

Atenção e Aprendizagem Matemática: proposição de indicadores

Attention and Mathematical Learning: proposal of indicators

João Francisco Staffa da **COSTA**

Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre (SMED) e
Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SEDUCRS)

Valderez Marina do Rosário **LIMA**

Programa de Pós-Graduação em Educação e Educação em Ciências e Matemática (PUC-RS)

Laerte **FONSECA**

Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Comportamento – IP/USP
Instituto Federal de Sergipe – IFS

Correspondência do autor:

eng.staffa@gmail.com

RESUMO

Este artigo, recorte dos resultados de uma tese de Doutorado, tem como objetivo apresentar indicadores qualitativos relacionados ao fenômeno atencional que podem ser utilizados para planejamento, execução e avaliação de aulas de Matemática. O aporte teórico relaciona-se ao fenômeno atencional e a outros atributos associados a ele, tais como a cognição incorporada, as funções executivas, as emoções e a motivação. Com relação aos procedimentos metodológicos, realizou-se uma pesquisa teórica, do tipo metanálise, de abordagem qualitativa. Para a coleta de dados, utilizou-se uma estrutura única de busca, em três idiomas, elaborada com palavras-chave e operadores booleanos. Optou-se pela utilização do buscador Google Acadêmico e dos bancos de dados *Scopus* e *Web of Science*. A partir de critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 47 estudos, cujas seções de Resultados e Considerações Finais foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Como resultados, obteve-se um conjunto de 22 indicadores, baseados na Neurociência Cognitiva, cujo enfoque é o fenômeno atencional. Acredita-se que seja possível incorporar esses indicadores ao planejamento e à prática pedagógica, melhorando o recrutamento da atenção dos estudantes e, conseqüentemente, potencializando a aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Aprendizagem Matemática, Atenção, Neurociência Cognitiva.

ABSTRACT

This article, based on the results of a PhD thesis, aims to present qualitative indicators related to the attentional phenomenon that can be used for planning, executing and evaluating Mathematics classes. The theoretical contribution is related to the attentional phenomenon and other attributes associated with it, such as embodied cognition, executive functions, emotions and motivation. Regarding methodological procedures, theoretical research was carried out, of the meta-analysis type, with a qualitative approach. To collect data, a unique search structure was used, in three languages, created with keywords and Boolean operators. We chose to use the Google Scholar search engine and the Scopus and Web of Science databases. Based on inclusion and exclusion criteria, 47 studies were selected, whose Results and Final Considerations sections were analyzed using Discursive Textual Analysis (DTA). As results, a set of twenty-two indicators was obtained, based on Cognitive Neuroscience, whose focus is the attentional phenomenon. It is believed that it is possible to incorporate these indicators into planning and pedagogical practice, improving the recruitment of students' attention and, consequently, enhancing Mathematics learning.

Keywords: Math Learning, Attention, Cognitive Neuroscience.



INTRODUÇÃO

O campo da Neurociências, suas descobertas e aplicações têm despertado o interesse de pesquisadores, em particular, da Educação Matemática. Para Filipin *et al.* (2015, p. 88), “é indiscutível a importância da compreensão do funcionamento do cérebro e do sistema nervoso para a aquisição de novas estratégias com viés de facilitação da aprendizagem no campo da educação”. Conforme Oliveira (2014, p. 14), “a neurociência se constitui como a ciência do cérebro e a educação como a ciência do ensino e da aprendizagem e ambas têm uma relação de proximidade [...]”.

Alguns autores utilizam o termo Neurociências (no plural) para denotar a existência do estudo desta área de conhecimento sob diferentes abordagens, como, por exemplo, a Neurociência Sistêmica, a Neurociência Molecular e a Neurociência Cognitiva, dentre outras (Simões; Nogaro, 2016; Gazzaniga; Heatherton, 2005), sendo a última o foco desta investigação.

Simões e Nogaro (2016, p. 31) explicam que “a neurociência cognitiva investiga as atividades mentais superiores, como a consciência, o planejamento, a linguagem, a memória, a imaginação e o processo de aprendizagem”. Os processos de aprendizagem são influenciados por diferentes fatores, dentre os quais se encontram a memória, as funções executivas, as emoções, a motivação, a atenção, dentre outros.

Em particular, a atenção parece ser atributo indispensável para a aprendizagem de matemática, como, por exemplo, para resolver problemas complexos. Por outro lado, a “falta de atenção” pode levar ao desinteresse e, por consequência, pode ser prejudicial à aprendizagem deste componente curricular. Assim, ter um conjunto de indicadores, fundamentados na Neurociência, pode auxiliar os professores a recrutarem e manterem a atenção dos estudantes, potencializando as possibilidades de aprendizagem.

Na medida em que os professores são os responsáveis pela dita Ciência do Ensino (Oliveira, 2014) e que a aprendizagem, necessariamente, está associada ao cérebro (Riesgo, 2016), parece indispensável que os professores tenham conhecimentos relacionados à Neurociência Cognitiva, em particular, a atenção. Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral *apresentar indicadores qualitativos relacionados ao fenômeno atencional que podem ser utilizados para planejamento, execução e avaliação de aulas de Matemática*. Pretende-se responder a seguinte questão-guia: *Quais indicadores, relacionados à Neurociência Cognitiva da atenção, podem ser considerados no momento de planejar, executar e avaliar aulas de Matemática, potencializando as possibilidades de aprendizagem?*

O presente texto está organizado nas seguintes seções, além da *Introdução*: 1) *Fundamentação Teórica*: apresentação do aporte teórico que sustenta a análise dos dados; 2) *Procedimentos Metodológicos*: evidenciam-se a abordagem e o tipo de pesquisa, bem como os procedimentos de coleta e análise dos dados; 3) *Resultados e Discussão dos Dados*: apresentam-se os resultados da pesquisa, com ênfase à exposição dos indicadores; 4) *Considerações Finais*: enfatizam-se as conclusões da investigação e apontam-se limitações e perspectivas para novas pesquisas, sugestões para utilização dos resultados encontrados e possíveis contribuições para a área da Educação Matemática.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção destina-se à apresentação do substrato teórico para subsidiar a análise dos dados. Inicia-se tratando da *atenção* e, em seguida, evidenciam-se a *cognição incorporada*, as *funções executivas* (FE), as *emoções* e a *motivação*. Embora a atenção seja o tema central, os outros atributos citados estão



relacionados ao fenômeno atencional e, por esse motivo, também serão mencionados.

Lima (2005, p. 114) define a atenção “[...] como a capacidade do indivíduo responder, predominantemente, aos estímulos que lhe são significativos em detrimento de outros”. O ser humano está constantemente recebendo informações do ambiente que o cerca. É por meio da atenção que se torna possível selecionar os estímulos desejados para processá-los e respondê-los de maneira adequada.

Ramos *et al.* (2019) explicam que a atenção pode ser classificada em quatro tipos: 1) *seletiva*: relacionada à seleção de um foco entre diversos estímulos; 2) *sustentada*: está relacionada à capacidade de manter o foco por um período prolongado; 3) *dividida*: relaciona-se à possibilidade de responder a mais de um estímulo dentro da mesma tarefa; e 4) *alternada*: associada à possibilidade de responder a mais de um estímulo em tarefas distintas.

Lima (2005) expõe algumas características do fenômeno atencional. Dentre elas, estão: 1) é possível ter *controle voluntário* da atenção, ou seja, o ser humano consegue direcioná-la para o foco desejado; 2) a atenção possui *caráter seletivo*, ou seja, o ser humano só consegue responder, adequadamente, a um único estímulo por vez. Embora possa responder a estímulos simultaneamente, a eficiência das respostas fica prejudicada; e 3) a atenção possui *capacidade limitada*.

Cosenza e Guerra (2011) explicitam que há, basicamente, três circuitos responsáveis pelo processo atencional: 1) *circuito de alerta*: colabora para que o indivíduo inicie o foco em determinada situação; 2) *circuito orientador*: colabora para a orientação da direção da atenção, fazendo o sujeito se desconectar de um aspecto para se conectar em outro, conforme desejado; e 3) *circuito executivo*: colabora para que o indivíduo mantenha atenção prolongada em um evento, executando ações até o cumprimento de um objetivo. De acordo com o exposto, parece plausível supor que o fenômeno atencional possui três fases. Na primeira, inicia-se o estado de vigilância; na segunda, o

indivíduo foca a atenção em um único aspecto do ambiente; e, na última, concentra-se para executar a ação, ou seja, dar uma resposta ao estímulo.

De acordo com Sullivan (2018), há diferentes fatores que podem influenciar na aprendizagem, dentre eles a utilização de gestos comunicativos, respaldados pela cognição incorporada. Para ele, “[...] a literatura sobre cognição incorporada sugere que as ações físicas que realizamos, bem como as ações realizadas ao nosso redor, moldam nossa experiência mental” (Sullivan, 2018, p. 129). Sugere-se a impossibilidade de separar mente e corpo para aprender. Para o autor, quanto mais *incorporado* é um método de ensino mais potente ele é, referindo-se ao uso do corpo e dos movimentos, tanto do estudante como do professor, para promover a aprendizagem.

Nesse sentido, Farsani, Breda e Sebastião (2020) evidenciam gestos que podem ser realizados pelo professor com a finalidade de atrair a atenção visual dos estudantes. São eles: 1) *icônicos*: gestos que representam o conteúdo semântico de uma fala; 2) *metafóricos*: gestos que representam uma ideia abstrata, que não reflete o conteúdo semântico da fala; e 3) *ritmos*: gestos que se coordenam com o discurso e caracterizam-se como movimentos curtos e rápidos. Sugere-se que os docentes usem gestos de diferentes tipos para recrutar a atenção dos estudantes.

Além da atenção, as Funções Executivas (FE) também são recrutadas no processo de aprendizagem. Para Malloy-Diniz e Dias (2020, p. 31), as FE são

um conjunto de processos mentais que, de forma integrada, permitem que o indivíduo direcione comportamentos a metas, avalie a eficiência e a adequação desses comportamentos, abandone estratégias ineficazes em prol de outras mais eficientes e, assim, resolva problemas imediatos, de médio e longo prazo.

Conforme Corrêa (2019, p. 51), “[...] ações



cotidianas, mesmo as mais triviais, requerem habilidades relacionadas à organização e ao monitoramento da atividade. Tais habilidades fazem parte de um conjunto denominado de funções executivas”. Para Dias e Seabra (2013, p. 206), as FE são utilizadas “[...] sempre que o indivíduo [...] não possui um esquema comportamental prévio ou automatizado, bem como na resolução de problemas e no estabelecimento de objetivos [...]”. As mesmas autoras explicam que as FE podem ser classificadas em *simples* ou *complexas*. A *memória de trabalho*, o *controle inibitório* e a *flexibilidade cognitiva* são as FE simples. São elas que originam as FE complexas, tais como o raciocínio e a tomada de decisão.

A *memória de trabalho* é responsável pelo armazenamento e gerenciamento temporários da informação, enquanto há propósito de realização de um objetivo. É considerada de curto prazo e possui capacidade limitada; o *controle inibitório* refere-se à habilidade de o sujeito inibir comportamentos inadequados, resistir ou interromper impulsos em tempo de avaliar suas ações; a *flexibilidade cognitiva* diz respeito ao fato de o indivíduo conseguir mudar os planos em função de oportunidades ou obstáculos, agir conforme demandas, conseguir se adaptar a mudanças, encontrar soluções para adversidades, não se apegando a padrões rígidos, mudar o foco atencional e lidar com situações novas (Corrêa, 2019).

Com relação à memória de trabalho, Mourão-Junior e Faria (2015) explicam que ela possui quatro componentes: 1) *executivo central*: responsável pelo sistema atencional do indivíduo; 2) *esboço visuoespacial*: gerenciamento temporário de informações imagéticas; 3) *alça fonológica*: gerenciamento temporário de informações sonoras; e 4) *retentor episódico*: gerenciamento de informações já armazenadas. Em atividades de matemática, o componente visuoespacial é utilizado, por exemplo, ao montar o algoritmo para soma de parcelas, organizando as ordens correspondentes uma abaixo das outras (unidade embaixo de unidade, dezena embaixo de dezena e assim, sucessivamente).

No processo de aprendizagem, destaca-se a necessidade de haver *emoções* (Fonseca, 2016). Elas podem ser conceitualizadas como “[...] uma espécie de interface entre o interior e o exterior das pessoas e [...] desenvolvem-se à medida que os indivíduos se adaptam e se ajustam, de forma ativa, pessoal e coletivamente ao contexto” (Dias, Cruz e Fonseca, 2008, p. 23). As emoções são um constructo multifacetado, em que coexistem aspectos que podem ser observados e processos mentais (*ibidem*).

Harris (1996) apresenta uma classificação para as emoções. Para ele, as emoções podem ser: 1) *positivas*: originam-se de situações agradáveis; 2) *negativas*: originam-se de situações desagradáveis e 3) *mistas*: são aquelas que envolvem ambivalência de emoções positivas e negativas, provocadas pela mesma situação. Por exemplo, uma criança pode ficar feliz por ganhar uma bicicleta, mas triste por não saber andar. Bear, Connors e Paradiso (2008) explicam que são as emoções que nos fazem sermos humanos.

Para o alcance de um objetivo, que pode ser a resolução de um problema matemático, é necessário ter *motivação*. Para Murray (1986, p. 20), a motivação “[...] é um fator interno que dá início, dirige e integra o comportamento de uma pessoa”. Para Balancho e Coelho (1996, p. 17), a motivação é “[...] o que desperta, dirige e condiciona a conduta para o alcance de um objetivo”. Na visão de Pfromm (1987), a motivação ativa e desperta o sujeito, dirigindo-o para um alvo e mantendo sua ação até o alcance de uma meta.

De acordo com Gazzaniga e Heatherton (2005), existe um *nível adequado de motivação*. Para os autores, excitação em níveis muito baixos ou elevados pode provocar desatenção ou desempenho acadêmico insatisfatório. Episódios de depressão ou ansiedade são quadros que podem representar, respectivamente, nível baixo e alto de motivação como exemplos. Sugere-se que os estados motivacionais do indivíduo possam ter impacto sobre a atenção e implicar nos processos de aprendizagem.

Alguns autores que tratam da Neurociência



Cognitiva colocam em relevo aspectos anatômicos e fisiológicos de estruturas cerebrais responsáveis por diferentes atributos, como, por exemplo, a atenção, a memória, as emoções e a motivação. Menon (2010) e Alvarenga (2019) evidenciam que o córtex pré-frontal, estrutura que participa do funcionamento de todos esses atributos, possui maturação tardia, cujo ápice ocorre apenas na idade adulta. Isso posto, parece plausível supor que momentos de desatenção dos estudantes durante uma aula podem ocorrer, também, devido a fatores biológicos.

METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada é teórica (Demo, 1994), do tipo metanálise (Lima; Richter, 2017) e possui abordagem qualitativa (Creswell, 2014). De acordo com Lopes e Fracolli (2008, p. 773), a finalidade da pesquisa qualitativa é “[...] buscar, sistematicamente, respostas a perguntas que não são facilmente respondidas pela metodologia experimental”. Considerando o objetivo e as características dessa investigação, acredita-se que a abordagem qualitativa seja a opção adequada.

Para Demo (1994), a pesquisa teórica visa a reconstrução de teorias existentes a partir da organização e análise de materiais pré-selecionados, com a intenção de que emergja algo inédito e de elaboração autoral. A partir da análise de dados originados de artigos científicos pré-selecionados, emergiu um conjunto de indicadores qualitativos de elaboração própria, referentes ao fenômeno atencional.

Por sua vez, metanálise é “[...] um tipo distinto de estudo em que os resultados de estudos qualitativos completos de um determinado campo são combinados” (Barroso *et al.*, 2003, p. 154). A metanálise tem como finalidade voltar seu olhar para os resultados de uma coleção vasta de estudos em uma determinada área, procurando extrair desse exercício resultados que representam mais do

que a soma dos resultados individuais de cada estudo para produzir novos conhecimentos (Lopes; Fracolli, 2008). Conforme Bicudo (2014), “[...] a integração de várias pesquisas independentes oferece maior sustentação para trabalhos futuros e balizam modos de observar os fatos de maneira mais rigorosa [...]”. Além disso, “[...] abre caminhos para a teorização de temas investigados [...]” (Bicudo, 2014, p. 9-10).

Lima e Richter (2017) explicitam sete etapas para a realização de uma metanálise qualitativa: a) formulação da pergunta a ser respondida com a metanálise; b) localização e seleção dos estudos; c) avaliação crítica dos estudos; d) coleta de dados; e) apresentação e análise dos dados; f) interpretação dos dados; e g) aprimoramento e atualização da revisão. Assim, a partir de palavras-chave e operadores booleanos, criou-se uma estrutura única de busca em Língua Portuguesa que foi traduzida para Língua Inglesa e Espanhola para que as buscas dos estudos fossem efetivadas.

As palavras-chave utilizadas foram: 1) neurociência; 2) neurociências (no plural); 3) neurociência cognitiva; 4) matemática; 5) educação matemática; 6) ensino de matemática; 7) ensino da matemática; 8) aprendizagem de matemática; 9) aprendizagem da matemática; 10) aprendizagem em matemática; 11) atenção; 12) memória; 13) motivação; 14) emoção. Com o uso de operadores booleanos *and* e *or*, elaborou-se uma estrutura, que foi utilizada para realizar todas as buscas. O descritor de busca foi utilizado nos idiomas português, inglês e espanhol. A escolha desses idiomas se justifica em função de abarcarem uma quantidade significativa e suficiente de estudos para atingir o objetivo proposto, sobretudo porque incluiu a Língua Inglesa, considerada global. Utilizaram-se o buscador Google Acadêmico e os bancos de dados *Scopus* e *Web of Science*. Ao todo, nove buscas foram realizadas, considerando a combinação de três idiomas com três bancos de dados/motor de busca.

Foram utilizados como critérios de inclusão: a) ser artigo de qualis/CAPES (2017-2020) B1 ou superior; b) apresentar relação



Neurociências e Educação/Ensino de Matemática; c) apresentar as expressões “neurociências” e/ou “ensino/educação matemática” no título, resumo e/ou palavras-chave; d) possuir potencial para compor o *corpus* da pesquisa, oferecendo subsídios para a elaboração de indicadores qualitativos. Por outro lado, para exclusão de documentos, foram utilizados os seguintes critérios: a) o documento não é artigo científico; b) o estudo não apresenta relações entre Neurociências e Educação/Ensino de Matemática; c) é um estudo exclusivamente clínico na área de Neurociências ou outra; d) é um artigo cujo qualis/CAPES (2017-2020) é inferior a B1. A partir das buscas realizadas e da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 47 artigos foram selecionados para compor o *corpus*, sendo 20 em Língua Inglesa, 16 em Língua Portuguesa e 11 em Língua Espanhola. Cabe salientar que, para ser selecionado para fazer parte do *corpus* da pesquisa o documento deveria atender a todos os critérios de inclusão e não poderia atender a nenhum critério de exclusão.

As seções de Resultados e Discussão dos Dados e as Considerações Finais de cada artigo foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2011), composta de três etapas: 1) *unitarização*: desmembramento dos textos em unidades de sentido; 2) *categorização*: organizam-se categorias considerando critérios de semelhança das unidades; esse processo ocorreu sucessivas vezes de forma a obter categorias intermediárias e finais; 3) *elaboração de metatextos*: texto de caráter descritivo e interpretativo para cada uma das categorias. É nesse momento que se evidenciam os resultados da pesquisa e as novas compreensões, que correspondem aos avanços para a área de conhecimento estudada. Na próxima seção, apresentam-se os resultados da análise realizada sobre os dados. Salienta-se que todo o processo de análise dos dados – unitarização, categorização e elaboração de metatextos foi realizada manualmente pelo pesquisador, sem o uso de qualquer tipo de software de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do *corpus* permitiu a emergência de indicadores associados ao fenômeno atencional. Parece haver relação entre atenção seletiva e a memória de trabalho, conforme a unidade “[...] a memória de trabalho requer atenção [seletiva] para o processamento adequado” (Camberos *et al.*, 2020, p. 129). Sugere-se a necessidade da atenção seletiva (Ramos *et al.*, 2019), para que haja gerenciamento e uso das informações, mesmo que de forma temporária, da memória de trabalho (Corrêa, 2019).

Assim, um primeiro indicador seria a *necessidade de funcionamento integrado da atenção seletiva e da memória de trabalho*. A unidade “[...] a atenção seletiva, e a supressão do distrator em particular, é importante para regular o acesso à memória de trabalho e otimizar a capacidade da memória de trabalho” (Stevens; Bavelier, 2012, p. 40) expressa tal necessidade. Ambos os atributos – atenção seletiva e memória de trabalho – são fundamentais para o sucesso em atividades relacionadas à Matemática, sendo apontados, inclusive, como preditores da aprendizagem desse componente curricular. Desse modo, sugere-se oferecer aos estudantes atividades que desenvolvam tanto a memória de trabalho como a atenção seletiva, visto que esses atributos possuem funcionamento conjunto.

De acordo com os dados, estudantes que possuem atenção seletiva (Ramos *et al.*, 2019) e FE simples (memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e controle inibitório) (Corrêa, 2019) desenvolvidas, em particular, o componente visuoespacial da memória de trabalho, possuem maior pré-disposição para terem sucesso em Matemática. De acordo com a unidade

[...] Particularmente, estudos de neuroimagem usando a tarefa *Corsi Blocks* (um teste de reconhecimento de padrões visuoespaciais) relataram uma forte correlação entre déficits na habilidade visuoespacial



[componente da memória de trabalho] e deficiência matemática (Grant; Siegel; D'Angiulli, 2020, p. 16).

Isso posto, sugere-se que ter *FE simples* (memória de trabalho, flexibilidade cognitiva e controle inibitório) e a atenção seletiva desenvolvidas possam ser apontadas como preditores da aprendizagem de Matemática, sendo um segundo indicador. De acordo com Corrêa (2019, p. 51), “[...] ações cotidianas, mesmo as mais triviais, requerem habilidades relacionadas à organização e ao monitoramento da atividade. Tais habilidades fazem parte de um conjunto denominado de funções executivas”. Para Dias e Seabra (2013, p. 206), as FE são utilizadas “[...] sempre que o indivíduo [...] não possui um esquema comportamental prévio ou automatizado, bem como na resolução de problemas e no estabelecimento de objetivos [...]”.

A memória de trabalho é responsável pelo armazenamento e gerenciamento temporários da informação, enquanto há propósito de realização de um objetivo. É considerada de curto prazo e possui capacidade limitada; o *controle inibitório* refere-se à habilidade de o sujeito inibir comportamentos inadequados, resistir ou interromper impulsos em tempo de avaliar suas ações; a *flexibilidade cognitiva* diz respeito ao fato de o indivíduo conseguir mudar os planos em função de oportunidades ou obstáculos, agir conforme demandas, conseguir se adaptar a mudanças, encontrar soluções para adversidades, não se apegando a padrões rígidos, mudar o foco atencional e lidar com situações novas (Corrêa, 2019).

Pode-se, também, relacionar o uso das funções executivas simples à resolução de operações matemáticas. Utiliza-se a memória de trabalho, por exemplo, para a realização de uma soma com transporte da unidade para a dezena (por exemplo, $18 + 39 = 57$), tanto para a organização das parcelas (unidade embaixo de unidade, e dezena embaixo da dezena), quanto para a realização da operação propriamente dita,

pois ao somar as unidades e realizar o transporte para a dezena, é necessário “guardar” essa informação temporariamente, até a realização do próximo passo do algoritmo.

Para realizar a operação supracitada, pode-se utilizar, também, o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva. Ao resolvê-la, o estudante pode perceber algum equívoco e precisar parar a resolução (uso do controle inibitório) e encontrar um novo processo de solução, diferente do primeiro (uso da flexibilidade cognitiva).

A memória de trabalho, em particular o componente visuoespacial, responsável pelo armazenamento temporário de informações imagéticas (Mourão-Junior e Faria, 2015), foi indicada como um pré-requisito para a aprendizagem de Matemática, de acordo com a unidade, a Matemática

“[...] é um domínio complexo que envolve diversas habilidades, como contagem, estimação e compreensão de procedimentos. Os principais mecanismos cognitivos subjacentes, candidatos para explicar as dificuldades apresentadas por crianças com discalculia são: o senso numérico, o processamento visuoespacial, a memória de trabalho e o processamento fonológico (Silva *et al.*, 2015, p. 159).

Uma vez que para o bom funcionamento da memória de trabalho é necessária atenção seletiva, conforme já apontado anteriormente, deduz-se que a *atenção seletiva* também possa ser considerada um pré-requisito para a aprendizagem de Matemática, configurando-se como terceiro indicador. Com relação à memória de trabalho, Mourão-Junior e Faria (2015) explicam que ela possui quatro componentes: 1) *executivo central*: responsável pelo sistema atencional do indivíduo; 2) *esboço visuoespacial*: gerenciamento temporário de informações imagéticas; 3) *alça fonológica*: gerenciamento temporário de informações sonoras; e 4) *retentor episódico*: gerenciamento de informações já armazenadas. Em atividades de matemática, o componente visuoespacial é



bastante utilizado, como, por exemplo, ao montar o algoritmo para soma de parcelas, organizando as ordens correspondentes uma abaixo das outras (unidade embaixo de unidade, dezena embaixo de dezena e assim, sucessivamente). Salienta-se que é possível oferecer aos estudantes atividades que exercitem a memória de trabalho e que não tenham, necessariamente, alguma relação com atividades matemáticas. O bom desenvolvimento desta função executiva simples auxiliará na aprendizagem de matemática.

Gazzaniga e Heatherton (2005) explicam que há um nível adequado de motivação. Para Murray (1986, p. 20), a motivação “[...] é um fator interno que dá início, dirige e integra o comportamento de uma pessoa”. Para Balancho e Coelho (1996, p. 17), a motivação é “[...] o que desperta, dirige e condiciona a conduta para o alcance de um objetivo”. Na visão de Pfromm (1987), a motivação ativa e desperta o sujeito, dirigindo-o para um alvo e mantendo sua ação até o alcance de uma meta.

O estado motivacional do indivíduo pode ter impacto sobre a atenção e, por consequência, nos processos de aprendizagem. Para Gazzaniga e Heatherton (2005), excitação em níveis muito baixos ou muito elevados pode provocar desatenção ou desempenho acadêmico insatisfatório. Ocorre que, para aprender, é necessário ter prontidão cognitiva, revelada por um estado de vigilância (atenção) adequado, conforme apontado em [...] a prontidão escolar é definida em três aspectos: a prontidão física, motora, emocional e cognitiva da criança, individualmente, a prontidão da escola para receber a criança e o amparo da família e comunidade [...]” (Zardo; Schroeder, 2023, p. 324). Um quarto indicador, portanto, seria a *necessidade de prontidão cognitiva do estudante, expressa por meio de um nível de vigilância, tanto motivacional quanto atencional, adequado*.

Constatou-se que há fatores estruturantes para a aprendizagem de Matemática, dentre eles, a *atenção*. De acordo com a unidade

“[...] a capacidade de focar na tarefa em questão e ignorar a distração, também chamada de atenção seletiva, parece ter efeitos reverberantes em vários domínios importantes para as bases acadêmicas, incluindo linguagem, alfabetização e matemática (Stevens; Bavelier, 2012, p. 30).

Lima (2005, p. 114) define a atenção “[...] como a capacidade do indivíduo responder, predominantemente, aos estímulos que lhe são significativos em detrimento de outros”. Desse modo, um quinto indicador é a *necessidade de recrutar a atenção seletiva e sustentada do estudante*, visto ela é um fator estruturante à aprendizagem, em particular da Matemática, e que não é possível compreender e responder de maneira adequada a diversos estímulos simultaneamente.

Ramos *et al.* (2019) explicam que a atenção pode ser classificada em: 1) *seletiva*: está relacionada à seleção de um foco entre diversos estímulos; 2) *sustentada*: está relacionada à capacidade de manter o foco em determinado estímulo por um período prolongado; 3) *dividida*: relaciona-se à possibilidade de responder a mais de um estímulo dentro da mesma tarefa; e 4) *alternada*: está associada à possibilidade de responder a mais de um estímulo em tarefas distintas.

Há uma multidimensionalidade de fatores que podem influenciar na aprendizagem, dentre eles os ambientais e plásticos, ou seja, a quantidade de estímulos ambientais que pode afetar a atenção. Isso fica expresso em [...] as dificuldades de aprendizagem na Matemática podem relacionar-se a diversos fatores, dentre eles, [...] ambientais e plásticos, relacionados a quantidade de estimulação presente no ambiente e o desenvolvimento neural (Guedes; Blanco; Neto, 2016, p. 3). Isso sugere a *necessidade de estar atento às características do ambiente em que ocorre a aprendizagem. Ele deve conter a menor quantidade possível de distratores da atenção*, configurando-se como sexto indicador. Isto posto, sugere-se que o professor preste



atenção às características do ambiente em que a aula ocorrerá, como, por exemplo: ruídos internos e externos, luminosidade, temperatura, dentre outras que podem diminuir a atenção dos estudantes.

Fica evidente na unidade “[...] os distratores podem ser processados em graus variados em função de sua semelhança física com os alvos, de sua localização no campo visual e de sua saliência intrínseca, para citar alguns” (Stevens; Bavelier, 2012, p. 32), a *necessidade de semelhança dos distratores com o alvo*, configurando-se como sétimo indicador. Sugere-se que a quantidade de distratores ambientais seja a menor possível ou que eles possuam a maior semelhança possível com o alvo (a aula do professor).

O *corpus* da pesquisa evidenciou a *necessidade de utilizar diferentes estímulos para capturar a atenção*, sendo o oitavo indicador. De acordo com a unidade “[...] o que se deve ter em mente é a variação dos estímulos para captação da atenção” (Silva; Fonseca, 2019, p. 172). A utilização de recursos didáticos com características variadas e que estimulem diferentes sentidos é uma das maneiras de recrutar a atenção dos estudantes como, por exemplo, a utilização de jogos digitais (Costa, 2024). Entretanto, deve-se utilizá-los com parcimônia sob pena de provocar o efeito contrário ao desejado.

A atenção possui influência na evocação de memórias de longo prazo, conforme a unidade “[...] atenção, quando acentuada, mostra-se um processo fundamental na recordação, que é imprescindível para a aprendizagem” (Silva; Fonseca, 2019, p. 166). Para Mourão-Junior e Faria (2015, p. 780), memória é “a capacidade que os seres vivos têm de adquirir, armazenar e evocar informações”. A memória é o atributo que permite ao ser humano aprender coisas novas e utilizá-las em seu cotidiano, a partir da evocação de informações. Caso contrário, seria necessário reaprender as mesmas coisas diariamente. Entretanto, para relembrar das informações, ou seja, evocar memórias, é necessário utilizar a atenção. Assim, o nono

indicador expressa a *relação existente entre atenção seletiva e a evocação de memórias de longo prazo*.

Sugere-se transformar processos controlados em automáticos. Em termos biológicos, isso significa passar de um nível alto de atenção sustentada para um nível alto de atenção dividida, pois há menor gasto energético em função de menor exigência cognitiva, de acordo com a unidade

[...] a melhor idealização de resolução de determinada tarefa, nesse sentido, seria transformar os processos controlados em automáticos, ou passar de um nível alto de AS (atenção sustentada) para um nível alto de AD (atenção dividida) pensando nas resoluções de tarefas matemáticas, pois haveria menor gasto de energia (Silva; Fonseca, 2019, p. 166).

Portanto, *realizar e repetir diferentes tipos de exercícios, desde os mais triviais, como os de reconhecimento de conceito ou de algoritmo até os mais complexos, como os que envolvem resolução de problemas, podem servir para automatizar processos, promovendo o deslocamento da atenção sustentada à dividida* (Ramos *et al.*, 2019), configurando-se como o décimo indicador.

Percebe-se, portanto, que ao oferecer um conjunto de tarefas aos estudantes, por meio de uma lista de exercícios, é possível estar atento a dois aspectos: 1) oferecer um número suficiente de exercícios do mesmo tipo (resolução de algoritmos, por exemplo), para automatizar a ação, deslocando a atenção sustentada para dividida, na medida em que o estudante resolve os cálculos com mais destreza; 2) oferecer uma quantidade diversificada de tipos de exercícios, não dando ênfase somente para exercícios de reconhecimento de conceitos ou algoritmos, mas que envolvam raciocínios mais complexos.

A atenção é um atributo que pode ser treinado por meio de atividades, além de problemas matemáticos. Aprender a tocar um instrumento musical ou participar de jogos, praticar esportes são alguns exemplos. De



acordo com a unidade, “[...] intervenções que melhorem com sucesso o controle da atenção podem ter o potencial de melhorar outras funções cognitivas que dependem dessas funções” (Jaeggi; Shah, 2018, p. 3). Percebe-se que ao treinar a atenção, é possível melhorar outros domínios cognitivos, como, por exemplo, a Matemática. Desse modo, o 11º indicador consiste em *promover atividades em diferentes domínios cognitivos que auxiliem no treino da atenção*. Stevens e Bavelier (2012) sugerem, por exemplo, treinamentos da linguagem e meditação.

Outro fator que tem influência na atenção é o objetivo do estudante atrelado à tarefa, conforme colocado na unidade “[...] os objetivos dos participantes também moldam a alocação de atenção” (Stevens; Bavelier, 2012, p. 32). Para Balancho e Coelho (1996, p. 17), a motivação é “[...] o que desperta, dirige e condiciona a conduta para o alcance de um objetivo”. Assim, quanto mais próximos os objetivos de aprendizagem estiverem dos objetivos do estudante, maior pode vir a ser a sua motivação e a alocação da sua atenção. Desse modo, *aproximar os objetivos de aprendizagem da aula de matemática aos objetivos do estudante*, configura-se como o 12º indicador.

A partir desse indicador, sugere-se que quanto mais próximo dos objetivos do estudante estiverem os objetivos da aula de matemática, maior será a possibilidade do estudante se motivar e prestar atenção. Tal indicador pode justificar a necessidade de o professor aproximar-se do estudante para conhecer o seu contexto de vida para considerá-lo, na medida do possível, em seu planejamento. Desse modo, seria possível alinhar os objetivos da aula de matemática às expectativas dos estudantes, gerando motivação e, conseqüentemente, potencializando a atenção seletiva e sustentada, conforme classificação expressa por Ramos *et. al* (2019).

Sugere-se a atenção como habilidade de autorregulação do indivíduo. Conforme exposto na unidade “[...] uma das principais habilidades de autorregulação é a capacidade de focar em

informações relevantes, ou atenção seletiva” (Blakemore; Bunge, 2012, p. 2). Lima (2005) explica que a atenção possui três características, que são: 1) *controle voluntário*: o indivíduo tem a capacidade de direcionar a sua atenção para o estímulo que desejar; 2) *caráter seletivo*: por mais especializado que o cérebro humano seja, é aconselhável focar em apenas um estímulo; 3) *capacidade limitada*: a atenção do indivíduo tem capacidade limitada. Assim, *uma das principais habilidades de autorregulação é a capacidade que o ser humano possui de focar, de maneira contudente, em apenas um estímulo*, configurando-se como o 13º indicador.

Acredita-se que *pistas atencionais*, como os gestos do professor, podem ser utilizadas para recrutar a atenção. Conforme a unidade, “[...] algumas evidências que apresentaram, brevemente, pistas que capturam a atenção recrutando exogenamente uma rede neural semelhante” (Stevens; Bavelier, 2012, p. 32). Nessa unidade, está engendrada a ideia de *cognição incorporada*. De acordo com Sullivan (2018), há diferentes fatores que podem influenciar na aprendizagem, dentre eles a utilização de gestos comunicativos, respaldados pela cognição incorporada. Para ele, “[...] a literatura sobre cognição incorporada sugere que as ações físicas que realizamos, bem como as ações realizadas ao nosso redor, moldam nossa experiência mental” (Sullivan, 2018, p. 129).

Nesse sentido, Farsani, Breda e Sebastião (2020) colocam em evidência gestos que podem ser realizados pelo professor com a finalidade de atrair a atenção visual dos participantes de uma aula. São eles: 1) *icônicos*: gestos que representam o conteúdo semântico de uma fala; 2) *metafóricos*: gestos que representam uma ideia abstrata, que não reflete o conteúdo semântico da fala; e 3) *ritmos*: gestos que se coordenam com o discurso e caracterizam-se como movimentos curtos e rápidos. Assim, sugere-se como 14º indicador, *a utilização de pistas atencionais para recrutar a atenção do estudante que podem se configurar como gestos do professor que antecedem ou acompanham o conteúdo de uma fala*.



Sugere-se exercitar a atenção desde a primeira infância. Conforme a unidade

[...] as habilidades para selecionar entre estímulos concorrentes e processar preferencialmente informações mais relevantes estão essencialmente disponíveis em crianças muito pequenas, mas que a velocidade e a eficiência desses comportamentos melhoram à medida que as crianças se desenvolvem (Stevens; Bavelier, 2012, p. 33).

Menon (2010) e Alvarenga (2019) evidenciam que o córtex pré-frontal, estrutura que participa do mecanismo atencional, possui maturação tardia, cujo ápice ocorre apenas na idade adulta. Desse modo, *ainda que haja fatores biológicos envolvidos na melhoria da atenção ao longo do tempo, sugere-se exercitá-la desde a primeira infância, sendo o 15º indicador.*

Constatou-se que emoções positivas podem influenciar a atenção. De acordo com a unidade, “[...] as emoções positivas são vivenciadas como agradáveis e podem variar em sua manifestação cognitiva e fisiológica e influenciar a atenção, a motivação, o uso de estratégias de aprendizagem e a autorregulação da aprendizagem” (Anzelin; Marín-Gutiérrez; Choconta, 2020, p. 52).

Fonseca (2016) destaca a necessidade de haver *emoções* envolvidas no processo de aprendizagem. As emoções “[...] desenvolvem-se à medida que os indivíduos se adaptam e se ajustam, de forma ativa, pessoal e coletivamente ao contexto sociocultural” (Dias, Cruz e Fonseca, 2008, p. 23). Harris (1996) apresenta uma possibilidade de classificação às emoções. Para ele, as emoções podem ser: 1) *positivas*: são aquelas originadas de situações agradáveis; 2) *negativas*: são aquelas originadas de situações desagradáveis e 3) *mistas*: são aquelas que envolvem ambivalência de emoções positivas e negativas, provocadas pela mesma situação. Sugere-se que *a ocorrência de emoções positivas no decorrer de uma aula de Matemática pode aumentar as possibilidades de*

adaptação do sujeito ao contexto, potencializando a aprendizagem, sendo o 16º indicador proveniente da pesquisa.

A pesquisa permitiu evidenciar que níveis inadequados de motivação podem levar a estados de desatenção. Conforme a unidade, “[...] descobertas sobre o desenvolvimento do cérebro infantil, incluindo as redes cognitivas e os contextos subjacentes à aprendizagem e à motivação, têm o potencial de revolucionar os sistemas escolares [...]” (Feiler; Stabio, 2018, p. 17). Entretanto, Gazzaniga e Heatherton (2005) chamam a atenção para o fato de ser desejável um *nível ótimo de motivação* para que essa seja aproveitada para finalidades escolares. Nível muito elevado ou muito baixo de motivação pode levar à desatenção ou desempenho insatisfatório na atividade. Desse modo, o 17º indicador é a *necessidade de um nível ótimo de motivação para adequada regulação da atenção.*

Existem, além de fatores potencializadores, aspectos que podem ser inibidores da aprendizagem de Matemática, dentre eles a desatenção. Conforme a unidade

[...] sobre o mau desempenho, de acordo com os autores, este pode ser decorrente de fatores extrínsecos (ambientais) e intrínsecos (individuais) com base neurobiológica, incluindo também problemas emocionais (baixa autoestima e desmotivação) e problemas médicos e de saúde (Guedes; Blanco; Neto, 2016, p. 9).

Em momentos anteriores desse texto, evidenciou-se a relação de fatores ambientais e plásticos, bem como a relação de emoções positivas, de estados motivacionais e maturação tardia de estruturas cerebrais com a atenção do estudante. Assim, o 18º indicador seria a *necessidade de minimizar fatores inibidores da atenção, tais como distratores ambientais, ocorrência de emoções negativas e nível inadequado de motivação.*

A condição econômica desfavorável também pode afetar a atenção seletiva. Isso fica



evidente quando “[...] crianças de meios socioeconômicos mais baixos apresentam efeitos reduzidos da atenção seletiva no processamento neural precoce em relação aos seus pares de meios socioeconômicos mais elevados” (Stevens; Bavelier, 2012, p. 34). Sugere-se que a vulnerabilidade econômica e social possam afetar os estados motivacionais e emocionais dos estudantes, tendo consequências na atenção, na medida em que esses atributos estão relacionados, conforme já evidenciado no decorrer dessa análise. Assim, o 19º indicador sugere que *há uma correlação positiva entre condição econômica e eficiência da atenção seletiva*.

Do mesmo modo que a ocorrência de emoções positivas pode promover a atenção, emoções negativas, como a ansiedade matemática, podem afetar negativamente a atenção seletiva, conforme exposto em “[...] necessariamente, a Ansiedade Matemática influencia o desempenho a partir da capacidade reduzida da Memória de Trabalho, da atenção e de processos de controle cognitivo durante a resolução de problemas matemáticos” (Moura-Silva; Neto; Gonçalves, 2020, p. 256), além disso, “[...] percebe-se que indivíduos com alta ansiedade matemática apresentam um controle atencional insuficiente, afetando [...] tarefas que requerem funções inibitórias e controle atencional” (Moura-Silva; Neto; Gonçalves, 2020, p. 261). Haris (1996) explicita que emoções negativas são aquelas originadas de situações desagradáveis. Assim, o 20º indicador sugere a *necessidade de minimizar a ocorrência de emoções negativas*.

Com relação aos recursos didáticos, enfatiza-se que o uso excessivo de recursos tecnológicos expositivos pode ser um obstáculo para a aprendizagem de Matemática, afetando o foco, potencializando a tendência de pensar em outras coisas além da aula, funcionando como distratores. Conforme explicitado em “[...] embora a maioria dos alunos relate gostar do PowerPoint, os alunos que recebem instruções por meio de *slides* do PowerPoint relatam uma incapacidade de foco [...]” (Sullivan, 2018, p.

132). Como 21º indicador, *sugere-se mesclar a utilização de recursos didáticos que envolvam tecnologia com materiais de outros tipos*. Isso provoca mudança de estímulo, recrutando a atenção de maneira mais efetiva (Silva; Fonseca, 2019). Pode-se oferecer ao estudante as mesmas informações a partir de diferentes meios, como, por exemplo: escrita no quadro, em um *slide* e impressa em uma folha.

Sugere-se haver diferenças biológicas entre os indivíduos, o que pode ter influência na mobilização da atenção. Conforme exposto na unidade, [...] isto sugere que existem diferenças individuais durante o desenvolvimento na capacidade de mobilizar a atenção seletiva e, como resultado, modular o processamento neural precoce” (Stevens; Bavelier, 2012, p. 34). Conforme exposto por Menon (2010) e Alvarenga (2019), há maturação tardia de estruturas responsáveis pela atenção, como o córtex pré-frontal. Ainda que os mecanismos de ação sejam idênticos em todos os seres humanos, há o que se denomina individualidade biológica, que pode influenciar em atributos como a atenção. Assim, *a individualidade biológica do sujeito pode ser considerada um indicador*, configurando-se como o 22º indicador.

Por fim, destaca-se que a atenção é um dos fatores que mais possui influência no que é aprendido. Com relação ao atributo da atenção e possíveis déficits, enfatiza-se que ela é “[...] provavelmente um dos principais fatores que influenciam a qualidade do que é aprendido” (Puebla; Talma, 2011, p 384).

Com a intenção de facilitar a consulta e a compreensão dos leitores, apresenta-se a seguir o quadro 1, com os indicadores propostos:

Quadro 1 – Indicadores relacionados à atenção

1) Necessidade de funcionamento integrado entre atenção seletiva e memória de trabalho;
2) FE simples desenvolvidas (memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva) e atenção seletiva



podem ser consideradas preditores da aprendizagem de matemática;
3) A atenção seletiva pode ser considerada um pré-requisito para a aprendizagem de matemática;
4) Necessidade de prontidão cognitiva do estudante, expressa por níveis de vigilância motivacional e atencional adequados;
5) Necessidade de recrutar a atenção seletiva e sustentada do estudante;
6) Necessidade de estar atento ao ambiente em que ocorre a aprendizagem, pois ele deve conter o menor número possível de distratores da atenção;
7) Necessidade de semelhança de distratores com o alvo;
8) Necessidade de utilizar diferentes estímulos para capturar a atenção dos estudantes;
9) Relação existente entre atenção seletiva e a evocação de memórias de longo prazo;
10) Realizar e repetir diferentes tipos de exercícios, promovendo deslocamento da atenção sustentada à dividida;
11) Promover atividades em diferentes domínios cognitivos que auxiliem no treinamento da atenção (tocar um instrumento musical, meditar, praticar algum esporte);
12) Tentar aproximar os objetivos da aula de matemática aos objetivos do estudante;
13) Capacidade do ser humano focar-se, de forma contundente, somente em um estímulo por vez;
14) Utilizar pistas atencionais para recrutar a atenção dos estudantes que podem se configurar como gestos do professor;
15) Sugere-se exercitar a atenção desde a primeira infância, ainda que estruturas cerebrais responsáveis pelo mecanismo atencional tenham maturação biológica tardia;
16) A ocorrência de emoções positivas no decorrer de uma aula de matemática pode aumentar a adaptação do sujeito ao

contexto, potencializando a aprendizagem;
17) Necessidade de um nível ótimo de motivação para adequada regulação da atenção;
18) Minimizar fatores inibidores da atenção, tais como: distratores ambientais, emoções negativas e nível inadequado de motivação;
19) Correlação positiva entre condição econômica e eficiência da atenção seletiva;
20) Necessidade de minimizar a ocorrência de emoções negativas;
21) Mesclar a utilização de recursos didáticos que envolvam tecnologias com materiais de outros tipos;
22) A individualidade biológica dos indivíduos faz com que a aprendizagem ocorra de diferentes formas entre os sujeitos.

Fonte: elaboração do autor (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo apresentar indicadores qualitativos relacionados ao fenômeno atencional que podem ser utilizados no planejamento, na execução e na avaliação de aulas de Matemática. Para tanto, realizou-se uma metanálise qualitativa, cujo *corpus* foi constituído por 47 artigos científicos relacionados à Neurociência e Educação Matemática. Os estudos foram originados de três bancos de dados nos quais foi aplicada uma estrutura de busca em três idiomas. Em seguida, utilizou-se um conjunto de critérios de inclusão e exclusão para concluir a escolha dos estudos. Utilizou-se a Análise Textual Discursiva (ATD) como método de análise de dados.

Como principais resultados, obtiveram-se 22 indicadores associados ao fenômeno atencional, apresentados em um quadro com o objetivo de facilitar a sua visualização e



utilização por parte dos docentes. Acredita-se que essa investigação possa trazer contribuições para o campo da Educação Matemática, pois aprofunda a temática da Neurociência Cognitiva da atenção, e traz sugestões práticas que podem fazer parte do repertório do professor para planejamento, execução e avaliação de aulas de Matemática.

Sugere-se que os resultados desta pesquisa possam ser aplicados diretamente nas salas de aula de Matemática ou como subsídio teórico para realização de novos estudos que envolvam a atenção. Como perspectiva futura, acredita-se que possam ser realizadas pesquisas que tenham como foco analisar a eficiência da aplicação dos indicadores aqui expostos, a partir de desenhos metodológicos específicos.

No decorrer do estudo, encontraram-se limitações, que são inerentes ao processo de pesquisa. Poderiam ter sido utilizadas outras palavras-chave na estrutura de busca, outros bancos de dados, outros idiomas (alemão e francês, por exemplo) e outros critérios de inclusão e exclusão, gerando um *corpus* diferente. Contudo, ao finalizar este estudo, acredita-se que as sugestões aqui mencionadas possam trazer benefícios significativos para a aprendizagem de Matemática.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, K. B. Contribuições das neurociências para a educação matemática. In: CONVIBE-FORPRO. 1, 2019, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2019. p. 91-102.

ANZELIN, I.; MARÍN-GUTIÉRREZ, A.; CHOCONTA, J. Relación entre la emoción y los procesos de enseñanza aprendizaje. **Sophia**. Bogotá (Colômbia), v. 16, n. 1, p. 48-64, jan./jun., 2020.

BALANCHO, M. J.; COELHO, F. **Motivar os alunos - criatividade na relação pedagógica:** conceitos e práticas. Lisboa: Texto Editora, 1996.

BARROSO, J. *et al.* The challenges of searching for and retrieving qualitative studies. **Western Journal of Nursing Research**, v. 25, n. 2, p. 153-178, 2003.

BEAR, M.; CONNORS, B.; PARADISO, M. **Neurociências:** Desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BICUDO, M. A. V. Meta-análise: seu significado para a pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 9, edição temática, p. 7-20, 2014.

BLAKEMORE, S.; BUNGE, S. A. At the nexus of neuroscience and education. **Developmental Cognitive Neuroscience**. Pennsylvania (Estados Unidos), v. 2, n. 1, p. 51-55, 2012.

CAMBEROS, D. I. M.; MORA, E. M.; RAMÍREZ, S. P.; VALBUENA, L. P. A. Revisión sistemática: implicaciones de la memoria de trabajo en el neurodesarrollo y el aprendizaje. **Revista Iberoamericana de Educación**. Madrid (Espanha), v. 3, n. 4, p. 121-159, out./dez., 2020.

CORRÊA, J. Funções executivas e aprendizagem. In: **Neurociência e carreira docente**. Rio de Janeiro: Wak editora, 2019. p. 49-60.

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

COSTA, J. F. S. Jogos digitais e Matemática no Ensino Fundamental: uma revisão sistemática de literatura. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**. v. 17, n. 2, p. 159-170, 2024.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa:** escolhendo entre cinco abordagens. Porto Alegre: Penso, 2014.

DEMO, P. **Pesquisa e construção do conhecimento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

DIAS, C.; CRUZ, J. F.; FONSECA, A. M. Emoções: passado, presente e futuro. **Psicologia**. Lisboa, v. 22, n. 2, p. 11-31.



Edições Colibri, 2008.

DIAS, N.; SEABRA, A. G. Funções executivas: desenvolvimento e intervenção. **Temas sobre Desenvolvimento**. São Paulo, v. 19, n. 107, p. 206-212, 2013.

FARSANI, D.; BREDÁ, A.; SEBASTIÁ, G. S. ¿Cómo los gestos de los maestros afectan a la atención visual de las estudiantes durante el discurso matemático? **REDIMAT – Journal of Research in Mathematics Education**. Lisboa, v. 9, n. 3, p. 220-242, 2020.

FEILER, J. B.; STABIO, M. E. Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. **Trends in Neuroscience and Education**. Leimgrubenweg (Alemanha), v. 13, n. 1, p. 17-25, 2018.

FILIPIN, G. E. *et al.* POPNEURO: Relato de um Programa de Extensão que busca divulgar e popularizar a neurociência junto a escolares. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 6, n. 2, p. 87-95, jul./dez., 2015.

FONSECA, V. da. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**. São Paulo, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016.

GAZZANIGA, M.; HEATHERTON T. **Ciência Psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

GRANT, J. G.; SIEGEL, L. S.; D'ANGIULLI. From schools to scans: a neuroeducational Approach to comorbid math and reading disabilities. **Frontiers in Public Health**. United Kingdom (Londres), v. 8, n. 1, p. 1-25, 2020.

GUEDES, D. F.; BLANCO, M. B.; NETO, J. C. Discalculia: uma revisão sistemática de literatura nas produções brasileiras. **Educação Especial**. Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 1-16, jan./dez. 2016.

HARRIS, P. L. **Criança e emoção: O desenvolvimento da compreensão psicológica**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

JAEGGI, S. M.; SHAH, P. Neuroscience, learning, and educational practice—challenges, promises, and applications. **AERA Open**. Washington (Estados Unidos), v. 4; n. 1, p. 1-5, 2018.

LIMA, R. F. de. Compreendendo os mecanismos atencionais. **Revista Ciências e Cognição**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 113-122, 2005.

LIMA, V. M. R.; RICHTER, L. Metanálise como possibilidade para a pesquisa na área da educação. In: LIMA, V. M. R.; HARRES, J. B. S.; PAULA, M. C. de (org.) **Caminhos da pesquisa qualitativa no campo da educação em ciências: pressupostos, abordagens e possibilidades**. 1ª. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2017. p. 127-133.

LOPES, A. L. M.; FRACOLLI, L. A. Revisão Sistemática de Literatura e Metassíntese Qualitativa: considerações sobre sua aplicação na pesquisa em enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 771-778, out./dez. 2008.

MALLOY-DINIZ, L. F.; DIAS, Natália Martins. **Funções Executivas: Modelos e Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Pearson, 2020.

MENON, V. Developmental cognitive neuroscience of arithmetic: implications for learning and education. **ZDM**, v. 42, n. 6, p. 515-525, 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. Rio Grande: Unijuí, 2011.

MOURA-SILVA, M. G.; NETO, J. B. T. GONÇALVES, T. O. Bases neurais da ansiedade matemática: implicações para o processo de ensino-aprendizagem. **BOLEMA**. Rio Claro/SP, v. 34, n. 66, p. 246-267, abr. 2020.

MOURÃO-JUNIOR, C. A.; FARIA, N. C. Memória. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.



28, n. 4, p. 780-788, out./dez. 2015.

MURRAY, E. **Motivação e emoção**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1986.

OLIVEIRA, G. G. de. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Revista Educação Unisinos**. São Leopoldo, v. 18, n. 1, p. 13-24, jan./abr. 2014.

PFROMM, S. N. **Psicologia da aprendizagem e do ensino**. São Paulo: EPU, 1987.

PUEBLA, R.; TALMA, M. P. Educación y neurociências: la conexión que hace falta. **Estudios Pedagógicos**. Valdivia (Chile), v. 37, n. 2, p. 379-388, 2011.

RAMOS, D. K.; ANASTÁCIO, B. S.; JACOB, C. M.; CARREIRA, M. O. A atenção dos alunos em sala de aula: um estudo com professores do Ensino Fundamental. **Revista Práxis Educacional**, v. 15, n. 33, p. 320-337, jul./set. 2019.

RIESGO, R. S. Anatomia da aprendizagem. Anatomia da aprendizagem. In: ROTTA, N. T; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. **Transtornos da aprendizagem: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar**, Porto Alegre: Artmed 2016. Cap 2. p. 9-27.

SILVA, J. B. L.; MOURA, R. J.; WOOD, G.; HAASE, V. G. Processamento fonológico e desempenho em aritmética: uma revisão da relevância para as dificuldades de aprendizagem. **Temas em Psicologia**. São Paulo, v. 23, n. 1, p. 157-173, 2015.

SILVA, L. P.; FONSECA, L. S. Analysis of textbooks of mathematics in relation to the disposition of tasks in the light of attention as a neurocognitive mechanism. **Acta Scientiae**. Canoas (Brasil), v. 21, n. 4, p. 160-173, 2019.
SIMÕES, E. M. S.; NOGARO, A. **Neurociência Cognitiva para Educadores: aprendizagem e prática docente no século XXI**. Curitiba: CRV, 2016.

STEVENS, C.; BAVELIER, D. The role of selective attention on academic foundations: a

cognitive neuroscience perspective.

Developmental Cognitive Neuroscience. Pennsylvania (Estados Unidos). v. 2, n. 1, p. 530-548, 2012.

SULLIVAN, J. V. Learning and embodied cognition: a review and proposal. **Psychology: Learning and Teaching**. Toledo (Estados Unidos), v. 17, n. 2, p. 128-143, 2018.

ZARDO, A. L.; SCHROEDER, T. M. R. Educação e Neurociências: uma revisão de literatura sobre funções executivas. **Concilium**. v. 23, n. 2, p-318-328, fev. 2023.

