

Bmeti para a oficina Contribuições da Neurociência Cognitiva para o desenvolvimento do Conhecimento Especializado do professor que ensina matemática

Contributions of Cognitive Neuroscience to the development of Specialized Knowledge of Mathematics Teachers

Etienne Lautenschlager¹ • Francisco Djnnathan da Silva Gonçalves²

Resumo: A melhoria da educação envolve uma série de fatores interdependentes, como a infraestrutura escolar, a motivação discente, a gestão eficiente dos recursos disponíveis, a inclusão educacional, a aplicação adequada das tecnologias educacionais, a valorização da pesquisa científica e a erradicação da violência no ambiente escolar. Contudo, estudos na área de educação matemática demonstram que, entre os fatores controláveis, o conhecimento do professor é o que exerce o maior impacto sobre o aprendizado dos alunos, sendo, portanto, um dos focos primordiais na formação docente. Adicionalmente, os avanços no campo da neurociência cognitiva têm elucidado como o entendimento das funções cerebrais pode ser aplicado para otimizar o processo de aprendizagem. Neste contexto, propomos, por meio de tarefas voltadas para os anos finais do ensino fundamental, a integração do conhecimento em educação matemática com os avanços da neurociência cognitiva, com o intuito de promover uma reflexão crítica sobre as especificidades do conhecimento docente e suas implicações no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Neurociência Cognitiva. Formação de professores. Conhecimento especializado do professor.

Abstract: Improving education involves a series of interdependent factors, such as school infrastructure, student motivation, efficient management of available resources, educational inclusion, appropriate application of educational technologies, valorization of scientific research, and eradication of violence in the school environment. However, studies in the area of mathematics education show that, among the controllable factors, teacher knowledge is the one that has the greatest impact on student learning, and is therefore one of the primary focuses in teacher training. Additionally, advances in the field of cognitive neuroscience have elucidated how understanding brain functions can be applied to optimize the learning process. In this context, we propose, through tasks aimed at the initial years of elementary school, the integration of knowledge in mathematics education with advances in cognitive neuroscience, with the aim of promoting critical reflection on the specificities of teacher knowledge and its implications in the teaching-learning process.

Keywords: Cognitive Neuroscience. Teacher training. Teacher's specialized knowledge.

1. Introdução

Este trabalho faz parte de uma proposta de Formação de Professores vinculada a um projeto mais amplo, desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no estado do Rio Grande do Norte, coordenado pela primeira autora e financiado pelo Itaú Social em parceria com o Ministério da Educação (MEC). Após apresentar o contexto em que essa proposta foi elaborada, destacamos nossa intenção de realizar uma oficina com o objetivo de desenvolver as especificidades do conhecimento dos professores, alinhando-o aos avanços da neurociência cognitiva.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte • Natal, RN — Brasil • ✉ etienne.lautenschlager@ufrn.br •

² Instituto Federal do Rio Grande do Norte • São Paulo do Potengi, RN — Brasil • djnnathan.goncalves@escolar.ifrn.edu.br •



Segundo Simplicio e Haase (2022), a educação se consolidou como um dos pilares principais do desenvolvimento nas sociedades pós-Revolução Industrial. Nesse contexto, o desempenho matemático surge como um fator central para o progresso das sociedades na era moderna. A importância do estudo da matemática é inquestionável, pois ela está no coração da ciência e da tecnologia, influenciando diretamente o desempenho econômico das nações desde a Antiguidade (OCDE, 2010). Diversos estudos internacionais apontam que, a longo prazo, o baixo desempenho em matemática está associado a várias consequências negativas, como: (i) redução na produção de riqueza (Beddington et al., 2008), (ii) dificuldades no acesso ao mercado de trabalho (Parsons e Bynner, 1997) e (iii) problemas de saúde (Woloshin et al., 2001). Embora o Brasil tenha uma participação significativa na economia global (World Bank, 2020), uma grande parte de seus estudantes se encontra nos níveis mais baixos de desempenho em matemática, com apenas 1% dos alunos brasileiros alcançando o nível 5 ou superior, um índice bem abaixo da média de 11% dos países da OCDE (OECD, 2019).

Se desejamos promover mudanças na qualidade da aprendizagem matemática dos alunos, enquanto formadores de professores que ensinam matemática, é fundamental repensar as oportunidades de aprendizagem que oferecemos na formação inicial ou continuada. Continuar a adotar as mesmas práticas (matematicamente) e esperar resultados diferentes é, no mínimo, incoerente.

Investigações, como as de Montes et al. (2019), indicam que a criação de tarefas que ajudem (futuros) educadores a construir conhecimento profissional é uma área pouco explorada na formação docente. Estudos recentes em neurociência cognitiva demonstram que compreender as bases cerebrais da aprendizagem pode informar práticas pedagógicas mais eficazes (Dehaene, 2011).

Na formação de professores, a falta de incorporação dos avanços da neurociência cognitiva limita tanto as estratégias pedagógicas quanto a compreensão do desenvolvimento cognitivo dos alunos. Isso contribui para uma aprendizagem mais eficaz e equitativa, motivando a comunidade educacional, uma vez que o cérebro é o principal mecanismo de aprendizagem.

Diante desse cenário, a relevância do tema é evidente. Essa iniciativa fomentará um ambiente de aprendizagem que estimule discussões sobre ferramentas e estratégias, permitindo que os educadores elaborem e adaptem suas aulas às diversas necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Essa abordagem não só contribui para a formação de



profissionais reflexivos e inovadores na educação matemática, mas também impacta positivamente o aprendizado dos estudantes, promovendo um ensino mais eficaz e inclusivo.

Nesta oficina, a partir de tarefas voltadas para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, focadas em frações, discutiremos como os estudos da neurociência cognitiva podem ser aplicados ao ensino da matemática. Também refletiremos sobre a importância do conhecimento especializado do professor (Carrillo et al., 2013) não apenas para resolver essas tarefas, mas para proporcionar aos alunos uma compreensão mais profunda das soluções e suas inter-relações.

2. Conhecimento matemático especializado do professor de matemática e Neurociência cognitiva

Este projeto baseia-se em pressupostos da Neurociência Cognitiva, Educação Matemática e formação de professores, destacando a qualidade da docência como fator essencial para o desempenho dos alunos. Pesquisas indicam que o professor é peça-chave na educação (Lautenschlager; Ribeiro, 2014).

O avanço das ciências do cérebro pode contribuir para a formação docente, esclarecendo a aprendizagem como um fenômeno complexo. Assim, promovemos o diálogo entre Neurociência Cognitiva e Educação Matemática, destacando seu impacto na formação de professores de matemática.

Baseando-nos em estudos de Ball, Thames e Phelps (2008) e Carrillo et al. (2013), defendemos que, para ensinar, não basta apenas conhecer a matéria. Existe um conhecimento específico necessário para ensinar Matemática, que inclui a percepção dos diferentes estilos de aprendizagem, as necessidades e fragilidades dos alunos, além de um repertório de definições, interpretações, propriedades de conceitos e justificativas para procedimentos algorítmicos.

A literatura sobre desenvolvimento profissional docente apresenta diversos modelos, sendo um dos mais completos o "Mathematics Teacher's Specialized Knowledge" (MTSK), proposto por Carrillo e colaboradores. Esse modelo analisa o conhecimento especializado de professores de matemática, levando em consideração os avanços de modelos anteriores (Ball, Thames, Phelps, 2008; Shulman, 1986) e buscando superar suas limitações (Carrillo et al., 2013; Escudero et al., 2012). O MTSK é composto por três domínios: conhecimento matemático, conhecimento pedagógico do conteúdo e crenças e concepções sobre matemática e seu ensino. O conhecimento matemático é subdividido em três áreas: conhecimento de



tópicos (KoT), conhecimento da estrutura matemática (KSM) e conhecimento sobre matemática (KAM). Já o conhecimento pedagógico do conteúdo se divide em conhecimento do ensino de Matemática (KMT), conhecimento das características de aprendizagem de Matemática (KFLM) e conhecimento das normas da aprendizagem de Matemática (KMLS).

Considerando a importância do cérebro no processo de aprendizagem, a conexão entre Neurociência e Educação se torna evidente. Diversas instituições de pesquisa têm apoiado estudos que investigam a relação entre cérebro e processos de aprendizagem. A neurociência cognitiva é um campo interdisciplinar em que pesquisadores de diferentes áreas colaboram com educadores para identificar métodos e técnicas que aprimorem a aprendizagem. Esse campo examina processos fundamentais relacionados à aprendizagem, metacognição, controle cognitivo e flexibilidade, além das experiências sociais e emocionais dos indivíduos (Antonopoulou; Gkintoni, 2023).

Pesquisas têm mostrado que o processamento visual das ideias matemáticas pode ajudar a explicar por que professores que utilizam a matemática visual e fazem uso consciente de determinados materiais conseguem melhorar o desempenho dos alunos, não apenas no ensino fundamental, mas também no ensino médio e na universidade.

3. Um exemplo de tarefa a ser proposta

Diversas investigações apontam que o conhecimento conceitual dos estudantes sobre frações é limitado, frequentemente restringindo-se ao domínio de procedimentos aritméticos memorizados, sem compreensão profunda dos conceitos subjacentes (Ball, 1990; Silveira; Silva, 2013).

As frações são bem conhecidas por constituírem um obstáculo para crianças do ensino fundamental. Por exemplo, ao multiplicar frações, o procedimento consiste na multiplicação dos numeradores e dos denominadores. No entanto, ao somar frações, não se pode simplesmente somar numeradores e denominadores, sendo necessário identificar denominadores comuns para realizar a soma dos numeradores. A divisão de frações, por sua vez, segue um conjunto distinto de regras. Embora a maioria dos estudantes consiga realizar os cálculos, poucos são capazes de explicar o significado subjacente à divisão de frações (Luo; Lo; Leu, 2011). Esse fenômeno reflete uma tendência de que o conhecimento docente frequentemente seja mais procedimental do que conceitual, indicando a necessidade de uma abordagem pedagógica que favoreça a compreensão profunda dos conceitos matemáticos em



vez da mera aplicação de algoritmos (Sharon; Swarthout, 2014). Outro problema é ver as frações apenas como parte de uma pizza, de uma torta ou de um retângulo, construindo a ideia de que a fração é parte de um todo. Entender as dificuldades no aprendizado de frações parece absolutamente crucial, pois elas podem levar à ansiedade matemática e afetar as oportunidades de maior engajamento em matemática e ciência (Gabriel et al., 2013).

Tarefa: Dividindo frações (em dupla)

Pense sobre como você pode representar *visualmente* essa divisão $1 \div \frac{2}{3}$

- (a) O que os desafiou nessa tarefa?
- (b) Escreva uma explicação de como vocês conseguiram chegar ao resultado. (KPM)
- (c) Que respostas poderão apresentar alunos do 5º ano? Quais dificuldades dos alunos?
- (d) Qual o objetivo de aprendizagem matemática que se persegue com a tarefa?
- (e) Qual habilidade da BNCC associada à tarefa? (KMLS)

A tarefa que aqui se apresenta tem por objetivo é incentivar os professores a visualizarem conceitos matemáticos (KOT), proporcionando uma abordagem reflexiva e prática sobre como ensinar conceitos matemáticos de maneira mais visual e compreensível para os alunos. Ao refletir sobre o conceito de $1 \div \frac{2}{3}$ visualmente, os professores poderão entender melhor as dificuldades que os alunos podem enfrentar. Essa tarefa oferece uma oportunidade para os professores discutirem em grupos e colaborarem na resolução do problema, permitindo que compartilhem estratégias de ensino (KMT) e aprendam uns com os outros, enriquecendo suas práticas pedagógicas, uma vez que, ao verem como diferentes representações visuais podem levar a diferentes soluções, os professores aprendem a ser mais criativos em sua prática maximizando a qualidade das discussões e das aprendizagens.

4. Alguns comentários

Na formação de professores, a falta de incorporação dos avanços da neurociência cognitiva limita tanto as estratégias pedagógicas quanto a compreensão do desenvolvimento cognitivo dos alunos. Continuar a adotar as mesmas práticas tradicionais e esperar resultados diferentes é, no mínimo, incoerente. Para que possamos realmente transformar o ensino da matemática, os professores precisam desenvolver um conhecimento especializado, que vai além do domínio da matéria em si.

5. Agradecimentos



O trabalho apresentado neste texto é parte do projeto “*Mente, Cérebro e Conhecimento: Rumo a Práticas Especializantes e Inovadoras para/na Formação de professores de matemática*”, aprovado pelo Edital: Matemática nos anos finais do ensino fundamental em escolas da rede pública, 2024, financiado pelo ITAU SOCIAL em parceria com o MEC.

Referências

BALL, D.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: what makes it special? *Journal of Teacher Education*, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.

BEDDINGTON, J. et al. The mental wealth of nations. *Nature*, v. 455, n. 7216, p. 1057-1060, 2008.

CARRILLO, J. et al. Determining specialised knowledge for mathematics teaching. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 8., 2013, Antalya. *Proceedings of CERME 8*. Antalya: ERME, 2013. p. 2985-2994.

DEHAENE, S. *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. 2nd ed. New York, NY: Oxford University Press, 2011.

GABRIEL, F. et al. A componential view of children’s difficulties in learning fractions. *Frontiers in Psychology*, v. 4, 2013.

LAUTENSCHLAGER, E.; RIBEIRO, A. J. Reflexões acerca do impacto do conhecimento matemático dos professores no ensino: a álgebra da Educação Básica. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, v. 7, n. 3, 2014.

LO, J.; LUO, F. Prospective elementary teachers’ knowledge of fraction division. *Journal of Mathematics Teacher Education*, p. 1-20, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-012-9221-4>.

PARSONS, S.; BYNNER, J. Numeracy and employment. *Education+ Training*, 1997.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVEIRA, M. R. A. D.; SILVA, P. V. A compreensão de regras matemáticas na formação docente: uma pesquisa sob o ponto de vista da linguagem. *Education Policy Analysis Archives*, v. 21, n. 27, p. 1-24, 2013. Disponível em: <http://epaa.asu.edu/ojs/article/view/1161>.

S. WOLOSHIN et al. Assessing values for health: numeracy matters. *Medical Decision Making*, v. 21, p. 382–390, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0272989X0102100505>.



SIMPLÍCIO, H. A. T. Aspectos socioeconômicos e de vulnerabilidade do desempenho escolar: uma análise por indicadores regionais e de desempenho do aluno na educação básica [manuscrito]. 2022. 188 f.

SHARON, V. V.; SWARTHOUT, M. B. Evaluating instruction for developing conceptual understanding of fraction division. In: MATNEY, G. T.; CHE, S. M. (Ed.). *Proceedings of the 41th Annual Meeting of the Research Council on Mathematics Learning*. San Antonio, 2014. p. 97-104.