

COMO O CÉREBRO APRENDE UMA LÍNGUA ADICIONAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Nádia Carolina Chripim dos Santos, Simone Silva Pires de Assumpção
Curso de Letras – Línguas Adicionais, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA),
Campus Bagé, RS, Brasil.

nadiasantos.aluno@unipampa.edu.br, simoneassumpcao@unipampa.edu.br

Resumo: *O presente trabalho surgiu de uma inquietação a respeito de como nosso cérebro aprende uma língua adicional. Definimos, então, para nossa investigação, dois objetivos: (1) explorar, por meio de uma revisão da literatura, o campo da neurociência em temas relacionados à aprendizagem de língua adicional; e (2) descobrir se existem e o que dizem os estudos publicados no Brasil em língua portuguesa tratando de neurociência relacionada à aprendizagem de uma língua adicional. Nossa revisão da literatura abordou o conhecimento atual a respeito das estruturas e funções do cérebro, os elementos e as partes que compõem o córtex cerebral, a relação entre o processamento da linguagem e a aprendizagem e os possíveis fatores que influenciam a mesma. Nossa pergunta de pesquisa era se nossos pares, professores-pesquisadores de línguas adicionais brasileiros, que divulgam seus estudos em língua portuguesa, têm demonstrado interesse no tema da neurociência voltada para a aprendizagem de língua adicional. Para responder essa pergunta, nossa metodologia de pesquisa foi uma revisão sistemática, realizada na plataforma Google Acadêmico em busca de trabalhos publicados no Brasil nos últimos 10 anos em língua portuguesa. Por meio do tratamento quantitativo, utilizando operadores lógicos, encontramos cinco artigos que abordavam a neurociência cognitiva e a aprendizagem de línguas adicionais. Os principais temas abordados nesses estudos foram o vocabulário e a memória. Os cinco trabalhos analisados qualitativamente apontam que a aquisição de vocabulário depende da memória, e um armazenamento eficiente depende da atenção e da emoção.*

Palavras-chave: Cérebro; Neurociência; Aquisição; Aprendizagem; Língua adicional;

Abstract: *This investigation emerged from our own need to understand how the brain learns an additional language. So, our main purposes were: (1) exploring, through a bibliographical review, the field of neuroscience in relation to the learning of additional languages and (2) finding out studies published in Portuguese in Brazil which relate neuroscience and additional language learning. Our bibliographical review approached brain functions, the structure of the cerebral cortex, the relation between learning and language processing, and factors that influence language acquisition. Our research question was whether our peers, teachers-researchers of additional languages in Brazil, who publish their studies in Portuguese, are interested in the topic of neuroscience linked to additional language learning. In order to answer this question, our research methodology was a systematic review made at Google Scholar in search of studies published in Portuguese over the last 10 years in Brazil. By means of quantitative treatment, making use of logical operators, we found five papers that link cognitive neuroscience to additional language learning. The main themes of these papers were vocabulary and memory. All five studies qualitatively analyzed pointed out that vocabulary acquisition depends on memory*

and that efficient storage depends on attention and emotion.

Keywords: Brain; Neuroscience; Acquisition; Learning; Additional language.

1. Considerações iniciais

O presente trabalho surgiu de nossa própria inquietação sobre como o cérebro aprende uma língua adicional. Porém, enquanto professores-pesquisadores de línguas adicionais brasileiros, que divulgamos nossos estudos em língua portuguesa, questionamos se a ligação entre neurociência e aprendizagem de língua adicional seria um tema de interesse de nossos pares. Com essa pergunta em mente, definimos dois objetivos: (1) explorar, por meio de uma revisão da literatura, o campo da neurociência em temas relacionados à aprendizagem de língua adicional; e (2) descobrir se existem e o que dizem os estudos publicados no Brasil em língua portuguesa tratando de neurociência relacionada à aprendizagem de uma língua adicional. Assim, na próxima seção, apresentamos o resultado da nossa revisão da literatura e, nas seções seguintes, relatamos como perseguimos o segundo objetivo e quais estudos encontramos.

2. Revisão da literatura

2.1. O cérebro e a história

O cérebro é um dos órgãos mais complexos e desconhecidos do corpo, principal objeto de estudo da neurociência. O termo neurociência surgiu nos anos 1960 (PEREIRA JR., 2010) e agrega aspectos da fisiologia, da bioquímica, da farmacologia e da estrutura do sistema nervoso de invertebrados e do cérebro de vertebrados (BARTOSZEK, 2006). Relvas (2020, p. 1) define a neurociência como “um termo guarda-chuva que engloba todas as áreas da ciência: biologia, fisiologia, medicina, física, psicologia e que se interessam pelo sistema nervoso: sua estrutura, função, desenvolvimento, evolução, e disfunções”. A neurociência cognitiva – foco principal desta pesquisa – “é a ciência que tenta compreender e explicar as relações entre o cérebro, as atividades mentais superiores e o comportamento” (RATO; CASTRO-CALDAS, 2010, p. 627). Porém, para compreender as origens da neurociência, precisamos começar pelos principais acontecimentos e ilustres personagens que mais contribuíram para os avanços nos estudos do cérebro em cada período histórico.

Há cerca de 7 mil anos, ainda na pré-história, existia um procedimento cirúrgico chamado de trepanação, que consistia na perfuração do crânio no intuito de promover a cura. Conforme Bear, Connors e Paradiso (2017), não se sabe ao certo o que os cirurgiões pretendiam com esse procedimento, mas poderia ter sido utilizado para tratar cefaleias ou transtornos mentais. Já na Grécia Antiga, Alcmeon, médico e filósofo pré-socrático que viveu no século V a.C., considerado o avô da medicina (FILHO, 2007), foi o primeiro a afirmar que o intelecto e os sentidos tinham origem no cérebro. Por essa razão, Alcmeon é considerado o primeiro neurocientista (ALVES; TURBINO, 2013).

Ele dissecava animais para estudar seus esqueletos, músculos e cérebro. Seus estudos mostraram a existência de vias nervosas e suas ligações com o

cérebro. Por exemplo, descobriu que determinadas vias partiam dos olhos para levar a luz até o cérebro. Tem-se, desta forma, uma primeira teoria, ainda que rudimentar, de fisiologia dos sentidos estabelecendo o cérebro como órgão central da alma (GOMES, 2006, p. 11).

Além disso, Alcmeón é o autor da primeira doutrina médica ocidental sobre o binômio saúde-doença e acreditava que a relação entre saúde e doença estava no equilíbrio ou desequilíbrio dos sistemas corporais (GOMES, 2006). O sucessor de Alcmeón foi Hipócrates (460-379 a.C.), considerado o pai da medicina, que acreditava que o encéfalo não envolvia apenas as sensações, mas também era a sede da inteligência (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017). Hipócrates desenvolveu a teoria dos humores; para ele, a saúde seria o resultado do equilíbrio dos humores, enquanto a doença, o desequilíbrio (ITO; GUZZO, 2002).

Conforme Martins, Silva e Mutarelli (2008), no império romano, Carlos Galeno aprimorou a teoria dos humores de Hipócrates, desenvolvendo a primeira tipologia do temperamento. Galeno acreditava que cada pessoa já nascia com uma determinada combinação dos quatro humores básicos, que ele dividiu da seguinte forma: quatro temperamentos primários, quatro temperamentos secundários e um temperamento ideal. Os temperamentos primários referiam-se aos humores predominantes no corpo: sanguíneo (predominância do sangue), bilioso ou colérico (predominância da bÍlis amarela), melancólico (predominância da bÍlis negra), e fleumático (predominância do muco ou fleuma). Os temperamentos secundários seriam os pareamentos das quatro qualidades (calor, frio, úmido e seco). Ainda conforme Martins, Silva e Mutarelli (2008), esses temperamentos seriam: a bÍlis amarela (quente e seca), o sangue (quente e úmido), a fleuma (fria e úmida) e a bÍlis negra (fria e seca). Por fim, o temperamento ideal seria o “resultado da mistura estável das quatro qualidades” (ITTO; GUZZO, 2002, p. 92). Galeno acreditava que a saúde, ou melhor, o equilíbrio dos humores, se formava a partir dos alimentos ingeridos. A falta ou o excesso de um alimento poderia causar um desequilíbrio, podendo ser curado por meio da alimentação, medicamentos ou outros procedimentos.

No período renascentista, conforme Bear, Connors e Paradiso (2017), a visão de Galeno prevaleceu, por quase 1.500 anos. Mais tarde, o anatomista Andreas Vesalius (1514-1564) acrescentou detalhes à estrutura do encéfalo; “contudo, a teoria ventricular da função encefálica permaneceu essencialmente sem questionamentos” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017, p. 6). Na idade média, após o declínio do Império Romano, o estudo da anatomia ficou estagnado na Europa cristã, enquanto florescia no mundo islâmico. O médico persa Ibn Zuhn (1092-1161) foi o primeiro árabe a realizar dissecações no ser humano, bem como necropsias, para estudar e compreender a causa da morte. Através de seus estudos, descobriu-se a existência dos parasitas, cuja remoção promovia a cura, ou seja, a doença não era causada por falta ou excesso de alimento como muitos acreditavam até então.

Na idade moderna, René Descartes (1596-1650) acreditava que as pessoas possuíam um intelecto e uma alma dada por Deus. A neurofisiologia, para Descartes, era baseada “nos espÍritos animais e nos poros e vias pelos quais eles fluem para exercer suas ações” (COSENZA, 2002, p. 5). Além disso, acreditava que o sangue era levado

pelas artérias do coração para o cérebro onde se transformavam em uma pura e ativa chama, constituindo o “espírito animal”.

Descartes imaginava que existiam filamentos nos nervos que poderiam operar como válvulas abrindo os poros que deixava fluir os espíritos animais, sendo assim a partir do cérebro os espíritos viajariam através dos nervos até os músculos, que seriam inflados, provocando o movimento involuntário (COSENZA, 2002, p. 5).

Mais tarde, Luigi Galvani e Emil du Bois-Reymond propuseram que o encéfalo poderia gerar eletricidade, visto que os nervos eram estimulados eletricamente por meios dos movimentos dos músculos. Com essa descoberta, “derrubaram a noção de que os nervos se comunicam com o encéfalo pelo movimento de fluidos. O novo conceito era de que os nervos eram como ‘fios’ que conduzem sinais elétricos do e para o encéfalo” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017, p. 9). No final do século XVIII e início do século XIX, Franz Joseph Gall, fundador da frenologia, pioneiro no estudo das funções mentais, dividiu o cérebro em 27 áreas, cada uma correspondente a um traço de personalidade ou função específica (afeto, orgulho, sentimento religioso, etc.). E em 1839, o zoólogo Theodor Schwann propôs aquilo que viria a ser conhecido como teoria celular: todos os tecidos são compostos por unidades microscópicas, denominadas células. A partir dessa perspectiva, o termo rede nervosa de células neurais conectadas poderia representar a unidade elementar da função encefálica (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2017).

Em 1859, Darwin divulgou sua teoria da seleção natural, afirmando que todos os organismos vivos, incluído os humanos, seriam biologicamente adaptáveis a seus ambientes ao longo do tempo. Ele fez um levantamento das heranças genéticas das gerações das espécies e as vantagens para a sobrevivência. Conforme Bear, Connors e Paradiso (2017, p. 11) “a própria prole apresentará maior probabilidade de sobreviver e reproduzir, assim aumentando as chances de que os traços vantajosos sejam passados para as próximas gerações”.

Outro personagem importante desse período foi Paul Broca, médico, anatomista e antropólogo, que descreveu o caso de um paciente que sofreu uma lesão na região do lobo frontal esquerdo, região conhecida atualmente como área de Broca, responsável pela fala. Os pacientes que tinham lesão nesta área do cérebro conseguiam compreender o que se dizia, mas não conseguiam se comunicar muito bem, pois apenas utilizavam palavras isoladas (COSENZA; GUERRA, 2011). Em 1886, Wernicke descobriu um novo tipo de afasia, ligada à compreensão. Um de seus pacientes, que sofreu um Acidente Vascular Cerebral (AVC) também no lado esquerdo do cérebro, na junção entre os lobos temporal e parietal, podia falar perfeitamente, mas nada do que dizia fazia sentido nem conseguia compreender o que ouvia. Com o trabalho de Wernicke, foi possível verificar que as funções mentais não estavam localizadas em regiões específicas, mas que cada função estava interligada de alguma forma ao córtex cerebral (MOURÃO-JÚNIOR; OLIVEIRA; FARIA, 2017).

No entanto, conforme afirmam Mourão-Júnior, Oliveira e Faria (2017), a grande revolução na compreensão do sistema nervoso iniciou no final do século XIX e início do século XX, a partir dos trabalhos de Golgi e Cajal (ganhadores do Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1906). Golgi desenvolveu uma técnica de coloração dos

neurônios com sais de prata, permitindo a visualização no microscópio da sua estrutura: um corpo celular, ramificações dendríticas e um axônio. Cajal estudou o percurso dos impulsos sensoriais na sua passagem pelo sistema nervoso central e a relação das células nervosas entre si usando o método de coloração de Golgi aplicado em seções nervosas jovens. Cajal foi o primeiro a estudar a estrutura macroscópica do cérebro, a transmissão elétrica dos dendritos para a extremidade do axônio, fez extensos desenhos de neurônios e trouxe muitas contribuições para a fisiologia. Também demonstrou que as células nervosas não estavam ligadas, mas sim próximas, como conhecemos atualmente.

A partir desses e de outros estudos, a neurociência ganhou força, principalmente entre os anos 1990 e 1999, conhecida como a “época do cérebro” ou “a década do cérebro” (RATO; CASTRO-CALDAS, 2010, p. 626), mas a neurociência continua a nos surpreender até hoje. Embora nosso conhecimento ainda seja limitado, podemos dizer que os avanços tecnológicos e a continuidade do interesse dos cientistas por esse nobre órgão permitiram que aprendêssemos muito a respeito do cérebro e seu funcionamento, principalmente por meio de exames de imagens como os que descreveremos a seguir.

2.2. Imagens cerebrais

A partir de 1990, o estudo do cérebro avançou muito por meio do uso de técnicas como: Eletroencefalograma (EEG), Tomografia de Emissão por Pósitrons (PET), Tomografia Computadorizada de Emissão por Pósitrons (PET-TC), Magnetoencefalografia (MEG), Ressonância Magnética (IRM), Ressonância Magnética Funcional (IRMf) e Espectroscopia Funcional em Infravermelho Próximo (fNIRS – *Functional NearInfrared Spectroscopy*), entre outros.

No cérebro, as informações são transmitidas pelos neurônios por processos bioquímicos. O eletroencefalograma (EEG) capta esses processos por meio de eletrodos colocados no couro cabeludo que transformam a atividade cerebral “em formas de ondas recorrentes de forma e duração semelhantes. Após a amplificação, o sinal é gravado num formato digital ou gráfico” (OTERO, 2009, p. 20). Durante o EEG, estímulos luminosos são provocados em determinadas frequências. Em seguida, os neurônios que vibram nessa mesma frequência enviam uma resposta que, ao ser captada pelos eletrodos, expressa-se através de um traçado (MORSCH, 2018). “A cada instante, o somatório das diferenças de energia elétrica entre os neurônios emerge da caixa óssea que contém o cérebro, o crânio, e determina diferenças de potencial elétrico entre pontos diferentes do couro cabeludo” (OTERO, 2009, p. 19).

A tomografia por emissão de pósitrons, em inglês *Positron Emission Tomography* (PET), é um exame de cintilografia que usa emissão de pósitrons – partículas que têm a mesma massa do elétron, porém de carga positiva (TERRA FILHO et al., 2000). É um método invasivo, com ingestão de um fármaco (glicose marcada com radiação). O aparelho capta o local quando há regiões que possuem metabolismo mais acelerado e que consome altas taxas de glicose em comparação à região ao redor. Em outras palavras, o fármaco é atraído para essa região, marcando o local onde se

encontra, por exemplo, um tumor (SOARES JÚNIOR et al., 2010). A tomografia por emissão de pósitrons com o auxílio da tomografia computadorizada (PET-CT) é a incorporação da tomografia computadorizada, em inglês, *computed tomography* (CT), à PET, formando equipamentos híbridos PET-CT, cujo objetivo é melhorar a qualidade da imagem, agregando e localizando as alterações metabólicas com base nas informações anatômicas em um único exame (SOARES JÚNIOR et al., 2010).

A Imagem por Ressonância Magnética (IRM) é obtida por meio de um campo magnético e ondas de rádio construídas matematicamente. O comportamento é detectado pelos sensores e traduzido pelo computador em forma de imagem (UNICAMP, 2011). O campo magnético e a avaliação da orientação dos átomos de hidrogênio permitem distinguir o tecido que tem mais gordura daquele que tem menos. O exame “é uma técnica de obtenção de imagens não invasivas”, que não emite radiação e não necessita de contraste (UNICAMP, 2011, p. 8), mas como tem um forte campo magnético, pessoas que possuem próteses mecânicas implantadas ou marca-passo não podem realizar o exame (UNICAMP, 2011).

A Ressonância Magnética Funcional (RMf), ou *functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI), permite detectar alterações de atividade neuronal local com a precisão de milímetros, ou seja, sua precisão espacial é enorme. Segundo Covolan e colegas (2004), baseia-se no chamado efeito *bold* (sigla para *Blood Oxygenation Level Dependent effect*), ou nível de oxigenação do sangue, e detecta pequenas alterações no fluxo sanguíneo e oxigenação de tecidos cerebrais em que ocorre ativação neuronal.

Magnetoencefalografia (MEG), conforme Araújo, Carneiro e Baffa (2004, p. 38) “refere-se ao estudo dos campos magnéticos produzidos pelo cérebro”. Os autores enfatizam que “esses campos aparecem devido à atividade elétrica neuronal, que é caracterizada pela passagem de corrente elétrica ao longo da estrutura dos neurônios” (ARAÚJO; CARNEIRO, BAFFA, 2004, p. 38). Essa corrente “altera as concentrações de certos íons, fazendo surgir um potencial de ação que se propaga ao longo da célula nervosa e que, por sua vez, faz aparecer um campo magnético de intensidade e sentido bem definidos” (ARAÚJO; CARNEIRO; BAFFA, 2004, p. 38), o que confere a esse método tanto uma precisão espacial (como a RMf) quanto temporal. Resumidamente, esse exame “mede, de maneira não invasiva, a propagação de um estímulo nervoso no cérebro” (ARAÚJO; CARNEIRO; BAFFA, 2004, p. 38).

Outra técnica funcional para o mapeamento do cérebro chama-se Espectroscopia Funcional de Infravermelho Próximo (fNIRS), um exame relacionado à oxigenação do sangue, que se divide em dois tipos: hemoglobina oxigenada e hemoglobina desoxigenada. Ambas se diferem no comprimento de onda de luz, refletindo o quanto absorvem. Conforme Siqueira (2015), a hemoglobina oxigenada (HbO₂) e a hemoglobina desoxigenada (Hb), em conjunto a baixa absorção da água na região, determina a quantidade de oxigênio por meio da quantidade de luz que a substância absorve. Além disso, Sacilotto (2020) explica que a distância entre uma fonte e um detector afeta a profundidade de penetração, e é essa distância e o comprimento de onda que produzem os dados.

Todas essas contribuições tecnológicas demonstraram ser de grande valia para o estudo do funcionamento do cérebro. A partir desses avanços, foi possível examinar o

órgão à distância e compreender melhor seu funcionamento, o que trouxe e traz contribuições para a área da educação, uma vez que ajuda a entender o processo de aprendizagem, os mecanismos utilizados pelo cérebro para aprender e formar novas conexões neurais (MELLO; GRAZZIOTIN, 2020), como abordaremos na seção seguinte.

2.3. O cérebro e a linguagem

Nosso cérebro tem aproximadamente 86 bilhões de neurônios, conforme estimativa da neurocientista Suzana Herculano-Houzel (SERAFIM, 2019), e é dividido em duas metades, de aparência semelhante, chamadas de hemisférios cerebrais. Os dois hemisférios (direito e esquerdo) estão conectados entre si por um feixe de filamentos nervosos denominado corpo caloso, responsável por permitir a comunicação entre os dois hemisférios. Cada hemisfério é composto por tálamo, hipocampo, amígdala, gânglio basal e córtex cerebral.

[...] O hipocampo está relacionado ao armazenamento de novas memórias, ele processa nossos planos, estratégias e metas, sendo assim responsável pelo nosso autocontrole. A amígdala está relacionada ao processamento das emoções, e o gânglio basal está relacionado ao planejamento e execução dos movimentos (MOREIRA, 2010, p. 26).

O córtex cerebral é uma das mais importantes áreas do sistema nervoso, visto que por meio dele diversos impulsos nervosos que provêm de todas as vias de sensibilidade se tornam conscientes e são interpretadas (SANTOS, 2002). O córtex cerebral é dividido em cinco áreas corticais, a saber: lobo frontal, occipital, parietal, temporal e límbico. O lobo frontal tem importante papel no planejamento e execução de movimentos (SANTOS, 2002). É responsável pelas funções de aprendizado, pensamento, memória e fala. O lobo occipital está associado à atividade de processamento visual, o que implica na capacidade de controle da atenção, discriminação e identificação de objetos, além do transporte da experiência visual para a fala (MONACO, 2020).

O lobo parietal é responsável pelas percepções espaciais e informações sobre tato, dor e temperatura (BARBOSA, 2019). Também é responsável pela integração de estímulos visuais e auditivos. Assim, sua relação com a aprendizagem envolve as experiências e conhecimentos sobre o meio físico (lateralidade, temperatura, etc.). É dividido em duas partes: lobo parietal anterior (córtex somatossensorial – recepção de sensações) e lobo parietal posterior (analisa, interpreta e integra informações recebidas pela área anterior) (CALLIA, 2014). O lobo temporal é responsável por sintetizar e entender os sons. Essenciais no processamento de estímulos sensoriais recebidos dos olhos e ouvidos. Desempenha papel importante na aquisição da língua falada e em diversas aprendizagens relacionadas aos estímulos auditivos (falar/ouvir, música, percepção auditiva, etc.) (MONACO, 2020).

Por último, o lobo da ínsula, também conhecido como lobo límbico, foi inicialmente apontado por Broca como composto pelo giro do cíngulo e parahipocampal. Papez acrescentou ao circuito o hipocampo, o fórnix, o corpo mamilar

e os núcleos anteriores do tálamo – circuito básico das emoções. De acordo com Barreto e Silva (2010, p. 388), “estas estruturas, funcionalmente, se relacionam com os instintos, emoções e memória e, através do hipotálamo, com a manutenção da homeostase”. Portanto, é possível entender que o cérebro é regido por cinco lobos que são responsáveis por coordenar o comportamento e a atividade cerebral do indivíduo.

Conforme Lent (2010), a linguagem falada é o principal modo de comunicação dos seres humanos, podendo ser definida como a “produção e a compreensão de sons vocais em sequência rápida utilizando no primeiro caso o aparelho fonador, e no segundo, o sistema auditivo” (LENT, 2010, p. 684). Além disso, o autor traz a concepção de que nos comunicamos oralmente a fim de expressar nosso pensamento. Se pararmos para refletir, nossas falas são um conjunto de fonemas que se transformam em palavras que ao todo fazem sentido. O autor também afirma que a primeira tarefa linguística que nosso cérebro executa é a busca de palavras que nos permitem nos expressarmos. Lent (2010) traz como exemplo o momento em que queremos nomear algo que estamos vendo. Para isso, é necessário buscar as palavras adequadas e encontrar fonemas para pronunciá-las, tarefa que exige do nosso cérebro a ativação de diversas áreas e funções.

2.4. O cérebro e a aprendizagem

O cérebro, além de ser o comando central de todas as nossas funções vitais, também é o órgão que regula nosso aprendizado. De uma perspectiva cognitiva, pode-se dizer que a aprendizagem é um processamento resultante de várias funções mentais que envolvem: “sensação, percepção, atenção e memória(s)” e, portanto, depende do cérebro (PÂNTANO; ZORZI, 2009, p. 19). Podemos dizer que a aprendizagem envolve a assimilação de um novo conhecimento em integração com o velho, ou seja, uma reconstrução e reformulação do conhecimento que já existe, a partir da nova informação. Aprendemos aquilo que o nosso sistema nervoso avalia como útil para a nossa sobrevivência e/ou que nos proporciona prazer (GUERRA, 2011). Portanto, é essencial identificar os mecanismos cerebrais responsáveis por “aprender, conservar, recuperar e associar conhecimentos”, (PÂNTANO; ZORZI, 2009, p. 4) que formam a base do processo de aprendizagem.

Assim como as emoções, a sensação, a percepção e a atenção, a memória é um processo cognitivo primário, essencial para que ocorra a aprendizagem. Consideramos como memória, usualmente, o registro que dispomos de informações ou eventos já acontecidos. Entretanto, não existe “uma memória”. Nesse sentido, Pereira (2009) descreve o estudo de Milner, uma neuropsicóloga, que observou o caso clínico de um paciente que, aos 9 anos de idade, sofreu traumatismo craniano em um acidente de bicicleta que o levou a ter várias crises epiléticas. Aos 27 anos, esse paciente realizou uma cirurgia experimental no cérebro, removendo ambos hipocampos e regiões adjacentes, responsáveis pelas crises. Entretanto, após a remoção dessas áreas, o paciente perdeu a capacidade de formar novas memórias, o que resultou na descoberta de que existem diferentes tipos de memórias e de que estas podem ser processadas de modo consciente ou inconsciente. No caso do paciente descrito no estudo de Milner citado por Pereira (2009), a memória inconsciente foi preservada. Portanto, o que temos

são sistemas de memórias que funcionam por meio de certas estruturas e vias como: o hipocampo, a amígdala e suas conexões com o hipotálamo e o tálamo.

Este conjunto de estruturas constitui um sistema modulador que influi na decisão, pelo sistema nervoso, ante cada experiência, de que deve ser gravado e de que deve ou pode ser evocado. O hipocampo e a amígdala estão interligados entre si e recebem informação de todos os sistemas sensoriais: em parte provenientes do córtex, e, em parte, de forma inespecífica quanto à modalidade sensorial, desde a formação reticular mesencefálica. O hipocampo e a amígdala se projetam ao hipotálamo, e, através deste, ao tálamo e, finalmente, ao córtex (GREEN, 1964; GRAY & McNAUGHTON, 1982 apud IZQUIERDO, 1989, p. 92).

Em relação ao tempo de retenção da informação, conforme Lent (2010), a memória pode ser classificada em: (a) imediata – duração de alguns segundos; (b) de curta duração – minutos ou horas; e (c) de longa duração – armazenamento por longos períodos, até por toda a vida. Quanto à sua natureza, memória de trabalho, memória declarativa (subdividida em: episódica e semântica) e memória não declarativa (subdividida em: de procedimentos, de representação percentual, associativa e não associativa) Segundo Izquierdo (1989), para que memórias se formem a partir de experiências, é preciso uma seleção dos acontecimentos e, em seguida, a consolidação, ou seja, o armazenamento desses acontecimentos. Após a consolidação, ocorre a incorporação de mais informações, adicionando mais conteúdo à memória e, por fim, a formação de registros. Todas essas quatro etapas são necessárias para a formação das memórias. Portanto, ela não se constitui em um fenômeno unitário, mas sim um conjunto de habilidades executadas por diferentes módulos do sistema nervoso com funcionamento independente, porém cooperativo (HELENE; XAVIER, 2003).

O hipocampo e algumas partes adjacentes do córtex temporal são as estruturas responsáveis pela coordenação e pelo estabelecimento de novas ligações entre os neurônios e pela ativação dos circuitos cerebrais que estarão envolvidos na retenção permanente de informação. São fundamentais, portanto, para a consolidação do traço da memória. Segundo Habitzreiter (2013), o cérebro durante o sono passa “a limpo” as experiências vividas e as informações recebidas durante o período em que estava em vigília, tornando mais estáveis e definitivas as informações que são significativas.

Porém, outro fator relevante para a retenção das informações é a atenção, que trataremos na seção a seguir, visto que “o que faz com que as memórias se fixem é a atenção que damos a determinada situação e o valor emocional depositado sobre ela” (ADÃO, 2013, p. 29414). Portanto, a atenção permite selecionar, em um breve momento, o estímulo mais significativo, enquanto a memória permite o registro desse estímulo para que seja possível lembrar as informações adquiridas no momento da experiência. Sendo assim, “não há memória sem aprendizagem, nem aprendizado sem experiências” (IZQUIERDO, 1989, p. 89).

2.4.1. Atenção

Cosenza e Guerra (2011) definem atenção com uma metáfora: “uma janela para o mundo”. Trata-se de uma lanterna que utilizamos para iluminar aspectos que nos

interessam. A atenção também ilumina “nossos processos interiores quando focalizamos nossos pensamentos, resolvemos problemas ou tomamos decisões conscientes” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 42). Os autores revelam que há um sistema funcional para regularizar os níveis de vigilância:

O principal circuito desse sistema estrutura-se a partir de um grupo de neurônios que possuem um pigmento que dá a essa região uma coloração azulada. Esse agrupamento, denominado Locus Coeruleus (local azul), fica localizado no mesencéfalo, o principal neurotransmissor produzido por esses neurônios é a noradrenalina, principal neurotransmissor responsável pelo estado de alerta do organismo (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 43-44).

Vale ressaltar que há três circuitos neuronais que governam a atenção partindo da perspectiva de Hennemann (2017): circuito da regulamentação da vigilância, circuito orientador e circuito executivo. A regulamentação da vigilância pode ocorrer de duas formas: de baixo para cima ou de cima para baixo. A regulamentação de baixo para cima é chamada de atenção reflexa, desencadeada por estímulos periféricos como um barulho repentino, uma porta que bate ou mesmo situações internas como a fome. A regulamentação da vigilância de cima para baixo é chamada de atenção voluntária, desencadeada quando temos uma escolha a fazer em um contexto específico como, por exemplo, procurar um objeto em algum lugar.

O segundo circuito que governa a atenção é o circuito orientador. Ele nos permite desligar o foco atencional de um ponto para redirecionar a outro, enquanto o terceiro circuito, o circuito executivo, permite a manutenção da atenção ao mesmo tempo em que são inibidos os estímulos distratores. Esse circuito localiza-se na área do córtex frontal, numa região conhecida como giro do cíngulo. Nessa mesma região, giro do cíngulo, há duas áreas com funções específicas, uma que regula a atenção aos processos cognitivos e outra que é voltada aos processos emocionais, que passaremos a abordar na seção seguinte, já com foco na linguagem.

2.4.2. Emoção

Os processos emocionais são mediados “por circuitos neuronais dentro do encéfalo” (LEDOUX; DAMÁSIO, 2014, p. 938 apud SIQUEIRA, 2018, p. 25). A descrição neuroanatômica das emoções baseia-se no circuito de Papez ou sistema límbico, cujas regiões, em conjunto, estão “envolvidas em vários aspectos da emoção” (SIQUEIRA, 2018, p. 27).

O circuito de Papez original era composto pelo córtex cingulado, hipocampo, hipotálamo e os núcleos anteriores do tálamo. Posteriormente, outras regiões (a amígdala, área septal, núcleo accumbens e o córtex orbitofrontal) foram incluídas nesse circuito, constituindo o intitulado Sistema Límbico (SIQUEIRA, 2018, p. 27).

Ainda, conforme Siqueira (2018), a amígdala demonstrou ser uma estrutura importante nos processos de iniciação e modulação das emoções. Para Goleman (2011, p. 45), a amígdala e o hipocampo “são responsáveis por grande parte da aprendizagem e da memória do cérebro. A amígdala cortical é especialista em questões emocionais”. Tanto para Cosenza e Guerra (2011) quanto para Fonseca (2016), os processos

cognitivos e emocionais fazem parte do funcionamento do cérebro, e as emoções são importantes na vida dos indivíduos, visto que, ao longo da evolução da espécie humana, ao longo da sua trajetória, todas as ações e pensamentos (como sinônimo de cognição) “são coloridas pela emoção” (FONSECA, 2016, p. 366). “As emoções fornecem informações sobre a importância dos estímulos exteriores e interiores ao organismo” (FONSECA, 2016, p. 366). São extremamente importantes para a aprendizagem, visto que os indivíduos procuram realizar atividades que os façam se sentir bem e tendem a evitar atividades que os façam se sentir mal.

As emoções, enquanto estados mentais, positivos ou negativos, conscientes ou inconscientes, têm um impacto muito relevante nas funções cognitivas e executivas da aprendizagem, podendo transformar experiências, situações e desafios difíceis e complexos em algo agradável e interessante ou, ao contrário, em algo horrível, fastioso, enfadonho ou detestável (FONSECA, 2016, p. 369).

Além disso, Fonseca (2016) enfatiza que emoções positivas podem auxiliar o indivíduo a mobilizar as funções da memória de curto prazo para construir processos de memória de longo prazo. “A aprendizagem, ao ocorrer adequadamente, estabelece circuitos neuronais no cérebro do indivíduo, transformando a sua mente e o sentimento de si próprio” (FONSECA, 2016, p. 367). Porém, se o indivíduo se sentir ameaçado, desconfortável, com insegurança ou medo, as “funções cognitivas superiores de retenção, de planificação, de tomada de decisão, de execução e de monitorização e verificação ficam bloqueadas e comprometem o funcionamento mental” (FONSECA, 2016, p. 367). Portanto, não restam dúvidas de que as emoções são um fenômeno central da nossa existência e possuem grande influência na aprendizagem e na consolidação da memória. A atenção é importante para a memória, que garante a aprendizagem, enquanto as emoções modulam esses processos.

3. Metodologia da pesquisa e resultados quantitativos

Após essa revisão da literatura, que buscou explorar o campo da neurociência em temas relacionados à aprendizagem de língua adicional, optamos por adotar, para a pesquisa de campo, uma revisão sistemática, que é, conforme Castro (2001), uma revisão que busca responder uma pergunta específica por meio de métodos sistemáticos a fim de identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos. Sampaio e Mancini (2006) descrevem o processo de revisão sistemática com os seguintes passos, que decidimos adotar: definição da pergunta científica; identificação da base de dados e definição das estratégias de busca; estabelecimento dos critérios de seleção dos estudos; condução da busca na base de dados; comparação das buscas dos examinadores e seleção inicial de estudos; aplicação dos critérios na seleção dos estudos e justificativa de possíveis exclusões; análise dos estudos incluídos na revisão; preparação de um resumo crítico sintetizando as informações dos estudos incluídos na revisão; apresentação da conclusão.

Nossa *pergunta científica* é se nossos pares, professores-pesquisadores de línguas adicionais brasileiros, que divulgam seus estudos em língua portuguesa, têm demonstrado interesse no tema da neurociência voltada para a aprendizagem de língua

adicional. Essa pergunta relaciona-se diretamente ao segundo objetivo desta investigação (descobrir se existem e o que dizem os estudos publicados no Brasil em língua portuguesa tratando de neurociência relacionada à aprendizagem de uma língua adicional). Nossa *base de dados* foi o portal de pesquisa Google Acadêmico, no qual fizemos um levantamento dos estudos com esse perfil.

Nossa *estratégia de busca* foi selecionar trabalhos contendo as seguintes palavras-chaves: cérebro ou neurociência e aprendizagem ou aquisição de língua estrangeira, língua adicional ou língua inglesa. Nosso *critério* foi combinar essas palavras-chave com operadores lógicos (ou booleanos), da seguinte forma: (“cérebro” OR “neurociência”) AND (“aprendizagem” OR “aquisição”) AND “língua” AND (“estrangeira” OR “adicional” OR “inglesa”) sem espaçamento e retirando citações e patentes.

Conduzimos as primeiras *buscas* com essa combinação e obtivemos 35.400 resultados. Portanto, *aplicamos o critério* descrito acima na seleção dos trabalhos (não especificamos as características dos trabalhos nessa fase) e, com o resultado obtido, entendemos que precisaríamos realizar *exclusões*. Reduzindo a busca para somente páginas em português, o resultado ficou em 34.900 trabalhos. Por isso, decidimos reduzir ainda mais nossa busca e focar apenas nos trabalhos desenvolvidos a partir de 2010.

No Google Acadêmico, a redução para o período de 2010 a 2021, apresentou 16.700 resultados. Essa redução de 34.900 para 16.700 é significativa, pois indica que quase metade (47,8%) dos trabalhos foram realizados somente na última década, o que indica um crescimento do interesse dos pesquisadores no tema. Entretanto, como esse número ainda não possibilitava uma análise pontual dos trabalhos, devido ao seu volume, partimos para a utilização da Pesquisa Avançada no portal.

Mantivemos o período de 2010 a 2021, somente páginas em português, e pesquisamos trabalhos que continham todas as palavras “neurociência, língua, aprendizagem, cérebro” e, no mínimo, uma das palavras “estrangeira, adicional, segunda”. Obtivemos 8.190 resultados, sendo o primeiro da lista, curiosamente, nosso próprio trabalho apresentado no 12º SIEPE – Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Seguimos reduzindo e pesquisamos, entre esses 8.190 trabalhos, aqueles que continham a frase exata “neurociência cognitiva”, pois esse termo especifica ainda mais o tema da nossa pesquisa. Obtivemos, então, 839 resultados.

Fizemos uma nova busca, desta vez, por trabalhos com todas as palavras “aprendizagem, aquisição, cérebro, memória” e com, no mínimo, uma das expressões: “língua estrangeira”, “língua adicional”, “segunda língua”; mantendo a frase exata “neurociência cognitiva”. Decidimos acrescentar “aquisição” porque o termo é amplamente usado na linguística aplicada, principalmente nos estudos de segunda língua e língua estrangeira/adicional – foco da nossa investigação. Também acrescentamos a palavra “memória” à busca, por ser uma das questões mais relevantes ao tema, conforme nossa revisão da literatura. Incluímos a palavra “língua” nas expressões “língua estrangeira”, “língua adicional” e “segunda língua”, ao invés de deixá-la separada, para evitar a seleção de trabalhos que contivessem essa palavra somente de forma isolada no texto. E como mantivemos a frase exata “neurociência

cognitiva”, não foi necessário manter a palavra “neurociência” isolada. Com esses operadores, a plataforma apresentou 149 resultados.

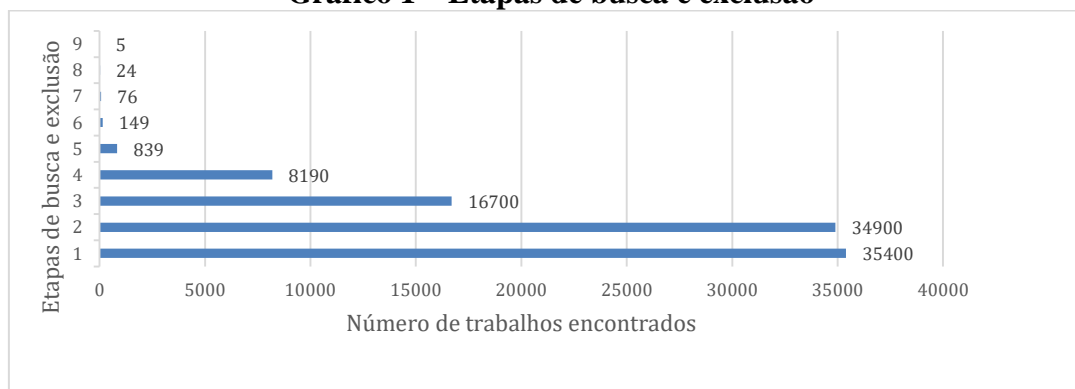
Analizamos os 149 resultados obtidos e descartamos aqueles cujo título já indicava, sem sombra de dúvida, que o trabalho não tinha relação alguma com nosso tema principal: como o cérebro aprende uma língua adicional. Em outras palavras, retiramos da lista os trabalhos que, embora apontados pela plataforma como contendo todos os operadores lógicos mencionados, claramente não tratavam de neurociência e/ou de aprendizagem de língua adicional, como trabalhos na área de música, matemática, surdez, meditação, língua materna, entre outros. Nessa rodada, restaram todos os títulos potencialmente relacionados ao nosso tema, bem como títulos indeterminados ou indefinidos, ou seja, cujo tema não estava claro.

Com essa primeira rodada de descarte, reduzimos nossa busca para 76 resultados. O passo seguinte foi acessar esses trabalhos diretamente no *link* disponibilizado na plataforma e fazer a leitura do resumo ou descrição do artigo/estudo. Nessa rodada, detectamos uma resenha de livro e três *links* indisponíveis (trabalhos excluídos do site), que foram descartados juntamente com todos os artigos cujo resumo ou descrição deixava absolutamente claro que não se tratava de um trabalho a respeito de neurociência e aprendizagem de língua adicional (trabalhos relativos a língua materna, educação de surdos, alfabetização, psicologia, envelhecimento, entre outros temas). Ao final dessa segunda rodada, restaram 24 trabalhos, quais sejam todos aqueles cujo resumo/descrição apresentava potencial relação com neurociência e aprendizagem de línguas adicionais ou cujo resumo/descrição ainda não deixava claro se o trabalho poderia ou não contribuir para o tema.

O próximo passo foi acessar esses 24 *links* e realizar a leitura do trabalho na íntegra. Essa leitura possibilitou verificar quais artigos de fato tratavam da relação entre neurociência e aprendizagem de línguas adicionais. Assim, nessa terceira e última rodada, descartamos os trabalhos que discorriam acerca de neurociência ou de aprendizagem de língua adicional isoladamente, restando, então, cinco resultados, que são descritos e analisados na próxima seção.

Em suma, pode-se dizer que foram realizadas nove etapas de busca e exclusão, como mostra o gráfico a seguir.

Gráfico 1 – Etapas de busca e exclusão



Critérios utilizados para a seleção dos trabalhos em cada etapa:

1. Contendo as palavras *cérebro/neurociência* e *aprendizagem/aquisição de língua estrangeira/adicional/inglesa*;
2. Páginas em português;
3. Período de 2010 a 2021;
4. Contendo as palavras *neurociência, língua, aprendizagem, cérebro* e, no mínimo, uma das palavras *estrangeira, adicional, segunda*;
5. Contendo a frase exata *neurociência cognitiva*;
6. Contendo as palavras *aprendizagem, aquisição, cérebro, memória* e, no mínimo, uma das expressões *língua estrangeira, língua adicional, segunda língua*;
7. Título indicando os temas *neurociência* e/ou *aprendizagem de língua adicional*;
8. Resumo/descrição indicando os temas *neurociência* e/ou *aprendizagem de língua adicional*;
9. Conteúdo tratando de *neurociência* e de *aprendizagem de língua adicional*.

4. Resultados qualitativos

Após todas as etapas descritas na seção anterior, chegamos ao resultado de cinco artigos selecionados para análise, sempre levando em consideração nosso tema principal: *neurociência associada à aprendizagem de língua adicional*. A seguir, descrevemos a contribuição de cada um dos cinco textos para o tema da nossa investigação, apresentando alguns trechos mais pertinentes e possíveis pontos de ligação com a nossa revisão da literatura.

Texto 1: PORTES (2015) - A importância das neurociências na formação do professor de inglês.

Nesse artigo, o autor reconhece que a aprendizagem depende do “aparato neurobiológico” e que as emoções têm um papel fundamental na formação das memórias, por meio do sistema límbico, que avalia as informações recebidas e decide quais estímulos serão mantidos ou descartados conforme a intensidade de impressão provocada. O autor menciona ainda que a atenção é um fenômeno que deve ser compreendido à luz da neurociência, mas não discorre sobre o assunto. Portanto, esse artigo corrobora o que levantamos na revisão da literatura com relação à interdependência entre emoção e memória. Entretanto, o autor não explora muito a relação entre neurociência e aprendizagem de língua adicional.

Texto 2: FELTES; FOGAÇA (2019) - Aprendizagem de línguas em neuropsicologia: a Teoria Declarativa/Procedural.

Esse texto é baseado principalmente nos trabalhos do neurocientista Michel Ullman, cujos estudos ressaltam que a língua é composta por vocabulários armazenados na memória e que a gramática é composta por diversas regras que o cérebro aprende a

processar, ou seja, o léxico é aprendido pela memória declarativa (explícita) e a gramática, pela memória não declarativa ou procedural (implícita).

Com relação à memória declarativa, Feltes e Fogaça (2019) explicam que o lobo temporal armazena o significado das palavras enquanto regiões temporo-parietais são responsáveis pelo depósito dos sons das palavras. “Trata-se de uma memória associativa” (FELTES; FOGAÇA, 2019, p. 170). Pode-se concluir que “a memória declarativa deve fundamentar o aprendizado, a armazenagem e o uso de todo o conhecimento idiossincrático na linguagem tanto para a língua materna quanto para uma segunda língua” (FELTES; FOGAÇA, 2019, p. 170). Além disso, a memória declarativa está associada ao aprendizado implícito da sintaxe, morfologia e provavelmente fonologia.

Em relação à memória procedural, os autores explicam que o aprendizado é gradual e contínuo, dependendo dos estímulos e respostas, não é consciente e abrange os seguintes tipos de memória: memória de procedimento, sistema de representação perceptivo (*priming*), condicionamento clássico e aprendizado não associativo. “Nesse sistema as regras são aplicadas rápida e automaticamente” (FELTES; FOGAÇA, 2019, p. 170), e cada tipo de memória envolve estruturas específicas do encéfalo.

A memória declarativa ativa as áreas do lobo temporal, diencéfalo e neocórtex, essencialmente pré-frontal, enquanto a não declarativa abrange os núcleos da base e o cerebelo (habilidades motoras e cognitivas), neocórtex associativo e perceptivo (*priming*), músculos esqueléticos (condicionamento clássico) e as vias dos reflexos (aprendizado não associativo) (FELTES; FOGAÇA, 2019, p. 170).

Para comprovar a diferença entre memória procedural e declarativa, Ullman realizou testes usando o passado simples da língua inglesa. Esse tempo verbal diferencia verbos regulares, formados com o sufixo “-ed” (regra fixa), dos verbos irregulares, que precisam ser memorizados, pois não existe uma regra para a sua formação. O aprendiz iniciante pode cometer o erro de aplicar a regra dos verbos regulares a um verbo irregular, resultando em formações como “*digged*” ao invés de “*dug*” (FELTES; FOGAÇA, 2019, p. 170).

Apesar da afirmação de Ullman de que o vocabulário é aprendido pela memória declarativa e a gramática, pela memória procedural, não podemos confirmar isso com absoluta certeza, posto que, conforme os próprios autores do artigo, “questões hormonais, capacidade de memória de cada indivíduo, idade, frequência de exposição ao input, exposição à linguagem e disfunções de diferentes tipos” interferem na aprendizagem (FELTES; FOGAÇA, 2019, p. 177). Além disso, não se tem total entendimento do processo de aquisição da linguagem, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas nessa área.

Portanto, esse artigo contribui para o nosso tema quando se refere à tendência do cérebro de estabelecer relações e associações entre o que já foi aprendido e as novas experiências, como diz Izquierdo (1989, p. 89), mencionado na nossa revisão da literatura: “não há memória sem aprendizagem, nem aprendizado sem experiências”. Pode-se dizer que o vocabulário é a principal fonte de conhecimento para a compreensão de uma língua adicional, quanto maior o repertório do aprendiz, mais

entendimento da língua possui. Nosso cérebro, ao estabelecer relações e conexões neuronais, promove a compreensão e a aquisição de conhecimento e, quanto maior o contato com a língua adicional, maior o fortalecimento dessas redes neurais e maior a fixação das memórias.

Texto 3: REGO (2019) - Aprendizagem de segunda língua através de jogos eletrônicos: role playing games.

Esse trabalho parte do viés conexcionista, segundo o qual “o cérebro humano processa as informações através das redes de neurônios” (REGO, 2019, p. 136). Através das experiências, as redes neuronais se formam e se fortalecem. Vale destacar que, conforme essa teoria, a linguagem é aprendida através de fatores reforçados ou enfraquecidos em resposta ao input. O objetivo do autor desse artigo é compreender como ocorre a aquisição da segunda língua através de um jogo de RPG chamado *Dragon Age*. Pode-se dizer que se trata de um jogo que envolve “história, cenários, mudanças e desafios” (REGO, 2019, p. 140). Joga-se por meio de uma persona, ou seja, um personagem fictício que é protagonista da sua própria história, visto que é o jogador que vai decidir qual trajeto seguir.

O autor menciona a importância da memória operacional na tomada de decisões e no armazenamento das tarefas cognitivas. Como protagonista da história, o jogador precisa ter atenção e concentração naquilo que está fazendo, o que vai ao encontro da afirmação de Cosenza e Guerra (2011, p. 42): a atenção ilumina “nossos processos interiores quando focalizamos nossos pensamentos, resolvemos problemas ou tomamos decisões conscientes”. Para Rego (2019), a memória visual “dá o caminho”, já que é ela que nos faz lembrar das coisas do nosso dia a dia, como objetos perdidos, o caminho de casa, etc. A memória espacial também é uma forma de planejar e retomar a informação armazenada. Portanto, para o autor, ambas são importantes para cumprir os desafios e sobreviver no jogo.

O jogo *Dragon Age* adota repetições de vocabulários e, com isso, permite a expansão do mesmo e do conhecimento de propriedades da língua. A repetição de estruturas pré-determinadas no jogo requer o uso da memória de curto prazo. Aprender uma segunda língua, para o autor, envolve um processo de absorção de vocabulário com novas palavras, sequências e sons, incluindo estruturas pré-fabricadas (*prefabricated routines*), como “*How are you?*” (REGO, 2019). O autor conclui que, para aprender uma segunda língua através de jogos, é preciso “relacionar as palavras com a realidade [...] fictícia do mundo de *Dragon Age*” (REGO, 2019, p. 144), que possui um contexto, objetivos, metas e desafios. Assim, é necessário conhecer o significado das palavras para obter ampliação do léxico, o que ajuda a desenvolver o processo de “aquisição, tradução e a complexidade do léxico” (REGO, 2019, p. 144).

O autor desse artigo observa que a memória possui uma grande influência na tomada de decisões, seja ela visual, espacial ou operacional. Através dela, é possível garantir o nosso aprendizado a partir do momento em que se obtém um vínculo e um objetivo a ser alcançado. Os jogos *on-line* ajudam no desenvolvimento dessas memórias (principalmente em relação ao léxico), ao mesmo tempo em que proporcionam um ambiente que desenvolve a audição ao se ter contato com os diálogos e estruturas de fácil compreensão. Em suma, esse artigo contribui para o tema desta investigação na

medida em que reforça que o cérebro guarda aquelas informações (memória) consideradas essenciais ou relevantes para alcançar o objetivo estabelecido (nesse caso, ganhar o jogo).

Texto 4: DASSI (2018) - Os benefícios e desafios do bilinguismo na infância e o desenvolvimento cognitivo e cerebral.

Nesse trabalho, a autora ressalta as vantagens de ser bilíngue, adquirindo a segunda língua na fase da primeira infância, e suas contribuições para o desenvolvimento de áreas neuronais. Na primeira infância, relata a autora, o meio em que a criança se encontra faz com que aprenda e se desenvolva sem medo de errar, por meio de diversas tentativas e erros, ou seja, com menos “resistência à exposição e ao risco” (DASSI, 2018, p. 12). Portanto, a criança consegue sempre aprender algo conforme a frequência de suas tentativas.

Dassi defende que, quanto antes se aprende uma segunda língua, menor será a interferência da sua língua materna no futuro. Conforme a autora, o foco das crianças não é tentar entender a gramática ou como a língua funciona, mas sim interagir, se comunicar para obter o que deseja. Quando se aprende uma segunda língua, há uma expansão da massa cinzenta, possível de ser verificada em indivíduos bilíngues; porém, em bilíngues precoces, ou seja, “que obtiveram a aquisição da L2 antes dos 5 anos de idade” (DASSI, 2018, p. 37), essa expansão é mais visível. Nosso cérebro aprende ao receber estímulos, e isso ocorre com mais facilidade nesse período devido à maior plasticidade cerebral, conforma a autora.

As conexões exercidas por meio do processamento da linguagem bilíngue não afetam apenas “as regiões de controle frontal, mas também áreas mais posteriores (temporais e parietais) associadas ao processamento semântico” (DASSI, 2018, p. 38). Quem aprende uma segunda língua na primeira infância “podem ter uma experiência cognitiva mais vigorosa e positiva que influenciará no comportamento, no desenvolvimento social e neuropsicológico” (DASSI, 2018, p. 36). As vantagens de ser bilíngue, segundo a autora, são: controle da atenção e inibição, comunicação em mais de um idioma, ampliação do campo da interação, desenvolvimento comportamental e neuropsicológico.

Portanto, esse trabalho, ao ressaltar as vantagens do bilinguismo precoce, faz uma relação direta com a plasticidade cerebral. Porém, não discorre sobre como a aprendizagem ocorre em indivíduos bilíngues. Apesar de não ter feito parte do escopo desta investigação, reconhecemos a plasticidade cerebral como um fator potencialmente relevante para a aprendizagem, embora ainda não se saiba exatamente qual é o seu papel ou se ela poderia de fato explicar as diferenças entre a aquisição da linguagem pela criança e pelo adulto.

Texto 5: CORDEIRO (2016) - Neuroaprendizagem no tapete mágico: conquistando autonomia cognitiva com o aprendizado da língua árabe.

Nesse trabalho, a autora aponta como vantagens de se aprender uma nova língua: “qualitativo para a vida pessoal, desenvolvimento do raciocínio e das habilidades linguísticas dos alunos, além da oportunidade de estarem em contato com outras culturas” (CORDEIRO, 2016, p. 26). A autora ressalta que a língua árabe é diferente em

vários aspectos das línguas ocidentais, por exemplo, é alfabética e se escreve da direita para a esquerda, além de provocar dificuldades de associação do formato das letras com desenhos. Cordeiro aponta que “a tendência natural do cérebro é ver uma figura e nomeá-la automaticamente, o que dificulta sensivelmente que o aluno associe o grafema árabe a um fonema” (CORDEIRO, 2016, p. 34). Por isso, conforme a autora, já que a atividade neuronal dos alunos se encontrava no hemisfério direito e não no esquerdo, foi necessário instruir os alunos nesse sentido: “pense que você não está desenhando, mas sim escrevendo a letra س que equivale ao fonema “s” da Língua Portuguesa, que pode ser unida a vogal ا, que equivale a nossa letra “a”” (CORDEIRO, 2016, p. 34). Depois de ensinar a mensagem correta para o cérebro, conforme a autora, as funções cognitivas foram ativadas.

Como resultado, os alunos conseguiram ler com êxito da direita para a esquerda, com alguns gaguejos e pequenos silêncios. Porém, segundo a autora, isso significa que os hemisférios estavam “trabalhando”, principalmente “o lobo occipital e a adaptação córtex visual, responsáveis pela discriminação e percepção visual” (CORDEIRO, 2016, p. 42).

Em árabe, o verbo “ser” e “estar” fica subentendido na frase. Se quero me apresentar, digo simplesmente “Ana Marcela” (literalmente, “Eu Marcela”), ou se quero perguntar “Você é Roberto?”, diz-se “anta Roberto?”, que não pode ser confundido com “anti” que é o “você”, utilizado para se referir a mulheres, o que exige que o aluno planeje e pense a maneira mais adequada para comunicar-se. (CORDEIRO, 2016, p. 43).

A partir desses verbos, a autora trabalhou as quatro habilidades linguísticas. “O sucesso na aprendizagem da língua árabe foi construído pela liberação de ocitocina, serotonina e dopamina, traduzidos em confiança, compreensão, afeto e bem-estar” (CORDEIRO, 2016, p. 49) O medo e o fracasso na língua meta prejudicam o aprendizado, pois, conforme a autora, nosso cérebro é mais emocional do que racional (embora razão e emoção não sejam funções antagônicas) e, por isso, os processos cognitivos que envolvem a atenção e a memória de trabalho são influenciados por neurotransmissores que geram essas sensações negativas. Para conseguir evoluir, é preciso entender que o erro leva à aprendizagem, “precisa-se errar para logo depois, acertar e adquirir o conhecimento até que ele esteja automatizado e registrado em estruturas hipocampais” (CORDEIRO, 2016, p. 50).

De acordo com a autora, um cérebro bilíngue possui “maior densidade de massa cinzenta e aumento do tamanho do corpo caloso, [...] que influenciam as funções executivas”, como: “concentração, resolução de problemas e alternância de tarefas” (CORDEIRO, 2016, p. 51). O aprendizado da língua árabe depende de muito esforço e relação entre os dois hemisférios, devido à decodificação do alfabeto ser diferente, pois são envolvidos estímulos e noções espaciais, bem como o córtex pré-frontal, para fazer o planejamento de como ocorrerá a comunicação.

Esse estudo traz uma contribuição bastante importante para o nosso tema, pois reforça que o cérebro possui comandos diferentes em cada hemisfério, formas de trabalho diferentes, o que ficou evidenciado pelo fato de a língua árabe ser bem diferente da nossa. Percebe-se que é necessária muita atenção e concentração para que se consiga estabelecer uma relação não apenas entre os hemisférios, mas com as várias

partes do cérebro que são ativadas durante as atividades que envolvem a aprendizagem e o uso da língua.

5. Considerações finais

A presente pesquisa indicou (tanto na revisão da literatura quanto nos resultados qualitativos relatados) que a influência, positiva ou negativa, da emoção sobre o processo de aprendizagem pode levar ao completo fracasso ou sucesso, tendo em vista a forte relação entre emoção e memória. Outro fator importantíssimo é a atenção, pois, por meio dela, somos capazes de direcionar o foco e estabelecer qual relevância determinado assunto ou informação tem para ser considerado importante de ser aprendido ou “guardado”.

Nossa análise dos estudos encontrados resultou, basicamente, no levantamento de duas questões: vocabulário e memória. A aquisição de vocabulário foi apontada pelos estudos como determinante para o domínio da língua, pois é essencialmente por meio de palavras que nos comunicamos. E o processo de aprender palavras novas envolve primordialmente a memória, mas várias áreas do cérebro são ativadas na tarefa. O vocabulário basicamente compõe a língua e a específica, enquanto a gramática a complementa, a organiza.

Os cinco trabalhos analisados apontam que a aquisição de vocabulário (não apenas de uma língua adicional) depende da memória ou das “memórias”, já que há vários tipos de memória, e um armazenamento eficiente depende muito da atenção e da emoção. Além disso, vale ressaltar a importância da neuroplasticidade, ou seja, a capacidade do nosso cérebro de ampliar, moldar ou reaprender alguma coisa a partir das novas experiências.

É válido ressaltar também a questão do uso e desuso da língua alvo, ou seja, caso não se exercite o novo aprendizado, ele pode cair no esquecimento, pois as redes neurais estabelecidas podem ser rompidas. Nossa revisão da literatura corrobora a importância da memória para a aprendizagem de uma língua adicional e a necessidade de fortalecer nossas redes neuronais. Também foi explicitada na nossa revisão da literatura a importância da atenção e da emoção. Compreende-se a emoção como algo fora do espectro do “racional”, mas há ainda aspectos cognitivos (percepção, raciocínio, etc.), para além da atenção, que são relevantes. Ao final da nossa investigação, após análise dos artigos selecionados, foi interessante e satisfatório perceber que as questões relativas a atenção e memória levantadas no início do nosso trabalho estavam em concordância com os estudos pertencentes ao *corpus* desta pesquisa.

Tentamos, portanto, compreender uma pequena parcela dos estudos que tratam sobre neurociência e aprendizagem de línguas adicionais publicados em língua portuguesa. Obviamente, este estudo não objetivou conhecer o estado da arte, pois focou em estudos em língua portuguesa, buscando descobrir os trabalhos realizados por nossos pares. Os trabalhos selecionados apresentaram resultados interessantes e, embora não respondam como o cérebro aprende uma língua adicional, contribuem para o tema. Temos ciência do quão ambicioso é o desejo de saber como o cérebro funciona e temos certeza de que, mesmo se pesquisássemos todo o estado da arte, ainda encontraríamos

muitas lacunas, pois o cérebro é um órgão complexo, com muitos mistérios a serem desvendados. As pesquisas estão em andamento e não sabemos se um dia teremos uma resposta para essa questão, mas percebe-se que cada novo estudo traz uma contribuição para o tema, e esperamos que este trabalho também tenha contribuído em parte.

Referências

ADÃO, A. N. A ligação entre memória, emoção e aprendizagem. XI Congresso Nacional de Educação. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2013. p. 29412-29421.

ALVES, E.; TUBINO, P. Medicina na Grécia antiga, 2013. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/43912415/7-medicina-na-grecia-antiga> Acesso em: 08 ago. 2020.

ARAÚJO, D. B.; CARNEIRO, A. A. O., BAFFA, O. Localizando a atividade cerebral via magnetoencefalografia. Revista Ciência e Cultura. v. 56, n. 1, São Paulo, Jan./Mar. 2004. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252004000100026&script=sci_arttext&tlng=pt Acesso em: 08 jan. 2021.

BARBOSA, E. Cérebro. 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/cerebro> Acesso em: 22 jun. 2020.

BEAR, M. F., CONNORS, B. W., PARADISO, M. A. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

CALLIA, G. C. Cérebro e Funções Cognitivas. 61 slides. 2014. Disponível em: <https://www.slideshare.net/GiseleCalia/crebro-e-funes-cognitivas> Acesso em: 15 ago. 2020.

CASTRO, A. A. Revisão sistemática e meta-análise. 2001. Disponível em: <http://www.usinadepesquisa.com/metodologia/wp-content/uploads/2010/08/meta1.pdf> Acesso em: 12 de out. 2020.

CORDEIRO, M. C. L. Neuroaprendizagem no tapete mágico: conquistando autonomia cognitiva com o aprendizado da língua árabe. Monografia de Especialização - Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K233766.pdf Acesso em: 26 mar. 2021.

COSENZA, R. M. Espíritos, cérebros e mentes: a evolução histórica dos conceitos sobre a mente. Revista cérebro e mente. 2002. Disponível em: www.edumed.org.br/cursos/neurociencia/cdrom/Artigos/aula01/mind-history.html Acesso em: 12 fev. 2021.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. Neurociência e educação: como o cérebro aprende. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COVOLAN, R. et al. Ressonância magnética funcional: as funções do cérebro reveladas por spins nucleares. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 40-42, jan.

2004. Disponível em:
http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252004000100027 Acesso em: 02 jul. 2020.

DASSI, C. C. O. Os benefícios e desafios do bilinguismo na infância e o desenvolvimento cognitivo e cerebral. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2018. Disponível em:
http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14786/1/PB_COLET_2018_2_07.pdf Acesso em: 26 mar. 2021.

FELTES, H. P. M.; FOGAÇA, F. B. Aprendizagem de línguas em neuropsicologia: a teoria declarativa/procedural. Revista Ciências & Cognição 2019, v. 24(2), p. 163-179. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/340464570_Aprendizagem_de_Linguas_em_Neuropsicologia_a_Teoria_DeclarativaProcedural_Language_Learning_in_Neuropsychology_DeclarativeProcedural_Theory Acesso em: 26 out. 2021.

FILHO, J. M. Alcméon de Crotona, o avô da medicina. Revista Ser médico, ed. 39. 2007. Disponível em: <https://www.cremesp.org.br/?siteAcao=Revista&id=307> Acesso em: 14 jan. 2020.

FONSECA, V. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. Revista psicopedagogia, São Paulo, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016. Disponível em
http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000300014&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 08 jul. 2020.

GOLEMAN, D. Inteligência emocional: a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

GOMES, W. B. Os pré-Socráticos. História da Psicologia. Aula 2. 2006. Disponível em: <http://www.fafich.ufmg.br/cogvila/dischistoria/Gomes2.pdf> Acesso em: 14 jan. 2021.

GRAY, J. A.; McNAUGHTON, N. The neuropsychology of anxiety: an enquiry into the function of the septo-hippocampal system. Oxford: New York, 1982. apud IZQUIERDO, I. Memórias. I Estud. Av., São Paulo, v. 3, n. 6, p. 89-112, 1989. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v3n6/v3n6a06.pdf> Acesso em: 25 jun. 2020.

GREEN, J. D. The hippocampus. Physiol. Rev., 1964, n. 44, p. 561-608, apud IZQUIERDO, I. Memórias. I Estud. Av., São Paulo, v. 3, n. 6, p. 89-112, 1989. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v3n6/v3n6a06.pdf> Acesso em: 25 jun. 2020.

GUERRA, L. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. Revista Interlocução, v. 4, n. 4, p. 3-12, junho/2011.

HABITZREITER, D. D. Neurociências e suas contribuições teóricas para o ensino de línguas estrangeiras. Revista Acadêmica Licencia&acturas. Ivoti. v. 1. n. 1. p. 34-41. 2013.

HELENE, A. F.; XAVIER, G. F. A construção da atenção a partir da memória. Revista Brasileira Psiquiatria São Paulo, v. 25, n.2 p. 12-20, dez. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462003000600004 Acesso em: 20 ago. 2020.

HENNEMANN, A. L. Entendendo os processos cognitivos relacionados a atenção, memória operacional e funções executivas. Novo Hamburgo, 05 ago. 2017. Disponível em: <https://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com/2017/08/entendendo-os-processos-cognitivos.html> Acesso em: 20 jun. 2020.

ITO, P. C. P.; GUZZO, R. S. L. Diferenças individuais: temperamento e personalidade; importância da teoria. Estud. psicol. (Campinas), Campinas, v. 19, n. 1, p. 91-100, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-166X2002000100008&lng=en&nrm=iso Acesso em: 30 jun.2020.

IZQUIERDO, I. Memórias. Estudos Avançados, São Paulo, v. 3, n. 6, p. 89-112, 1989. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v3n6/v3n6a06.pdf> Acesso em: 25 jun. 2020.

LEDOUX, J. E.; DAMÁSIO, A. R. Emoções e sentimentos. In: KANDEL, E. (Ed.). Fundamentos da neurociência. Rio de Janeiro: Artmed, 2014. cap. 48, p. 938–951. apud SIQUEIRA, S. D. A neurobiologia das emoções e sua integração com a cognição em crianças no ambiente escolar. Monografia de especialização – UFMG, Belo Horizonte, 2018.

LENT, R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. 2. ed. Atheneu, 2010.

MANDARIM-DE-LACERDA, C. A. Breve história da anatomia (com ênfase na Anatomia cardiovascular). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.lmmc.uerj.br/wp-content/uploads/Breve-hist%C3%B3ria-da-anatomia.pdf> Acesso em: 30 mar. 2021.

MARTINS, L. P.; SILVA, P. J. C.; MUTARELLI, S. R. K. A teoria dos temperamentos: do corpus hippocraticum ao século XIX. Memorandum, 2008. Disponível em: https://www.fafich.ufmg.br/~memorandum/a14/martisilmuta01.pdf?utm_source=blog&utm_campaign=rc_blogpost Acesso: 20 fev. 2020.

MELLO, E. M. B.; GRAZZIOTIN, C. P. Aproximações entre educação infantil e neurociência: formação acadêmico-profissional de coordenadoras pedagógica. Revista Contexto & Educação, v. 35, n. 111, p. 221-238. Unijuí. Acesso em: 04 mai. 2020.

MONACO, F. M. A importância das estruturas anatômicas do cérebro na compreensão dos processos de aprendizagem, memória e cognição sob a perspectiva neuropsicológica. Disponível em: <https://aneste.org/a-importancia-das-estruturas-anatmicas-do-crebro-na-comprenso.html> Acesso em: 05 ago. 2020

MOREIRA, E. R. C. Neurociência e aprendizagem: sua importância para a psicopedagogia. Monografia de especialização - Universidade Cândido Mendes, Niterói, 2010.

MORSCH, J. A. Como é um laudo de eletroencefalograma normal? 14 set. 2018. Disponível em: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/laudo-de-eletroencefalograma-normal> Acesso em: 12 fev. 2021.

MOURÃO-JÚNIOR, C. A.; OLIVEIRA, A. O.; FARIA, E. L. B. Neurociência cognitiva e desenvolvimento humano. *Temas em Educação e Saúde*, v. 7, mar. 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/tes/article/view/9552>. Acesso em: 25 jun. 2020.

OTERO, E. P. U. Mapeamento do córtex visual humano através de uma abordagem multimodal integrando eletroencefalografia e espectroscopia óptica na região do infravermelho próximo. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/277102/1/UcedaOtero_EnriqueP_Orfirio_D.pdf Acesso em: 12 fev. 2021.

PÂNTANO, T.; ZORZI, J. L. (Org.). *Neurociência aplicada à aprendizagem*, São José dos Campos: Pulso, 2009.

PAPEZ, J. W. A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurology & Psychiatry*, v. 38, n. 4, p. 725-743, 1937, apud SIQUEIRA, S. D. *A neurobiologia das emoções e sua integração com a cognição em crianças no ambiente escolar – Monografia de Especialização*, UFMG, Belo Horizonte, 2018.

PEREIRA, A. C. O paciente H. M. UOL folha de São Paulo, ed. 29. 2009. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/o-paciente-hm/> Acesso em: 13 mar. 2021.

PEREIRA JR., A. Questões epistemológicas das neurociências cognitivas. *Trab. Educ. Saúde*, Rio de Janeiro, v. 8 n. 3, p. 509-520, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-77462010000300010&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 10 ago. 2020.

PORTES, D. S. A importância das neurociências na formação do professor de inglês. *Revista Psicopedagogia* 2015. v. 32(98), p. 168-81. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v32n98/07.pdf> Acesso em: 26 mar. 2021.

RATO, J. R.; CASTRO-CALDAS, A. Neurociências e educação: realidade ou ficção? *Anais do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia*. Universidade do Minho, Portugal, 04-06 fev. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267698780_Neurociencias_e_educacao_Realidade_ou_ficcao. Acesso em: 10 ago. 2020.

REGO, L. Aprendizagem de segunda língua através de jogos eletrônicos: role playing games. *Revista Língua e Literatura*, v. 21, n. 38, p. 135-146, jul./dez. 2019. Disponível em: <http://www.revistas.fw.uri.br/index.php/revistalinguaeliteratura/article/view/3137/2931> Acesso em: 26 mar. 2021.

RELVAS, M. Estudos da neurociência aplicada à aprendizagem escolar. Disponível em: <http://www.ppd.net.br/estudos-da-neurociencia-aplicada-a-aprendizagem-escolar/> Acesso em: 25 ago. 2020.

SACILOTTO, P. NIRS na resolução de problemas da ciência, 2020. Disponível em: <https://www.brainlatam.com/blog/nirs-na-resolucao-de-problemas-da-ciencia-414> Acesso em: 24 fev. 2021.

SANTOS, R. O. Estrutura e funções do córtex cerebral - Monografia de Graduação, Faculdade de Ciências da Saúde do Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2002. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/2421/2/9713912.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Revista brasileira fisioterapia, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=en&nrm=iso Acesso em: 10 abr. 2021.

SERAFIM, T. S. Quanto mais neurónios uma espécie tem no córtex, mais tempo ela leva para chegar à adolescência (entrevista). 2019. Disponível em: <https://www.publico.pt/2019/03/27/ciencia/noticia/suzana-herculanohouzel-numeros-celulas- apenas-primata-cerebro-1866730> Acesso em: 19 fev. 2021.

SIQUEIRA, L. C. D. Avaliação da resposta hemodinâmica cerebral através da monitorização com a espectroscopia próxima ao infravermelho (nirs) em pacientes com doença aterosclerótica submetidos à endarterectomia de carótida – Dissertação de Mestrado, Unicamp, Campinas, 2015. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/312479/1/Siqueira_LeticiaCristinaDalledone_M.pdf Acesso em: 24 fev. 2021.

SIQUEIRA, S. D. A neurobiologia das emoções e sua integração com a cognição em crianças no ambiente escolar – Monografia de especialização, UFMG, Belo Horizonte, 2018.

SOARES JUNIOR, J. et al. Lista de recomendações do exame PET/CT com 18f FDG em oncologia: consenso entre a Sociedade Brasileira de Cancerologia e a Sociedade Brasileira de Biologia, Medicina Nuclear e Imagem Molecular. RadiolBras, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 255-259, ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rb/v43n4/v43n4a10.pdf>. Acesso em: 03 maio 2020.

TERRA FILHO, M. et al. Tomografia por emissão de pósitrons (PET) no tórax: resultados preliminares de uma experiência brasileira. J. Pneumologia, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 183-188, ago. 2000. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-35862000000400005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 maio 2020.

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Manual de processos de trabalho da Imaginologia Serviço de Ressonância Magnética [recurso eletrônico] 2. ed. Campinas, SP: 2011. 41p. - (Série Manuais do Hospital de Clínicas da UNICAMP). Disponível em: <https://intranet.hc.unicamp.br/manuais/ressonancia.pdf> Acesso em: 10 out. 2020