



ARTIGOS

Neurocircuitaria, leitura e surdez: uma pesquisa bibliográfica

Neurocircuitry, reading, and deafness: a bibliographical research

Wagner Ferreira

Angelo¹

orcid.org/0000-0002-9890-7182
wagner.ferreira.angelo@gmail.com

Ingrid Lovizon Ribeiro¹

orcid.org/0000-0003-1235-8838
ingridlovizon0605@gmail.com

Francisco Rosa Neto¹

orcid.org/0000-0003-1670-024X
maletaedm@gmail.com

Recebido em: 11 abr. 2026.

Aprovado em: 02 jul. 2026.

Publicado em: 24 set. 2026.

Resumo: Diferentes áreas do saber têm contribuído com achados científicos favoráveis ao entendimento dos processos envolvidos no aprendizado das habilidades de ler, a exemplo da neurociência. Assim sendo, o presente trabalho buscou sintetizar a contribuição de pesquisas de cunho neurocientífico quanto à ativação neuronal decorrente da plasticidade ligada ao processamento da leitura em pessoas surdas. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de modo a compilar os achados científicos sobre neuroplasticidade e alfabetização. Com base nos artigos selecionados, percebe-se que pessoas surdas e ouvintes ativam, em comum, componentes da neurocircuitaria da leitura, como a área occipitotemporal ventral esquerda, mas divergem na ativação de regiões envolvidas no processamento, por exemplo, auditivo em ouvintes e motor nos surdos. Observou-se a necessidade de aquisição precoce da língua de sinais, bem como a importância de se compreender a conectividade neural dos componentes do processamento da linguagem para a leitura nos surdos.

Palavras-chave: Neurocircuitaria. Leitura. Surdez.

Abstract: Different fields of knowledge have contributed to the understanding of literacy, such as neuroscience. Given this context, the present paper sought to synthesize the contribution of neuroscientific research regarding neuronal activation resulting from plasticity linked to reading processing in deaf people. To that end, a literature review was conducted to compile scientific findings on neuroplasticity and literacy. It is clear that deaf and hearing people commonly activate components of the reading neurocircuitry, such as the left ventral occipitotemporal area, but differ to some degree in the activation of regions involved in, for example, auditory processing in hearing people and motor processing in deaf people. The need for early acquisition of sign language was observed, as well as the importance of understanding the neural connectivity of language processing components for reading in deaf people.

Keywords: Neuroplasticity. Reading. Deafness.

1 Introdução

A alfabetização constitui um dos principais indicadores de desenvolvimento educacional e de participação social nas sociedades contemporâneas, sendo também um fenômeno amplamente investigado pela neurociência em virtude das alterações estruturais e funcionais que provoca no cérebro humano. E isto se deve ao fato de crianças, jovens e adultos poderem garantir sua participação cidadã na sociedade letrada onde vivem por intermédio da prática da leitura e da escrita (Morais, 2014). Por essa razão, diferentes áreas do saber têm contribuído com achados científicos favoráveis ao entendimento dos processos envolvidos no aprendizado das habilidades de ler e de escrever, a exemplo da neurociência e de seus estudos sobre a neuroplasticidade decorrente



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob a licença [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite a cópia e redistribuição do material em qualquer formato e para qualquer finalidade, desde que a autoria original e os créditos de publicação sejam mantidos.

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC, Brasil.

da aprendizagem (Capellini; Germano; Cunha, 2009; Dehaene, 2020).

A neuroplasticidade refere-se à capacidade do cérebro de reorganizar sua estrutura e funcionalidade em resposta às experiências envolvidas na aprendizagem. Em outras palavras, ela diz respeito à capacidade do cérebro de alterar a si próprio, modificando-se temporária ou permanentemente quanto à reorganização das conexões de sua circuitaria neural (Amaral; Guerra, 2022). A essa modificação cerebral estão associados mecanismos de recepção, de codificação, de armazenamento e de recuperação de informações as mais diversas, mas que são decorrentes da interação das pessoas com o meio onde vivem (Tovar-moll; Lent, 2018; Lent, 2019).

A alfabetização é um exemplo de circunstância interativa em que a experiência decorrente de um ensino intencional e sistemático pode levar uma criança a modificar sua circuitaria neuronal a ponto de levá-la a ler e a escrever. É o que demonstra o conjunto de estudos científicos compilados pelo neurocientista Stanislas Dehaene (2012) no livro *Os Neurônios da Leitura*. Dentre outras reflexões, Dehaene (2012) explica que há uma área do cérebro humano reciclada especialmente para que seja possível processar a leitura. A essa área, anteriormente dedicada apenas ao processamento da visão, conhecida como caixa das letras, é relegada a função de reconhecimento da forma das palavras, imprescindível à leitura em qualquer língua natural, formando, com isso, o circuito da leitura.

A Língua Brasileira de Sinais (Libras), considerada uma língua natural, legalmente possui como modalidade escrita o português brasileiro como suporte para a comunicação de pessoas surdas, conforme a Lei n. 10.436 (Brasil, 2002). Embora a referida legislação brasileira confira à Libras o estatuto de língua, formada por um sistema linguístico de natureza visual-motora, é igualmente estabelecido o português brasileiro, de natureza oral-auditiva, como sua modalidade escrita. Assim, compreender o português escrito como suporte obrigatório para a comunicação de pessoas surdas demanda certa problematização,

pois não se trata de uma modalidade escrita da Libras. Trata-se, sim, da adoção da língua majoritária falada e escrita no Brasil, o que pode reforçar a hegemonia do português no contexto social e educacional. Como consequência, o processo de alfabetização com foco no aprendizado do português escrito acarreta uma série de dificuldades ao aprendiz surdo. Estas dificuldades ocorrem, dentre outras razões, pelo fato de o sistema de escrita alfabética que rege o código escrito oficial do português no Brasil estar ancorado no mapeamento fonológico da língua oral e não nos sinais da Libras, que são, como descrito, de natureza visual-motora (Peixoto, 2006).

Em detrimento dessa adversidade no aprendizado do português escrito, a plasticidade neural do surdo decorrente da aprendizagem da escrita se dá de maneira análoga à do ouvinte. Esse fato foi demonstrado pelo estudo de Emmorey *et al.* (2013) com a língua de sinais americana, que apontou o estabelecimento da caixa de palavras em pessoas surdas, mesmo sem o favorecimento do *input* auditivo tão associado ao processo de alfabetização dos sistemas de escrita alfabética.

Dado esse contexto de alfabetização, no qual a neuroplasticidade envolvida na realização da leitura é consequência de estímulos adequados para que ocorra, bem como acrescido o fato de a criança surda ter comprometido um de seus canais de entrada sensorial, favorável à plasticidade auditiva comumente associada à alfabetização, emerge o seguinte problema de pesquisa: qual a contribuição de pesquisas neurocientíficas atuais quanto à ativação neuronal decorrente da plasticidade de áreas cerebrais ligadas ao processamento da leitura em português em pessoas surdas?

De modo a responder à problemática elencada, a presente pesquisa tem como objetivo central sintetizar a contribuição de pesquisas neurocientíficas atuais quanto à ativação neuronal decorrente da plasticidade de áreas cerebrais ligadas ao processamento da leitura em pessoas surdas. Para tanto, o presente trabalho foi estruturado, para além da introdução, em: (i) uma seção teórica abrangente a respeito de alguns

componentes da neurocircuitaria do processamento cognitivo para a leitura de pessoas surdas; (ii) uma seção específica a respeito dos aspectos metodológicos aqui utilizados; (iii) uma seção de análise de trabalhos mais recentes a respeito dos componentes neurais da leitura; (iv) uma seção conclusiva; e, finalmente, (v) uma seção dedicada aos referenciais teóricos.

2 Neuroplasticidade e alfabetização

O corriqueiro fato de agir no mundo molda o ser humano, levando-o a modificar sua forma de perceber a realidade à sua volta. Essa mudança na forma de enxergar a realidade circundante das pessoas está vinculada à interação entre ação (o que se faz no mundo), ambiente (o contexto em que se faz no mundo, a circunstância) e percepção (a compreensão do mundo). Como consequência dessa interação entre ação, ambiente e percepção, a modelagem da circuitaria cerebral e a cognição humana são formadas e tornam as pessoas quem elas são. Todavia, para que essa modelagem mental ocorra, a ação e a percepção de viver no mundo precisam estar integradas. Mais precisamente, a integração dos sistemas motor e perceptual é decorrente de ações autogeradas com base nas quais, em vez de apenas observar, um indivíduo planeja e executa certos, de forma intencional e consciente, certos comportamentos, com o objetivo de alcançar metas pessoais. Há, portanto, um papel importante nessa integração entre os sistemas motor e perceptivo do corpo humano, os quais, na interação com o ambiente externo, formam as experiências passadas e presentes dos indivíduos (James, 2017).

A comunicação humana é um exemplo dessa integração entre os sistemas motor e perceptivo. Isso se deve ao fato de ambos os sistemas estarem interligados por estruturas neurobiológicas que interagem entre si e que são basilares à produção e à compreensão da linguagem verbal. É o que se observa, por exemplo, em estudos específicos com a *American Sign Language*, ou língua de sinais estadunidense (Braun *et al.*, 2001; Campbell; MacSweeney; Waters, 2008; Emmo-

rey; Özyürek, 2014; Okada *et al.*, 2016, para citar algumas produções científicas).

No que tange à produção da língua de sinais, dentre outros componentes, o mapeamento da arquitetura neural dos gestos manuais mostra que a área de Broca (situada no giro frontal inferior esquerdo) está envolvida na ação motora durante a comunicação das pessoas surdas (Emmorey, 2006; Okada *et al.*, 2016). Esta área é comumente conhecida por sua importância na codificação fonética e fonológica da fala em sua porção mais posterior e nos processos léxico-semânticos em sua porção mais anterior (Emmorey; Özyürek, 2014). Isso torna a área de Broca, apesar da proximidade anatômica com os articuladores orofaciais e com o córtex auditivo, intimamente implicada na produção visomanual das línguas de sinais (Emmorey; Mehta; Grabowski, 2007).

Conjuntamente à área de Broca, o córtex parietal posterior (CPP) também é ativado durante a produção da língua de sinais. O CPP é uma região funcionalmente especializada responsável por desempenhar a função de avaliar e monitorar somatossensorialmente as posturas, as configurações e os movimentos autogerados das mãos e dos braços. Isso porque a língua de sinais não é orientada pelos olhos, requerendo de seus usuários um controle on-line do movimento de suas mãos e braços em espaços-alvo bem delimitados diante de seu corpo (tronco, rosto etc.), de modo que a produção gramaticalmente estruturada da língua de sinais ocorra (Braun *et al.*, 2001; Emmorey; Özyürek, 2014; Emmorey, 2015).

Ainda em se tratando dos aspectos sonoros atrelados à linguagem verbal, cabe salientar que a compreensão da língua de sinais, assim como a sua produção, está vinculada à ativação de regiões corticais não apenas relacionadas à visão, mas também à audição (Okada *et al.*, 2016). Esse fenômeno foi demonstrado, por exemplo, nas pesquisas de Emmorey, Xu e Braun (2011) e de Emmorey e Özyürek (2014). Dentre outros achados, essas pesquisas destacam o quanto o córtex temporal superior esquerdo do cérebro é mais recrutado por indivíduos surdos do que por ouvintes devido à receptividade neuronal

desta região cortical em relação a movimentos corporais estruturados, linguísticos ou não. Inclui-se, a pesquisa de Emmorey, Xu e Braun (2011) aponta ainda que a ocorrência da ativação dos neurônios durante a compreensão de sinais se estende pelo córtex temporal (incluindo a área de Wernicke). Essa ativação do córtex temporal, de acordo com Blihar *et al.* (2020), responde ao processamento auditivo em sua porção superior e ao processamento de objetos em movimento no campo visual das pessoas em sua porção medial. Logo, pode-se concluir que os sinalizantes surdos têm ativadas regiões auditivas de seu cérebro, as quais, em conjunto com o processamento visual, contribuem para a compreensão da língua de sinais (Emmorey, 2015). Tal evidência demonstra que as pessoas surdas também se constituem como sujeitos de linguagem, ainda que essa linguagem se organize por vias sensoriais distintas da modalidade oral-auditiva.

Em suma, o processamento linguístico (de produção e de compreensão) de pessoas surdas compartilha certas redes neurobiológicas típicas da língua falada por indivíduos ouvintes (Emmorey, 2021). Essas redes são identificadas como a área de Broca, o CPP, o córtex temporal esquerdo e o giro temporal superior direito. Nesse cenário, destaca-se a região parietal por sua importância na transmissão gramatical ligada a um sinal percebido pela via somatossensorial particularmente em indivíduos surdos (Johnson *et al.*, 2018).

Tais semelhanças e diferenças levam à compreensão de que tanto a língua de sinais quanto a língua oralizada podem ser funcionalmente equivalentes e divergentes em alguns aspectos. É o caso, por exemplo, do que explanam Campbell, Macsweeney e Waters (2008) em relação aos mecanismos cognitivos ativados durante o desenvolvimento das pessoas falantes e surdas. Segundo esses pesquisadores, fatores culturais e ambientes variados podem impactar diferentemente o desenvolvimento do cérebro de cada ser humano. Como consequência, é possível perceber diferenças individuais na ativação do cérebro. É por essa razão que pessoas que oralizam têm

uma ativação maior do córtex auditivo no lobo temporal superior. Por outro lado, pessoas que utilizam a língua de sinais têm partes do córtex visual (as regiões temporal posterior, temporal inferior e occipital) mais ativadas.

Outro exemplo também fornecido por Campbell, Macsweeney e Waters (2008) a respeito da ativação do cérebro, desta vez especificamente voltado a sujeitos oralizados, aponta que pessoas que leem e escrevem apresentam padrões de ativação de sua circuitaria neuronal de modo divergente daquelas pessoas que não foram alfabetizadas. Isso mostra o quanto a ativação da circuitaria cerebral é sensível a fatores como a alfabetização.

A esse respeito, sabe-se, ao que relatam Carreiras *et al.* (2009), que pessoas não alfabetizadas apresentam menos massa cinzenta do que seus pares alfabetizados. Além disso, as regiões contempladas com o aumento na densidade de massa cinzenta são aquelas justamente vinculadas ao processamento da leitura, a saber: as occipitais dorsais (para o processamento visual); a supramarginal esquerda e temporal superior (para o processamento fonológico); bem como os giros angulares e as temporais médias posteriores (para o processamento semântico). Além disso, segundo o levantamento feito por Dehaene (2012), que culminou em seu livro, mencionado na introdução deste trabalho, *Os Neurônios da Leitura*, as pesquisas neurocientíficas têm demonstrado que os mecanismos cerebrais ligados à alfabetização, especificamente em relação à leitura, são os mesmos para quaisquer pessoas ou línguas. Em outras palavras, os componentes da circuitaria ligada ao processamento da leitura são universalmente acessados por leitores experientes, independentemente de suas línguas maternas.

Para as pessoas oralizadas e alfabetizadas, os sistemas neurais que compreendem as regiões corticais frontal, temporo-parietal e occipito-temporal mapeiam e processam *inputs* ortográficos, de ordem visual, representando-os fonologicamente e semanticamente, acarretando a leitura com compreensão. No entanto, o aprendizado inicial

da leitura se dá de outra maneira, ou seja, pela incumbência de outros mecanismos neurais. Os alfabetizando iniciantes demandam um alto acionamento do circuito de decodificação fonológica da região frontal e temporoparietal inferior esquerda. E, gradualmente, conforme avançam na aquisição do conhecimento alfabético, eles passam a estabelecer com maior precisão as correspondências entre fonemas e grafemas necessárias à realização da leitura inicial pela decodificação de palavras. Assim, com o pleno domínio da decodificação, a leitura passa a ser realizada com maior ativação, desta vez, da região occipitotemporal ventral esquerda (Turlington *et al.*, 2003).

Em se tratando de pessoas surdas alfabetizadas, segundo Emmorey *et al.* (2013), elas utilizam as mesmas redes cerebrais para ler palavras, com algumas diferenças em relação a ouvintes oralizados. Segundo os pesquisadores, quando submetidos a tarefas de decisão de significado após a leitura de palavras, participantes surdos apresentaram uma atividade cerebral semelhante à de participantes ouvintes, como já descrito previamente. Contudo, ainda de acordo com os pesquisadores anteriormente citados neste parágrafo, para além da capacidade de ler palavras para a obtenção de significado, houve uma diferença na ativação cerebral dos participantes surdos em relação àqueles ouvintes no que tange à realização da pronúncia de palavras. Isso se deve ao fato de ter sido observada uma maior ativação no giro pré-central esquerdo e no córtex parietal das pessoas surdas. Essa ativação do giro pré-central conduz à interpretação de que os surdos demandam mais concentração e mais esforço neural nos movimentos motores elencados para pronunciar palavras lidas.

Conforme discorrido ao longo desta seção teórica, a alfabetização é um exemplo de circunstância interativa em que a experiência decorrente de um ensino intencional e sistemático pode levar um alfabetizando a modificar a sua circuitaria neuronal a ponto de ler e de escrever. Portanto, há uma circuitaria que é alterada conforme se especializa para abranger o processamento da

leitura tanto de pessoas surdas quanto de ouvintes. Todavia, apesar da existência de uma estrutura neural universal para a realização da leitura, discrepâncias no processamento linguístico dos indivíduos surdos ainda podem ser detectadas pela ciência em decorrência da neuroplasticidade impulsionada pelo processo de alfabetização, ponto este de interesse do presente trabalho.

Na seção seguinte, será explicada a escolha metodológica subjacente ao desenvolvimento deste trabalho.

3 Aspectos metodológicos de investigação

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica de natureza exploratória (Cohen; Manion; Morrison, 2007). Esse delineamento foi adotado por possibilitar maior rigor científico na seleção, na organização e na análise da produção científica disponível, favorecendo a identificação, com profundidade, das contribuições e das lacunas existentes acerca da plasticidade cerebral em indivíduos surdos no processamento da leitura.

Para a seleção dos estudos, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Como critérios de inclusão, consideraram-se: (i) artigos científicos publicados entre os anos de 2020 e 2024, período escolhido por contemplar pesquisas recentes relacionadas aos avanços da neuroimagem funcional; (ii) estudos empíricos que utilizaram técnicas de neuroimagem ou análises estruturais do cérebro; (iii) pesquisas realizadas com participantes surdos usuários de língua de sinais; e (iv) investigações que abordassem especificamente os processos de leitura e/ou escrita. Como critérios de exclusão, foram adotados: (i) trabalhos duplicados; (ii) estudos de natureza exclusivamente clínica que não apresentassem enfoque nos processos de leitura; e (iii) pesquisas que não disponibilizassem informações sobre a ativação neural associada à leitura.

Para a identificação dos estudos, foi elaborada uma estratégia de busca estruturada a partir da

combinação de descritores em português e em inglês por meio de operadores booleanos. Foram utilizados os descritores: *plasticity AND deaf OR deafness AND reading OR writing*. A utilização de descritores equivalentes nos dois idiomas teve como objetivo ampliar a sensibilidade da busca e recuperar estudos indexados em diferentes bases de dados nacionais e internacionais.

As buscas foram realizadas em quatro portais de periódicos, quais sejam: dois nacionais (Scientific Electronic Library Online [SciELO] e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES]) e dois internacionais (Directory of Open Access Journals [DOAJ] e Education Resources Information Center [ERIC]).

O processo de seleção ocorreu inicialmente por meio da leitura dos títulos e dos resumos, seguida da aplicação dos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos. Posteriormente, os estudos potencialmente relevantes foram submetidos à leitura na íntegra para a confirmação de sua inclusão na revisão. Para otimizar essa etapa e possibilitar o compartilhamento do banco de dados entre os revisores, foi utilizada a plataforma Rayyan, ferramenta de apoio baseada em

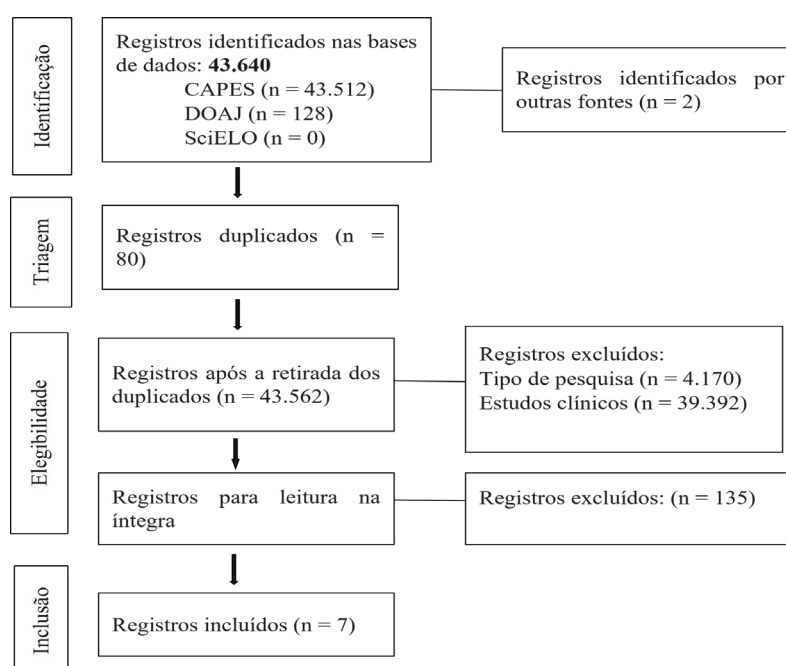
inteligência artificial destinada ao gerenciamento de revisões da literatura.

Após a seleção, os artigos incluídos foram organizados para a extração das informações de interesse, contemplando as características metodológicas, a população investigada, as técnicas de neuroimagem empregadas, os principais achados relacionados à plasticidade cerebral e suas implicações para os processos de leitura e escrita em indivíduos surdos. Em seguida, realizou-se uma análise qualitativa e interpretativa dos estudos, buscando identificar convergências, divergências e lacunas na literatura acerca das adaptações neurofuncionais e neuroestruturais associadas ao processamento da linguagem escrita nessa população.

Após a remoção das duplicatas e a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados sete artigos para compor a amostra desta revisão. Destes, dois foram incluídos por meio da estratégia de busca complementar conhecida como "método bola de neve", associada à análise visual das listas de referências dos artigos selecionados.

O esquema de triagem dos trabalhos selecionados está representado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema da triagem de artigos científicos



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Os resultados obtidos a partir da leitura e da análise dos estudos selecionados são discutidos na seção seguinte.

4 Resultados e discussões

Dentre os trabalhos analisados, é mencionada a relevância da aquisição da linguagem de maneira precoce e enriquecida com estímulos linguísticos na língua de sinais para o bom desempenho cognitivo de pessoas surdas (Cheng; Silvano; Bedny, 2020; Emmorey; Lee, 2021). O estudo de Twomey *et al.* (2020) investigou os efeitos da idade de aquisição da linguagem sobre a organização neural envolvida no processamento da leitura. A pesquisa contou com participantes surdos sinalizantes com aquisição precoce e tardia da língua de sinais, além de grupo-controle formado por ouvintes, sendo utilizada a técnica de neuroimagem funcional para examinar os padrões de ativação cerebral durante tarefas de leitura. Os resultados evidenciaram dois achados principais. Primeiramente, tanto surdos quanto ouvintes com aquisição tardia apresentaram maior ativação na região occipital do sulco intraparietal esquerdo em comparação aos indivíduos com aquisição precoce. Em segundo lugar, o córtex temporal posterior superior esquerdo mostrou-se mais ativado durante a leitura de sentenças por pessoas surdas com aquisição precoce da língua de sinais em relação às de aquisição tardia. Tais resultados sugerem que a exposição linguística precoce influencia diretamente a eficiência e a organização funcional das redes neurais envolvidas na leitura.

Esses achados em relação à aquisição da linguagem, dentre outros impactos, sugerem mudanças na plasticidade de segmentos cerebrais implicados no processamento, na eficiência e nas bases neurais da língua de sinais (Cheng; Silvano; Bedny, 2020). A esse respeito, uma revisão de literatura feita por Simon *et al.* (2020) explica o quanto os achados científicos apontam para a ocorrência de alterações, em termos de densidade e volume, na substância branca e cinzenta em regiões envolvidas no processamento: (i) auditivo e da linguagem (nos giros temporal superior,

frontal inferior e temporal médio); (ii) das funções executivas (no giro frontal médio); (iii) visual (no giro fusiforme e no sulco calcarino); (iv) motor e somatossensorial (no giro pré-central, cerebelar e caudado); e (v) integração multissensorial (no córtex insular).

A partir dessas múltiplas áreas cerebrais potencialmente afetadas pela neuroplasticidade decorrente da aprendizagem precoce da língua de sinais, o efeito da privação auditiva como fator negativo ao desenvolvimento neuronal e cognitivo de pessoas surdas parece ser minimizado (Simon *et al.*, 2020). Um exemplo desta minimização da importância da audição para os surdos se verifica no desempenho em leitura desta população.

As áreas cerebrais dedicadas ao processamento auditivo, e que são comumente acessadas por leitores ouvintes, também são acessadas por leitores surdos. No entanto, este processamento auditivo para os surdos não se dá por meio de uma representação fonológica refinada para que haja uma leitura de sucesso. Na verdade, a ativação dos córtices auditivos aparenta ser baixa, não sendo vital, como é para as pessoas ouvintes, para a realização da leitura de palavras por meio do *input* auditivo (Emmorey, 2021).

Outro exemplo de pesquisa que minimiza o papel do processamento fonológico para a leitura de pessoas surdas é a de Meade *et al.* (2020). Nessa pesquisa, os autores buscaram examinar se a fonologia contribui ou não para a precisão com que as representações ortográficas são acessadas ou representadas por pessoas surdas. Dentre outras contribuições, a pesquisa aponta que a representação precisa da informação ortográfica das palavras não tem como requisito a afinação fonológica (Meade *et al.*, 2020). Isso porque a via de acesso à forma visual das palavras, que é sensível ao código escrito de uma língua oral-auditiva, não se limita ao processamento dos córtices auditivos em indivíduos surdos (Emmorey, 2021). Tal fato parece fornecer sustentação à interface entre a datilologia (ou *fingerspelling*, no inglês) e as representações ortográficas da pessoa surda – apesar de esta consideração prévia

ainda carecer de mais comprovação científica (Emmorey, 2021).

Cabe salientar que a forma como a região occipitotemporal ventral esquerda se conecta com outras áreas do cérebro diverge entre surdos e ouvintes. Enquanto para os leitores ouvintes há uma relação entre a ativação da circuitaria dos processamentos fonológico e ortográfico, para os surdos, esta relação parece advir da interface entre as representações semânticas e ortográficas do processamento linguístico (Emmorey; Lee, 2021).

Essa conexão ortográfica e semântica das palavras também tem um papel crucial na leitura de frases, e não apenas na de palavras, para os leitores surdos (Emmorey; Lee, 2021; Kotowicz *et al.*, 2024). Segundo Kotowicz *et al.* (2024), há uma ativação no córtex occipitotemporal ventral esquerdo (para o processamento ortográfico), bem como nos giros frontal inferior esquerdo e temporal médio (para o processamento semântico) durante a leitura de frases. É, contudo, relevante destacar que a leitura de frases aparenta ser mais desgastante por parte dos leitores surdos. Esse desgaste se dá em função da maior ativação da região responsável pela representação da forma visual das palavras na leitura de frases que, por sua vez, exige dos leitores surdos maiores demandas cognitivas para processar palavras agrupadas e associá-las aos seus pares semânticos.

É por essa razão que, em termos didáticos e pedagógicos, o trabalho com a habilidade de leitura dos estudantes surdos precisa atender às particularidades do processamento cognitivo em leitura das pessoas surdas. Isso se deve ao fato de a habilidade de ler dessas pessoas envolver maior recrutamento de áreas visuais e associativas, com menor participação do componente fonológico tradicionalmente observado em ouvintes (Emmorey; Lee, 2021). Tais evidências reafirmam que a alfabetização de pessoas surdas não pode ser compreendida sob paradigmas fonocêntricos, mas, sim, requer reconhecimento da organização neural visual e multissensorial que sustenta seu processamento linguístico.

5 Conclusão

Este trabalho teve como objetivo central sintetizar a contribuição de pesquisas neurocientíficas atuais quanto à ativação neuronal decorrente da plasticidade de áreas cerebrais ligadas ao processamento da leitura em pessoas surdas. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de cunho exploratório, de modo a elencar pesquisas que fornecessem respostas à seguinte problemática investigativa: qual a contribuição de pesquisas neurocientíficas atuais quanto à ativação neuronal decorrente da plasticidade de áreas cerebrais ligadas ao processamento da leitura em pessoas surdas?

A partir da discussão teórica desenvolvida na seção anterior, verificou-se que surdos e ouvintes parecem apresentar as mesmas estruturas neurais para processar a linguagem verbal. Uma possível divergência entre ambos os grupos parece estar relacionada à conectividade que essas estruturas neurais têm entre si quando ativadas para realizar determinadas tarefas cognitivas, como ler.

A leitura por parte de indivíduos surdos parece requerer maior conectividade entre representações semânticas previamente consolidadas na língua de sinais e as representações ortográficas da língua majoritária, com menor recrutamento do componente fonológico nesse processo. Entre a leitura de palavras e a de frases, esta última parece requerer maior demanda cognitiva para processar as informações ortográficas, podendo, com isso, levar um leitor surdo a ter baixo desempenho em leitura. Por essa razão, os achados analisados sugerem que práticas pedagógicas voltadas ao ensino da leitura do código escrito para estudantes surdos tendem a beneficiá-los a partir da adoção de abordagens centradas na interface semântica-ortográfica, em detrimento de modelos predominantemente fonocêntricos.

Para mais, a aquisição da língua de sinais de maneira precoce parece ser desejável para o pleno desenvolvimento linguístico das pessoas surdas. A língua de sinais, quando aprendida em idades mais tenras, tende a favorecer o desempenho cognitivo dos surdos, podendo contribuir

com o aprendizado da leitura na medida em que potencializa a ativação das regiões cerebrais responsáveis pela produção e pela compreensão da linguagem.

É importante salientar que o presente trabalho apresentou uma série de limitações em seu desenvolvimento. Dentre essas limitações, destacam-se: 1) o levantamento e a discussão teórica exclusivamente com base em pesquisas voltadas ao estudo da língua de sinais norte-americana; e 2) o enfoque deste trabalho em torno das estruturas neurais relevantes ao processamento da leitura, sendo necessária, dada a sua simbiótica relação, a compreensão destas e de outras estruturas neurais conectadas à habilidade de escrever.

Por fim, espera-se que futuras pesquisas sobre a temática apresentada neste trabalho sejam feitas, considerando-se as bibliografias que explorem o processamento da escrita e não apenas o da leitura, uma vez que ambas as habilidades fazem parte do processo de alfabetização. Além disso, sugere-se que novas pesquisas sejam feitas a partir de outros aportes metodológicos, como, por exemplo, pesquisas narrativas, ampliando-se, com isso, a compreensão social dos fenômenos imbricados na neurociência da leitura envolvendo os falantes surdos usuários da Libras.

Referências

AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: Olhando para o Futuro da Aprendizagem**. Brasília, DF: Sesi/Dn, 2022.

BLIHAR, D. *et al.* A systematic review of the neuroanatomy of dissociative identity disorder. **European Journal of Trauma & Dissociation**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 100148, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejtd.2020.100148>. Acesso em: 27 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm. Acesso em: 27 jul. 2026.

BRAUN, A. R. *et al.* The neural organization of discourse: an H2 15O-PET study of narrative production in English and American sign language. **Brain**, [s. l.], v. 124, n. 10, p. 2028-2044, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/brain/124.10.2028>. Acesso em: 27 jul. 2026.

CAMPBELL, R.; MACSWEENEY, M.; WATERS, D. Sign Language and the Brain: A Review. **The Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 3-20, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/deafed/enm035>. Acesso em: 27 jul. 2026.

CAPELLINI, S. A.; GERMANO, G. D.; CUNHA, V. L. O. Aprendizagem e habilidades acadêmicas. In: PANTANO, T.; ZORZI, J. L. (org.). **Neurociência aplicada à aprendizagem**. São José dos Campos: Pulso, 2009. p. 125-139.

CARREIRAS, M.; SEGHER, M. L.; BAQUERO, S.; ESTÉVEZ, A.; LOZANO, A.; DEVLIN, J. T.; PRICE, C. J. An anatomical signature for literacy. **Nature**, [s. l.], v. 461, n. 7266, p. 983-986, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature08461>. Acesso em: 27 jul. 2026.

CHENG, Q.; SILVANO, E.; BEDNY, M. Sensitive periods in cortical specialization for language: insights from studies with Deaf and blind individuals. **Current Opinion in Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 36, p. 169-176, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.10.011>. Acesso em: 27 jul. 2026.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research Methods in Education**. Abingdon: Routledge, 2007. Disponível em: <https://islmblogblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/05/rme-edu-helpline-b-logsport-com.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2026.

DEHAENE, S. **How we learn: Why brains learn better than any machine... for now**. New York: Viking, 2020.

DEHAENE, S. **Os neurônios da leitura: Como a ciência explica a nossa capacidade de ler**. Porto Alegre: Penso, 2012.

EMMOREY, K. New Perspectives on the Neurobiology of Sign Languages. **Frontiers in Communication**, [s. l.], v. 6, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.748430>. Acesso em: 27 jul. 2026.

EMMOREY, K. The Neurobiology of Sign Language. **Brain Mapping**, [s. l.], v. 3, p. 475-479, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00272-4>. Acesso em: 27 jul. 2026.

EMMOREY, K. The Role of Broca's Area in Sign Language. In: GRODZINSKY, Y.; AMUNTS, K. (org.). **Broca's Region**. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 169-184.

EMMOREY, K. *et al.* Mapping the reading circuitry for skilled deaf readers: An fMRI study of semantic and phonological processing. **Brain and Language**, [s. l.], v. 126, n. 2, p. 169-180, ago. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.05.001>. Acesso em: 27 jul. 2026.

EMMOREY, K.; LEE, B. The neurocognitive basis of skilled reading in prelingually and profoundly deaf adults. **Language and Linguistics Compass**, [s. l.], v. 15, n. 2, fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/lnc3.12407>. Acesso em: 27 jul. 2026.

EMMOREY, K.; MEHTA, S.; GRABOWSKI, T. J. The neural correlates of sign versus word production. **NeuroImage**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 202-208, maio 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.040>. Acesso em: 27 jul. 2026.

EMMOREY, K.; ÖZYÜREK, A. Language in our hands: Neural underpinnings of sign language and co-speech gesture. In: GAZZANIGA, M. S.; MANGUN, G. R. (org.). **The cognitive neurosciences**. Cambridge: MIT Press, 2014. p. 657-666.

EMMOREY, K.; XU, J.; BRAUN, A. Neural responses to meaningless pseudosigns: Evidence for sign-based phonetic processing in superior temporal cortex. **Brain and Language**. [s. l.], v. 117, n. 1, p. 34-38, abr. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.10.003>. Acesso em: 27 jul. 2026.

JAMES, K. H. The Importance of Handwriting Experience on the Development of the Literate Brain. **Current Directions in Psychological Science**. [s. l.], v. 26, n. 6, p. 502-508, nov. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0963721417709821>. Acesso em: 27 jul. 2026.

JOHNSON, L. *et al.* Functional Neuroanatomy of Second Language Sentence Comprehension: An fMRI Study of Late Learners of American Sign Language. **Frontiers in Psychology**. [s. l.], v. 9, p. 1-20, set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01626>. Acesso em: 27 jul. 2026.

KOTOWICZ, J. *et al.* Neural underpinnings of sentence reading in deaf, native sign language users. **Brain and Language**. [s. l.], v. 255, p. 105447, ago. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2024.105447>. Acesso em: 27 jul. 2026.

LENT, R. **O cérebro aprendiz: neuroplasticidade e educação**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2019.

MEADE, G. *et al.* An ERP investigation of orthographic precision in deaf and hearing readers. **Neuropsychologia**. [s. l.], v. 146, p. 107542-107542, 24 jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107542>. Acesso em: 27 jul. 2026.

MORAIS, J. **Alfabetizar para a democracia**. Porto Alegre: Penso, 2014.

OKADA, K. *et al.* An fMRI study of perception and action in deaf signers. **Neuropsychologia**. [s. l.], v. 82, p. 179-188, fev. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.01.015>. Acesso em: 27 jul. 2026.

PEIXOTO, R. C. Algumas considerações sobre a interface entre a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) e a Língua Portuguesa na construção inicial da escrita pela criança surda. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 26, n. 69, p. 205-229, ago. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-32622006000200006>. Acesso em: 27 jul. 2026.

SIMON, M. *et al.* The Impact of Early Deafness on Brain Plasticity: A Systematic Review of the White and Gray Matter Changes. **Frontiers in Neuroscience**. [s. l.], v. 14, p. 1-15, mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00206>. Acesso em: 27 jul. 2026.

TOVAR-MOLL, F.; LENT, R. Neuroplasticidade: o cérebro em constante mudança. In: LENT, R.; BUCHWEITZ, A. (org.). **Ciência para Educação: Uma Ponte entre Dois Mundos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2018. p. 55-72.

TURKELTAUB, P. E. *et al.* Development of neural mechanisms for reading. **Nature Neuroscience**. [s. l.], v. 6, n. 7, p. 767-773, maio 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nn1065>. Acesso em: 27 jul. 2026.

TWOMEY, T. *et al.* The impact of early language exposure on the neural system supporting language in deaf and hearing adults. **NeuroImage**. [s. l.], v. 209, p. 116411, abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116411>. Acesso em: 27 jul. 2026.

Wagner Ferreira Angelo

Possui licenciado em Letras Inglês pela UFPB (2012), Pedagogia pela UDESC (2020), mestrado em Linguística pela UFSC (2015) e doutorado pela UDESC (2024).

Ingrid Lovizon Ribeiro

Graduada em Educação Física (Bacharelado) pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) (2022), mestre em Ciências do Movimento Humano pela UDESC (2025), com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e atualmente doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano da UDESC (PPGCMH).

Francisco Rosa Neto

Doutor em Medicina do Esporte pela Universidade de Zaragoza (Espanha) e mestre em Deficiência Mental e Transtornos de Aprendizagem pela Universidade de Sevilha (Espanha). Especialista em Ciências Morfo-funcionais do Esporte pela Universidade de Córdoba (Espanha). Licenciado em Educação Física pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Endereço para correspondência

Wagner Ferreira Angelo

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Laboratório de Desenvolvimento Humano (LADEHU)
Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID)
Rua Pascoal Simone, 358
Coqueiros, 88080-350
Florianópolis, SC, Brasil

Como citar este artigo

Ferreira Angelo, W., Lovizon Ribeiro, I., & Rosa Neto, F. Neurocircuitaria, leitura e surdez: uma pesquisa bibliográfica. *Educação Por Escrito*, e49770. <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2026.1.49770>

Os textos deste artigo foram revisados pela Texto Certo Assessoria Linguística e submetidos para validação dos autores antes da publicação.