

A neurociência na pesquisa e na formação de professores: uma revisão sistemática

The neuroscience in research and teacher education: a systematic review

Jeriane da Silva Rabelo
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Picos-Brasil

Resumo

A literatura científica sobre os contributos das neurociências no campo educacional tem mostrado resultados promissores por meio de propostas eficazes para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem. O presente trabalho foi realizado a partir de uma Revisão Sistemática – SR, que consiste em um procedimento orientado por um protocolo que sintetiza estudos de tópicos de pesquisas relacionadas às questões de Neurociências e Educação, com base em Russell, Chung e Balk (2009). Com apoio na literatura revisada, percebeu-se que as pesquisas envolvendo Educação e Neurociências precisam colaborar para construir uma base mais sólida que sustente a importância das neurociências no processo de aprendizagem, bem como no currículo dos professores em formação inicial, pois temos visto que ainda se configura como uma área pouco acessível e de difícil compreensão para o educador.

Palavras-chave: Educação; Neurociência; Formação docente.

Abstract

The scientific literature on the contributions of neurosciences in the educational field has shown promising results through effective proposals to improve the teaching and learning process. The present work was carried out from a Systematic Review – SR, which consists of a protocol-oriented procedure that synthesizes studies of research topics related to Neuroscience and Education issues, based on Russell, Chung and Balk (2009). Based on the reviewed literature, it was noticed that research involving Education and Neurosciences need to collaborate to build a more solid foundation that supports the importance of neurosciences in the learning process, as well as in the curriculum of teachers in initial training, as we have seen that is configured as an area that is not very accessible and difficult to understand for the educator.

Keywords: Education; Neuroscience; Teacher training.

Introdução

Inicialmente, é importante esclarecer que os estudos sobre neurociências e educação são definidos como a colaboração transdisciplinar entre os profissionais da educação e os neurocientistas. Essas ciências visam garantir resultados válidos, ou seja, comprovados cientificamente, com propostas eficazes para melhorar o campo educacional, levando em consideração os avanços da compreensão de como os estudantes aprendem e se desenvolvem nos espaços escolares (CONSENZA; GUERRA, 2011; FISCHER, 2009).

Nesse sentido, o estudante “aprende quando adquire competências para resolver problemas e realizar tarefas, utilizando-se de atitudes, habilidades e conhecimentos que foram adquiridos ao longo de um processo de ensino-aprendizagem” (CONSENZA; GUERRA, 2011, p. 141). Mesmo com os avanços em estudos sobre as neurociências, os cursos de formação de professores não contemplam disciplinas sobre o sistema nervoso, sendo ele o principal responsável pela aprendizagem humana (HART, 1983).

Nesse ponto, a neurociência exerceria uma importante função nas licenciaturas, constando como componente obrigatório, conforme orienta a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2007). Carvalho e Barros (2012) destacam que a “confrontação e complementação desses saberes, informações que se articulam entre si e que são fundamentais para otimizar a compreensão do ensinar e do aprender” (CARVALHO; BARROS, 2012, p. 1).

Na atualidade a Neuroeducação tem colaborado em pesquisas científicas para a melhoria da compreensão da aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes, a partir da descrição de como o cérebro funciona e se comporta diante da situação de aprender um conhecimento novo. Assim, é importante que o professor entenda quais estímulos despertam a atenção, a motivação e a memória, e quais oportunizam a expressão de emoção e sentimentos agradáveis. Nesse contexto, Mora (2004) alerta que, sem esses fatores, nenhuma aprendizagem é consolidada e significativa.

Para Coch (2016), um dos desafios de integrar educação e neurociências se deve ao fato de que, enquanto a neurociência sempre esteve baseada em experimentos e evidências científicas, o campo educacional começou a avançar somente nos últimos anos, ou seja, os cursos de formação de professores ainda não avançaram cientificamente em neurociências, pois falta conexão e ampliação entre essas áreas. Importa ressaltar que, no campo

educacional, ainda não resolvemos demandas antigas: evasão escolar, violência entre estudantes e docentes, infraestrutura das escolas, formação docente deficitária, além das demandas que a pandemia da covid-19 despertou.

É possível notar que os neurocientistas, ao escreverem sobre educação, direcionam e limitam a linguagem a outros neurocientistas, tornando a compreensão dificultosa para professores que, muitas vezes, não possuem conhecimento adequado sobre os conceitos biológicos da aprendizagem. Um efeito disso é a ausência da aplicabilidade dos dados neurocientíficos no âmbito escolar (BRUER, 1997).

Na visão de Richter (2018), o fracasso escolar é atribuído somente à didática do professor e às suas escolhas metodológicas. Com frequência, os profissionais da educação desconsideram o que cada aluno traz individualmente, suas experiências e particularidades sociais, afetivas, cognitivas e culturais que, manifestadas no coletivo, influenciam seu modo de aprender.

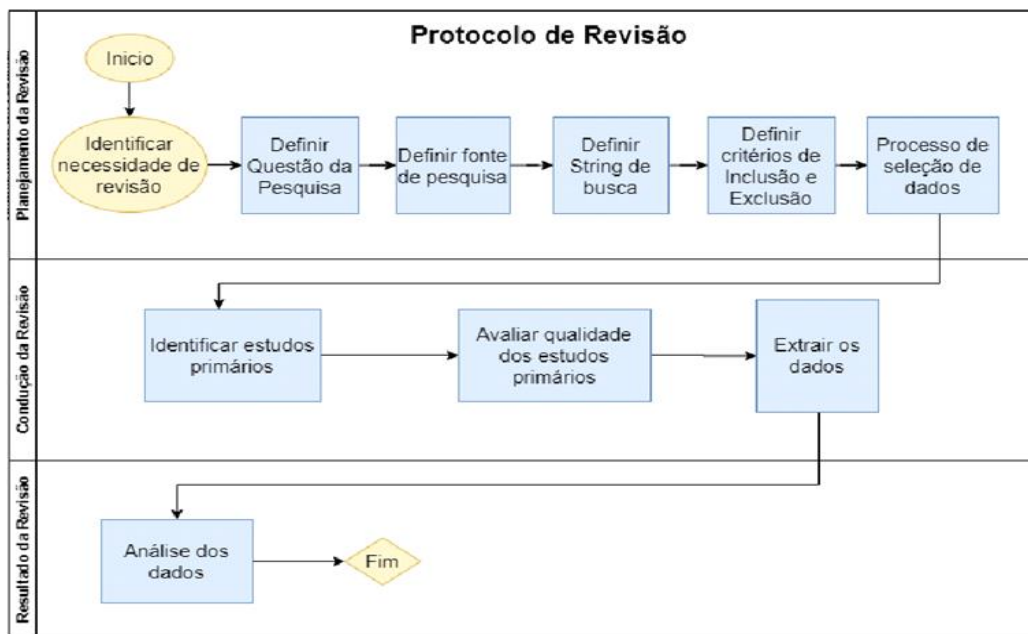
Com base nessa discussão, o presente trabalho procura responder a seguinte questão: Qual é a produção científica atual sobre a utilização das neurociências no campo educacional? O objetivo deste artigo foi, portanto, investigar a literatura neuroeducacional e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem no âmbito escolar.

Este estudo está dividido em, além desta apresentação sobre a temática central, percurso metodológico com o protocolo de revisão sistêmica e transdisciplinaridades entre educação e neurociência, resultados e discussões, finalizando com algumas considerações sobre as possibilidades e limitações dos estudos envolvendo neurociência e educação.

Caminhos metodológicos

Esta investigação caracteriza-se pela abordagem qualitativa, utilizando, mais especificamente, a Revisão Sistemática – SR, que consiste em um procedimento orientado por um protocolo que sintetiza estudos de tópicos de pesquisas relacionadas às questões centrais (RUSSELL; CHUNG; BALK, 2009). Por meio da utilização de um processo controlado e formal de pesquisa bibliográfica, a RS é um método utilizado com direções específicas para busca e análise de trabalhos acadêmicos nacionais e internacionais (KITCHENHAM, 2004). A Figura 1 exibe o detalhamento do Protocolo de Revisão utilizado neste estudo.

Figura 1 – Protocolo da Revisão sistemática



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O desenvolvimento do protocolo da Revisão sistêmica consistiu na elaboração das etapas descritas em cinco subcategorias com os processos, ferramentas e técnicas: i) Definir questão de pesquisa: com base na necessidade de revisão e leitura preliminar dos artigos selecionados, esta revisão sistemática teve como objetivo responder a seguinte questão: qual é o estado da arte sobre a utilização das neurociências na educação? ii) Definir fonte de pesquisa: a base de dados selecionada para investigação foi a Scopus, por ser o maior banco de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares, possuir uma visão mais abrangente da produção científica internacional e, ainda, por se caracterizar pela multidisciplinaridade de artigos (ELSEVIER-SCOPUS, 2017).

No item iii) Definir *String* de Busca: baseadas na questão de pesquisa definida, as duas principais palavras-chave foram inicialmente identificadas utilizando os termos de busca: *Education and Neuroscience* (em inglês). Como resultado, a seguinte *String* de busca foi elaborada. (*education and neuroscience*) and (limit-to (*pubyear*, 2020) or limit-to (*pubyear*, 2019) or limit-to (*pubyear*, 2018) or limit-to (*pubyear*, 2017 or limit-to (*pubyear*, 2016) or limit-to (*pubyear*, 2015)) and (limit-to (*subjarea*, "soci") or limit-to (*subjarea*, "neur") or limit-to (*subjarea*, "psyc") or limit-to (*subjarea*, "arts")).

Já no item iv) Definir critérios de Inclusão e Exclusão: Algumas restrições foram utilizadas para limitar a busca. Foram pesquisados trabalhos do tipo periódico ou conferência publicados entre 2015 e agosto de 2020, por ser o período recente e por haver publicações suficientes, tal como explica Luna (2002, p. 93), “se a literatura for abundante, o material dos últimos 5 anos é suficiente para compor um quadro de referência para análise”. Com a diversidade de materiais para análise, foi realizado o recorte incluindo somente as áreas que fundamentam a formação docente: Ciências Sociais, Neurociências, Psicologia e Artes-humanidades.

Por fim, no item v) Definir Processos de Seleção de dados: Etapa 1: a estratégia de busca é aplicada na fonte Scopus. Nesta etapa foram localizados 358 resultados de documentos. A Etapa 2 consistiu em selecionar o conjunto inicial de estudos. Os títulos e resumos de todos os artigos obtidos foram lidos e confrontados com os critérios de inclusão e exclusão, ou seja, filtrando os trabalhos compreendidos entre 2015 e 2020 e nas áreas escolhidas. Dessa maneira, foram localizados 98 trabalhos científicos. Já na Etapa 3: todos os artigos selecionados na etapa 2 foram lidos por completo, definindo 45 documentos para planificar a revisão sistêmica, os quais foram novamente, confrontados com os critérios do item iv. Os artigos incluídos são documentados e encaminhados para extração dos dados.

Resultados e discussões

As ciências do cérebro refletem uma visão contemporânea na área da educação, e acreditamos que podem contribuir para a renovação teórica na formação docente, adicionando subsídios científicos essenciais para a melhor compreensão da aprendizagem como um fenômeno complexo a ser investigado, visto que o cérebro é o órgão central na construção do raciocínio, pensamento, memória, emoções, linguagem e aprendizagem (IZQUIERDO, 2011).

A neurociência se constitui como a ciência que estuda o sistema nervoso, e a educação como a ciência responsável pelos processos de ensino e de aprendizagem. As duas ciências são essenciais para a compreensão do desenvolvimento humano, por conseguinte, sobre como o aluno aprende. Rato e Caldas (2010, p. 627) defendem essa ideia, pois:

embora a ideia de que a investigação neurocientífica pode influenciar a teoria e prática educacional já não seja uma novidade, atualmente, com as novas descobertas científicas, a neurociência e a educação voltam a cruzar caminhos.

A literatura neuroeducacional na formação de professores: uma revisão sistemática

Contudo, apesar do rápido avanço científico na área da neurociência, muito do funcionamento do cérebro ainda continua um mistério para os pesquisadores. Hoje, as operações individuais de neurônios e sinapses são entendidas com detalhamento considerável para a compreensão das propriedades neurais. Os avanços descobertos nessa área ainda são poucos usados na educação, principalmente no processo ensino-aprendizagem (BROCKINGTON, 2011).

Nesse contexto, para uma melhor visualização dos dados mais atuais, o quadro 1 apresenta o recorte de cinco anos, entre 2015 e 2020, com os títulos dos trabalhos selecionados, autores, ano de publicação e periódicos para realização da análise.

Quadro 1 – Fichamento dos artigos selecionados

Título do artigo	Autores	Periódicos
1. Reconsiderando o conceito de diferença: uma proposta para conectar educação e neurociência de novas maneiras.	Aronsson (2020)	Futuros de políticas na educação
2. Múltiplas inteligências na educação de talentos e talentos: lições aprendidas da neurociência após 35 anos.	Shearer (2020)	Revisão de Roeper
3. Neurociência e educação: lateralização cerebral de redes e oscilações na dislexia.	Kershner (2020)	Lateralmente: Assimetrias do cérebro, comportamento e cognição
4. O papel das emoções positivas na educação: uma perspectiva da neurociência.	Li et al. (2020)	Mente, cérebro e educação
5. Traduzindo neurociência educacional para professores.	Tham et al. (2019)	Jornal Aprendizagem: Pesquisa e Prática
6. Conectando neurociência e educação: uma visão das descobertas da neurociência para um melhor aprendizado instrucional.	Amran et al. (2019)	Jornal de Educação de Jovens Cientistas Superdotados
7. Educação e neurociência visual: uma mini-revisão.	Chen (2019)	PsyCh Journal
8. As neurociências e o futuro da educação: outra maneira de aprender e ensinar.	Berthier (2019)	Futuros: análise e perspectiva
9. Ciências cognitivas, neurociências e educação.	Houdé (2019)	Futuros: análise e perspectiva
10. Neurociência contemplativa, autoconsciência e educação.	Berkovich-Ohana et al. (2019)	Progresso na pesquisa do cérebro
11. Neurociência e educação: uma ponte perdida?	Dougherty, Robey.	Instruções atuais em ciência psicológica

	(2018)	
12. Linguagem, cognição e educação infantil: contribuições da psicologia cognitiva e da neurociência.	Sargiani; Maluf (2018)	Psicologia Escolar e Educacional
13. Reflexões sobre neurociência na formação de professores.	Coch (2018)	Peabody Journal of Education
14. Onde a neurociência e a educação se encontram: o emergentismo pode ocupar com êxito o meio termo entre mente e corpo?	Clark (2018)	Filosofia e Teoria Educacional
15. Mapeando uma cartografia colaborativa dos encontros entre as neurociências e as práticas de educação infantil.	Aronsson; Taguchi (2018)	Discurso
16. Neurociência e formação de professores: impactos na educação e economia.	Carvalho; Villas Boas (2018)	Ensaio
17. Construções da neurociência na educação infantil.	De Vos et al. (2017)	Construções da Neurociência na Educação Infantil
18. Os comitês de educação e ética em pesquisa em neurociência são uma proposta oportuna.	Sodeke; Wylin (2017)	AJOB Neuroscience
19. O que sabemos agora: educação, neurociência e pesquisa transdisciplinar do autismo.	Ravet (2017)	Pesquisa educacional
20. Introdução: cognição incorporada como pano de fundo integrativo entre neurociência e ciência da educação.	Gomez (2017)	Cognição Incorporada: Teorias e Aplicações em Ciências da Educação
21. Educação e neurociência.	Houdé (2016)	Avanços na educação em ciências da saúde
22. Educação em neurociência baseada em ciências da vida em grandes universidades públicas ocidentais.	Coskun; Carpenter (2016)	<i>Journal of Neuroscience Research</i>
23. O desafio global em educação e treinamento em neurociência: a perspectiva da MBL.	Nishi et al. (2016)	<i>Neuron</i>
24. Cultivando a imaginação socioemocional na educação de superdotados: percepções da neurociência educacional.	Hyde (2016)	Anais da Academia de Ciências de Nova York
25. Dos editores convidados: The Science of Learning Center: uma colaboração entre neurociência, psicologia e educação para informar a prática baseada em evidências nas salas de aula.	Timms; Hester (2016)	Australian Journal of Education
26. Neurociência e educação: preencha a lacuna.	Morris; Sah (2016)	Australian Journal of Education

A literatura neuroeducacional na formação de professores: uma revisão sistemática

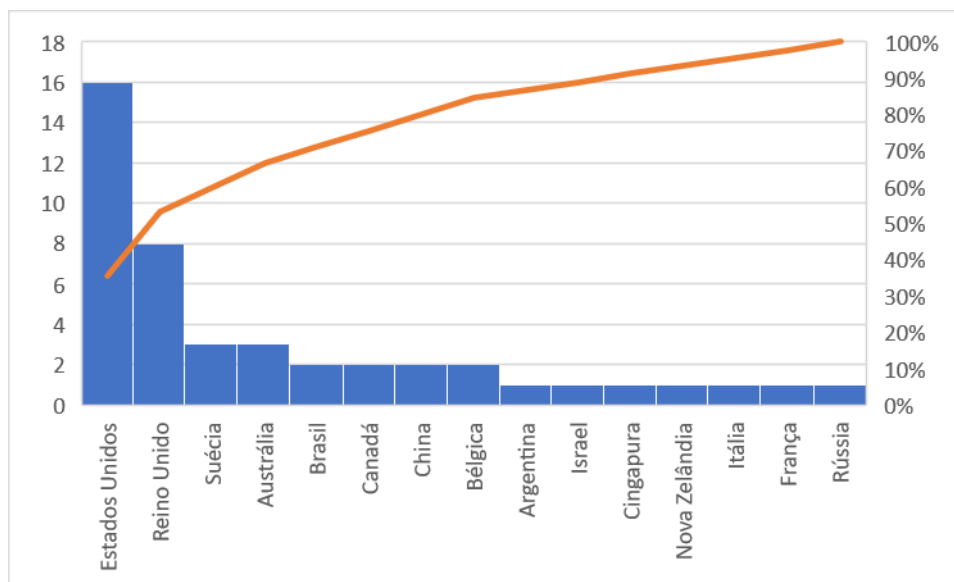
27. A neurociência do desenvolvimento da regulação emocional: implicações para a educação.	Martin; Ochsner (2016)	Opinião Atual em Ciências do Comportamento
28. Memória e cérebro em desenvolvimento: as ideias da neurociência cognitiva são aplicáveis à educação?	Ofen <i>et al.</i> (2016)	Opinião Atual em Ciências do Comportamento
29. Traduzindo neurociência, psicologia e educação: uma estrutura conceitual abstrata para as ciências da aprendizagem.	Donoghue; Horvath (2016)	Educação Cogent
30. Promessa e perigo da neurociência para a educação alternativa.	Joldersma (2016)	Manual Internacional de Educação Alternativa de Palgrave
31. Estudos de caso e educação em neurociência: ferramentas para o ensino eficaz.	Wiertelak <i>et al.</i> (2016)	Revista de Graduação em Neurociências
32. Sobre a neurociência da auto regulação em crianças com problemas de comportamento disruptivo: implicações para a educação.	Shi; Woltering (2016)	Revisão da Pesquisa Educacional
33. Princípios de neurociência aplicados ao ensino universitário	Valerio <i>et al.</i> (2016)	Formação Universitária
34. Neurociência e educação: já alcançamos o ponto de inflexão	Martín-Loeches (2015)	Psicologia Educativa
35. O papel emergente da neurociência educacional na reforma da educação [O papel emergente da neurociência educacional na reforma da educação.	Zadina (2015)	Psicologia Educativa
36. A plasticidade como um conceito de enquadramento que permite a compreensão transdisciplinar e a pesquisa em neurociência e educação.	Carrasco <i>et al.</i> (2015)	Aprendizado, Mídia e Tecnologia
37. Introdução à aprendizagem, mídia e tecnologia edição especial de neurociência e educação.	Sharples; Kelley (2015)	Aprendizado, Mídia e Tecnologia
38. Nenhum cérebro deixado para trás: consequências do discurso da neurociência para a educação.	Busso; Pollack (2015)	Aprendizado, Mídia e Tecnologia
39. Neurociência da Educação.	Tolmie (2015)	Enciclopédia Internacional de Ciências Sociais e Comportamentais
40. O efeito da prática distribuída: Neurociência, cognição e educação.	Gerbier; Toppino (2015)	Tendências em Neurociência e Educação
41. Neurociência cognitiva, psicologia do desenvolvimento e educação: desenvolvimento interdisciplinar de uma intervenção para crianças do jardim de infância de baixo nível socioeconômico.	Hermida <i>et al.</i> (2015)	Tendências em Neurociência e Educação

42. Construindo pontes entre neurociência, cognição e educação com modelagem preditiva	Stringer; Tommerdahl (2015).	Mente, cérebro e educação
43. Medindo a qualidade da brincadeira de movimento em contextos de educação infantil: vinculando brincadeira de movimento e neurociência.	Archer; Siraj (2015)	Revista Europeia de Pesquisa em Educação Infantil
44. Neurociência e Educação - um relacionamento incompatível.	Cuthbert (2015)	Sociology Compass
45. Governando as emoções: cidadania, neurociência e educação da juventude.	Gagen (2015)	Transações do Institute of British Geographers

Fonte: Elaborado e traduzido pela autora (2022).

Após leitura completa e fichamento dos trabalhos, percebeu-se que os Estados Unidos têm o maior percentual de pesquisas nessa área, com 16 publicações, seguidos do Reino Unido com 08 trabalhos; Suécia e Austrália com 03 publicações cada; Brasil, Canadá, China, Espanha, Bélgica com 02 trabalhos e, por fim, França, Rússia, Argentina, Israel, Cingapura, Bélgica, Itália e Nova Zelândia com apenas 01 trabalho publicado, totalizando os 45 trabalhos analisados. Apresento na figura 2 a seguir a distribuição das pesquisas por países:

Figura 2 – Publicações por países



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Conforme a figura 2, os estudos envolvendo neurociência e educação estão concentrados mais fortemente nos Estados Unidos e Reino Unido. Sharples e Kelley (2015, p. 15) destacam que, “infelizmente, esses estudos têm sido tradicionalmente difíceis de ser financiados”. Convém destacar alguns dos desafios enfrentados pelos educadores no país: i)

a política da desigualdade educacional; ii) infraestrutura inadequada dos espaços escolares; iv) salários insuficientes dos professores e v) dificuldade na promoção de uma aprendizagem básica escolar, dentre outras tantas outras questões que não são diretamente tratadas pelas neurociências (FUSARELLI; BASS, 2015).

As trocas interdisciplinares envolvendo neurociência e educação fomentam a discussão acerca da integração entre essas duas áreas, com perspectivas que ampliam a compreensão das experiências de aprendizagem e explicam os processos educacionais. No entanto, no Brasil, a neuroeducação ainda é uma área altamente contestada por neurocientistas, psicólogos e educadores.

Dentro dessa abordagem, no quadro abaixo apresenta-se uma síntese dos estudos analisados sobre contribuições e desafios das neurociências no campo educacional, especialmente para os programas de formação de professores.

Quadro 2 – Percepções dos autores sobre os contributos das neurociências para a educação

Autores	Principais resultados
Aronsson (2020)	“A pesquisa em neurociência educacional, pressupõe que a educação baseada em evidências requer pesquisa das ciências naturais e, principalmente, pesquisa experimental sobre processos neurais e cognitivos.”
Li et al. (2020)	“As emoções foram reconhecidas como precursoras significativas da aprendizagem e do desempenho dos alunos.”
Tham et al. (2019)	“Os professores compartilharam sua familiaridade com a neurociência, autoavaliaram sua compreensão dos resumos neurocientíficos”.
Amran; Rahman; Surat; Abu Bakar (2019)	“A neurociência trata-se de entender o cérebro biológico, bem como os processos mentais envolvidos do aprendiz. Ajudou o professor a entender a estrutura e a função do cérebro dos alunos para escolher os materiais adequados para o seu nível cerebral”.
Coch (2018)	“A fusão do conhecimento em neurociência nos programas de treinamento de professores está repleta de desafios, como reconciliar como as evidências científicas são vistas e usadas na educação, superando os neuromitos, reconhecendo a falta de conexão direta entre as descobertas laboratoriais e as práticas em sala de aula e coordenando os diferentes níveis de análise em neurociência e prática educacional”.
De Carvalho, Vilas Boas (2018)	“O entendimento sobre as bases biológicas do funcionamento do sistema nervoso auxilia o professor a identificar potenciais habilidades e déficits para adaptar sua própria metodologia e conteúdo para a atividade de ensino”.
Martín-Loeches (2015)	“A neurociência tem muito a contribuir para a educação e, no futuro, será cada vez mais o caso de sua contribuição para esse campo de maior relevância para o desenvolvimento social, cognitivo e emocional humano”.

Zadina (2015)	“Precisamos de um especialista com um pé de cada lado, um híbrido, com experiência e credenciais tanto em neurociência quanto em educação, pois apenas um não é suficiente”.
Carrasco <i>et al.</i> (2015)	“A neurociência fornece as principais razões biológicas a serem levadas em consideração nas discussões sobre aprendizado e argumentos explicativos das ciências da educação; especificamente, o impacto da repetição, recompensa, reforço, visualização, engajamento ativo, estresse e/ou fadiga”.
Sharples; Kelley (2015).	“A educação desempenha um papel crucial na formação do equilíbrio instável de fortalecimento e enfraquecimento das conexões no cérebro”.
Busso; Pollack (2015).	“A redução da educação a 'ajustes' neurológicos tende a negligenciar as dimensões social, cultural e interpessoal da escola. Por sua vez, essa visão restrita pode levar os professores a privilegiar as chamadas estratégias e métodos educacionais baseados no cérebro (treinamento de habilidades cognitivas, aprendizado mecânico e até psicofarmacologia) em detrimento de outros (aprendizado cooperativo, educação moral e pedagogia crítica)”.
Gerbier; Toppino (2015)	“Os achados comportamentais, de neuroimagem e neurofisiológicos relacionados ao efeito das práticas e testes distribuídos, bem como os relatos teóricos resultantes. A prática e os testes distribuídos parecem ser ferramentas poderosas de aprendizado”.
Hermida <i>et al.</i> (2015).	“A formação de professores em conhecimentos de neurociência geral os ajudaria a entender as mentes e cérebros em desenvolvimento dos alunos, seus comportamentos, as restrições à aprendizagem e os tempos adequados para a aprendizagem. Forneceria ainda, aos professores um nível adicional de análise que os ajudaria a avaliar problemas na educação e contribuiria para uma perspectiva informada, orientada para a pesquisa e multifacetada, com base em evidências empíricas”.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Com base na literatura revisada acima, percebeu-se que, nas pesquisas envolvendo Educação e Neurociências, em que cientistas e educadores precisam colaborar para construir uma base mais sólida de pesquisa que sustente a importância das neurociências no processo de aprendizagem da criança, bem como no currículo dos professores em formação inicial, temos visto que ainda se configura como uma “área pouco acessível e de difícil compreensão para o educador” (SCHWARTZ, 2015). Nesse ponto, Fischer (2009, p. 4) esclarece que:

É digno de nota que o campo da neurociência fez grandes progressos no preenchimento da lacuna tradicional entre medidas neurais e construções psicológicas com uma sofisticação crescente da teoria, das medidas e das ferramentas analíticas. Esses avanços levaram ao surgimento de um campo chamado Neurociência Educacional, com a missão de traduzir as lições da neurociência nos princípios teóricos da aprendizagem.

A literatura neuroeducacional na formação de professores: uma revisão sistemática

Percebe-se também que essa discussão ganhou popularidade nos últimos anos, pois começou a surgir uma maior integração entre as duas áreas através de publicações e apresentações de trabalhos realizados em laboratórios de imagens por neurocientistas para o público docente.

Os avanços nos métodos de neuroimagem e sua crescente aplicação na neurociência cognitiva geraram entusiasmo pelo fato de o conhecimento adquirido por esses métodos ser significativo para a educação e ser talvez capaz de informar e melhorar as práticas em sala de aula. Conforme Noronha (2011, p. 01),

Por entender a importância do cérebro no processo de aprendizagem, consideram-se, aqui, as contribuições da Neurociência para a formação de professores, com o objetivo de oferecer aos educadores um aprofundamento a esse respeito, para que se obtenham melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem, especialmente, na educação básica.

Na visão de Howard-Jones (2014), os neurocientistas são contratados para palestras e desenvolvimento profissional sem experiência educacional, tornando os neuromitos abundantes. No campo educacional, a formação docente pode ter um papel importante a desempenhar em todo o processo de pesquisa neuroeducacional e exigirá financiamento. Os aspectos inter-relacionais dessas duas ciências devem ser incorporados aos cronogramas de pesquisa desde o início da formação docente, já que assim é possível que recebam a atenção que merecem. Segundo Shi e Woltering (2016, p. 25),

A regulação da emoção é particularmente importante para o desenvolvimento da competência socioemocional. No entanto, dificuldades com essa regulamentação também podem ter consequências negativas. Por exemplo, quando as dificuldades com a regulação emocional são internalizadas, elas podem se manifestar na agressão e na quebra de regras na escola, que consome recursos administrativos, distrai os alunos do foco no trabalho escolar e contribui para o esgotamento dos professores e uma série de problemas socioemocionais.

Com efeito, na atualidade a neuroeducação tem contribuído em pesquisas científicas para a melhoria da compreensão da aprendizagem a partir da abrangência de como o cérebro funciona. Por exemplo, saber quais estímulos despertam a atenção ou quais dão lugar à emoção, pois sem esses dois fatores nenhuma aprendizagem ocorre (MORA, 2004).

Conforme esclarecem Moraes e Torre (2004, p.21),

A neurociência oferece conhecimentos que deveriam ser aproveitados pelos docentes. Os referidos autores lembram que a aprendizagem é proporcionada pela plasticidade do cérebro e sofre influência do ambiente. Nesse caso, o professor, por meio de sua ação profissional, transmite estímulos que podem vir a contribuir para a

secreção de hormônios que provocam o entusiasmo e o desejo de aprender ou o extremo oposto, o desinteresse.

A maioria dos programas de formação de professores não aborda a neurociência em seus currículos. Conforme já foi apresentado, isso é curioso, pois a aprendizagem ocorre no cérebro em contexto com práticas e experiência, é importante que os professores fundamentalmente promovam e facilitam a aprendizagem significativa.

Considerações finais

Com base na revisão sistemática utilizada, os trabalhos publicados nos últimos dez anos destacam a relevância de um olhar aprofundado sobre as neurociências e a educação. Nesta última década, percebemos também algumas evoluções com o surgimento de programas de mestrado e doutorado em Neurociência Educacional, contudo, os neurocientistas esclarecem que os educadores sabem bastante sobre como melhorar o aprendizado, mas ainda se observa um ensino precário e excludente. Dessa forma, as escolhas didáticas e metodológicas utilizando conhecimentos das neurociências podem proporcionar aos alunos formas de aprendizagem que levam em consideração as complexidades do cérebro no processo estruturante da aprendizagem: motivação, atenção, memória e emoção.

Portanto, deve-se prestar atenção à qualidade da parceria colaborativa e possibilitar o foco explícito no aumento da capacitação de professores em habilidades inter-relacionais em neurociências e educação, com foco em empatia e flexibilidade na resolução de conflitos, ao mesmo tempo em que se reconhece que essas qualidades e habilidades evoluem lentamente ao longo do tempo.

Espera-se que, no futuro, seja possível que os neuroeducadores sejam formados em um programa integrado à formação de professores e versados tanto no suporte das neurociências quanto na prática educacional, além de pensarem transdisciplinarmente com habilidades de compreender o aprendiz de forma integral: neural, afetiva, cognitiva e social. A parceria interdisciplinar entre neurociência e educação apresenta oportunidades empolgantes para ajudar a construir uma base científica para práticas e políticas na área educacional.

Dessa maneira, não podemos entender educação sem levarmos em conta a forma como o cérebro funciona. Saliento, portanto, a necessidade de estudos, nos programas de

formação inicial de professores, sobre o funcionamento do cérebro com o objetivo de compreender melhor os processos de aprendizagem. Os aportes das neurociências para a educação apresentam a evolução biológica com um olhar sensível sobre a aprendizagem, e como nós, educadores, podemos aplicá-lo nos processos educacionais em sala de aula.

Referências

ARONSSON, L. Reconsidering the concept of difference: a proposal to connect education and neuroscience in new ways. **Education Futures Policy**, 2020. Disponível em: <https://journals-gepubom.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1177/1478210319850437>. Acesso em: 10 set. 2022.

BUSSO, D. S; POLLACK, D. No brain left behind: consequences of neuroscience discourse for education. **Learning, media and technology**, vol. 40, 2. ed., 2015.

BROCKINGTON, J. G. **Neurociências e educação: Investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CARRASCO, J. G; SERRANO, M. J. H; GARCÍA, A. V. M. Plasticity as a framing concept that enables transdisciplinary understanding and research in neuroscience and education. **Learning, Media and Technology**. p. 152-167, 2015.

CARVALHO, F. A. H; BARROS, D. M. Neurociências aplicada a educação: uma experiência de ensino no PPG Educação em Ciências: química da vida e saúde da FURG. *In: Congresso Internacional de Educação científica e tecnológica*. Santo Ângelo: URI, p. 1-4, 2012.

FISCHER, K. W; DANIEL, DB, IMMORDINO-YANG, MH, STERN, E., BATTRO, A., KOIZUMI, H. (2007). Por que mente, cérebro e educação? Por que agora? **Mente, Cérebro e Educação**, p.1 – 2, 2010. Disponível em: <https://onlinelibraryiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/j.1751-228X.2007.00006.x>. Acesso em: 02 jul. 2022

FISCHER, K, W. Mind, Brain and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. **Mind, Brain, and Education**, v.3, n.1, p.3-16, mar 2009.

FUSARELLI, L.D; BASS, L. A política da desigualdade, política social e mudança educacional. **Jornal de Peabody da instrução**, Cidade, p. 597 – 600, 2015. Disponível em: <https://www.andfonline.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1080/0161956X.2015.1087762>. Acesso em: 04 ago. 2022

LUNA, Sergio Vasconcelos. **Planejamento de pesquisa: uma introdução, elementos para uma análise metodológica**. São Paulo: EDUC, 2002.

GERBIER, E; TOPPINO, T, C. The effect of distributed practice: Neuroscience, cognition and education. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 4, p.49-59, 2015.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociências e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v.4, p.3-12, jun.2011.

HERMIDA, M.J; SEGRETIN, M.S; PRATS, L.M; FRACCHIA, C.S; COLOMBO, S.J; LIPINA, S.J. Cognitive neuroscience, developmental psychology, and education: Interdisciplinary development of an intervention for low socioeconomic status kindergarten children. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 4. p. 15 - 25, 2015.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. [S.l.], 2004.

MORA, F. **Continuum: como funciona o cérebro?** Trad. de Maria Regina Borges Osório. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MORAES, Maria Cândida; TORRE, Saturnino de la. **Sentipensar: fundamentos e estratégias para reencantar a educação**. Petrópolis: Vozes, 2004

NORONHA, F. **Contribuições da neurociência para a formação de professores**. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/contribuicoes-da-neurociencia-para-a-formacao-de-professores/4590/>. Acesso em: 14 jun. 2022.

OCDE, Organisation for Economic Co-operation and Development. **Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science**. Paris, França: Centre for Educational Research and Innovation, OECD Publishing, 2007.

OFEN, N; YU, Q; CHEN, Z. Memory and the developing brain: are insights from cognitive neuroscience applicable to education? **Current Opinion in Behavioral Sciences**. Cidade, v. 10, p. 81-88, 2016. Disponível em: <https://www.cienicedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2352154616301024?via%3Dihub>. Acesso em: 02 jul. 2022.

RATO, J. R.; CALDAS, A.C. Neurociências e educação: realidade ou ficção? In: **Actas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia**, Barbacarena, 2010, p. 626-644. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267698780_Neurociencias_e_educacao_Realidade_ou_ficcao. Acesso em: 11 maio 2022.

RICHTER, L. **Aproximação entre neurociência e educação: algumas considerações a partir de metanálise qualitativa**. Tese (Doutorado em Educação em ciências e matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

RUSSELL, R.; CHUNG, M.; BALK, E. **Issues and Challenges in Conducting Systematic Reviews to Support Development of Nutrient Reference Values**, 2009.

SHI, Q; WOLTERING, S. On the Neuroscience of Self-Regulation in children with disruptive behavior problems: implications for education. **Review of Educational Research**. (2016) Disponível em: <https://journals.sagepub.com.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/10.3102/0034654316673722>. Acesso em: 02 jul. 2022.

SCOPUS. **Document search**. Disponível em:

<https://www.scopus.ez11.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic>. Acesso em: 01 maio. 2022.

STRINGER, S; TOMMERDAHL, J. **Building Bridges Between Neuroscience, Cognition and Education With Predictive Modeling** (2015).

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **The new science of teaching and learning: Using the best of mind, brain, and education science in the classroom**. New York: Columbia University Teachers College Press, 2010

TOLMIE, A. **Education Neuroscience**. International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences. 2. ed, p. 728-735, 2015.

ZADINA, J. N. The emerging role of educational neuroscience in education reform. **Educational Psychology Magazine**, v. 21. n. 2. p. 71-77, 2015.

Sobre a autora

Jeriane da Silva Rabelo

Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora da Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: jerianerabelo@ufpi.edu.br Orcid: 0000-0003-4554-0230

Recebido em: 13/06/2022

Aceito para publicação em: 25/07/2022