



Contribuições da Neurociência para a formação docente em ciências: uma revisão sistemática integrativa de literatura

Priscila dos Santos Caetano de Freitas¹

Carlos Eduardo Batista de Sousa²

Resumo: A inserção de conhecimento neurocientífico na educação pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino que visam melhorias na aprendizagem. O presente estudo realizou um levantamento bibliográfico, por meio do método de revisão sistemática integrativa de literatura, buscando identificar a relação entre neurociência e o ensino de ciências, com foco na formação de professores de ciências. Resultados iniciais em publicações indexadas nas bases de dados da *Scielo*, *Scopus* e *Google Acadêmico*, compreendidas entre 2009 a julho de 2020, surgiram a partir dos termos descritores “*neuroscience*” e “*teaching Science*”. Trinta publicações foram incluídas e agrupadas em quatro categorias de análise: estratégias de ensino, revisão de literatura, neurociências e formação de professores e contribuições da neurociência na educação. Dos 377.445 resultados encontrados, apenas 0,5% corresponde a publicações brasileiras, o que aponta que os estudos a respeito da neuroeducação no país ainda são incipientes, não obstante a sua relevância para a educação.

Palavras-chave: Aprendizagem. Ensino de Ciências. Neurociência. Neuroeducação. Revisão Sistemática Integrativa.


Contributions of Neuroscience to the teaching training in science: a systematic integrative literature review


Abstract: The insertion of neuroscientific education can contribute to the development of teaching strategies aimed at improving learning. The present study was developed to identify a bibliographic survey, through the method of systematic integrative literature review, seeking the relationship between neuroscience and science teaching, focusing on the education of science teachers. Initial results in publications indexed in the *Scielo*, *Scopus* and *Google Scholar* databases, between 2009 and July 2020, emerged from the descriptors “*neuroscience*” and “*teaching Science*”. Thirty publications were included and grouped into four categories of analysis: teaching strategies, literature review, neuroscience and teacher training, and contributions of neuroscience in education. Of the 377,445 results found, only 0.5% correspond to Brazilian publications, which indicates that studies on neuroeducation in the country are still incipient, despite its relevance to education.

Keywords: Learning. Science Teaching. Neuroscience. Neuroeducation. Integrative Systematic Review.

Contribuciones de la Neurociencia a la formación del profesorado de ciencias: una revisión sistemática de la literatura integradora

Resumen: La inserción de conocimientos neurocientíficos en la educación puede

¹ Doutoranda em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Professora de Ciências da Natureza na Escola Municipal José do Patrocínio (EMJP). Rio de Janeiro, Brasil. ✉ priscaetanofisica@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-3596-6257>.

² Doutor em Filosofia. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Rio de Janeiro, Brasil. ✉ cdesousa@uenf.br  <https://orcid.org/0000-0002-5248-7733>.

contribuir al desarrollo de estrategias didácticas encaminadas a mejorar los aprendizajes. El presente estudio realizó un levantamiento bibliográfico, mediante el método de revisión sistemática integrativa de la literatura, buscando identificar la relación entre neurociencia y enseñanza de las ciencias, centrándose en la formación de profesores de ciencias. Resultados iniciales en publicaciones indexadas en las bases de datos Scielo, Scopus y Google Scholar, entre 2009 y julio de 2020, surgieron de los descriptores “neurociencia” y “enseñanza de las ciencias”. Treinta publicaciones fueron incluidas y agrupadas en cuatro categorías de análisis: estrategias didácticas, revisión de la literatura, neurociencia y formación docente, y aportes de la neurociencia en la educación. De los 377.445 resultados encontrados, solo el 0,5% corresponden a publicaciones brasileñas, lo que indica que los estudios sobre neuroeducación en el país aún son incipientes, a pesar de su relevancia para la educación.

Palabras clave: Aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias. Neurociencia. Neuroeducación. Revisión Sistemática Integradora.

1 Introdução

A década de 1990 ficou conhecida na neurociência internacional como a “década do cérebro”, devido aos grandes avanços neurocientíficos empreendidos pelo Governo dos Estados Unidos. Tal progresso foi possível mediante o domínio de técnicas da física utilizadas no imageamento do cérebro, como a ressonância magnética funcional. A partir do conhecimento da física, foi possível viabilizar o mapeamento cerebral e compreender o desenvolvimento e funcionamento neural em cérebros vivos. Um avanço significativo foi a compreensão da base neurobiológica de distúrbios mentais e neurológicos (FERREIRA; GONÇALVES; LAMEIRÃO, 2019).

O conhecimento produzido a partir da década do cérebro influenciou outras disciplinas, por exemplo, a área de educação, esclarecendo as bases neurobiológicas da aprendizagem e da memória. A importância e a influência da neurociência nos últimos vinte anos promoveram a sua integração com a educação, o que resultou na criação de uma nova disciplina: a *Neuroeducação*. Com foco na interface Mente, Cérebro e Educação, a neuroeducação ou neurociência educacional estuda as possíveis aplicações do conhecimento neurocientífico no meio educacional, além de estabelecer “quem está habilitado a fazer tal aplicação” (PATTEN; CAMPBELL, 2011, p. 636).

A neurociência surge com base em um conjunto de disciplinas pré-existentes (psicologia cognitiva, biologia molecular, celular, evolutiva, computação, física médica, bioquímica, biofísica, entre outras), o que leva ao uso do termo no plural: neurociências. O trabalho integrado destas disciplinas amplia o conhecimento sobre

a estrutura, funcionamento e desenvolvimento cerebral, relacionando o cérebro às manifestações mentais e comportamentais do ser humano (GAZZANIGA; YVRI; MANGUN, 2006). Os investimentos, inicialmente nos EUA, e, posteriormente, no Reino Unido e Europa, impulsionaram a compreensão do sistema nervoso por meio do mapeamento cerebral realizado a partir de técnicas de neuroimagem.

O imageamento das estruturas do cérebro pode revelar como este órgão vital funciona. Os resultados levantaram a discussão sobre os benefícios destes novos recursos em pesquisas, se poderiam beneficiar o estudo de distúrbios mentais e neurológicos. Além disso, levantou a pauta da possibilidade de entender a educação a partir do conhecimento neurocientífico, ou seja, o uso da neurociência como subsídio para a educação (FERREIRA; GONÇALVES; LAMEIRÃO, 2019). Ferreira, Gonçalves e Lameirão (2019) sugerem a criação de um ambiente colaborativo, em que diversos especialistas, como físicos, médicos e químicos, trabalhem de forma multidisciplinar, a fim de transpor as barreiras e limitações existentes na neurociência para desenvolver pesquisas que apontem resultados favoráveis à aprendizagem.

Com o aumento do interesse de pesquisadores a respeito da neurociência, áreas diversas, tais como: a neurobiologia, psicologia cognitiva, neuropsicologia, educação, entre outras, buscam fundamentação científica a partir das bases biológicas cerebrais, na tentativa de reinterpretar e aplicar dados neurocientíficos em suas respectivas áreas (MIGLIORI, 2013). Tal intento trouxe suas contribuições. Entretanto, é necessário identificá-las e distingui-las de interpretações equivocadas do conhecimento neurocientífico a fim de evitar a sua disseminação de forma errônea devido à ausência de comunicação entre a neurociência e educação e à adoção de metodologias e abordagens independentes.

Neste contexto, é fundamental compreender as relações existentes entre a neurociência e o ensino e seus impactos na formação de professores de ciências. Este trabalho realizou uma revisão sistemática integrativa de literatura sobre esta temática com o objetivo de investigar as contribuições dos dados da ciência do cérebro para o ensino de ciências e para a formação docente.

2 Procedimentos metodológicos

A revisão sistemática de literatura constitui um método moderno para a avaliação de um conjunto de dados simultaneamente (ATALLAH; CASTRO, 1998, p.

20). É um método frequentemente utilizado na área da saúde que emprega técnicas estatísticas para agrupar informações provenientes de trabalhos científicos previamente publicados, com a possibilidade de replicação.

Na presente revisão de literatura³, optou-se pela utilização da revisão sistemática integrativa, visto que abrange aspectos qualitativos e quantitativos, permitindo a análise crítica da amostra. Soares, Campos e Yonekura (2013), definem a potencialidade das revisões integrativas para incluir e analisar diferentes estudos, sejam experimentais ou de natureza teórica ou até mesmo outras revisões, de modo a compreender melhor um dado fenômeno e contribuir para a elaboração de ações “baseadas em evidências fortes, desde que o rigor do método seja respeitado” (SOARES; CAMPOS; YONEKURA, 2013, p. 1406).

A pergunta-guia da pesquisa foi: Quais as relações existentes entre neurociência e o ensino de ciências e as possíveis contribuições apontadas por estes estudos à formação de professores? Para esta revisão, foram adotadas as bases de dados do *Google Acadêmico*, *Scielo* e *Scopus*, estas duas últimas acessadas por intermédio da plataforma Periódicos CAPES e os termos descritores utilizados foram: “*neuroscience*” OR “*neurosciences*” AND “*science teaching*” em inglês e em português.

Por meio dessa prospecção inicial de publicações, foi possível constatar que a temática é ampla, com um quantitativo total de 377.445 estudos científicos que correlacionam neurociência ao ensino. Destes, apenas 1.922 são publicações em português, o que corresponde a aproximadamente 0,5% da amostragem.

Os dados apresentados se coadunam com Carvalho (2010) que afirma que “a produção literária nacional com uma visão unificada das relações entre a ciência da mente/cérebro e a educação é escassa. Assim, aborda-se de forma mais densa o papel significativo da biologia da mente na educação” (Ibid., p. 544).

Devido ao quantitativo total de publicações encontradas nas bases de dados ter sido extenso, foram adotados critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) bem delineados (Quadro 1).

³ Algumas informações acerca desta revisão de literatura foram apresentadas no V Congresso Fluminense de Pós-Graduação em 2020 e publicadas em forma de resumo simples. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg-2020/papers/contribuicoes-da-neurociencia-na-formacao-de-professores-de-ciencias--uma-revisao-sistemica-integrativa-de-literatura>.

Quadro 1: Critérios para seleção de estudos

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI01- Seleção de trabalhos sobre neurociência e ensino de ciências.	CE01- Não inclusão de trabalhos sem autoria e data de publicação.
CI02- Seleção de trabalhos sobre neurociência e ensino.	CE02- Não inclusão de trabalhos sobre neurociência e outras áreas de atuação.
CI03- Seleção de trabalhos sobre neurociência e formação de professores.	CE03- Não inclusão de trabalhos que contenham apenas neurociência.
CI04- Seleção de trabalhos sobre neurociência, ensino de ciências e formação de professores.	CE04- Não inclusão de trabalhos que contenham apenas ensino de ciências.
CI05- Seleção de trabalhos publicados entre 2009 a julho de 2020.	CE05- Não inclusão de trabalhos que contenham apenas formação de professores.
	CE06- Não inclusão de trabalhos que contenham apenas ensino de ciências e formação de professores.

Fonte: Dados da Pesquisa

Utilizando-se de ferramenta dos repositórios para refinar a busca de dados, foi possível restringir a quantidade de estudos que era coerente com a pergunta da revisão sistemática, sendo inclusos aqueles que foram publicados entre 2009 a julho de 2020, visto que seriam estudos mais recentes. À vista disso, iniciou-se a leitura dos títulos e resumos. A seguir, é apresentada uma síntese do total de trabalhos científicos identificados nos repositórios definidos (Tabela 1):

Tabela 1: Síntese dos estudos identificados nas bases de dados

Bases Pesquisadas	Artigos identificados	Pré-selecionados	Selecionados	Inclusos
Google Acadêmico	376.040	7.900	27	17
Scielo	48	23	13	7
Scopus	1.357	21	8	6
Total:	377.445	7.944	48	30

Fonte: Dados da Pesquisa

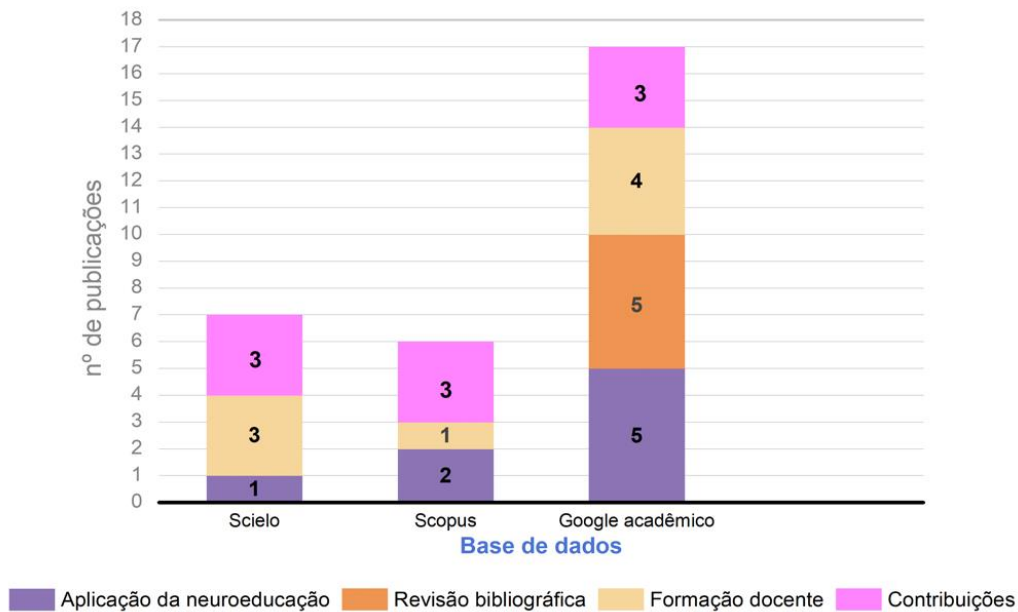
3 Resultados e discussões

Dos 48 trabalhos selecionados, após a leitura dos seus títulos e resumos, apenas 30 publicações foram inclusas na revisão de literatura, pois obedeciam aos critérios de inclusão estabelecidos previamente.

A partir da leitura prévia, as publicações selecionadas foram agrupadas em quatro categorias de acordo com o objeto de investigação e o objetivo do trabalho:

Intervenção didática relacionada à neuroeducação, revisão de literatura a respeito da neurociência e ensino, neurociência e formação de professores e contribuições da neurociência na educação (Figura 1).

Figura 1: Quantitativo de estudos categorizados por base de dados



Fonte: Dados da pesquisa.

Na primeira categoria, foram agrupados os estudos que abrangessem aplicações do conhecimento em neuroeducação na sala de aula. A segunda categoria refere-se aos trabalhos que realizaram uma revisão de literatura a respeito das neurociências e o ensino. Já a terceira categoria retrata a importância da abordagem em neurociência na formação de professores. Por último, os trabalhos que realizaram a reflexão sobre neurociência no âmbito educacional foram reunidos na quarta categoria, atribuindo considerações relevantes a partir das discussões levantadas pelos autores, enfatizando as contribuições da unificação da ciência do cérebro com o ensino.

O quantitativo de publicações selecionadas sobre aplicação do conhecimento neurocientífico em sala de aula e contribuições da neurociência na educação corresponde a aproximadamente 56,7% dos estudos inclusos, tema de crescente interesse nos últimos cinco anos (Figura 2):

Figura 2: Número de estudos selecionados publicados entre 2009 a julho de 2020



Fonte: Dados da pesquisa.

Os trabalhos apurados foram lidos na íntegra e foi realizada a análise qualitativa de acordo com as categorias elencadas, com destaque para as convergências e divergências entre os estudos.

3.1 Intervenção didática relacionada à neuroeducação

No levantamento bibliográfico efetuado, foram identificados oito estudos científicos sobre intervenção didática ou discussão do uso de estratégias de ensino com base na neurociência cognitiva. Um deles é o artigo de Santos e colaboradores (2020), no qual investigou-se as potencialidades de uma sequência didática (SD) fundamentada nos pressupostos da neurociência no ensino de genética, com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Neste trabalho, os autores identificaram uma maior participação, interesse e melhor desempenho didático dos alunos ao término das aulas.

Assim, como Santos e colaboradores (2020), Barabás (2016) também discute a formação da memória em seu trabalho de pesquisa, cujo objetivo foi desenvolver uma aplicação didática a respeito do conhecimento da neurociência aplicado ao ensino de física do tópico tecnologia nuclear para professores de ciências, mediante teste específico de memória implícita. Os resultados apontaram para a eficácia do programa em modificar e manter, posteriormente, as associações implícitas sobre os benefícios da tecnologia nuclear.

Ainda nesta mesma temática, Zompero, Gonçalves e Laburú (2018) compõem uma crítica ao ensino tradicional, a partir da discussão sobre o uso de atividades investigativas em contraposição aos resultados do Brasil em ciências no PISA 2018,

relacionando as habilidades cognitivas com a aprendizagem de conceitos de investigação científica.

No trabalho intitulado *Sparking curiosity: How do you know what your students are thinking?*, Adams e Willis (2015) avaliaram a aplicação de uma sequência didática embasada em estratégias de ensino diferenciadas, tais como a variação de ensino *Just-In-Time* (jiTT) e o método *Peer Instruction* (instrução por pares), para conhecer o que os alunos têm curiosidade e interesse em aprender. Eles constataram que o uso de questionários iniciais é primordial para externalizar os temas de interesse dos alunos e para auxiliar na elaboração do planejamento de aulas do professor.

O estudo de Srimaharaj e colaboradores (2018) tem grande destaque na área da neuroeducação, diferindo dos demais por adentrar tanto na área de ensino quanto na experimental, assim como os trabalhos de Maiato (2013), Viveiros e Camargo (2014).

A metodologia empregada por Srimaharaj e colaboradores (2018) avaliou o desempenho cognitivo de dez alunos, de ambos os sexos, com idade entre 18 a 20 anos, na Tailândia, medindo seus sinais cerebrais, os quais foram registrados por eletroencefalografia (EEG), constatando que aproximadamente após 50 minutos, os alunos têm um decréscimo no desempenho cognitivo devido ao decréscimo da atenção, sendo uma pesquisa fundamental para a classificação de alunos que apresentam baixo desempenho, os quais devem ser submetidos a uma pausa mental.

3.2 Revisão de literatura sobre neurociências e ensino

Nesta revisão sistemática, foram inclusas seis publicações de revisão de literatura sobre a temática neurociências e ensino. Destas, destaca-se o trabalho de Silva (2019) que, por meio de pesquisa descritiva, realizou o levantamento bibliográfico a respeito das contribuições da neurociência para o ensino de ciências e biologia, utilizando as bases de pesquisa: *Scielo*, *Google Acadêmico*, periódicos CAPES e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (TEDE) no período entre 2009 a 2019.

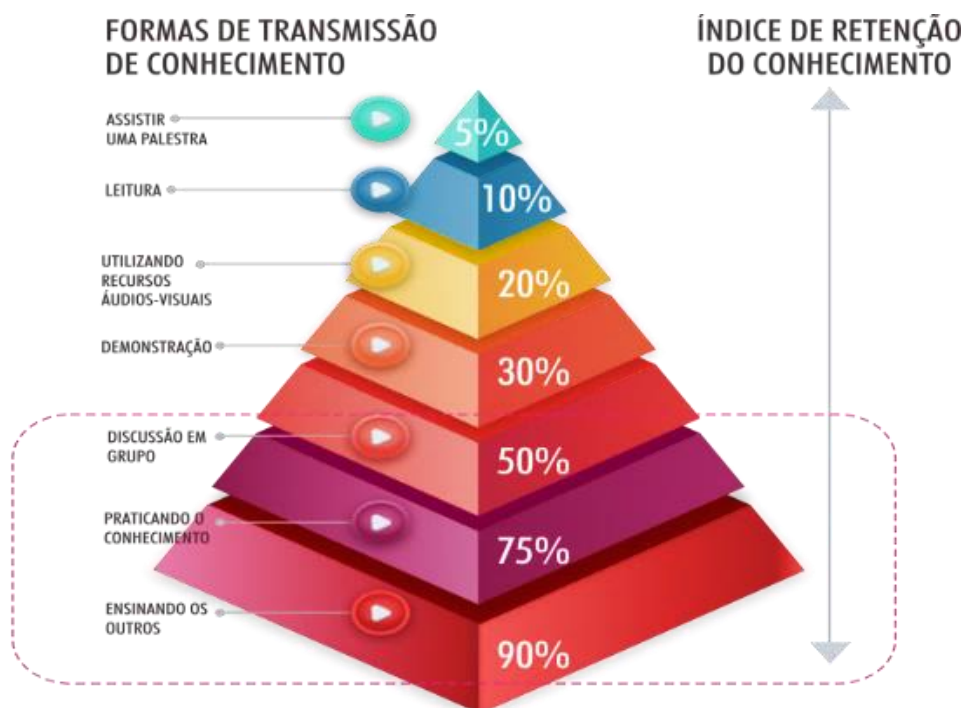
Silva (2019) faz uma reflexão acerca da problemática da crise no ensino de ciências, enfatizando que a educação tradicional ainda é amplamente utilizada com ênfase na aprendizagem mecânica (por reprodução) e desvinculada com o cotidiano.

Ele reforça, assim como Obana (2015), que o conhecimento sobre a teoria de

Piaget de estágios do desenvolvimento cognitivo, com suporte na experimentação em neurociência, é fundamental na implementação de métodos e estratégias de ensino mais adequadas às fases do aluno.

Outras revisões de literatura (SILVA, 2019; MOREIRA, 2019; SOUSA; ALVES, 2017), com suporte em pesquisas anteriores sobre o tema, também reforçam a exploração de diversas habilidades sensoriais por meio de estratégias de ensino, que, segundo a pirâmide de aprendizagem de William Glasser (Figura 3), devem incentivar a prática do que foi aprendido e o seu ensino para outros indivíduos, com base em experiências colaborativas. Contudo, outros artigos (SILVA; MUZARDO, 2018; LETRUD, 2012) questionam a veracidade da pirâmide que foi atribuída ao psiquiatra americano, Willian Glasser, por ausência dos estudos originais e dos dados experimentais.

Figura 3: Pirâmide da aprendizagem de William Glasser



Fonte: <<https://cutt.ly/7gWkGfC>>, modificado pela autora.

Não há indícios nas pesquisas de Willian Glasser a respeito da criação de uma hierarquia em relação aos modelos de aprendizagem e, muito menos, a sua quantificação em índices de retenção do conhecimento (SILVA; MUZARDO, 2018; LETRUD, 2012). A inconsistência dos resultados de busca das origens da pirâmide de aprendizagem revela que esse modelo não pode permanecer como justificativa de práticas pedagógicas que classificam que determinada forma de aprendizagem é mais

eficiente.

Sousa e Alves (2017), Silva (2019) e Ferreira, Gonçalves e Lameirão (2019) discutem a importância de professores obterem conhecimento sobre a neurociência para melhorar as capacidades e habilidades cognitivas dos alunos, destacando que o conhecimento neurocientífico deveria integrar a formação de professores, de maneira a amparar novos métodos de ensino. No entanto, Ferreira, Gonçalves e Lameirão (2017) ressaltam que se deve ter cuidado na divulgação do conhecimento neurocientífico, para que não sejam propagados os neuromitos⁴.

Quanto a esta temática, Bassante-Jiménez (2017), em sua revisão bibliográfica sobre neurociência e educação, destaca dez artigos mais referenciados, cadastrados na base de dados da *Scopus*, buscando-se estabelecer uma relação construtiva entre ambas, concluindo que há muitos problemas na tentativa de unificação entre elas, visto que há uma brecha entre as duas disciplinas por conta dos diferentes objetivos, metodologias e níveis de análise.

3.3 Neurociência e formação de professores

Bartoszeck e Bartoszech (2009) e Pedra (2019) buscaram, em seus trabalhos, relacionar o papel da neurociência na formação de professores por meio de aplicação de questionário a docentes da educação básica, de modo a avaliar o seu nível de conhecimento sobre o cérebro humano e identificar as lacunas e as possíveis implicações educacionais, buscando convergências entre a amostra de professores.

Em seus resultados, utilizando a escala Likert (ancorada em 7 pontos: 1=discordo totalmente a 7=concordo totalmente), Bartoszeck e Bartoszech (2009) identificam que aproximadamente 80% dos entrevistados concordam que o conhecimento da neurociência pode contribuir positivamente no âmbito educacional, o que aumentou para cerca de 88% após o término do curso de extensão sobre neurociência e educação. Já Pedra (2019) constatou que os docentes não possuem em sua formação acadêmica o conhecimento neurocientífico e, ao avaliarem o material proposto por ele, não houve muitas discordâncias quanto ao seu aspecto motivacional e potencial à aprendizagem.

Alguns estudos (GROSSI; LOPES; COUTO, 2014; PÉREZ; DEL REY;

⁴ Neuromito é um termo utilizado para denominar interpretações errôneas do conhecimento neurocientífico já estabelecido, seja na área da educação ou em outros cenários (GOSWAMI, 2006).

GONZÁLEZ, 2019; CARABALLO, 2019; CALZADILLA PÉREZ; ÁLVAREZ CLEMENTE, 2017; VÁSQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 2019) defendem a importância da inserção de cursos com a temática da neurociência aplicada à educação em programas de formação de professores, seja na fase inicial ou continuada, destacando possíveis contribuições da ciência do cérebro como forma de validação de estratégias e inovações pedagógicas que consideram as bases neurobiológicas da aprendizagem.

Por meio da análise das matrizes curriculares dos cursos de pedagogia de instituições públicas e privadas do Brasil, Grossi, Lopes e Couto (2014) identificaram que, a partir de 2006, houve um aumento do interesse na produção de pesquisas sobre neurociência e educação, embora sua introdução nos cursos de formação docente seja inexpressiva, correspondendo a 6,25% das instituições, sendo nenhuma de programas especiais de formação pedagógica, indicando deficiência na formação de professores acerca da temática neuroeducação. Nas diretrizes curriculares, há apontamentos sobre a relevância do estudo da ciência cognitiva, o que vai ao encontro com a pesquisa de Pérez, Del Rey e González (2019), na qual foi possível identificar que a inclusão da neurociência na formação inicial de professores é um problema científico, em que não há aplicabilidade do conhecimento da neurociência na esfera educacional, visto que o tratamento do assunto nas disciplinas pedagógicas é insuficiente.

A partir da compreensão da biologia cerebral e de suas dimensões cognitivas, é possível realizar escolhas de estratégias pedagógicas mais apropriadas às individualidades dos aprendizes, ressignificando a didática do professor em sala de aula e estimulando a discussão em todos os âmbitos da educação a respeito da implementação de disciplinas sobre neurociência nos cursos de formação docente, fazendo-se urgente o investimento em programas de aperfeiçoamento de professores com a temática da aplicabilidade da neurociência cognitiva no âmbito educacional. (GROSSI; LOPES; COUTO, 2014; PÉREZ; CARABALLO, 2019; VÁSQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 2019).

3.4 Contribuições da neurociência na educação

Com a proposta de analisar criticamente as possíveis contribuições do campo da neurociência para a educação, determinados autores, com destaque para Keen-Rhinehart e colaboradores (2009), suscitam a reflexão com referência ao uso de

métodos inovadores no processo de ensino e aprendizagem em comparação com o ensino transmissivo tradicional.

Sob esta mesma perspectiva, Bica (2017) busca relacionar o ensino de ciências com os fundamentos neurobiológicos da aprendizagem, da memória e das emoções, defendendo o uso da linha de investigação de múltiplas representações alinhada aos princípios da neuroeducação.

Assim como Bica (2017), Carvalho (2010) e Medeiros e Bezerra (2015) também consideram a notoriedade de compreensão dos postulados da neurociência para a educação, em especial, para professores e licenciandos, tendo em vista as novas diretrizes curriculares internacionais e nacionais para o meio educacional.

A implementação de produtos educacionais que visam a utilização de tecnologias computadorizadas em conjunto com atividades diversificadas vai ao encontro do que diz Rosat e colaboradores (2010) sobre a unificação dos resultados das pesquisas em neurociência com outras áreas.

O trabalho de Posner (2009) também retrata acerca dos princípios subjacentes à ativação das redes neurais relacionadas à memória, atenção e aprendizagem, revelados por meio da utilização e associação de técnicas de neuroimagem.

O artigo intitulado *Educación y neurociencias: La conexión que hace falta* traz a reflexão a respeito da emergência da interação e aproximação entre neurocientistas e educadores para a compreensão do funcionamento do cérebro na ocorrência da aprendizagem. Seus autores, Puebla e Talma (2011), dialogam acerca das adequações necessárias na educação para que a neurociência seja implementada no contexto educativo.

A discussão com referência à ascensão das neurociências é evocada por Bergmann, Biehl e Zabel (2017). Segundo estes autores, é importante levantar o debate acerca dos resultados de pesquisas contraditórios sobre iniciativas cerebrais em comparação com os aspectos éticos, filosóficos e políticos.

Sob este aspecto, outros trabalhos (LIU et al., 2015; POSNER, 2009) também suscitam a reflexão quanto ao cuidado com os neuromitos, muitas vezes propagados pelos meios midiáticos, tais como internet, programas de TV e revistas científicas predadoras e reproduzidos por professores, sendo crucial a revisão dos currículos dos cursos de formação inicial e continuada de docentes, buscando uma abordagem

crítica-reflexiva.

4 Considerações finais

A sistematização dos estudos aponta que o estudo das bases biológicas do cérebro aplicáveis à educação é bastante promissor, sendo fundamental a promoção e oferta de cursos e disciplinas para docentes e para professores em formação que versam conteúdos sobre a neuroeducação, relacionando-os com as teorias cognitivas da aprendizagem.

De modo geral, a definição mais aceita é a de a neurociência como um campo de estudo multidisciplinar que estuda o desenvolvimento e o funcionamento do sistema nervoso, em específico, o cérebro, relacionando-o com a aquisição de conhecimento, em que as teorias cognitivas da aprendizagem puderam ser validadas, ampliando a compreensão de como o cérebro aprende, armazena e acessa as informações, sendo primordial para o combate dos neuromitos e para auxiliar no processo educacional.

A divulgação e popularização da neurociência, de forma responsável e cautelosa, no âmbito do ensino de ciências, permite a potencialização do saber pedagógico, dando subsídios aos docentes para melhorar sua atuação no ensino e colaborando para a transformação dos currículos escolares, atendendo a demanda social e profissional de sujeitos cada vez mais aptos a contribuir no processo de aprendizagem.

Após a leitura das publicações selecionadas na revisão de literatura, realizou-se o agrupamento das publicações em categorias de análise: aplicação da neuroeducação, revisão bibliográfica, formação docente e contribuições da neurociência para o ensino de ciências, o que possibilitou uma melhor interpretação dos dados coletados e sua sumarização.

A respeito dos estudos que exprimem as potencialidades da aplicação da neuroeducação por meio de propostas didáticas, foi possível identificar apenas três estudos inclusos na revisão bibliográfica (MAIATO, 2013; VIVEIROS; CAMARGO, 2014; SRIMAHARAJ et al. 2018) que abordassem o uso da experimentação própria da neurociência no contexto escolar, registrando os sinais cerebrais por meio de EEG. Possivelmente, essa prática não é comum devido à escassez de investimentos e equipamentos destinados à pesquisa educacional sobre esta temática, o que implica

no aumento das lacunas entre a neurociência e a educação.

Contudo, a prática pedagógica associada ao conhecimento neurocientífico configura-se em uma iniciativa audaciosa e desafiadora para a convergência entre esses dois campos de estudo, permitindo o surgimento de inovações educacionais que proporcionarão avanços em pesquisas dessa área.

Os trabalhos de revisão de literatura acerca da neurociência e educação fazem um comparativo dessa abordagem em contraposição ao ensino tradicional, destacando a falta de preparo dos professores no uso de tecnologias digitais. Já no tocante à formação de professores e ao campo da neurociência, dos trabalhos encontrados nas bases de dados escolhidas, todos relacionam a neurociência à formação docente, não somente pelo suporte que esse tipo de conhecimento pode proporcionar aos professores, mas de modo a combater a propagação de informações errôneas a respeito da neurociência.

Por fim, com referência às contribuições da neurociência para a educação, as publicações revelam que a alfabetização neurocientífica de professores permite considerar a aprendizagem de forma individualizada, valorizando os sujeitos da aprendizagem e suas especificidades na aquisição do conhecimento, assim também como suas experiências e o contexto em que estão inseridos, o que também contribui para a ocorrência da aprendizagem.

Com base nos dados observados, embora a aplicabilidade da neuroeducação no meio escolar e nos cursos de formação inicial e continuada de profissionais da educação ainda não seja uma realidade estabelecida, os estudos convergem em relação à importância da inserção do conhecimento neurocientífico em cursos de formação de professores, visto que os postulados dos pressupostos neurobiológicos podem amparar a pesquisa educacional, contribuindo para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de estratégias pedagógicas que vislumbram uma aprendizagem efetiva, crítica e democrática.

O resultado do estudo bibliográfico indica uma escassez de pesquisas em língua portuguesa, embora em nível internacional, o número também não seja tão expressivo. No entanto, não se pode ignorar as potencialidades e contribuições que o conhecimento sobre o cérebro e a mente podem proporcionar à área educacional. O aperfeiçoamento das estratégias de ensino, a partir do entendimento de como o cérebro aprende e registra habilidades como linguagens e cálculo, pode promover

uma revolução na educação em geral. Vale destacar que a definição de novos métodos e técnicas baseadas no conhecimento neurocientífico com potenciais aplicações na área de ensino ainda está em aberto.

Referências

ADAMS, W.K.; WILLIS, C. Sparking curiosity: How do you know what your students are thinking? **The Physics Teacher**, v. 53, n. 8. 2015.

ATALLAH, A. N.; CASTRO, A. A. Revisão sistemática e metanálise. in: ATALLAH, A. N.; CASTRO, A. A. **Evidências para melhores decisões clínicas**. São Paulo: Lemos Editorial, 1998.

BARABÁS, R. de C. **Neurociências aplicadas ao ensino-aprendizagem da tecnologia nuclear**. 2018. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Reatores) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECH, F. K. Percepção do professor sobre neurociência aplicada à educação. **Educere**, v. 9, n. 1, 2009.

BASSANTE-JIMENÉZ, S. A. Importancia de la Neurociencia en la Educación. **Revista Publicando**, v. 4, n.10, p. 531-541. 2017.

BICA, M. S. N. **Neurociência e as múltiplas representações: uma convergência para o ensino de ciências**. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Neurociência aplicada à Educação) – Universidade Federal do Pampa, Uruguai, 2017.

BERGMANN, A.; BIEHL, A.; ZABEL, J. Toward Neuroscience Literacy? -Theoretical and Practical Considerations. In: **The Human Sciences after the Decade of the Brain**, p. 231-248. Massachusetts: Academic Press, 2017.

CALZADILLA PÉREZ, O. O.; ÁLVAREZ CLEMENTE, J. L. La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes. **Revista de Educación**, v. 15, n. 1, p. 21-40. 2017.

CARABALLO, Y. A. Modelo de formación neuroeducativa para docentes en la República Dominicana. **Revista Cubana de Educación Superior**, v. 38, n. 3. 2019.

CARVALHO, F. A. H. de. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8 n. 3, p. 537-550. 2010.

CASTRO, A. A. A formulação da pergunta de pesquisa. Em: CASTRO, A. A. **Revisão sistemática com e sem metanálise**. São Paulo: AAC, 2001.

EVANGELISTA, F. L. et al. O ensino de Física e Matemática sob a ótica da Neuroeducação. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 2, p. 80-92. 2019.

FERREIRA, H. da S.; GONÇALVES, T. O.; LAMEIRÃO, S. V. de O. C. Aproximações

entre neurociências e educação: uma revisão sistemática. **Revista Exitus**, v. 9, n. 3, p. 636-662. 2019.

GARRET, B.; HOUGH, G. **Brain & Behavior: An Introduction to Behavioral Neuroscience**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2018.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência Cognitiva: A Biologia da Mente**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GOSWAMI, U. Neuroscience and education: from research to practice? **Nature reviews neuroscience**, v. 7, n. 5, p. 406-413, 2006.

GROSSI, M. G. R.; LOPES, A. M.; COUTO, P. A. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. **Revista da FAEEDBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n. 41, p. 27-40, jan./jun. 2014.

JEBLAWEI, C. Why young neuroscientists from Germany and China should swap countries? **Research in Germany**. 2019. Disponível em: <<https://cutt.ly/ddR2NTD>>. Acesso em 02 ago. 2020.

KHAN, S. **Um mundo, uma escola: a educação reinventada**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

KEEN-RHINEHART, E. et al. Interactive methods for teaching action potentials, an example of teaching innovation from neuroscience postdoctoral fellows in the fellowships in research and science teaching (FIRST) program. **Journal of Undergraduate Neuroscience Education**, v. 7, n.2, p. A74-A79. 2009.

LETRUD, K. A rebuttal of NTL Institute's learning pyramid. **Education**, v. 133, n. 1, p. 117-124. 2012.

LIU, C.-J. et al. The implications of science teaching and practices on educational neuroscience. In: KHINE, M. S. (eds). **Science Education in East Asia: Pedagogical Innovations and Research-informed Practices**. Cham: Springer. 2015.

MAIATO, A. M. **Neurociências e aprendizagem: o papel da experimentação no ensino de ciências**. 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande. FURG- Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: química da vida e saúde. Rio Grande.

MEDEIROS, M.; BEZERRA, E. de L. Contribuições das neurociências à compreensão da aprendizagem significativa. **Revista Diálogos**, v.1, n. 10, 2013.

MIGLIORI, R. **Neurociências e Educação**. São Paulo: Brasil Sustentável Editora, 2013.

MOREIRA, J. da S. **A contribuição da neurociência na formação inicial e continuada do professor: uma revisão na literatura**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Neurociência aplicada à Educação) – Universidade Federal do Pampa. Uruguaiana.

OBANA, J. E. G. **A epistemologia e a psicologia de Jean Piaget e as neurociências uma revisão sistemática**. 2015. 142 f. Dissertação (mestrado) –

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Filosofia e Ciências. São Paulo.

PATTEN, K. E.; CAMPBELL, S. R. **Educational Neuroscience: Initiatives and Emerging Issues**. Nova Jersey: John Wiley & sons. 2011.

PEDRA, R. de L. B. Neurociência, Aprendizagem e Ensino de Ciências: uma parceria necessária. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Anais do XII ENPEC**, 12, Natal, 2019. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

PEDROSO et al. Estratégias de aprendizagem ativas “Flipped Classroom”, “Peer Instruction” e “Just-in-Time Teaching” no ensino de Astronomia. **Scientia cum indústria**, v. 7, n. 1, p. 64-68, 2019.

PÉREZ, E. H. J.; DEL REY, M. M. L. R.; GONZÁLEZ, D. H. La neurociencia en la formación inicial de docentes. **Cienfuegos**, Conrado, v.15, n. 67, abr./jun. 2019.

POPKINS, G. Physicists, the Brain is Calling You. **APS News**, v. 25, n. 4, apr. 2016. Disponível em: <<https://www.aps.org/publications/apsnews/201604/brain.cfm>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

POSNER, M. I. Bridging Cognitive and Neural Aspects of Classroom Learning. **AIP Conference Proceedings**, v. 1179, n. 1. 2009.

PUEBLA, R.; TALMA, M. P. Educación y neurociencias: La conexión que hace falta. **Estudios pedagógicos**, Valdivia, v. 37, n. 2, p. 379-388. 2011.

ROSAT, R. M. et al. EMERGÊNCIA DA NEUROEDUCAÇÃO: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 199-210. 2010.

SANTOS, F. S. dos et al. Sequência didática fundamentada na neurociência para o ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 359-383, 2020.

SANTOS, M. R. dos. **O conhecimento de neurociência cognitiva e a valorização por professores de cursos de licenciatura da área de Ciências da Natureza**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Ciências e Matemática, PUCRS. Porto Alegre.

SRIMAHARAJ, W. et al. Brain Cognitive Performance Identification for Student Learning in Classroom. **Global Wireless Summit (GWS)**, Chiang Rai, p. 102-106. 2018.

SILVA, F. L. da; MUZARDO, F. T. Pirâmides e cones de aprendizagem: da abstração à hierarquização de estratégias de aprendizagem. **Dialogia**, São Paulo, n. 29, p. 169-179, maio/ago. 2018.

SILVA, R. dos S. da. **A neurociência como ferramenta para o ensino de ciências e biologia**. 2019. Monografia (Graduação em Biologia) – Departamento de Biologia. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Sergipe. São

Cristóvão.

SOARES, C. B.; CAMPOS, C. M. S.; YONEKURA, T. Marxismo como referencial teórico-metodológico em saúde coletiva: implicações para a revisão sistemática e síntese de evidências. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 47, n. 6, p. 1403-1409. 2013.

SOUSA, A. M. O. P. de; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem (artigo de revisão). **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 34, n. 105, p. 320-331, 2017.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A. La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. **Tecné, Episteme y Didaxis (TED)**, Bogotá, n. 46, july/dec. 2019.

VIVEIROS, E. R. de; CAMARGO, E. P. de. Teoria dos Campos Conceituais e Neurociência Cognitiva: utilizando uma interface cérebro-computador no Ensino de Física para deficientes visuais e físicos. **Interciência & Sociedade**, v. 3, n.2. 2014.

ZOMPERO, A. de F.; GONÇALVES, C. E. de S.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 419-436. 2017.