

NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: PANORAMA DAS PESQUISAS COM ÍNDICE $H \geq 5$ NA BASE DE DADOS SCOPUS

Kátia Celina da Silva RICHETTO
Universidade de Taubaté

Willian José FERREIRA
Universidade de Taubaté

Marco Rogério da Silva RICHETTO
Faculdade SENAI Félix Guisar

Messias Borges SILVA
Universidade de São Paulo

Resumo: A parceria entre Neurociência e a Educação é essencial para que educadores e educandos possam compreender os mecanismos que fundamentam a aprendizagem e a memória. Este estudo traz um panorama das pesquisas, realizadas nas bases de dados SCOPUS, entre os anos de 2017 e 2022, a partir dos descritores “neurociência” e “educação” no título e do indicador booleano *and* entre eles. Das 1657 produções disponíveis, 356 foram extraídos pelo filtro área de estudo (Neurociência). Destes, 25 trabalhos foram escolhidos pela aderência ao objetivo do estudo, ou seja, neurociência aplicada à educação e também pelo número de citações, optando-se por artigos com 5 ou mais citações. Os textos foram submetidos ao software Iramutec e foram discutidos: nuvem de palavras, classificação hierárquica descendente e análise de similitude. As publicações na área de neurociências aplicada à educação têm aumentado significativamente devido o interesse de profissionais da área no aprofundamento e utilização deste estudo. Verificou-se que é possível utilizar estratégias como a aprendizagem ativa, a interdisciplinaridade, a transdisciplinaridade, a função executiva, a meditação e os processos colaborativos para minimizar as dificuldades na sala de aula.

Palavras-Chave: Neurociência; Educação; Avanços.

*NEUROSCIENCE AND EDUCATION: OVERVIEW OF RESEARCH
WITH H-INDEX ≥ 5 IN THE SCOPUS DATABASE*

Abstract: *The partnership between Neuroscience and Education is essential so that educators and students can understand the mechanisms that underlie learning and memory. This study provides an overview of research carried out in the SCOPUS databases between 2017 and 2022, based on the descriptors “neuroscience” and “education” in the title and the Boolean indicator and between them. Of the 1657 productions available, 356 were extracted using the study area filter (Neuroscience). Of these, 25 works were chosen for their adherence to the objective of the study, that is, neuroscience applied to education and also for the number of citations, opting for articles with 5 or more citations. The texts were submitted to the Iramutec software and were discussed: word cloud, descending hierarchical classification and similarity analysis. Publications in the area of neuroscience applied to education have increased significantly due to the interest of professionals in the field in deepening and using this study. It was found that it is possible to use strategies such as active learning, interdisciplinarity, transdisciplinarity, executive function, meditation and collaborative processes to minimize difficulties in the classroom.*

Keywords: *Neuroscience; Education; Advances.*

NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN CON ÍNDICE H \geq 5 EN LA BASE DE DATOS SCOPUS

Resumen

La asociación entre Neurociencia y Educación es esencial para que educadores y estudiantes puedan comprender los mecanismos que subyacen al aprendizaje y la memoria. Este estudio ofrece una visión general de las investigaciones realizadas en las bases de datos SCOPUS entre 2017 y 2022, a partir de los descriptores “neurociencia” y “educación” en el título y el indicador booleano y entre ellos. De las 1657 producciones disponibles, 356 fueron extraídas mediante el filtro de área de estudio (Neurociencia). De ellos, se eligieron 25 trabajos por su adherencia al objetivo del estudio, es decir, la neurociencia aplicada a la educación y también por el número de citas, optándose por artículos con 5 o más citas. Los textos fueron sometidos al software Iramutec y se discutieron: nube de palabras, clasificación jerárquica descendente y análisis de similitud. Las publicaciones en el área de la neurociencia aplicada a la educación se han incrementado significativamente debido al interés de los profesionales del área en profundizar y utilizar este estudio. Se encontró que es posible utilizar estrategias como el aprendizaje activo, la interdisciplinaria, la transdisciplinaria, la función ejecutiva, la meditación y los procesos colaborativos para minimizar las dificultades en el aula.

Palabras-clave: *Neurociencia; Educación; Avances.*

1. INTRODUÇÃO

Ao explorar os intrincados mecanismos que regem o funcionamento do cérebro humano e sua relação com os processos de aprendizado, a interseção entre a neurociência e a educação tem se revelado uma das áreas mais promissoras e impactantes no campo da pedagogia contemporânea (Nóbile e Crespi, 2021).

Thomaz et al. (2019) definem a neurociência educacional como um campo interdisciplinar de pesquisa que tem por objetivo traduzir as descobertas relacionadas aos mecanismos neurais da aprendizagem em práticas e políticas educacionais. Segundo Bishop (2013), essa área de estudo também se dedica a explorar de que maneira a educação molda o cérebro e os processos subjacentes que conduzem a alterações comportamentais, ou sua ausência, por meio do processo educativo. Na medida em que aprofunda o entendimento sobre o funcionamento do sistema nervoso, os avanços contínuos nas pesquisas neurocientíficas têm revelado melhorias palpáveis no processo de ensino e aprendizagem e, como resultado, os educadores têm sido incentivados a desenvolver abordagens pedagógicas diversificadas para otimizar o processo de ensino e aprendizagem, promovendo uma compreensão mais profunda e abrangente dos alunos em relação aos conteúdos abordados (Gabrieli, 2016).

Nos últimos anos, houve avanços significativos nas áreas de neurociência cognitiva, afetiva e social, que têm o potencial de revolucionar as teorias educacionais relacionadas à aprendizagem (Immordino-Yang, 2011). Conforme discutido por Thomaz et al. (2019), a importância de integrar os insights da neurociência no campo educacional está na habilidade de personalizar e otimizar os ambientes de aprendizado para atender às necessidades individuais dos alunos. Ao considerar essa perspectiva, os educadores têm a oportunidade de elaborar estratégias que impulsionem a retenção de conhecimento, aumentem a motivação dos alunos e fortaleçam as conexões neurais relacionadas ao processo de aprendizagem (Horvath et al., 2018).

Tradicionalmente, diversos métodos de ensino têm sido utilizados com base em intuições e práticas convencionais (Boaler, 2019). No entanto, ao fundamentar as abordagens pedagógicas em evidências provenientes da neurociência, abre-se a oportunidade de identificar maneiras mais eficazes de instruir (Sah et al., 2016) e, diante

disto, emergem duas correntes de pensamento, gerais e complementares, frutos de décadas de pesquisa neurocientífica voltada para emoção e processamento social, com o propósito de inaugurar um diálogo sobre o impacto dessas constatações na teoria educacional.

A primeira evidencia a interligação profunda entre emoções e cognição, envolvendo corpo e mente (Gabrieli, 2016). A segunda ressalta que o processamento social e a aprendizagem ocorrem pela assimilação de interpretações subjetivas das perspectivas alheias, permitindo vivenciá-las vicariamente (Immordino-Yang, 2011; Horvath et al., 2018). Esses achados têm implicações para a configuração de ambientes de aprendizagem, requerendo a harmonização entre teorias educacionais e evidências neurobiológicas contemporâneas.

Com o propósito de contemplar essas questões, este estudo se concentra na análise do cenário das pesquisas em torno de neurociência e educação: um panorama das pesquisas com índice $h \geq 5$ na base de dados Scopus", com especial atenção aos aspectos alinhados ao objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) nº 4 da ONU. Para isso, realizou-se uma investigação bibliométrica na área da neurociência cognitiva, empregando o método da classificação hierárquica descendente (CHD) de corpora textuais, por meio da ferramenta IRAMUTEQ (Interface de R *pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*). Esse software gratuito é apoiado nos ambientes estatísticos R e linguagem *Python*, conforme proposto por Camargo e Justo (2013). Com base neste pré-processamento, conduziu-se uma análise textual discursiva (ATD), resultando em reflexões sobre a temática "neurociência e desenvolvimento cognitivo".

Os autores pesquisados neste panorama inferem as seguintes questões relativas à neurociência e educação.

1.1 MENTALIDADE DE CRESCIMENTO/COGNIÇÃO E NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Nos estudos de NG (2018) relata-se que as ações de um indivíduo podem ser desencadeadas por intenções, incentivos ou valores intrínsecos. A melhora na experiência do aprendizado e desenvolvimento através de motivação do ser, fortalece a mentalidade de crescimento, estimulando os indivíduos a aprenderem. Para Demetriou et al (2018) a cognição, isto é, a consciência dos processos mentais, baseada no automonitoramento, reflexão e meta-representação, interage com o controle executivo e o raciocínio desde a infância até a adolescência. Infere ele que a cognição muda de acordo com a idade do indivíduo, contribui para a formação do controle executivo e faz a mediação entre o controle executivo e o raciocínio. Desta forma, a cognição é o mecanismo básico ligando passado, presente e futuro em processos mentais simples e complexos. No artigo de Shearer (2018) é feita uma revisão de método misto de mais de 500 relatórios neurocientíficos investigando a proposição de que inteligência geral e inteligências múltiplas podem ser integradas com base em sistemas neurais comuns e únicos. Foi proposta uma estrutura em torno de educação cognitiva e neurociência e, no método, encontram-se cinco princípios considerados pontos fortes para promoção do desempenho acadêmico, quais sejam: cultura, cada cérebro é único; ative forças; conheça a si mesmo; cognição incorporada/leme emocional e faça com que isso signifique algo. Dotson et al (2020) pontua que os fundamentos neurais da cognição humana vêm de estudos realizados em amostras homogêneas de raça/etnia, sexo e padrão socioeconômico, mas que pesquisas desconsideram, na maioria das vezes, as diferenças de sexo e o desempenho nos padrões de atividade cerebral. Se são desconsideradas as diferenças individuais na estrutura neural, o autor infere que estas pesquisas não podem ser generalizadas para outras amostras. Elliott et al (2019) aborda que estudos com gêmeos sugerem que os mesmos fatores genéticos influenciam tanto o tamanho do cérebro quanto a inteligência, levando à hipótese de que a genética influencia a inteligência em parte, contribuindo para o desenvolvimento de cérebros maiores, o que aumentaria o desempenho cognitivo. Para Pande (2021a) as ER's (representações externas) são um processo cognitivo através do qual um aluno, com seu modelo interno (mental), interage, usa, entende e transforma o conhecimento.

1.2 NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL E NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Dubinsky (2019) pontua que o conhecimento da Neurociência, ou seja, dos mecanismos que sustentam a aprendizagem e a memória, para alunos e educadores, tem sido limitado. Em seu trabalho, alicerçado em aprendizagem ativa e melhores práticas educacionais, professores planejaram e adotaram pedagogias envolvendo modelagem, experimentação, discussão, análise e síntese, aumentando o engajamento cognitivo em sala de aula. A formação de professores nesta área é de extrema importância, para a promoção de pedagogias centradas nos alunos. Feiler (2018) revela que o campo da neurociência educacional se fundamenta em três pilares: aplicação, interdisciplinaridade e tradução da linguagem, ditos como emergentes para o estudo de Neurociência, Psicologia e Educação, mas que a Neurociência Educacional não deve substituir estas disciplinas e sim utilizar das ferramentas disponíveis em Neurociência para explorar e compreender o cérebro, minimizando dificuldades em sala de aula. Vaughn et al (2020) aponta que poucas pesquisas têm sido direcionadas em Neurociências para uma abordagem educacional, apenas são elencadas sugestões para o estudo de processos de cognição de linguagem e matemática, não estendido para mudanças conceituais e aprendizado de ciências. Detecção de erros, inibição, função executiva e memória precisam ser mais amplamente estudados para que mudanças conceituais possam auxiliar no aprendizado do indivíduo. Palghat et al (2017) discutem a Neurociência enquanto campo interdisciplinar e como as questões filosóficas estão ligadas de modo efetivo de como a pesquisa deve ser realizada em diferentes campos, avaliando os problemas da consciência e mente-corpo. Se estas questões não forem amplamente estudadas usando processos colaborativos e as pesquisas se alicerçarem em questões somente metafísicas, isso ameaça ontologias disciplinares aceitas. Rosenberg-Lee (2018) relata que a aprendizagem é um domínio onde duas orientações devem se alinhar: de um lado a Neurociência que procura entender o funcionamento do cérebro e do outro a Educação que procura mudar o cérebro, independentemente de seu funcionamento. A colaboração de uma com a outra certamente contribuirá para uma formação educacional mais efetiva. Han et al (2019) apontam que a Neurociência para a Educação deve se tornar um campo transdisciplinar, incorporando descobertas,

referenciais teóricos e metodologias de Educação e também ciências cognitivas e do cérebro. A integração de múltiplos níveis de análise devem ser implementados nos estudos de Neurociência e Educação. Amiel et al (2019) abordam que professores precisam superar as crenças em neuromitos. Para o aprendizado de Neurociências e aplicabilidade na Educação, é necessário o desenvolvimento de perspectivas filosóficas, o que a literatura hoje não fornece. A pesquisa ação colaborativa no estudo de aprendizagem é uma ferramenta que pode ser utilizada para enfrentar estes desafios. Cursos em Neurociência, em grande parte relegados a universidades avançadas de graduação ou pós-graduação, agora estão sendo oferecidos em escolas de ensino médio, onde ferramentas de pesquisa de baixa e avançada tecnologia, estão sendo usadas em laboratórios práticos. Neste processo, os alunos aprendem muito cedo sobre os benefícios de uma melhor comunicação de pesquisa científica (Gage, 2019). A EARLI SIG 22 2018, Conferência em Neurociência e Educação, incluiu discussão de questões éticas, inclusão de alunos no desenvolvimento de pesquisas, recursos abertos para treinamento de professores em neurociência, e redes de mentoria para membros da comunidade. A sensação esmagadora da pesquisa foi que os membros da comunidade preveem um maior crescimento na colaboração e comunicação entre as disciplinas e, crucialmente, entre educadores e pesquisadores (Brookman-Byrne; Commissar, 2019). Berkovich-Ohana et al (2019) apontam que práticas contemplativas contribuem e promovem o bem-estar dos indivíduos de forma sustentável. Para a Educação isso é de muita importância, visto que afetaria professores e alunos no momento do aprendizado. Com base no acúmulo de descobertas comportamentais e neurocientíficas, foi sugerida a alteração da autoconsciência, processo principal pelo qual a meditação da atenção plena aumenta a autorregulação e auxilia os professores a gerenciarem o estresse e promover ambientes de aprendizagem de apoio, resultando em melhores resultados educacionais.

1.3 NEUROMITOS E NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Grospietsch (2019) aponta que muitos professores em formação ou em serviço transferem para as salas de aula a crença em neuromitos, mesmo que as pesquisas atuais ressaltem a importância da aprendizagem baseada no cérebro, por isso o autor

ressalta a importância de aprendizagem de Neurociência aplicada à Educação. Os resultados deste estudo mostraram que entre 550 professores, 10 neuromitos foram endossados por mais de 50% dos futuros professores de ciências. As crenças na existência de estilos de aprendizagem (93%) e na eficácia do Brain Gym (92%) foram as mais difundidas, desta forma, são necessários novos programas de professores que considerem os neuromitos como equívocos resistentes à mudança. McMahon (2019) reconhece a lacuna entre neurociência e prática educativa e relata as inovações incorporadas em um programa para apoiar os professores iniciantes a reconhecer e desafiar a persistência de neuromitos na Educação. Neste estudo verificou-se que as crenças se tornaram instáveis, entretanto os neuromitos mais persistentes encontrados foram: óleos de peixe, cérebro esquerdo/cérebro direito e estilos de aprendizagem/visual, auditivo ou cinestésico. Ruhaak et al (2018) aborda que os neuromitos educacionais são crenças errôneas baseadas em mal-entendidos de neurociência que contribuem para a prática pseudocientífica dentro da Educação. Neste estudo, lacunas sobre o conhecimento do funcionamento geral do cérebro, aprendizado e comportamento, foram identificadas entre 123 participantes de um total de 129 entrevistados. Os 6 participantes que identificaram com precisão os neuromitos, eram mais propensos a implementar práticas instrucionais eficazes. Ching (2020) investigou a alfabetização em neurociência e as percepções da neurociência na educação entre professores em formação, onde 968 professores em formação foram examinados em relação à aplicação da neurociência na educação. A teoria de resposta ao item Rasch e as técnicas clássicas de teoria de teste foram empregadas e a maioria dos professores em formação tinham conhecimento cerebral limitado e subscreveram muitos neuromitos comuns, mas foram positivos em relação à aplicação da neurociência na educação, o que é fator positivo. Tovazzi et al (2020) elenca que mesmo que os professores demonstrem interesse em neurociência, apresentam altas taxas de adesão a neuromitos. Hughes et al (2020) refletem que professores qualificados ainda acreditam em neuromitos, numa falta de percepção de como isso afeta a prática pedagógica. Gardner (2020) aponta que algumas considerações sobre neuromitos são geralmente afirmadas de forma concreta e absoluta, como se fossem a expressão da verdade e revisa aspectos problemáticos da prática.

1.4 APRENDIZAGEM ATIVA/SIGNIFICATIVA E NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Sandrone et al (2020) comentam sobre como o surto pandêmico acelerou as transformações educacionais e como a educação tradicional foi questionada. Metodologias ativas e práticas de ensino inovadoras tem o potencial, de forma colaborativa, auxiliar a comunidade neurocientífica. Um modelo de engajamento criativo foi proposto, com construção de significado, através da interação corpo mente e afetiva em um ambiente social de aprendizagem, onde o aprendiz pode se conectar emocionalmente com o conteúdo e com as ideias de forma livre. Este movimento motivacional integra a pesquisa sobre criatividade e neurociência afetiva, num processo individualizado e social, construindo o significado de aprender (Anderson, 2018).

2. CAMINHO METODOLÓGICO

A abordagem da mentalidade de crescimento na educação, fundamentada em pesquisas da neurociência, tem ganhado destaque por sua capacidade de influenciar positivamente a motivação, o aprendizado e o desenvolvimento dos alunos. Estudos como o de NG (2018) destacam que as ações dos indivíduos são impulsionadas por intenções, incentivos e valores intrínsecos e, com avanços na neurociência e pesquisas sobre motivação, surge uma demanda global para aplicar essas informações na prática educacional e pesquisa, uma vez que essa abordagem reconhece a importância de relacionar a motivação dos alunos com a mentalidade de crescimento (Boaler, 2019), ao mesmo tempo em que compreende as respostas neurais identificadas em pesquisas neurocientíficas (Gabrieli, 2016).

Segundo Boaler (2019), o ensino centrado no estudante enriquece a experiência de aprendizado, fortalecendo a mentalidade de crescimento. Para Podolsky et al. (2019), quando os indivíduos percebem que a inteligência é maleável e que podem desenvolver suas habilidades, sua atitude em relação ao aprendizado se torna mais positiva e, nesse contexto, o papel do professor é crucial, pois eles também devem adotar uma mentalidade de crescimento. Isso ajuda os alunos a

compreenderem a importância da autonomia na aprendizagem, melhorando a autorregulação e, conseqüentemente, a motivação para estudar (NG, 2018). Essa visão também se conecta à Pande (2021), sobre a importância da autonomia na aprendizagem e do uso de representações externas para melhorar a autorregulação e motivação dos alunos.

Diferentes autores mencionam a influência do ambiente no fortalecimento de mentalidades em crescimento, como enfatizado por Dotson et al. (2020), em relação às diferenças individuais na estrutura neural, e por Elliott et al. (2019,) ao considerar a interação complexa entre fatores genéticos e ambientais na determinação da inteligência. Isso se assemelha à ênfase de Boaler (2019) na criação de ambientes de aprendizado enriquecedores e à menção de Demetriou et al. (2018) sobre a interação entre processos cognitivos, controle executivo e ambiente na evolução da cognição ao longo da vida.

Shearer (2018) contribui para essa discussão ao apresentar a natureza da inteligência e sua conexão com a individualidade e as emoções no contexto educacional, por meio de uma abordagem integradora alinhada à perspectiva evolutiva proposta por Boaler (2019) e Podolsky et al. (2019). O enfoque de Shearer (2018) reside na importância da individualidade e do autoconhecimento, capaz de integrar elementos cognitivos, emocionais e individuais da aprendizagem em uma perspectiva holística, que aprofunda a compreensão do desenvolvimento cognitivo.

Assim, tem-se que a abordagem da mentalidade de crescimento na educação, respaldada pela neurociência, impulsiona a motivação, aprendizado e desenvolvimento dos alunos. Relacionar a motivação à mentalidade de crescimento, considerando respostas neurais, se mostra crucial para promover um ambiente de aprendizado mais envolvente e produtivo.

3. O MÉTODO

Para explorar a relação entre neurociência e educação, foi realizada uma

revisão sistemática da literatura. Essa abordagem, conforme delineada por Ramos et al. (2014), visa a redução de possíveis vieses teóricos, coletando de forma minuciosa e abrangente publicações relacionadas ao tópico em questão.

A coleta de informações foi conduzida por meio de pesquisa na base de dados Scopus, uma plataforma de acesso aberto que tem como propósito identificar trabalhos acadêmicos, literatura educacional e diversos artigos (Elsevier, 2022). Além de sua ampla coleção, a Scopus está indexada na Base de Dados da Capes, o que promove a visibilidade dos documentos em ambas as plataformas, contribuindo para a disseminação abrangente dos resultados (Ventura e da Silva Lopes, 2022).

A partir dos termos “neurociência” e “educação”, com o indicador booleano “and” entre eles, presentes em títulos de artigos publicados em periódicos revisados por pares em inglês, foi realizado um levantamento bibliométrico abrangendo o período entre 2017 e 2022. As contribuições em inglês foram traduzidas e adaptadas por um dos pesquisadores para serem integradas aos corpora textuais.

Diante do grande volume de dados identificados, a pesquisa inicial foi refinada, direcionando-se para artigos que não só apresentassem resumos completos, mas também incorporassem os termos neurociência e educação em seus títulos ou palavras-chave dos resumos. Para assegurar a qualidade e relevância dos artigos selecionados, os critérios de seleção utilizados dentro da citada plataforma foram filtrados, não excluindo acesso, nome do autor e título da fonte. Foram incluídas pesquisas apenas com “Filtro área de estudo: Neurociência”. As exclusões foram realizadas manualmente através do preenchimento e análise de fichas de leitura de todos os documentos, desta forma, pesquisas na área médica, fisioterapia, educação física e afins foram retirados, por motivo de falta de aderência ao objeto de estudo. Importante salientar que foram priorizados nesta pesquisa dados recentes dentro do objeto de estudo e com $H \geq 5$, ou seja, artigos com 5 ou mais citações.

Foram encontradas 1657 publicações por meio da pesquisa na Scopus. Após a avaliação dos títulos e resumos, 331 artigos foram excluídos por não se alinharem com os objetivos desta pesquisa e não atenderem aos critérios de inclusão e exclusão mencionados anteriormente. Portanto, o Quadro 1 apresenta os dados da pesquisa.

Banco de Dados SCOPUS	Avaliação
“Neurociência” e “Educação”	1657
Filtro área de estudo: Neurociência	356
Sem aderência ao objeto de estudo	331
Com aderência ao objeto de estudo	25
Selecionados	25

Quadro 1: Pesquisa de artigos na Base de Dados SCOPUS entre 2017 e 2022, inerente aos descritores “neurociência” e “educação”

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Os artigos e o número de citações são representados abaixo no Quadro 2, com as 25 publicações selecionadas para compor o conjunto de trechos textuais.

ESCOPO DO ESTUDO		
DOCUMENTO	ANO	CITAÇÕES
A neurociência da mentalidade construtiva e da motivação intrínseca.	2018	34
A trindade do desenvolvimento da mente: cognição, controle executivo e raciocínio	2018	20
Contribuições do conhecimento da neurociência para os professores e sua prática	2019	19
Alfabetização em neurociências de professores de ciências em formação: neuromitos e uma compreensão profissional da aprendizagem e da memória	2019	14
Três pilares da neurociência educacional em três décadas	2018	14
O impacto de uma formação inicial modificada de professores na compreensão desafiadora dos neuromitos pelos estagiários	2019	13
Inteligências múltiplas no ensino e na educação: Lições aprendidas com a neurociência	2018	13
A prevalência de neuromitos educacionais entre professores de educação especial em formação inicial	2018	13

Compreendendo a mudança conceitual e a aprendizagem científica por meio da neurociência educacional	2020	12
A importância da diversidade na neurociência cognitiva	2020	12
Uma pontuação poligênica para desempenho educacional superior está associada a cérebros maiores	2019	11
O difícil problema da neurociência educacional	2017	11
Ensino Ativo e a Distância na Educação em Neurociências	2020	10
Estudos de treinamento: um projeto experimental para o avanço da neurociência educacional	2018	10
Engajamento criativo: metáfora incorporada, cérebro afetivo e aprendizagem significativa	2018	9
Conectando níveis de análise na neurociência educacional: uma revisão da estrutura multinível da neurociência educacional com exemplos concretos	2019	8
Usando pesquisa-ação colaborativa para resolver desafios práticos e filosóficos na neurociência educacional	2019	8
O caso da pesquisa em neurociência na sala de aula	2019	8
Alfabetização em neurociências de professores de formação inicial e percepções da neurociência na educação: implicações para a formação de professores	2020	7
Aprendizagem e expertise com representações científicas externas: um modelo de cognição incorporado e estendido	2021	6
Um novo método para avaliar conhecimentos, crenças e neuromitos sobre a mente e o cérebro entre professores italianos.	2020	6
Caminhos futuros para a neurociência educacional na perspectiva dos participantes da conferência EARLI SIG 22	2019	6
Neurociência contemplativa, autoconsciência e educação	2019	6
Por que os professores acreditam em neuromitos educacionais	2020	5
“Neuromitos”: uma consideração crítica	2020	5

Quadro 2: Artigos na Base de Dados SCOPUS entre 2017 e 2022, inerente aos descritores “neurociência” e “educação” mais citados H5.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Para composição dos corpora, concatenou-se os resumos e conclusões das publicações selecionadas, submetendo-os, posteriormente, às etapas de tokenização e normalização, segundo método proposto por Schütze et al. (2008). Esse procedimento foi executado por meio de um algoritmo de processamento de linguagem natural (PLN) desenvolvido em Python, por meio das bibliotecas NLTK (Natural Language Toolkit) e SpaCy. A execução ocorreu no ambiente do Google Colaboratory, um projeto voltado para a criação de modelos de aprendizado de máquina e que proporciona ambientes de notebook sem servidor para desenvolvimento interativo na web (Bisong, 2019).

Após este pré-processamento, gerou-se uma nuvem de palavras, que possibilitou a identificação das palavras mais recorrentes nos textos, assim como termos que poderiam ser excluídos durante a análise (de Jesus et al., 2023). Na sequência, procedeu-se com a aplicação de uma análise de classificação hierárquica descendente (CHD), uma das técnicas de avaliação disponibilizadas pelo software IRAMUTEQ (Reinert, 1990). Nesta abordagem, os segmentos de texto são agrupados levando em consideração seus vocabulários individuais e revelam, predominantemente, como as evocações ocorrem com base na transcrição feita pelo pesquisador e no tamanho do corpus, o qual é definido pelo conjunto de textos sob análise (Camargo e Justo, 2013).

Finalmente, com base na CHD, realizou-se uma Análise Textual Discursiva (ATD), uma abordagem que transita entre análise de conteúdo e análise de discurso, desdobrando as informações em uma exploração interpretativa que reflete as competências dos pesquisadores (de Medeiros e Amorim, 2017).

4. DISCUSSÃO E ANÁLISES

A nuvem de palavras gerada pode ser visualizada a seguir, na Figura 1.

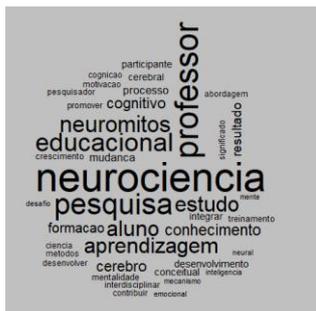


Figura 1: Nuvem de palavras

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Foi possível vislumbrar que as palavras mais relevantes nos textos dos autores investigados foram: neurociência, pesquisa, professor, educacional, neuromitos, estudo, aluno e aprendizagem. Neste sentido, as principais idéias deste estudo foram elencadas na nuvem.

Para a CHD o software distribuiu as palavras dos textos dos autores em classes hierarquizadas, conforme a Figura 2. Neste sentido foram identificados padrões e relações entre as palavras, agrupando-as de acordo com sua frequência e similaridade. É possível verificar que as classes C2 e C1 se aproximam de C5 e C3 se aproxima de C4.

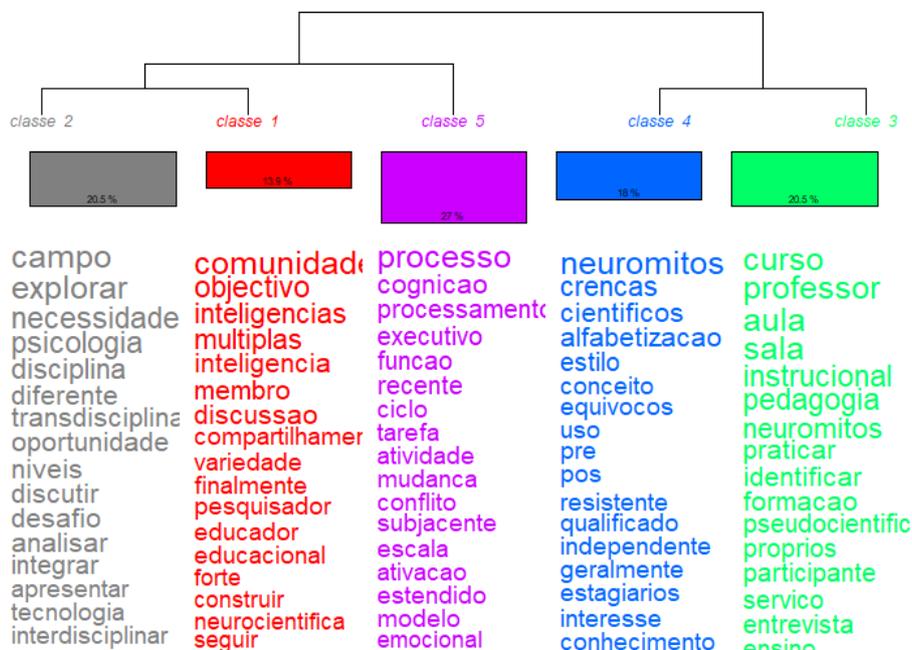


Figura 2: Classificação Hierárquica descendente

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Com a CHD sedimentada, foram dados nomes as classes encontradas, ligando os nomes às principais características de cada e foi realizada a discussão de cada uma delas.

Classe 1: Inteligência Múltipla

Essa classe parece explorar a importância da formação de comunidades educacionais que compartilham objetivos comuns, especialmente na abordagem das inteligências múltiplas. A colaboração entre membros da comunidade, como pesquisadores e educadores, pode trazer um impacto efetivo na construção de abordagens abrangentes e eficazes, destacando a variedade de métodos e recursos utilizados.

Classe 2: Psicologia e a exploração de neuromitos

Nesta classe, tem-se a exploração do campo da psicologia aplicada à educação, onde é importante considerar tanto o conhecimento científico quanto os neuromitos que podem surgir. A análise desses mitos e a avaliação das práticas baseadas em evidências podem contribuir para um ensino mais efetivo.

Classe 3: Currículo e planejamento pedagógico

Nessa classe, a ênfase parece recair sobre o planejamento pedagógico, onde a integração de práticas e ações concretas podem levar a uma abordagem mais eficaz do conteúdo, ajudando a superar crenças pseudocientíficas que podem estar presentes na sala de aula.

Classe 4: Desenvolvimento Cognitivo e Neurociência Subjacente Aqui, a discussão gira em torno de como o cérebro processa informações, junto com a compreensão das áreas de ativação e as mudanças neurológicas, podendo contribuir para intervenções mais eficazes no campo da educação.

Classe 5: Cognição

Nesta classe, a atenção está no desenvolvimento cognitivo. Explorar esses processos

mentais (e entender como eles se relacionam com a aprendizagem) pode influenciar a maneira como as abordagens educacionais são projetadas e como o conhecimento é incorporado na prática.

A análise de similitude apresentada na figura 3, identificou as estruturas e núcleos centrais presentes no conjunto de dados submetidos. As semelhanças e diferenças nas abordagens de cada autor, designados de 1 a 25, aparecem em quadrantes. Os quadrantes são usados para organizar e visualizar os elementos que compõem a análise, permitindo uma compreensão mais clara dos padrões e relações identificadas.

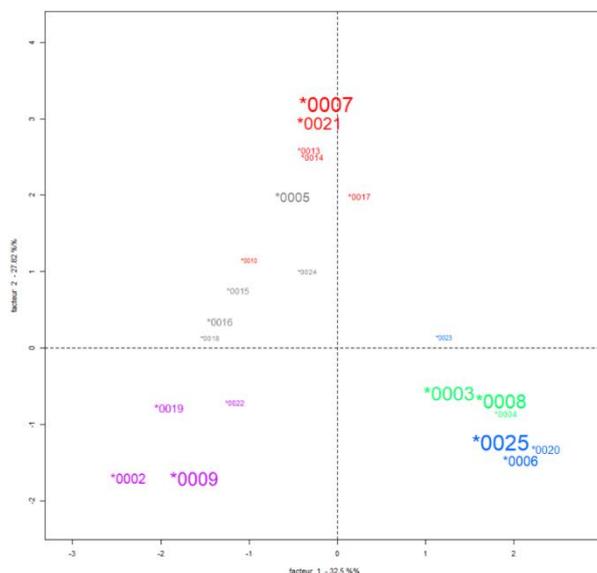


Figura 3: Análise de Similitude
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Com base nos dados apresentados infere-se que os textos 7 e 21 que discorrem sobre neuromitos e neurociência educacional estão próximos, porque neuromitos é assunto pertinente e trabalhado sempre em neurociência; o 5 se aproxima deles por se tratar dos pilares da neurociência educacional. Os textos 2 e 9 estão localizados distantes, em outro quadrante, porque tratam dos conceitos de cognição e mudanças conceituais. Assim, com a análise de similitude é possível discutir com mais critério os textos de todos os autores e como os assuntos dos textos se aproximam ou se distanciam.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestes estudos, a mentalidade de crescimento deve ser apoiada pela motivação do indivíduo em aprender e a Neurociência tem o papel importante de entender as respostas neurais de indivíduos pesquisados neste contexto. A cognição, como consciência dos processos mentais, é estudada em relação ao controle executivo, raciocínio, inteligências múltiplas, questões de raça, sexo e padrão socioeconômico, fatores genéticos e representações externas. Neste sentido, a Neurociência vem como parceira no entendimento dos padrões ou respostas neurais investigadas para cada caso.

Os artigos que trataram de Neurociência Educacional, abordam, de maneira generalizada, a importância da Neurociência em parceria com a Educação, no sentido de que educadores e educandos devem conhecer os mecanismos que alicerçam a aprendizagem e a memória. São citadas a aprendizagem ativa, a interdisciplinaridade, a transdisciplinaridade, a função executiva, a meditação e os processos colaborativos para que as dificuldades em sala de aula possam ser minimizadas.

Com relação aos neuromitos, verificou-se que tanto professores em formação como professores qualificados, ainda trabalham em suas salas de aula mantendo crenças errôneas em relação as altas taxas de adesão a neuromitos, resistindo à aprendizagem do funcionamento geral do cérebro, o qual a Neurociência alicerça. Professores que identificam neuromitos como crenças negativas ao aprendizado mostraram propensão a implementar práticas instrucionais mais eficazes, no entanto, neuromito é um assunto ainda não concluído.

Em relação às Metodologias ativas e sua ligação com a Neurociência aplicada a Educação, os artigos trataram da evolução deste estudo na época da Pandemia pela COVID, utilizando métodos diferenciados de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AMIEL, Joshua J.; TAN, Yuen Sze Michelle. Using collaborative action research to resolve practical and philosophical challenges in educational neuroscience. **Trends in neuroscience and education**, v. 16, p. 100116, 2019.

ANDERSON, Ross C. Creative engagement: Embodied metaphor, the affective brain, and meaningful learning. **Mind, brain, and education**, v. 12, n. 2, p. 72-81, 2018.

BERKOVICH-OHANA, Aviva; JENNINGS, Patricia A.; LAVY, Shiri. Contemplative neuroscience, self-awareness, and education. **Progress in brain research**, v. 244, p. 355-385, 2019.

BISHOP, Dorothy Vera Margaret (2013). Neuroscientific studies of intervention for language impairment in children: Interpretive and methodological problems. **Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines**, 54, 247-259.

BOALER, Jo. (2019). **Developing Mathematical Mindsets**: The Need to Interact with Numbers Flexibly and Conceptually. *American educator*, 42(4), 28.

BROOKMAN-BYRNE, Annie; COMMISSAR, Lia. Future avenues for educational neuroscience from the perspective of EARLI SIG 22 conference attendees. **Mind, Brain, and Education**, v. 13, n. 3, p. 176-183, 2019.

CAMARGO, Brígido Vizeu, JUSTO, Ana Maria (2013). **Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1-18.

CHING, Fiona NY; SO, Winnie W.M.; LO, Sing Kai; WONG, Savio W.H. Preservice teachers' neuroscience literacy and perceptions of neuroscience in education: Implications for teacher education. **Trends in neuroscience and education**, v. 21, p. 100144, 2020.

DEMETRIOU, Andreas; MAKRIS, Nikolaos; KAZI, Smaragda, SPANOUDIS, George; SHAYER, Michael. The developmental trinity of mind: Cognizance, executive control, and reasoning. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, v. 9, n. 4, p. e1461, 2018.

DOTSON, Vonetta; DUARTE, Audrey. The importance of diversity in cognitive neuroscience. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1464, n. 1, p. 181-191, 2020.

DUBINSKY, Janet M. et al. Contributions of neuroscience knowledge to teachers and their practice. **The Neuroscientist**, v. 25, n. 5, p. 394-407, 2019.

ELLIOTT, Maxwell L. et al. A polygenic score for higher educational attainment is

associated with larger brains. **Cerebral Cortex**, v. 29, n. 8, p. 3496-3504, 2019.

FEILER, Jacob B.; STABIO, Maureen E. Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. **Trends in neuroscience and education**, v. 13, p. 17-25, 2018.

GABRIELI, John. D. E. (2016). The promise of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). **Psychological Review**, 123(5), p. 613–619.

GAGE, Gregory J. The case for neuroscience research in the classroom. **Neuron**, v. 102, n. 5, p. 914-917, 2019.

GARDNER, Howard. “Neuromyths”: A critical consideration. **Mind, Brain, and Education**, v. 14, n. 1, p. 2-4, 2020.

GROSPIETSCH, Finja; MAYER, Jürgen. Pre-service science teachers’ neuroscience literacy: Neuromyths and a professional understanding of learning and memory. **Frontiers in human neuroscience**, v. 13, p. 20, 2019.

HAN, Hyemin; SOYLU, Firat; ANCHAN, D. Mona. Connecting levels of analysis in educational neuroscience: a review of multi-level structure of educational neuroscience with concrete examples. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 17, p. 100113, 2019.

HORVATH, Jared Cooney; DONOGHUE, Gregory M.; HORTON, Alex J.; LODGE, Jason M.; HATTIE, John AC. (2018). On the Irrelevance of Neuromyths to Teacher Effectiveness: comparing Neuro-Literacy Levels Amongst Award-Winning and Non-award Winning Teachers. **Front. Psychol.** 9:1666.

HUGHES, Brenda; SULLIVAN, Karen A.; GILMORE, Linda. Why do teachers believe educational neuromyths?. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 21, p. 100145, 2020.

IMMORDINO-YANG, Mary Helen (2011). **Implications of affective and social neuroscience for educational theory**. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 98-103.

MCMAHON, Kendra; YEH, Chloe Shu-Hua; ETCHELLS, Peter J. The impact of a modified initial teacher education on challenging trainees' understanding of neuromyths. **Mind, Brain, and Education**, v. 13, n. 4, p. 288-297, 2019.

NG, Betsy. The neuroscience of growth mindset and intrinsic motivation. **Brain sciences**, v. 8, n. 2, p. 20, 2018.

NÓBILE, Márcia Finimundi; CRESPI, Livia Regina Saiani (2021). Compreensão do processo de aprendizagem: as contribuições da Neuroeducação. **Revista Pedagógica**, v(1), p. 33-58.

PALGHAT, Kelsey; HORVATH, Jared C.; LODGE, Jason M. The hard problem of 'educational neuroscience'. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 6, p. 204-210, 2017.

PANDE, Prajakt. Learning and expertise with scientific external representations: an embodied and extended cognition model. **Phenomenology and the Cognitive Sciences**, v. 20, n. 3, p. 463-482, 2021.

PODOLSKY, Anne, KINI, Tara, DARLING-HAMMOND, L. (2019). Does teaching experience increase teacher effectiveness? A review of US research. **Journal of Professional Capital and Community**, 4(4), 286-308.

REINERT, Max (1990). **Alceste une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application**: Aurelia De Gerard De Nerval. Bulletin of Sociological Methodology/Bulletin de méthodologie sociologique, 26(1), 24-54.

ROSENBERG-LEE, Miriam. Training studies: An experimental design to advance educational neuroscience. **Mind, Brain, and Education**, v. 12, n. 1, p. 12-22, 2018.

RUHAAK, Amy E.; COOK, Bryan G. The prevalence of educational neuromyths among pre-service special education teachers. **Mind, Brain, and Education**, v. 12, n. 3, p. 155-161, 2018.

SAH, Pankaj, FANSELOW, Michael, HATTIE, João, MAGSAMEN, Susan, MATTINGLEY, Jason, QUIRK, Gregory, WILLIAMS, Stephen (2016). Integrating neuroscience and learning: now's the time... **NPJ science of learning**, 1(1), 1-2.

SANDRONE, Stefano; SCHNEIDER, Logan D. Active and distance learning in neuroscience education. **Neuron**, v. 106, n. 6, p. 895-898, 2020.

SHEARER, Branton. Multiple intelligences in teaching and education: Lessons learned from neuroscience. **Journal of Intelligence**, v. 6, n. 3, p. 38, 2018.

TOVAZZI, Alice; GIOVANNINI, Serena; BASSO, Demis. A new method for evaluating knowledge, beliefs, and neuromyths about the mind and brain among Italian teachers. **Mind, Brain, and Education**, v. 14, n. 2, p. 187-198, 2020.

VAUGHN, Ashley R.; BROWN, Rhonda D.; JOHNSON, Marcus L. Understanding conceptual change and science learning through educational neuroscience. **Mind, Brain, and Education**, v. 14, n. 2, p. 82-93, 2020.

Kátia Celina da Silva RICETTO

Engenheira, professora e pesquisadora. Possui graduação em Química na Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP(1992), mestrado em Engenharia Mecânica na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá UNESP(1996), doutorado em Engenharia de Materiais pela EEL/USP (2002), especialização em Educação a Distância (2014) e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho UNISA (2021). Professora Titular da Universidade de Taubaté. Desde 1997 atua como professora da UNITAU atuando principalmente nos seguintes temas: química experimental, química geral físico-química, química orgânica, metodologia científica e formação docente. Assessora da Pró-reitoria Estudantil desde Março de 2020. Professora de Química da EAD UNITAU desde Agosto de 2020 e Supervisora de TCC em EAD UNITAU desde Março de 2022. Em 2022, tornou-se membro do corpo docente do Mestrado Profissional em Educação, dedicando-se à pesquisa e orientação de estudos voltados a Formação Docente e Práticas Pedagógicas para a Equidade. Paralelamente, atua como professora na Escola Felix Guisard (SENAI - 2022). Assumiu a Direção do Instituto Básico de Exatas da UNITAU em 2023.

Willian José FERREIRA

Professor e pesquisador, graduou-se em Física pela Universidade Estadual Paulista (UNESP, 2006), obteve o título de mestre em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté (UNITAU, 2011) e concluiu o doutorado em Geofísica Espacial no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em 2023. Desde 2002, tem se dedicado ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental do INPE, concentrando suas atividades no estudo das emissões de gases de efeito estufa, explorando sua dinâmica em contextos de mudanças no uso do solo e em ambientes aquáticos. Sua contribuição vai além da pesquisa, fornecendo subsídios técnicos e científicos para políticas públicas de mitigação e adaptação às mudanças ambientais em diferentes biomas. Paralelamente, desde 2013, atua como docente no Instituto Básico de Ciências Exatas da UNITAU, também ministrando disciplinas em cursos de graduação oferecidos na modalidade a distância. Em 2023, tornou-se professor do Mestrado Profissional em Educação,

dedicando-se à pesquisa e orientação de estudos voltados a Práticas Pedagógicas para a Equidade.

Marco Rogério da Silva RICHETTO

Doutorando em Engenharia (FEG/UNESP), possui graduação em Engenharia de Telecomunicações pela Universidade de Taubaté (2003) e mestrado em Engenharia Mecânica (Automação Industrial e Robótica) pela Universidade de Taubaté (2007). Tem experiência, como docente de ensino superior e técnico, nas áreas de Engenharia Elétrica e Engenharia de Automação e Controle, tendo ministrado: Teoria Eletromagnética, Microondas, Sistemas de Telecomunicações, Propagação de Ondas, Antenas, Eletrônica Geral, Digital e de Potência, Automação Industrial (CLPs, Robótica, Pneumática e Hidráulica). É professor no curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial e na Pós Graduação em Automação Industrial e Robótica da Faculdade de Tecnologia "Félix Guisard" CFP 3.01 - SENAI/SP, atuando principalmente nos seguintes temas: sensores, automação, propagação, antenas, controle, microcontroladores. Consultor independente nas áreas de Telecomunicações e Automação Industrial

Messias Borges SILVA

É Livre Docente em Engenharia da Qualidade pela UNESP (2008), possui graduação em Engenharia Industrial Química pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena - atual EEL-USP (1981), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1992) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1996). Se certificou como Certified Quality Engineer pela American Society for Quality ASQ (1989). Criou em 1990 o Curso de Pós Graduação em Engenharia da Qualidade e o coordena até hoje. Atualmente é professor adjunto doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e docente da Escola de Engenharia de Lorena-USP. Em 2012 fez parte do grupo de docentes do Massachusetts Institute of Technology MIT ministrando curso internacional de Lean Enterprise na América do Sul. Em 2013, 2015 e 2019 foi Visiting Scholar na Harvard School of Engineering and Applied Sciences. É acadêmico da Academia Brasileira da Qualidade ABQ. É co-lider da Iniciativa CDIO(concieve-design-implement-operate) na

América Latina. Vice-Coordenador no núcleo local (Unesp - Guaratinguetá) do IEP3 - Instituto de Educação e Pesquisa em Práticas Pedagógicas da UNESP.

Recebido em 27/outubro/2023.

Aceito em 1/fevereiro/2024.