nascimento de uma ciência da aprendizagem”. Nesta, os neurocientistas da cognição confrontaram questões de interesse direto da educação. Um dos objetivos do referido estudo é encorajar o diálogo entre educadores e neurocientistas, para melhor entendimento dos intrincados processos que a aprendizagem exige.

Neste trabalho, por sua vez, pretende-se destacar algumas descobertas das neurociências com implicação com a educação. Conforme avançam as ciências que se dedicam a conhecer o cérebro humano, certas questões vão aos poucos sendo esclarecidas: como se aprende? O que impede ou prejudica no processo de aprender coisas novas e aperfeiçoar conhecimentos que já se tem? Como o professor pode facilitar ou dificultar o aprendizado de seus alunos? Alerta-se, contudo, que, por um lado, é apenas a eleição de alguns aspectos, sem a intenção de esgotar as implicações possíveis; por outro, alerta-se para o risco da superficialidade de abordagem dos tópicos.

O domínio da linguagem verbal nos permite estruturar o mundo em conceitos e reduzir a complexidade de estruturas abstratas a fim de apreendê-las. Esse fenômeno semiótico, que tem no signo linguístico o exemplo máximo de abstração e complexidade, é fenômeno essencialmente humano. Como não há outra espécie com tamanha capacidade, é de se supor que as células nervosas da espécie humana são programadas de alguma forma para essa faculdade, aquisição que ocorre num tempo relativamente curto. O argumento desse aprendizado, notável pelos seus resultados e pobre de estímulos linguísticos, levou Noam Chomsky

(1965) a supor que existe uma gramática universal inata da espécie, contrapondo a natureza ambientalista de aprendizagem proposta pelos behavioristas, ensejando novo vigor ao debate filosófico secular entre *nature* e *nurture*, classicamente posições de Platão e Aristóteles. Parece sensato admitir que o atual avanço das ciências não permite encerrar esse debate entre o inato e o adquirido. Pelo contrário, o instiga.

Pesquisadores afirmam que o processamento da complexidade⁴ dos fenômenos linguísticos, tanto da fala quanto da escrita, ocorre de forma essencialmente distribuída no cérebro (DAMÁSIO; DAMÁSIO, 2004; DEHAENE, 2012). Por conta dessa distribuição, a localização dos centros de processamento de linguagem é muito mais complicada que a localização de áreas sensorio-motoras.

A leitura proficiente, por exemplo, depende de porção de associações sinápticas das células nervosas que, segundo hipotetiza o francês Stanislas Dehaene (2012), têm de ser recicladas para o processamento da leitura, já que esta é fenômeno cultural recente na história da evolução do homem. Segundo esse pesquisador, o cérebro não evoluiu para a leitura, pelo contrário, a leitura se adaptou às potencialidades do cérebro humano numa espécie de reciclagem de áreas neuronais antes utilizadas para processamento de aspectos similares. Por mais que a invenção da escrita seja de aproximadamente 5 mil anos, o autor lembra que é tempo relativamente recente na história da humanidade para que essa atividade humana tenha imprimido alguma alteração na especialidade neuronal para o processamento da escrita.

Dos conhecimentos acumulados nas neurociências com reflexos ao aprendizado da escrita, os

4 Sobre a complexidade envolvida no processamento da linguagem sugiro a leitura de Coscarelli e Novais (2010), em artigo intitulado *Leitura: um processo cada vez mais complexo*. Os autores descrevem as diversas operações simultâneas e integradas que o leitor deve realizar. Segundo elas, o ouvinte ou leitor deve realizar inúmeras operações para a construção dinâmica de redes referenciais, cadeias causais, relações de tempo e espaço, relações lógico-discursivas entre outras, que requerem sempre muitas e diversas operações inferenciais. Todo evento comunicativo, nessa perspectiva, faz emergir sentidos que irão demandar que as operações cognitivas se auto-organizem a todo o momento, para se adaptarem aos sentidos que estão sendo gerados, buscando a coerência ou a harmonia entre eles e entre o sentido e a situação exterior (fatores pragmáticos). Esse quadro ratifica o argumento em favor da tese de que, em todo evento comunicativo, o sentido, sob o ponto de vista cognitivo, é único, não se repete.

sobre o necessário aprendizado da dissimetriação e a capacidade do cérebro de abstrair invariâncias são importantes elementos cognitivos que subjazem um escritor experiente.

Dissimetriação e invariância na alfabetização

De acordo com Dehaene (2012), a dificuldade de aprender algo na modalidade escrita da língua está na maior ou menor capacidade de as pessoas fazerem a reciclagem neuronal. O autor lembra que diferentemente da modalidade oral, a escrita não é natural, já que é uma invenção cultural recente na história da humanidade. No estágio inicial da leitura, a dificuldade é potencializada pela necessidade de dissimetriação da escrita no cérebro, ou seja, processo em que o aprendiz tem que distinguir letras em espelho. Esse é um processo difícil, pois, segundo Dehaene, nosso cérebro não foi programado evolutivamente para distinguir diferenças entre *b* e *d*, *p* e *q*, *u* e *n*, diferenças distintas na nossa língua, por isso as ocorrências de palavras em espelho frequentes no período da alfabetização (DEHAENE, 2012; SCLiar-CABRAL, 2009). Os neurônios que processam as imagens visuais são programados para simetrizar as informações visuais. Contudo, para o processamento do sistema alfabético é necessário reciclagem das células nervosas para dissimetriação, pois os traços das letras são distintos. Segundo Scliar-Cabral (2009), essa é importante descoberta da neurociência com impacto para a aquisição e o aprendizado da escrita. Em proposta de alfabetização, Scliar-Cabral (2012) propõe que inicialmente não se apresentem grafemas passíveis de espelhamento. A automatização do fenômeno da dissimetriação é importante etapa da aquisição da escrita e um dos principais argumentos em defesa da tese de Dehaene descrita acima. O autor alerta que eventuais alterações de escrita, portanto, contrariamente a opiniões correntes, podem não ser sintomas de dislexia, mas consequência natural da organização das áreas visuais do cérebro.

Outra demanda cognitiva para a alfabetização também necessitando de reciclagem neuronal é a necessidade de processamento da invariância.

Afinal, há muitas formas de se grafar, por exemplo, a sequência sonora /a/: A, a, a, a, a etc. Na forma cursiva, então, cada letra grafada é única e essas diferenças devem ser processadas pelo cérebro para buscar as invariâncias daquele estímulo visual. Segundo Dehaene (2012), uma área na região occípito-temporal-ventral do hemisfério esquerdo, chamada pelo autor de *região da forma visual das palavras*, processa essas invariâncias. Lesões nessa área, segundo o autor, tornam um sujeito aléxico, sem capacidade de ler. Como forma de otimizar o aprendizado e preservar a criança de pelo menos um pouco da complexidade que envolve o aprendizado da leitura e da escrita, Scliar-Cabral (2012) sugere, em sua proposta de alfabetização, que a forma cursiva de escrita seja apresentada à criança depois de ela já escrever pequenos textos. O que para um leitor proficiente parece natural e automático, para um alfabetizando, letras com grande diversidade de grafias impõem dificuldades substanciais, pois o cérebro ainda não está preparado para processar as invariâncias das letras.

Outros achados neurocientíficos repercutem no histórico embate entre métodos de alfabetização. Segundo Dehaene (2012, p. 21, grifo do autor), “as particularidades do sistema visual [...] explicam por que as operações que nosso cérebro realiza não têm nada em comum com um reconhecimento ‘global’ da forma das palavras”. Segundo ele, o objeto visual linguístico “explode em miríades de pequenos fragmentos que nosso cérebro se esforça em recompor traço por traço, letra após letra” (DEHAENE, 2012, p. 21). Ainda, afirma ele, “reconhecer uma palavra consiste, primeiramente, em analisar essa cadeia das letras e aí descobrir as combinações das letras (sílabas, prefixos, sufixos, radicais das palavras), para enfim associá-las aos sons e aos sentidos” (DEHAENE, 2012, p. 21). Segundo o autor, o cérebro realiza esses processos subliminarmente e em alta velocidade, dando a impressão de leitura da palavra toda, contudo não é o que mostram as técnicas de imageamento do cérebro humano. Em artigo intitulado *A desmistificação do método global*, Scliar-Cabral (2013) mostra, baseada nos recentes achados das neurociências, que o reconhecimento das palavras pelo cérebro não se dá por configuração, desmistificando, portanto, os métodos globais, os quais contam com muitos

adeptos no Brasil, a despeito de sua condenação oficial em países como a França⁵.

Como vimos acima, uma das propriedades do cérebro humano é a de extrair regularidades do *input* recebido (REBER, 1967), a maior parte das vezes sem que o sujeito se dê conta (HASSIN; ULEMAN; BARGH, 2005), e isso representa significativa parcela dos conhecimentos de que dispomos. Essa capacidade inferencial e de abstração de regularidades está, contudo, diretamente ligada aos conhecimentos prévios do aprendiz. Diante disso, é possível especular que a criança com maior experiência com a escrita no período pré-escolar e cujas condições lhe permitiram desenvolver a coordenação motora fina e acumular experiências linguísticas entra em vantagem em relação às crianças sem essas condições. Ainda, é possível especular que a capacidade de abstração de regularidade dessas crianças não é suficiente para o sucesso no processo de alfabetização⁶. É necessário ensino explícito da correspondência grafema-fonema, haja vista os índices de analfabetismo e as avaliações oficiais⁷. Além do aprendizado indireto e dos conhecimentos

5 Sobre as críticas aos métodos globais ou sintéticos, bem como um rastreamento do entendimento de vários países sobre o assunto, sugiro a leitura de publicação intitulada *Lereis como Deuses: a Tentativa da Proposta Construtivista*, de João Batista Araújo e Oliveira (2006). Uma alternativa que consideramos interessante para não se chegar à conclusão simplista de que a solução é voltar às cartilhas de décadas atrás, com textos artificialmente construídos para a aprendizagem da correspondência grafema/fonema, sugiro a leitura de *Alfabetização e letramento: caminhos e descaminhos*, de Magda Soares (2004). Ainda, é importante dizer que Emília Ferreiro, a quem se atribui a proposta construtivista, cujo processo de alfabetização é de orientação pela palavra como um todo, enfatiza em entrevista o ensino do código, ainda que não o diga como. A referida entrevista está disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=BeYCWlqZvhA>>.

6 Para este trabalho, entendemos alfabetização como propõe Magda Soares (2004), como assimilação do sistema convencional de escrita, distante, por sua vez, de como conceitua Emília Ferreiro. Segundo esta, o conceito de alfabetização abarca o de letramento, ficando este sem sentido. Essa postura está defendida em entrevista à Revista Nova Escola (PELLEGRINI, 2003). Como crítica de entendimento de ensino da escrita como código sugere-se assistir à entrevista de Emília Ferreiro à Nova Escola, disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ImQa0t_qVm4>.

7 Sugere-se conhecer o Indicador de Alfabetismo Funcional (INAF), disponível em: <http://www.ipm.org.br/ipmb_pagina.php?mpg=4.01.00.00.00&ver=por>. Entre as avaliações oficiais sugere-se consultar especialmente o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/>> e o *Programme for International Student Assessment (PISA)* ou Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>>.

prévios, a seção a seguir trata da relação desses aspectos com a experiência em leitura.

Aprendizado indireto, conhecimentos prévios e prática da leitura no contexto escolar

O cérebro é o grande administrador do nosso corpo; todo o organismo humano é gerenciado pelo sistema nervoso central. Os estímulos provindos dos órgãos dos sentidos são percebidos e processados pelo cérebro promovendo alguma alteração na força das sinapses, fenômenos eletroquímicos no contato dos filamentos neuronais. A simples evocação de uma memória promove algum reforço daquela memória. Naturalmente, muitos desses estímulos que são percebidos pelo cérebro não estão no âmbito da consciência e têm sua parcela de influência na gama de conhecimentos de que dispomos (HASSIN; ULEMAN; BARGH, 2005).

Freud, desde o início do século XX, já postulava a existência do inconsciente, gama de conhecimentos que interferem nas nossas escolhas diárias. A Psicologia Cognitiva trata de processos automáticos, as neurociências de memória implícita, a Psicologia Social como percepção subliminar etc. Resumidamente, para os pesquisadores do assunto Hassin, Uleman e Bargh (2005), a maior parte do processamento realizado pelo cérebro é inconsciente e interfere em nossas escolhas.

As pesquisas mostram que muito daquilo que aprendemos, aprendemos sem que queiramos, aprendemos indiretamente, incidentalmente. Floriani (2005) e Guaresi (2012), cada investigação com suas especificidades, verificaram em experimento que participantes com leitura frequente de textos com frases na voz passiva tendiam a utilizar com mais frequência frases com essa estrutura sem qualquer ensino explícito. Esses resultados mostram que muito daquilo que aprendemos, aprendemos fora do ensino direto, explícito, consciente. Construções presentes na aquisição da fala como *fazeu, fazi, sabo*, por exemplo, são resultado de abstrações das regularidades da língua e não do ensino de alguém.

Esses elementos reforçam a importância da prática da leitura como favorecedora do desenvolvimento da habilidade da escrita. Smith (1983)

defende a ideia de que muito dos conhecimentos necessários para a escrita se devem à leitura. Segundo ele, pouco ainda se sabe sobre a influência da leitura no aprendizado de múltiplos aspectos linguísticos, nem sempre possíveis de ser adequadamente abordados no ensino formal dada a complexidade que envolve o aprendizado da escrita. De acordo com o autor, não há como ensinar formalmente todas as sutilezas que envolvem circunstâncias formais, tipologias textuais adequadas para cada momento e intenção, estilo, entre outros aspectos. Smith (1983) defende a tese de que as convenções da escrita são adquiridas pelo sujeito sem que se perceba, indiretamente. Para esse teórico, a aprendizagem “[...] é inconsciente, sem esforço, acidental, indireta e essencialmente cooperativa” (SMITH, 1983, p. 561).

Diante dos aspectos colocados acima, há pesquisas que confirmam a observação frequente dos professores de língua materna, mostrando a relação positiva entre prática de leitura e desempenho em escrita. Essas pesquisas mostram que leitores mais experientes escrevem melhor (GUARESI, 2004). Diante desses aspectos, parece possível especular que a competência para a escrita se deve, em grande parte, à prática da leitura. Um leitor de um romance, por exemplo, está com seus recursos cognitivos / atencionais direcionados ao desenrolar da trama e não propriamente sobre os pormenores estruturais do texto, salvo poucas exceções que, por vezes, nos chamam atenção. Mesmo esses estímulos fora do âmbito da consciência são percebidos e processados pelo cérebro, reforçando as sinapses daqueles fenômenos linguísticos, deixando-os, por sua vez, mais disponíveis para serem evocados e utilizados.

A frase atribuída a Monteiro Lobato, “um país se faz com homens e livros”, traz sabedoria indelével no que diz respeito à formação acadêmica de um indivíduo e que, como muito sucintamente vimos, tem base neurocientífica. Para Smith (1999, p. 73-75), o que temos no cérebro é um modelo do mundo intrincadamente organizado e inteiramente consistente e integrado em um todo coerente como resultado de uma permanente aprendizagem e pensamento adquiridos com total desenvoltura. Conforme Smith (1999), nossa habilidade para extrair sentido do mundo, como nossa habilidade para recordar eventos, para agir apropriadamente e para prever o futuro, é determinada pela complexidade

do conhecimento que já possuímos. Durante a leitura, esse *background* de conhecimento, chamado entre os psicolinguistas de conhecimento prévio, permitirá com que o leitor faça antecipações que serão confirmadas ou refutadas. Por outro lado, nossa limitação de compreensão leitora está estreitamente relacionada com os conhecimentos prévios acumulados. Ou seja, para que algo faça sentido e seja compreendido é necessário que o extrato lido ou ouvido encontre o que David Ausubel chama de subsunçores, conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo que dão significado e suportam a compreensão (AUSUBEL, 1982; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1983).

Para o neurocientista Ivan Izquierdo (2004), pesquisador do Instituto do Cérebro da PUCRS, internacionalmente conhecido por seus estudos sobre a memória humana, a leitura é a forma mais completa de exercitar a memória⁸. Ainda nessa perspectiva, em artigo intitulado *Was Weber wrong? A human capital theory of protestant economic history*, publicado no periódico *Quarterly Journal of Economics*, de responsabilidade do Departamento de Economia da Universidade de Harvard, os autores Becker e Wößmann (2009) defendem uma teoria alternativa à tese de Max Weber que atribuiu a prosperidade econômica superior das regiões protestantes a uma ética de trabalho protestante. Os referidos autores sustentam, por sua vez, que as economias protestantes prosperaram porque a instrução na leitura da Bíblia gerou o capital humano essencial para a prosperidade econômica. As pesquisas dos autores mostraram que o protestantismo de fato levou a uma prosperidade econômica superior, mas também para uma educação melhor, com maiores índices de alfabetização.

Supondo que a tese dos professores de Harvard esteja correta, é possível especular a importância da inserção da prática de leitura nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Até o final da adolescência, mais ainda mais na infância, o cérebro se mostra plástico, ou seja, um período em que estão favorecidos o aprendizado e a propriedade de as células nervosas processarem estímulos para os quais

8 Sobre a interface entre memória em leitura sugiro, ainda, o artigo de Pedro Nunes de Castro e Rosângela Gabriel (2007), *Interface entre memória e leitura*. Os autores desse artigo partem da afirmação de Izquierdo sobre a importância da leitura na consolidação de memórias.

não foram programadas evolutivamente. Cabe a lembrança de que se a aquisição da fala é natural, a aquisição e o aprendizado da escrita, segundo o neurocientista Stanislas Dehaene (2012), não o é. Segundo esse neurocientista, para o aprendizado da escrita, células nervosas devem ser recicladas para dar conta de aprendizado atual de nossa sociedade. A propriedade da plasticidade cerebral e a hipótese do período crítico são mais bem desenvolvidos na seção que segue.

A plasticidade cerebral e o período crítico

Aprender, sob o ponto de vista neurocientífico, é estabelecer ou reforçar a força das sinapses⁹ (POERSCH, 2007), que, segundo Popper e Eccles (1995), são delicados equilíbrios dinâmicos. As interligações das células nervosas não ocorrem de maneira fixa, estão em contínua mudança estrutural, principalmente por conta dos estímulos sensoriais, ou seja, o cérebro é plástico (FERRARI et al., 2001). Como elementos que dificultam a plasticidade neuronal estão a especialidade ou programação das células nervosas e a idade do indivíduo.

Em relação à especialidade, as células nervosas são, de maneira inata, programadas para o processamento de determinados estímulos (DAMASIO; DAMASIO, 2004), daí temos neurônios programados especificamente para o processamento de estímulos auditivos, outros visuais etc. No caso de lesões cerebrais, outras áreas são recrutadas para o processamento daqueles estímulos. Contudo, isso não ocorre de maneira pronta e imediata, pois aquelas células recrutadas têm delineamento genético distinto. Assim, justificam-se a dificuldade e a importância das sessões de terapia para o reaprendizado das funções perdidas.

A plasticidade, ainda, depende diretamente da idade do indivíduo. Estima-se que o ser humano nasce com aproximadamente um trilhão de células nervosas que, por volta dos 20 anos de idade, se reduzem para aproximadamente 86 bilhões (LENT et al, 2012). Alguns neurônios podem participar de até dez mil sinapses (STAHL, 2002). O lobo

9 Sinapses são os pontos de interação neuronal que ocorrem por meio de seus filamentos, chamados de dendritos e axônios.

frontal, defendem os neurocientistas, é a última área a ser consolidada no cérebro humano (DEHAENE, 2012). Durante a infância e a adolescência há períodos de poda neuronal significativa. Da infância até a adolescência, por conta de fatores como a ampla disponibilidade de células nervosas, o aprendizado está favorecido. Daí a observação da facilidade de aprendizado de crianças em relação ao adulto ou idoso.

O cérebro é, portanto, bastante suscetível aos estímulos do meio ambiente, modificando-se sob o efeito das experiências do indivíduo. Isso permite constante adaptação e aprendizado durante a vida. Segundo o francês Stanislas Dehaene (2012), é um erro associar biologia a imobilismo, aquilo que é herdado pelos genes é passível de alteração. Segundo ele, “em nosso córtex, a imbricação dos níveis de organização é tal que toda intervenção psicológica repercute nos circuitos neuronais até os níveis celular, sináptico, molecular e vai, mesmo, modificar a expressão dos genes” (DEHAENE, 2012, p. 273). Ainda, “não é porque uma patologia se situe numa escala neurobiológica microscópica que ela não possa ser compensada por uma intervenção psicológica [...] e vice-versa” (DEHAENE, 2012, p. 273). Para o autor, a experiência dita tanto quanto o gene.

Segundo as descobertas das neurociências citadas acima, é possível especular que, na presença de desvios de fala na sua aquisição, nos indivíduos com distúrbios de aprendizagem ou portadores de síndromes, programas de intervenção têm boas chances de serem bem-sucedidos, afinal a experiência tem papel tão importante quanto os genes. Além desse aspecto, quanto mais jovem for o indivíduo, melhor o resultado dessas intervenções. Ainda, a aquisição de língua adicional é favorecida se o estudante iniciar o estudo na segunda ou na terceira infância.

Os elementos explorados acima, entre eles programas de intervenção em caso de aprendizado atípico da escrita, suscitam a discussão de quais são os aspectos que favorecem a consolidação das aprendizagens. Na seção a seguir, com base em estudos científicos, são desenvolvidos a diversidade de estimulação, a emoção e o nível de processamento na consolidação das memórias.

Diversidade de estimulação, a emoção e o nível de processamento na consolidação das memórias

Na capa do livro do neurocientista Ivan Izquierdo (2004), *A arte de esquecer: cérebro e memória*, consta a epígrafe “somos aquilo que lembramos e, também, aquilo que não queremos lembrar”. De qualquer forma, o neurocientista lembra que somos o que lembramos. Uma memória, portanto, para ser evocada, deve ser consolidada suficientemente. Surge, pois, a questão: o que favorece a consolidação de memórias?

Elementos como carga emocional (DAMÁSIO, 1996; EKMAN, 1982) e estimulação multissensorial de elementos com algum grau de significação favorecem a consolidação das memórias (IZQUIERDO, 2002). Maria Montessori¹⁰, na primeira metade do século passado, já chamava a atenção para esse aspecto: a criança aprende com todo o seu ser, com todo o seu corpo. A simples “decoreba” de elementos sem associá-los aos conhecimentos prévios não favorece a consolidação das memórias. David Ausubel chama atenção à importância dos conhecimentos prévios ao que ele chama de aprendizagem significativa. Para o autor, cada elemento novo deve encontrar subsunçores, conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo para que esse elemento tenha significado e seja consolidado mais fortemente na memória (AUSUBEL, 1982; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1983). Ou seja, quanto mais se sabe, mais preparado para novos conhecimentos se está. Tal hipótese de Ausubel tem sido confirmada pelos achados das neurociências (IZQUIERDO, 2002).

Em relação aos aprendizados com carga emocional, as neurociências mostram que há interação importante entre amígdalas e hipocampus, áreas do sistema límbico do cérebro. Os hipocampus atuam, determinadamente, na consolidação de novas aprendizagens. Em eventos com alguma carga emocional, a amígdala atua em conjunto com o hipocampo numa relação essencialmente química (IZQUIERDO, 2002). No caso de memórias chamadas declarativas, o hipocampo atua

10 Maria Montessori criou o Método Montessori de aprendizagem, baseado na ação do aprendiz. Maiores informações disponíveis em: <<http://www.infoescola.com/pedagogia/metodo-montessoriano/>>.

com o córtex na transformação das memórias de curto prazo em memórias de longo prazo. Segundo Izquierdo (2002), as memórias de longo prazo são estabelecidas entre 8 e 12 horas após o evento. Em situação com forte carga emocional há intensa atividade eletroquímica para consolidar a memória daquele evento. Enfim, os neurônios das áreas que regulam as emoções têm relação sináptica e fisiológica importantes para a formação das memórias. Aquilo que no aprendizado o fazemos com emoção, tais elementos ficam mais disponíveis para as evocações.

Pereira et al (2013) exploram as diferentes competências no nível cerebral ligadas à mudança na força das sinapses, ou seja, ao aprendizado: cognitivas, técnicas, relacionais e emocionais. Afirmam que cada um desses campos de competências apresenta seu modo de aprendizado particular, seu sistema de memória particular e até mesmo suas estruturas nervosas específicas. Dessas competências destacam as emocionais, e como podem apoiar ou prejudicar o processo de aprender.

O aprendizado de um conjunto de elementos que envolvem certo conhecimento, por exemplo, não ocorre de momento para o outro; envolve reações químicas, produção de proteínas, envolve aprender alguns elementos que permitirão associá-los a outros (IZQUIERDO, 2002). Por isso, a revisão de conteúdos e experiências multissensoriais e de complexidade crescente de elementos com alguma relação com os conhecimentos prévios do aprendiz são importantes para a consolidação das memórias. Segundo Boujon e Quaireau (2000, p. 172), “a utilização de um suporte sensorial ao mesmo tempo visual e auditivo deveria conduzir a uma atenção melhor por parte dos alunos [...] e, portanto, para a assimilação da aula”. De acordo com os autores, a utilização de raciocínios ao mesmo tempo indutivos e dedutivos aumenta a atenção e, conseqüentemente, a assimilação do conteúdo da aula (BOUJON; QUAIREAU, 2000).

O nível de processamento que se dá ao *input* recebido também influencia na consolidação das memórias. Craik e Tulving (1975) realizaram experimento envolvendo processamento cognitivo da linguagem em três níveis: perceptivo, fonético e semântico. Os pesquisadores solicitaram a diferentes grupos de participantes questões envolvendo

o termo *sol*: A – (nível perceptivo) A primeira letra da palavra *sol* é maiúscula? B – (nível fonético) A palavra *sol* rima com *chão*? C – (nível semântico) A palavra *sol* pode completar a frase: *o _____ brilha*? Em relação ao tempo empregado para responder às perguntas, as respostas mais imediatas foram do nível perceptivo e as mais demoradas para o semântico.

Os pesquisadores constataram que em testes de recordação os participantes reconheceram mais facilmente as palavras quando estas foram codificadas em um nível semântico, comparado aos níveis fonético e perceptivo. Ou seja, a informação com maior intensidade de processamento cognitivo é mais bem consolidada que as outras informações. Enfim, uma codificação semântica que exige maior nível de processamento cognitivo é mais bem elaborada e favorece armazenamento a longo prazo (CRAIK; TULVING 1975).

Anderson (2005) traz uma pesquisa sobre a rotina de treinamento de carteiros ingleses (*British Post Office*), realizada por Alan Baddeley, Michael Eysenck e Michael Anderson (2011). Os carteiros treinados por somente 1 hora por dia aprenderam em menos horas de treinamento e melhoraram suas performances mais rapidamente do que aqueles que receberam o treinamento em 4 horas diárias. O grupo treinado em 1 hora por dia aprendeu em 55 horas o que o grupo treinado em 4 horas diárias aprendeu em 80 horas. Esses resultados mostram que o aprendizado é mais efetivo quando ocorre de maneira distribuída.

Todo professor experiente sabe que um dos grandes desafios que se apresenta na prática educativa é o de despertar o desejo de aprender. Quando uma criança chega à alfabetização e em casa é estimulada a aprender por meio da contação de histórias e leituras de livros, por exemplo, a aprendizagem da escrita é facilitada. Há muito a Psicanálise trata da questão do desejo. Vários trabalhos relacionam, sob o prisma psicanalítico, desejo e educação com o fracasso escolar (KHALIL, 2011; BORUCHOVITCH; BZUNECK, 2001). As pesquisas neurocientíficas endossam a constatação de que o desejo de aprender e o instigar a curiosidade potencializam a aprendizagem. Daí convergem diferentes estruturas do cérebro que favorecem a aprendizagem (IZQUIERDO, 2002).

Outro importante elemento que repercute na consolidação das memórias é o nível de atenção despendido na aprendizagem, pois envolve recursos cognitivos essencialmente limitados. Na próxima seção são explorados estudos que tratam desse aspecto.

A atenção e a aprendizagem

A atenção, disposição para selecionar e controlar objetos, informações, ações de maneira voluntária ou não, é uma função cerebral importante para a aprendizagem. Para Boujon e Quaireau (2000), é fundamental para que se possa memorizar. Atenção é o direcionamento normalmente consciente dos recursos cognitivos para um determinado estímulo num determinado momento. Os psicólogos já associaram diretamente atenção e consciência. Hoje, contudo, reconhecem que parte do processamento ativo de atenção acontece sem consciência.

Segundo Boujon e Quaireau (2000), a eficácia e a rapidez da atenção dependem do nível de vigiância ou de alerta no momento em que se exercita, mas também de nossa capacidade de mantê-la. A capacidade de prestar atenção está estreitamente relacionada ao desenvolvimento do lobo frontal, responsável pelo controle, pela orientação e pela seleção, feita pelo indivíduo, de uma ou mais formas de atividade (BOUJON, 1996). E é possível “reeducar” a atenção e, conseqüentemente, melhorar o nível de atenção (BOUJON; QUAREAU, 2000 p. 157). Contudo, alertam os autores, “a falta de atenção provém de apresentações do conteúdo da aula mal adaptadas aos alunos” (BOUJON; QUAREAU, 2000, p. 172). Portanto, acrescentam, “não há razões para modificar as aptidões cognitivas dos aprendizes, mas, ao contrário, interferir no ambiente pedagógico” (BOUJON; QUAREAU, 2000, p. 172).

As classificações mais pesquisadas sobre a atenção são a atenção contínua ou sustentada e atenção dividida. Em relação à primeira, os pesquisadores avaliam a capacidade de manter a atenção. A continuidade da atenção gera redução na eficácia dos comportamentos (BOUJON; QUAREAU, 2000). Estímulos novos ou significativos para aquele sujeito aumentam as chances de atração da atenção.

A atenção dividida remete à ideia de situação rica de estímulos, sejam eles auditivos, visuais ou outros, que necessitam de utilização conjunta de várias operações cognitivas. As pesquisas têm mostrado que a realização conjunta de atividades leva a importante redução ou atraso das respostas corretas, pois os recursos cognitivos limitados estão divididos nos diversos estímulos.

No gerenciamento da atenção, assumem papel fundamental os processos automáticos e os controlados. Processos automáticos são importantes, necessários e não envolvem controle consciente. Eles demandam pouco ou nenhum esforço atencional ou mesmo intenção, e são implementados como processos paralelos aos processos monitorados pela atenção. As ações podem ocorrer ao mesmo tempo ou sem qualquer ordem sequencial específica, sendo relativamente rápidas. Os processos controlados são acessíveis ao controle consciente e até mesmo o requerem. Esses processos ocorrem em série. Em comparação aos processos automáticos, levam tempo para serem executados e podem ocorrer paralelamente. Com prática suficiente, até mesmo tarefas extremamente complexas – a leitura é um dos principais exemplos de atividade amplamente complexa – são possíveis de serem automatizadas. A passagem de determinada atividade cognitiva da extremidade controlada para a automática está ligada à frequência e intensidade do *input*.

Com base na afirmação de Boujon e Quaireau (2000, p. 7), de que a “atenção é [...] condição para que se possa memorizar”, é possível especular que, em situação de ensino formal, ambiente de muita conversa ou bagunça, com múltiplos estímulos sonoros e visuais, dividem a atenção e não permitem o aprofundamento de qualquer reflexão ou análise.

Considerações finais

Os recentes avanços nos conhecimentos sobre o funcionamento do cérebro humano, especialmente no que diz respeito à percepção, ao processamento, à consolidação e à evocação das informações, são conhecimentos que possibilitam aos professores escolhas pedagógicas que qualifiquem sua prática educativa. Entre outros aspectos, esses conhecimentos permitem ao professor fazer escolhas

pedagógicas estratégicas ao sucesso de aprendizado de determinado aspecto, levando em conta as características do tópico em questão. Ainda, permitem ao docente entender afetos e eventuais dificuldades de aprendizado e, no caso de confirmação de diagnóstico patológico, fazer as escolhas pedagógicas adequadas para minimizar as dificuldades de aprendizado.

As intervenções pedagógicas ainda na infância, quando da identificação de eventual dificuldade, são importantíssimas, pois, de maneira geral, a capacidade de aprendizado é inversamente proporcional à idade do indivíduo. Ou seja, quanto mais jovem, mais plástico e reorganizável é o sistema nervoso humano. Como defende Dehaene (2012), deve-se desfazer o mito do determinismo no que

diz respeito à cognição humana. Para o autor, a experiência dita tanto quanto o gene. O cérebro é bastante suscetível aos estímulos do meio ambiente e modifica-se sob o efeito das experiências.

Por fim, os conhecimentos neurocientíficos, embora ainda em seu início, em relação à prática docente atual, se constituem mais como complementares e menos como elementos propositores de mudanças teóricas e/ou metodológicas radicais. Ainda, gabaritam-se como conhecimentos que, uma vez agregados à educação formal e à matriz curricular dos cursos de formação de docentes, podem qualificar o nosso ensino, mudando o cenário precário do ensino em que nos encontramos, desvelado nos últimos tempos pelas avaliações oficiais.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. **Memória e aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- ARAÚJO E OLIVEIRA, J. B. Lereis como deuses: a tentação da proposta construtivista. **Sinais Sociais**, ano 1, n. 1, p. 146-178, maio/ago. 2006. Disponível em: <http://www.alfaebeto.org.br/wp-content/uploads/2013/09/leréis_como_deuses.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo**. México: Editorial Trillas, 1983.
- BADDELEY, A.; ANDERSON, M.; EYSENCK, M. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- BECKER, S.; WÖBMANN, L. Was Weber wrong? A human capital theory of protestant economic history. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 124, n. 2, p. 531-596, May 2009.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- BOUJON, C. L'attention chez l'enfant. In: LIEURY, A. et coll. **Manuel de psychologie de l'éducation et de la formation**. Paris: Dunod, 1996.
- BOUJON, C.; QUAIREAU, C. **Atenção e aproveitamento escolar**. Tradução Ana Paula Castellani. São Paulo: Loyola, 2000.
- CASCARELLI, C. V.; NOVAIS, A. E. Leitura: um processo cada vez mais complexo. **Letras de Hoje**, v. 45, n. 3, p. 35-42, jul./set. 2010.
- CASTRO, P. N.; GABRIEL, R. Interface entre memória e leitura. **Signo**, v. 32, n. 53, p. 175-188, dez, 2007.
- CHOMSKY, N. **Syntactic structures**. The Hague, 1957. A mesma teoria revisitada em *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, 1965.
- COSTA, J. C.; PEREIRA, V. W. (Org.). **Linguagem e cognição: relações interdisciplinares**. Porto Alegre: EDI-PUCRS, 2009.
- CRAIK, F. I. M.; TULVING, E. Depth of processing and the retention of words in episodic memory. **Journal of experimental psychology**, n. 104, p. 268-294, 1975.
- DAMÁSIO, A.; DAMASIO, H. O cérebro e a linguagem. **Viver mente & cérebro - Scientific American**, ano XIII, n. 143, dez. 2004.

- DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes: emoção, razão e cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DEHANE, S. **Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler**. Tradução Leonor Scliar-Cabral. Porto Alegre: Penso, 2012.
- EKMAN, P. **Emotion in the human face**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- FERRARI, E. A. M. et al. Plasticidade neural: relações com o comportamento e abordagens experimentais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 187-194, maio/ago. 2001.
- FLORIANI, K. B. **A influência da leitura na aprendizagem implícita de estruturas complexas na produção escrita da língua portuguesa**. 2005. Dissertação (Mestrado em Letras) – Faculdade de Letras da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, 2005.
- GABRIELI, J. Dyslexia: a new synergy between education and cognitive neuroscience. **Science**, v. 325, n. 280, p. 280-283, 2009.
- GUARESI, R. **Correlações entre experiência em leitura e desempenho em produção escrita em educandos de 8ª série do Ensino Fundamental**. 2004. 120 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) – Faculdade de Letras da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, 2004.
- GUARESI, R. Influência da leitura no aprendizado da escrita: uma incursão pela (in)consciência. In: PEREIRA, V. W.; GUARESI, R.. **Estudos sobre leitura: psicolinguística e interfaces**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. Disponível em: <<http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/estudossobreleitura.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2014.
- HASSIN, R. R.; ULEMAN, J. S.; BARGH, J. A. **The new unconscious**. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- IZQUIERDO, I. **A arte de esquecer: cérebro e memória**. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2004.
- IZQUIERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: ArtMed, 2002.
- KHALIL, Denise Nunes Alves. **Interface educação-psicanálise: considerações sobre a motivação e o fracasso escolar**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Psicanálise, Saúde e Sociedade) – Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.uva.br/mestrado/dissertacoes_psicanalise/interface-educacao-psicanalise-consideracoes-sobre-a-motivacao-e-o-fracasso-escolar.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2013.
- LENT, R. et al. How many neurons do you have? Some dogmas of quantitative neuroscience under revision. **European Journal of Neuroscience**, v. 35, n. 1. jan. 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22151227>>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE). **Comprendre le cerveau: vers une nouvelle science de l'apprentissage**. 2002. Disponível em: <<http://prea2k30.scicog.fr/ressources/accesfichier/16.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2013.
- _____. **Comprende le cerveau: naissance d'une science de l'apprentissage**. 2007. Disponível em: <<http://www.oecd.org/fr/sites/learninginthe21stcenturyresearchinnovationandpolicyapprendreauxxiesclerechercheinnovationetpolitiques/40583325.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2013.
- PELLEGRINI, D. Entrevista com Emília Ferreiro. **Revista Nova Escola**, São Paulo, n. 162, maio 2003. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/lingua-portuguesa/pratica-pedagogica/ato-ler-evolui-423536.shtml>>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- PEREIRA, W. et al. Competências emocionais no processo de ensinar e aprender em enfermagem na perspectiva das neurociências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 21, n. 3, maio/jun. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rlae/article/view/75971>>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- POPPER, K. R.; ECCLES, J. C. **O eu e seu cérebro**. Brasília: Editora da UNB/Papirus, 1995.
- POERSCH, M. Simulações connexionistas: a inteligência artificial moderna. In: POERSCH, M; ROSSA, A (Ed.). **Processamento da linguagem e connexionismo**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2007.
- REBER, A. S. Implicit learning of artificial grammars. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, v. 6, n. 6, p. 855-863, 1967.
- SCLIAR-CABRAL, L. A desmistificação do método global. **Letras de Hoje**, Porto Alegre, v. 48, n. 1, p. 6-11, jan./mar. 2013.

_____. **Aventuras de vivi**. Florianópolis: Lili, 2012.

_____. Aprendizagem neuronal na alfabetização para as práticas sociais da leitura e escrita. **Revista Intercâmbio**, v. XX, p. 113-124, 2009.

SMITH, F. Reading like a writer. **Language Arts**, v. 60, n. 5, p. 558-567, May 1983.

_____. **Leitura significativa**. Tradução Beatriz Afonso Neves. 3. ed. *Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.*

STAHL, S. M. **Psicofarmacologia**: base neurocientífica e aplicações práticas. 2. ed. Rio de Janeiro: MEDSI – Editora Médica e Científica, 2002.

SOARES, M. Alfabetização e letramento: caminhos e descaminhos. **Pátio**, v. 7, n. 29, p. 8-12, fev./abr. 2004. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/40142/1/01d16t07.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

Recebido em: 25.12.2013

Aprovado em: 04.03.2014