

Conexões entre Neurociência e Educação Matemática: uma revisão bibliográfica

Connections between Neuroscience and Mathematics Education: a literature review

Valdeir Miatello

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS
miatellovaldeir@gmail.com

Gilmar Praxedes

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS
gpraxisd@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem como objetivo mapear as pesquisas que estabelecem uma conexão entre Neurociência e Educação Matemática, publicados em periódicos cadastrados na Plataforma Qualis-Sucupira no período de 2015-2020. Como procedimento metodológico foram selecionados os periódicos utilizando a palavra-chave “matemática” na área de Ensino com classificação A1, A2, B1 e B2. Posteriormente, em cada periódico foi utilizada a ferramenta de busca com a palavra-chave “neurociência”. Como resultado, foram encontrados 28 periódicos e 27 artigos. Após leitura prévia, foram selecionados 15 artigos que foram detidamente analisados, sendo apresentado neste texto um breve comentário sobre cada um deles. A análise dos artigos indica que ainda existem poucos estudos voltados à articulação das reflexões e descobertas da neurociência às pesquisas em educação matemática. Isto revela que a articulação entre as duas áreas é um campo aberto à investigação.

Palavras-chave: neurociência; matemática; ensino.

Abstract

This work aims to map the researches that establish a connection between Neuroscience and Mathematics Education, published in journals registered in the Qualis-Sucupira Platform in the period 2015-2020. As a methodological procedure, periodicals were selected using the keyword “mathematics” in the area of Education with classification A1, A2, B1 and B2. Subsequently, in each journal, the search tool with the keyword “neuroscience” was used. As a result, 28 journals and 27 articles were found. After a previous reading, 15 articles were selected and analyzed in detail, and a brief comment on each of them is presented in this text. The analysis of the articles indicates that there are still few studies aimed at articulating the reflections and discoveries of neuroscience with research in mathematics education. This reveals that the articulation between the two areas is an open field for investigation.

Key words: neuroscience; mathematics; teaching

Introdução

Por muito tempo os estudos relacionados à neurociência ficaram restritos ao campo da medicina e da neurologia. Nos últimos dez anos, porém, têm sido cada vez mais exploradas as relações entre os conhecimentos neurocientíficos e a educação, abrindo caminho para cursos de especialização na área de neurociência aplicada à educação e à proliferação de estudos que buscam compreender os mecanismos cerebrais envolvidos no processo de aprendizagem.

No que se refere à área de educação matemática as pesquisas ligadas ao campo da neurociência são ainda mais recentes, proporcionando uma gama de possibilidades de investigação. Diante disso, surgiram os seguintes questionamentos: Existem artigos que abordam as conexões entre neurociência e ensino da matemática? Qual a quantidade de artigos publicados em periódicos que estabelecem essa conexão? Quais temas de educação matemática estão sendo relacionados ao conhecimento neurocientífico em periódicos brasileiros?

No intuito de responder esses questionamentos empreendeu-se uma revisão dos trabalhos que buscaram uma articulação entre as reflexões da educação matemática e as descobertas da neurociência. Como critério metodológico, os artigos foram selecionados a partir de uma busca em periódicos cadastrados na Plataforma Sucupira no sistema Qualis-Periódicos da CAPES com classificação A1, A2, B1 e B2. Ao utilizar a palavra-chave “matemática” na área de ensino foram encontrados 27 periódicos em português, conforme explicitado na tabela 1. Em seguida, na página de cada periódico, foi utilizada a palavra-chave “neurociência” para filtrar os artigos publicados entre 2015 e 2020 e que tivessem no título, tema ou palavra-chave alguma relação com os estudos neurocientíficos. Foram encontrados 27 artigos.

Tabela 1: Área de avaliação: Ensino

Revista	Classificação	Artigos
Educação Matemática em Revista	A2	04
Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática	A2	01
Revista Eletrônica de Educação Matemática	A2	01
Boletim Online de Educação Matemática	B1	01
Perspectivas da Educação Matemática	B1	02
Revista Brasileira de História da Matemática	B1	01
Revista Paranaense de Educação Matemática	B1	01
Caminhos da Educação Matemática em Revista	B2	13
Revista de Matemática, Ensino e Cultura	B2	01
Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática	B2	01
Tendências em Matemática Aplicada e Computacional	B2	01

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados disponibilizados pela plataforma Sucupira.

Dentre os artigos encontrados, quatro faziam apenas breves alusões às pesquisas da neurociência, enquanto os demais exploravam as possibilidades de articular os resultados dessa área à educação matemática. É sobre estes últimos que se apresenta a seguir um breve relato. De antemão constata-se que, se comparada à busca com palavras-chave resolução de problemas ou modelagem matemática, por exemplo, a quantidade de artigos que tratam do tema ainda é mínima e a área de estudos ainda é incipiente. A busca com modelagem matemática como parâmetro, apenas no Boletim de Educação Matemática, retorna um total de 115 artigos; com resolução de problemas, o retorno é de 301 artigos.

Ressalta-se que este trabalho não se propôs a abordar todas as pesquisas realizadas em torno do tema e tampouco tem a intenção de realizar uma análise crítica das publicações. Entende-se, no entanto, que as pesquisas em neurociências podem contribuir para impulsionar o aprendizado dos estudantes e apresentar estratégias para estimular as sinapses de cada estágio da aprendizagem de conceitos matemáticos.

Revisão de artigos

Na pesquisa foi encontrado apenas um dossiê completo dedicado ao tema da neurociência, organizado em 2016 na revista **Caminhos da educação matemática em revista**, com o título “O PROTAGONISMO DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA” e que contou com um total de dez artigos. No editorial, os organizadores afirmam que, ainda que os estudos a respeito do cérebro estejam presentes ao longo da história humana, foi na década de 1990 que os estudos proliferaram e possibilitaram uma maior compreensão a respeito do cérebro humano. Apesar de todos os estudos, demonstrou-se que ainda existe muito a se pesquisar e que a aprendizagem é um tema importante para entender as potencialidades do cérebro.

Nesse dossiê, o artigo **Desenvolvimento da aprendizagem matemática: relações neurobiológicas esperadas pelo Sistema Nervoso Central**, escrito por Fonseca tem como objetivo “[...] promover a mobilização e sensibilização iniciais da atenção dos leitores para refletirem sobre seus próprios conhecimentos e concepções acerca do desenvolvimento da aprendizagem matemática (DAM) considerando os resultados das pesquisas fundamentadas na Neurociência Cognitiva [...]” (FONSECA, 2016, p. 14). O autor parte das caracterizações das relações neurobiológicas esperadas pelo sistema nervoso central para depois apresentar alguns exemplos didáticos para a utilização do que, para ele, seriam estímulos ambientais adequados. Por fim, o artigo conclui refletindo sobre a necessidade de mudança curricular para proporcionar na educação básica o desenvolvimento de uma aprendizagem matemática mais dinâmica e menos excludentes.

No texto **Contribuições de neurociências à formação de professores: mediando transtornos e dificuldades de aprendizagem**, escrito por Silva e Morino (2016) a proposta é “[...] contribuir com êxito à formação de professores, através da análise das contribuições de neurociências a esta finalidade, à conclusão de diagnósticos corretos, tratamentos e a estratégias de ensino adequadas aos Transtornos e Dificuldades de Aprendizagem [...]” (SILVA; MORINO, 2016, p. 45). Na primeira parte do artigo é apresentada a neurociência e as possibilidades de utilização de seus pressupostos nas práticas educativas. Na sequência, são discutidas as relações entre cognições e escolaridade, o papel da linguagem, os transtornos de aprendizagem para, por fim, refletir sobre as contribuições da neurociência à formação de professores e o papel do neuroeducador na educação inclusiva.

Já em **Dificuldade em matemática ou TEA? entendendo a aprendizagem neurocientificamente** de Sales, Nascimento e Piovesan (2016) buscam “[...] compreender a

diferença entre as dificuldades em matemática e a discalculia, caracterizada como um transtorno específico de aprendizagem (TEA), entendendo ambas do ponto de vista neurocientífico [...]” (SALES; NASCIMENTO; PIOVESAN, 2016, p. 86). Os autores apresentam as dificuldades matemáticas, discutem as relações entre discalculia e neurociência cognitiva e concluem que há muitas diferenças entre a dificuldade na aprendizagem de matemática e a discalculia. A principal delas reside no fato de que as dificuldades são adquiridas por inúmeros fatores no decorrer do processo de aprendizagem, enquanto a discalculia se trata de um transtorno neurológico congênito.

O artigo **Fundamentos de neurociência cognitiva para a compreensão da relação ensino-aprendizagem em Matemática** escrito por Maio (2015) discute os obstáculos metodológicos que interferem na aprendizagem da matemática em sala de aula. O autor apresenta desde o conhecimento genético, memórias e conexões neurais para depois mostrar como os símbolos matemáticos são processados no cérebro e os principais obstáculos para a aprendizagem matemática.

Silva e Fonseca (2016) escreveram **Princípios neuroquímicos da aprendizagem matemática: o caso das razões trigonométricas no triângulo retângulo apresentadas em livros didáticos** refletindo sobre o aprendizado das razões trigonométricas e os mecanismos neuroquímicos envolvidos nesse processo. Os autores apresentam primeiramente uma fundamentação teórica, abordando a comunicação entre os neurônios e o fortalecimento das redes neurais e efetivação da aprendizagem. Depois, analisam dois livros didáticos para tratar da aprendizagem das razões trigonométricas no triângulo retângulo. O artigo conclui que é necessário que os livros didáticos estimulem as estruturas neurais a fim de que o aprendizado seja efetivo.

No ano de 2015, Gomes e Alencar publicaram **A musicalidade na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental: conversando sobre o sistema de numeração decimal**, com o objetivo de refletir sobre o uso da música como estratégia de ensino da matemática. O artigo parte de uma explicitação a respeito do sistema de numeração decimal, depois apresenta discussões a respeito dos conceitos de musicalização e musicalidade para, por fim, refletir sobre as aproximações entre neurociência e matemática e seus desdobramentos em sala de aula, à luz da teoria antropológica do didático. Após a parte de análise, as autoras concluem que os estudos a respeito da cognição matemática no campo da neurociência, podem contribuir com a melhoria do processo de transposição didática.

Em 2016, Gomes e Manrique publicaram o artigo **A musicalidade para estimulação da atenção voluntária de cálculos mentais (educação matemática inclusiva)**. As autoras apresentam um estudo de caso em que analisaram as percepções de uma professora a respeito do processo de Musicalidade como “[...] estratégia educacional de estimulação à Atenção Voluntária enquanto mecanismo das funções executivas, na realização de cálculos mentais da matemática” (GOMES; MANRIQUE, 2016, p. 121). Inicialmente, o texto reflete sobre educação inclusiva e os processos cognitivos que envolvem as habilidades matemáticas. Em seguida, são apresentadas fundamentações teóricas a respeito do conceito de atenção e musicalidade. O artigo apresenta ainda a metodologia utilizada e a análise dos dados, concluindo que a musicalidade pode ser utilizada como estratégia para a aprendizagem matemática e que as propostas curriculares deveriam ser atualizadas, a fim de que as funções executivas sejam potencializadas (GOMES; MANRIQUE, 2016, p. 141).

No artigo **Jogos matemáticos e etnomatemática: paralelismo entre tendências metodológicas da educação matemática à luz da neurociência cognitiva** os autores Silva et al (2017) empreendem um paralelo entre duas importantes linhas de investigação da educação matemática, jogos matemáticos e etnomatemática. Os autores primeiro caracterizam os jogos

matemáticos à luz da neurociência cognitiva; depois, abordam o sistema sensorial na perspectiva da etnomatemática; por último apresentam a análise e concluem que o conhecimento do sistema sensorial pode constituir-se como ferramenta importante para o professor.

Powell (2018) publicou o texto **Melhorando a epistemologia de números fracionários: uma ontologia baseada na história e neurociência**, em que empreende uma reflexão sobre a importância, no meio acadêmico e social, do conceito de fração e como tornar este conhecimento acessível aos alunos. No decorrer do texto, o autor analisa as representações das frações nos livros didáticos, as perspectivas históricas das frações e o conceito de frações segundo a neurociência. Finalizando sua reflexão, o autor apresenta algumas sugestões e defende ideia de que é necessário que o ensino de números fracionário seja revisto à luz dos estudos da Educação Matemática, da Ciência Cognitiva e da Neurociência

Em 2018, foi publicado o artigo **Olhar sem os olhos e as matrizes: conexões entre a educação matemática e a neurociência** com a proposta refletir sobre a formação de professores de matemática para inclusão de estudantes cegos. Inicialmente o autor apresenta os blocos de Luria e sua relação com a educação matemática, relatando a seguir os resultados da pesquisa empírica, com a apresentação dos materiais didáticos utilizados para trabalhar matrizes e determinantes com alunos cegos. O artigo conclui apontando a importância da formação de professores para o trabalho com a diversidade e inclusão.

O artigo **Educação estatística e felicidade: reflexão sobre suficiência para uma vida saudável e sustentável para o planeta**, publicado em 2019 por Novaes e Silva, tem como base um projeto de Estatística elaborado com o objetivo de: “[...] criar atividades que permitam trabalhar conteúdos curriculares de Estatística e aspectos da Formação Interdimensional de maneira transdisciplinar, aplicar e observar quais habilidades, de conteúdos específicos ou socioemocionais, foram construídas ou beneficiadas com esta escolha didática” (NOVAES; SILVA, 2019, p.1). Os autores apresentam como fundamentação teórica as relações entre Neurociência e Educação Socioemocional, as potencialidades educacionais e as necessidades humanas essenciais. Os resultados da pesquisa indicam que a combinação entre a análise exploratória de dados e os conhecimentos da neurociência podem subsidiar atividades pedagógicas que propiciem o aprendizado de conceitos e técnicas estatísticas em uma perspectiva interdisciplinar.

Em 2019, Samá e Fonseca publicaram o texto **Projetos de aprendizagem sob as lentes da neurociência cognitiva: possibilidade para a construção de conceitos estatísticos**, que discute como conhecimentos da neurociência cognitiva sobre o processo de aprendizagem podem subsidiar o professor de estatística na formulação de estratégias didáticas. São apresentadas as relações entre neurociência cognitiva e educação, os projetos de aprendizagem e a construção dos conceitos estatísticos e o desenvolvimento de projetos de aprendizagem sob a luz da neurociência. Uma das conclusões a que chega o artigo se refere à possibilidade de favorecer a aprendizagem a partir da exploração das funções cognitivas.

O texto **Educação Matemática inclusiva à luz da neurociência** também foi publicado no ano de 2019. Escrito por Santos et al (2019), o objetivo é “[...] contribuir para a prática docente dos educadores matemáticos que trabalham com acessibilidade e inclusão”. (SANTOS ET AL, 2019, p. 136). Os autores discutem as contribuições da neurociência para a educação matemática inclusiva e depois apresentam as vivências de práticas inclusivas em sala de aula. Uma das conclusões do texto é a necessidade de que professores possuam o máximo de informação possível sobre os distúrbios para que possam utilizar práticas pedagógicas inclusivas.

Ainda em 2019, foi publicado o artigo **Conexões entre formação docente, neurociência e inclusão de estudantes cegos em escolas do Ensino Médio em Rio Branco – Acre** por Bandeira, Ghedin e Bezerra (2019). O objetivo do artigo é “[...] identificar e utilizar espaços físicos, tempos, conceitos e praxis pedagógica mediada pelos processos cognitivos da reflexão, no contexto da Formação Inicial de Docentes de Matemática, com a possibilidade da construção de saberes para incluir cinco estudantes cegos [...]” (BANDEIRA; GHEDIN; BEZERRA, 2019, p. 224). Os autores inicialmente apresentam os blocos de Luria e recursos didáticos táteis e depois refletem sobre a pesquisa-ação colaborativa como prática integradora. Na conclusão, a pesquisa aponta [...] a necessidade de criar uma política universitária que implique mudanças no currículo da formação para que as disciplinas de inclusão constem como ofertas a partir do primeiro ano de curso [...]” (BANDEIRA; GHEDIN; BEZERRA, 2019, p. 238).

Por fim, encontramos o artigo **A neurociência e a história das frações** publicado por Almeida (2020) e que visa “[...] investigar como o cérebro processa as frações, sejam elas simbólicas ou não” (ALMEIDA, 2020, p. 51). São apresentados a Lei de Weber-Fechner, os sistemas de representação de valores numéricos, a história das frações, a forma como os povos antigos processavam as frações e também como o cérebro processa as frações. Tais reflexões serviram como suporte para argumentar a necessidade de mudança na forma como são ensinados os conceitos de frações de acordo com as formas como o cérebro processa as frações.

Conclusão

Neste trabalho de revisão constatou-se que ainda existem poucos estudos que relacionam os conhecimentos da neurociência à educação matemática. Com apenas um dossiê dedicado ao tema, houve a reunião de alguns trabalhos; fora do dossiê poucas revistas publicaram artigos que se relacionem à neurociência.

Encontramos, ainda, artigos que tratam de estudo a respeito de síndromes neurológicas ou que abordam conhecimentos neurocientíficos alheios à questão matemática ou questões matemáticas não relacionadas à neurociência, especificamente. Tais artigos foram excluídos desta revisão.

Finalizando, pode-se inferir a partir da amostra analisada que a articulação dos resultados da neurociência às pesquisas em educação matemática ainda é muito tímida, carecendo de estudos teóricos e empíricos. Não encontramos, por exemplo, artigos que estudam a relação entre a resolução de problemas, letramento matemático e os conhecimentos neurocientíficos, assim como o desenvolvimento de estratégias para estimular as sinapses de cada estágio da aprendizagem ainda não são bem incipientes. Assim, a aproximação entre as duas áreas é um campo aberto à investigação.

Referências

ALMEIDA, Manoel de Campos. A neurociência e a história das frações. **Revista Brasileira de História da Matemática**, v. 20, n. 39, p. 51–62, 2020.

BANDEIRA, Salette M. Chalub; GHEDIN, Evandro L.; BEZERRA, Simone M. C. Bandeira. Conexões entre formação docente, neurociência e inclusão de estudantes cegos em escolas do Ensino Médio em Rio Branco – Acre. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 24, n. 65, p. 224-240, set./dez. 2019.

BANDEIRA, Salete M. Chalub. Olhar sem os olhos e as Matrizes: conexões entre a educação matemática e a neurociência. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 11, n. 27, 2018.

FONSECA, Laerte. Desenvolvimento da Aprendizagem Matemática: relações neurobiológicas esperadas pelo Sistema Nervoso Central. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 2, 2015.

FONSECA, Laerte; COSTA, Maria A. Editorial. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 2, 2015.

GOMES, Hérica Cambraia; ALENCAR, Edvonete S. A Musicalidade na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: conversando sobre o sistema de numeração decimal. **BoEM**. Joinville, v.3. n.5, p. 18-32, ago./dez. 2015

GOMES, Hérica Cambraia; MANRIQUE, Ana L. A musicalidade para estimulação da atenção voluntária de cálculos mentais (educação matemática inclusiva). **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v.5, n.9, p.121-146, jul.-dez. 2016.

MAIO, Waldemar de. Fundamentos de Neurociência Cognitiva para a compreensão da relação ensino-aprendizagem em Matemática. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 2, 2015.

NOVAES, Diva Valério; SILVA, Vanessa Maciel Mangelot. Educação estatística e felicidade: reflexão sobre suficiência para uma vida saudável e sustentável para o planeta. **REVEMAT**, Florianópolis, v.14, p.1-21, 2019.

POWELL, Arthur B. Melhorando a Epistemologia de Números Fracionários: uma Ontologia baseada na História e Neurociência. **REMATEC**, ano 13, n. 29, set./dez. 2018.

SALES, Tâmara R. Reis; NASCIMENTO, Ester Fraga Vilas-Bôas Carvalho do; PIOVESAN, Angélica de Fátima. Dificuldade em matemática ou TEA? entendendo a aprendizagem neurocientificamente. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 2, 2015.

SAMÁ, Suzi.; FONSECA, Laerte. Projetos de aprendizagem sob as lentes da neurociência cognitiva: possibilidade para a construção de conceitos estatísticos. **REVEMAT**, Florianópolis, v.14, p.1-16, 2019.

SANTOS, Melina N. et al. Educação Matemática inclusiva à luz da neurociência. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 24, n. 64, p.136-147, set./dez. 2019.

SILVA, Kleyfton S.; FONSECA, Laerte. Princípios Neuroquímicos da Aprendizagem Matemática: o caso das razões trigonométricas no triângulo retângulo apresentadas em livros didáticos. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 2, 2015.

SILVA, Fiderisa da; MORINO, Carlos R. Ibañez. Contribuições de neurociências à formação de professores: mediando transtornos e dificuldades de aprendizagem. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 2, 2015.

SILVA, Luciano Pontes da. et al. Jogos matemáticos e etnomatemática: paralelismo entre tendências metodológicas da educação matemática à luz da neurociência cognitiva. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 7, n. 2, 2017.