



# NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL APLICADA A CURSOS DA SAÚDE: revisão de escopo e proposta de framework

Augusto Santana Palma Silva<sup>1</sup>

Luis Alberto Valotta<sup>2</sup>

## RESUMO

A Neurociência Educacional é um vasto campo do conhecimento. Incorpora estratégias relacionadas ao cérebro humano, à psicologia educacional e às ciências do ensino-aprendizado. Visa apreender o papel e influência das neurociências no contexto pedagógico. Fornece subsídio a processos de tomada de decisão relacionados ao desenvolvimento de competências, essenciais aos profissionais das áreas da saúde. Processos devem considerar evidências científicas disponíveis, passíveis de sumarização através do levantamento da literatura. Atuais estudos apresentam como limitações a não abordagem do emprego da Neurociência Educacional, no contexto de ensino-aprendizagem, em cursos da saúde. Conduziu-se uma Revisão de Escopo voltada à identificação de estudos que abordassem o emprego da Neurociência Educacional, no contexto ensino-aprendizagem, em cursos da área da Saúde. Foram empregadas 10 estratégias de busca distintas, utilizando-se descritores relacionados à neurociência, ao processo ensino-aprendizagem e à saúde, em sete bancos de dados que deveriam compor a seção título de manuscritos disponíveis integralmente, em português ou inglês. A amostra final é composta de 15 manuscritos, que abordaram o emprego da Neurociência Educacional sob a forma de ensaio (um), artigos de revisão (seis) e estudos experimentais (oito), contemplando apenas cursos de Medicina e Biomedicina. Parte dos resultados é empregada na estruturação de um *framework* conceitual destinado a docentes e ou pesquisadores. O reduzido número de manuscritos recuperados evidencia a necessidade, sobretudo em território nacional, de novas abordagens didático-pedagógicas à luz da Neurociência Educacional visando à formação de profissionais com excelência.

**Palavras-chave:** Neurociência. Saúde. Revisão.

## EDUCATIONAL NEUROSCIENCE APPLIED TO HEALTH COURSES: scope review and framework proposal

<sup>1</sup> Mestrado em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido (Organizações e Sociedade). Professor do Magistério Superior. Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf). Petrolina, Pernambuco, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-6332-0402>. E-mail: [augustolestat@gmail.com](mailto:augustolestat@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Ciências (Fisiologia Geral). Professor do Magistério Superior e Docente Permanente do Mestrado Profissional em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido. Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf). Petrolina, Pernambuco, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-2624-9149>. E-mail: [luis.valotta@univasf.edu.br](mailto:luis.valotta@univasf.edu.br)

## ABSTRACT

Educational Neuroscience is a vast field of knowledge. It incorporates strategies related to the human brain, educational psychology and teaching-learning sciences. It aims to apprehend the role and influence of neurosciences in the pedagogical context. Provides support for decision-making processes related to the development of skills, which are essential for professionals in the health area. Processes should consider available scientific evidence, which can be summarized through a literature review. Current studies present as limitations the non-approach to the use of Educational Neuroscience in the context of teaching-learning in health courses. A Scope Review was carried out aimed at identifying studies that addressed the use of Educational Neuroscience in the teaching-learning context in courses in the field of Health. Ten different search strategies were employed using descriptors related to neuroscience, the teaching-learning process and health in seven databases that should make up the title section manuscripts available in full, in Portuguese or English. The final sample is composed of 15 manuscripts, which addressed the use of Educational Neuroscience in the form of an essay (one), review articles (six) and experimental studies (eight), covering only Medicine and Biomedicine courses. Part of the results is used to structure a conceptual framework for teachers and/or researchers. The reduced number of recovered manuscripts highlights the need, especially in the national territory, for new didactic-pedagogical approaches in the light of Educational Neuroscience, aiming at training professionals with excellence.

**Keywords:** Neuroscience. Health. Review.

## NEUROCIENCIA EDUCATIVA APLICADA A CURSOS DE SALUD: revisión de alcances y propuesta de marco

### RESUMEN

La Neurociencia Educativa es un vasto campo de conocimiento. Incorpora estrategias relacionadas con el cerebro humano, la psicología educativa y las ciencias de la enseñanza-aprendizaje. Tiene como objetivo aprehender el papel y la influencia de las neurociencias en el contexto pedagógico. Brinda apoyo a los procesos de toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de competencias, fundamentales para los profesionales del área de la salud. Los procesos deben considerar la evidencia científica disponible, que se puede resumir a través de una revisión de la literatura. Los estudios actuales presentan como limitaciones el no abordaje del uso de la Neurociencia Educativa en el contexto de la enseñanza-aprendizaje en cursos de salud. Se realizó una Revisión de Alcance con el objetivo de identificar estudios que abordaran el uso de la Neurociencia Educativa en el contexto de enseñanza-aprendizaje en cursos del área de la Salud. Se emplearon diez estrategias de búsqueda diferentes utilizando descriptores relacionados con la neurociencia, el proceso de enseñanza-aprendizaje y la salud en siete bases de datos que deberían conformar la sección de títulos manuscritos disponibles en su totalidad, en portugués o inglés. La muestra final está compuesta por 15 manuscritos, que abordaron el uso de la Neurociencia Educativa en forma de ensayo (uno), artículos de revisión (seis) y estudios experimentales (ocho), abarcando únicamente cursos de Medicina y Biomedicina. Parte de los resultados se utiliza para estructurar un marco conceptual para docentes y/o investigadores. El reducido número de manuscritos recuperados destaca la necesidad,

especialmente en el territorio nacional, de nuevos enfoques didáctico-pedagógicos a la luz de la Neurociencia Educativa, visando formar profesionales con excelencia.

**Palabras clave:** Neurociencia. Salud. Revisión.

## INTRODUÇÃO

A Neurociência Educacional compreende um campo de saber interdisciplinar que une os campos da Neurociência (estudo da forma, função e desenvolvimento do cérebro), Psicologia Cognitiva (estudo dos processos mentais responsáveis pelo comportamento e cognição) e Educação (estudo dos processos de ensino e aprendizagem em contextos educacionais) (Versteeg, 2021). Permite identificar e compreender o papel e influência das Neurociências no contexto pedagógico, subsidiando processos de tomada de decisão relacionados ao desenvolvimento de competências em educandos (Thomas *et al.*, 2019).

A Neurociência Educacional demanda esforços multiprofissionais e perspectivas multinível, sob a forma de modelos interdisciplinares de investigação (capazes de integrar eficientemente os distintos campos e suas respectivas abordagens teórico-metodológicas) acerca (a) do indivíduo (e suas singularidades), (b) do ambiente no qual este se encontra (e sua respectiva influência), (c) das variáveis socioculturais e (d) do contexto político norteador deste processo (Basso; Salles, 2016; Thomas *et al.*, 2019). Dentre estes esforços, e de maneira semelhante às demais áreas do conhecimento, encontram-se os estudos de síntese de evidências.

A síntese de evidências no contexto da Neurociência Educacional em cenários afins à Área da Saúde não apenas permite evidenciar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças existentes e relacionadas ao tema, mas também representa elemento constitutivo que poderá orientar (a) pesquisadores, em termos da (não) necessidade de condução de investigações; (b) profissionais, em termos de emprego de estratégias pedagógicas e; (c) formuladores de políticas públicas em termos de processos de tomada de decisão voltados à promoção do ensino com qualidade (Basso; Salles, 2016).

Atuais estudos de síntese de evidências não buscaram a abordagem do emprego da Neurociência Educacional em cenários de ensino e ou aprendizagem de (futuros) profissionais da saúde (Flor, 2017; França; Araújo, 2020; Leão *et al.*, 2015; Thomas *et al.*, 2019; Wessling *et al.*, 2016), representando uma lacuna no conhecimento científico existente.

Desta forma, o presente estudo tem por objetivo sumarizar, na forma de uma revisão de escopo, a literatura científica envolvendo o emprego da Neurociência Educacional em contextos de ensino e ou aprendizagem em Saúde.

## MÉTODOS

Conduziu-se uma revisão de escopo (tipo de levantamento sistemático da literatura voltado, entre outros aspectos, à identificação da extensão e profundidade com que determinada temática é alvo de investigação) (Munn *et al.*, 2018) que tinha por objetivo responder à seguinte questão: “qual a produção científica envolvendo o emprego das neurociências educacionais no processo de ensino-aprendizagem em curso de saúde?”. O protocolo da pesquisa encontra-se registrado junto à base de dados *Open Science Framework* (Silva, 2023). A pesquisa adotou as recomendações do Instituto Joanna Briggs (Aromataris; Munn, 2020) para este tipo de estudo, adotando o acrônimo População-Conceito-Contexto (PCC) na formulação da questão.

No presente estudo, o termo “população” relaciona-se aos processos de ensino e ou aprendizagem, objeto(s) de investigação teórica e ou prática ao longo dos manuscritos; “conceito” encontra-se relacionado à Neurociência Educacional, campo interdisciplinar do conhecimento envolvendo a Neurociência, a Psicologia Cognitiva e a Educação; finalmente, “contexto” compreende cursos da Área da Saúde em quaisquer níveis (técnico, graduação e ou pós-graduação *lato sensu* e ou *stricto sensu*).

A determinação da Amostra Geral ocorrerá mediante buscas em quatro bases de dados (Biblioteca Virtual em Saúde, Google Acadêmico,

PubMed e *Scientific Electronic Library Online - SciELO*), ao mês de fevereiro de 2023 por um dos revisores, onde foram empregados descritores relacionados à Neurociência Educacional (neurociência(s), “neurociência educacional”, *neuroscience*, “*neuroscience education*”), aos processos de ensino e ou aprendizagem (educação, ensino, aprendizagem, *teaching*, *learning*) e à Área da Saúde (saúde, *health*).

Os descritores foram combinados entre si, perfazendo 10 estratégias de buscas distintas (*neuroscience education health*, *neuroscience teaching health*, *neuroscience learning health*, neurociência educação saúde, neurociências educação saúde, neurociência ensino saúde, neurociências ensino saúde, neurociência aprendizagem saúde, neurociências aprendizagem saúde, “neurociência educacional” saúde), que deveriam compor a seção Título (*Title*) dos manuscritos. Após as buscas, citações em duplicata foram excluídas, seguindo do processo de adoção dos critérios para inclusão e não inclusão, descritos a seguir.

Adotaram-se os seguintes critérios para inclusão: (a) disponibilidade em sua íntegra; (b) estar publicado sob o idioma português ou inglês e; (c) estar publicado sob o formato de manuscrito original ou resumo (simples ou expandido) ou estudo de revisão (sistemático ou não) da literatura. Desta forma, manuscritos indisponíveis ou disponíveis parcialmente e ou publicados em outro idioma e ou sob outro formato (carta editorial, capítulo de livro, documento técnico, monografia, dissertação, tese) não foram selecionados.

Após determinação da Amostra Geral, procedeu-se à leitura dos Títulos e Resumos e aplicação dos critérios para exclusão: (a) não envolver cursos da Área da Saúde (considerando as definições adotadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ – para a Área do Conhecimento das Ciências da Saúde) (CNPQ, 2023) e ou; (b) não envolver direta ou indiretamente discentes e ou docentes do âmbito da Educação Superior como público-alvo e ou; (c) não envolver o campo da Neurociência Educacional em termos de investigação de processos de ensino e ou aprendizagem.

Durante a condução do estudo (ao mês de abril de 2023), os revisores optaram pela inclusão de oito dos capítulos de uma Tese de Doutorado recuperada através da estratégia de busca adotada (Versteeg, 2021), uma vez que eles se encontram publicados sob o formato de manuscritos originais.

Após determinação da Amostra Final, informações referentes aos manuscritos (formato de publicação), ao curso da Área da Saúde, às disciplinas envolvidas, bem como os objetivos e resultados observados foram extraídas utilizando-se fichas elaboradas pelos próprios revisores. Adicionalmente, aspectos relacionados ao(s) componente(s) pedagógico(s) (ensino e ou aprendizagem), às funções (cognitiva, conativa e ou executiva), às Teorias de Aprendizagem e às formas de avaliação investigados foram igualmente objeto de análise utilizando-se estatística descritiva. Finalmente, e visando o contributo à práxis pedagógica baseada em evidências, propõe-se um *framework* teórico tomando por base os resultados aqui sumarizados.

Após o envio do manuscrito, e atendendo à sugestão dos avaliadores, atualizaram-se as buscas em outras três bases de dados: *Education Resources Information Center* (ERIC), SCOPUS e *Web of Science*, sendo os novos manuscritos identificados incorporados à presente versão final do manuscrito, cuja redação obedeceu às diretrizes da recomendação PRISMA para revisões de escopo (PRISMA-ScR) (Tricco *et al.*, 2018).

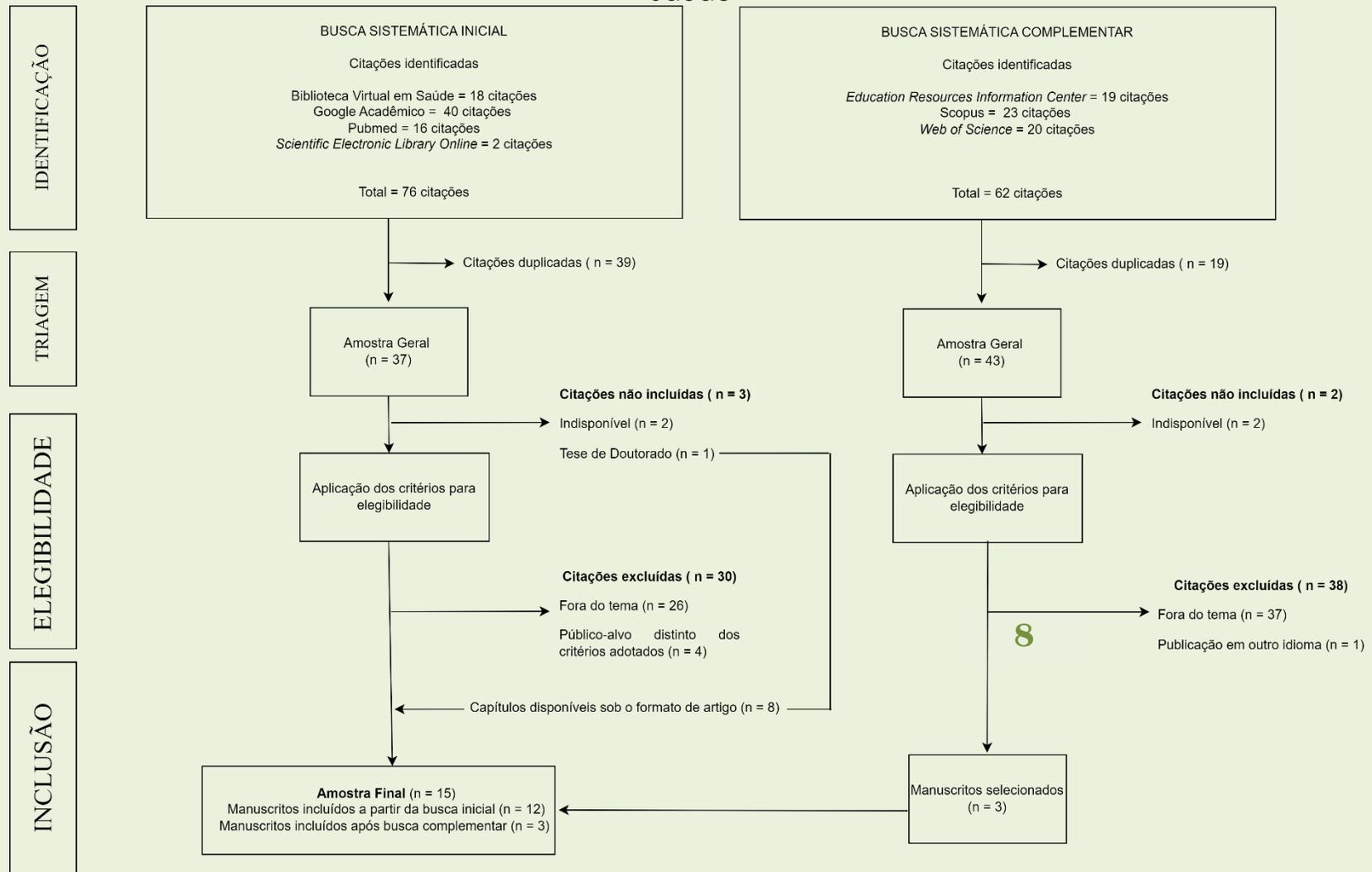
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as buscas iniciais, foram recuperadas 76 citações, das quais 39 encontravam-se em duplicata. Dentre as 37 citações, e após adoção dos critérios para inclusão e não inclusão, três foram eliminadas por motivo de indisponibilidade ( $n = 2$ ) e por estar publicada sob o formato de Tese de Doutorado ( $n = 1$ ). Das 34 citações restantes a compor a Amostra Geral, e após aplicação dos critérios para exclusão, 30 foram excluídas por se encontrarem fora do tema ( $n = 26$ ) e por não ter discentes e ou docentes como público-alvo ( $n = 4$ ). Após a inclusão dos oito capítulos, publicados sob

o formato de manuscritos originais, da Tese de Doutorado de Versteeg (2021), obteve-se um total de 12 manuscritos.

Buscas adicionais, por sugestão dos avaliadores, nas bases dados ERIC, Scopus e *Web of Science* (utilizando-se as mesmas estratégias para identificação), foram identificados 62 manuscritos. Após exclusão de citações indisponíveis ( $n = 2$ ), duplicadas ( $n = 19$ ), fora do tema ( $n = 37$ ) e publicadas em outro idioma ( $n = 1$ ), três citações foram acrescentadas aos prévios resultados, perfazendo uma Amostra Final composta por 15 manuscritos (Carvalho; Barros, 2012; Costa *et al.*, 2020; De Bruin, 2016; Ghanbari *et al.*, 2020; Lown, 2016; Preusche; Lamm, 2016; Ruiten; Van Kesteren; Fernandez, 2012; Timmer *et al.*, 2020; Versteeg *et al.*, 2019; Versteeg *et al.*, 2020a,b; Versteeg *et al.*, 2021a,b; Versteeg; Steendijk, 2019; Versteeg; Wijnen-Meijer; Steendijk, 2019). A **Figura 1** apresenta o diagrama de fluxo adotado na busca sistemática adotada.

**FIGURA 1** - Diagrama de fluxo da estratégia de busca sistemática adotada na identificação de manuscritos envolvendo o emprego da Neurociência Educacional em processos de ensino e ou aprendizagem em cursos da Saúde



Fonte: Os autores.

## Características gerais dos manuscritos

Carvalho e Barros (2012) relatam na forma de resumo simples, a experiência envolvendo o desenvolvimento e aplicação de um plano de trabalho de pós-doutorado de um dos autores na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), desenvolvido sob a forma da oferta de minicurso e ou disciplina ("Neurociências Aplicadas à Educação".) a programas de pós-graduação (destacando-se o programa Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) da referida instituição. Segundo os autores, a disciplina teve por objetivos "possibilitar ao aluno a compreensão de processos básicos de neurotransmissão e neuroanatomia relacionados à aprendizagem e memória" (p. 2) e "oferecer informações e referencial para subsidiar a reflexão crítica em torno de questões pedagógicas" (idem). As temáticas abordadas (sob a forma de aulas expositivas) e pontuadas pelos autores envolveram: a) o atual (considerando-se o ano de publicação do manuscrito) cenário das Neurociências; b) interfaces entre memória, aprendizagem e Neurociências; c) a atuação docente como mediador do processo de aprendizagem; d) o papel das funções conativas no processo de ensino-aprendizagem; e) o emprego de ferramentas didáticas (não especificada pelos autores); f) o papel do sono na sala de aula; g) o ato da aprendizagem ao longo das diversas etapas de desenvolvimento humano e; h) etapas de avaliação (sob a forma de debates, produção de artigos científicos e seminários). Os autores relatam o impacto positivo da oferta da disciplina, haja vista, entre outros, o interesse discente pela temática (incluindo pesquisas de pós-graduação na área), a criação de equipe multidisciplinar com participação docente e discente e a inserção da disciplina (na forma de disciplina complementar) em cursos de licenciatura ofertada pela FURG.

Costa *et al.* (2020) buscaram, em forma de revisão narrativa da literatura publicada sob o formato de resumo simples, identificar o emprego da Neurociência como ferramenta otimizadora dos processos de ensino-aprendizagem em cursos da Área da Saúde entre os anos 2015 - 2019. Os autores apontam que, dentre os 28 manuscritos a compor a Amostra Final (e

considerando os objetivos da presente revisão de escopo), a) cinco apresentaram relação direta entre as Neurociências ao aprendizado em cursos da Saúde; b) oito abordaram dificuldades apresentadas por docentes em relação ao emprego das Neurociências junto ao corpo docente; c) três relataram o uso das Neurociências em contexto de especialização e; d) há reduzida representatividade (não informada pelos autores) no cenário da graduação e pós-graduação *stricto sensu*.

De Bruin (2016), propõe, na forma de ensaio crítico, abordar o potencial emprego da Neurociência Educacional em processos de ensino e aprendizagem em Ciências da Saúde. O autor defende que o uso deste campo do conhecimento deve pautar-se em abordagens pragmáticas (recursos disponíveis e objetivos envolvidos), considerando, sobretudo, o corpus de evidências disponíveis para orientar a prática didático-pedagógica à luz de suas respectivas potencialidades e limitações, no que diz respeito à (não) possibilidade de generalização de resultados – haja vista a premissa de que a) a aprendizagem é um processo singular (subjetivo) e; b) parcela significativa dos estudos relacionados investigam fenômenos essencialmente comportamentais (não sendo possível sua extrapolação aos demais aspectos das funções cognitivas). Conclusões enfatizam a necessidade de abordagens investigativas passíveis de generalização de resultados, paralelamente a esforços colaborativos em termos de translação (aplicabilidade em cenários de prática) deste mesmo conhecimento.

Ghanbari *et al.* (2020) sumarizaram, via revisão sistemática da literatura, manuscritos envolvendo o emprego da Teoria da Carga Cognitiva (Cognitive Load Theory) em processos de ensino-aprendizagem em cursos da Saúde. Após análise dos 50 manuscritos recuperados ao final do processo, os autores identificaram seis categorias gerais envolvendo: a) tipos de Carga Cognitiva (intrínseca, estranha e pertinente); b) os objetivos envolvendo o uso da teoria (otimizar o processo da aprendizagem); c) as estratégias de gerenciamento dos tipos de Carga Cognitiva; d) as diferenças presentes em termos de Carga Cognitiva envolvendo estudantes iniciantes (reduzido número e menor capacidade em elaborar esquemas mentais) e

discentes iniciados (maior capacidade em elaborar e manter esquemas em relação aos primeiros); e) o (não) emprego da teoria em currículos da Área Médica e demais Ciências da Saúde (que devem, na perspectiva dos autores, orientar-se sobretudo na Aprendizagem Baseada em Problemas) e; f) desafios envolvendo a Teoria de Carga Cognitiva (na forma da sistematização, construção e validação de instrumentos de avaliação dos processos).

Lown (2016) buscou apresentar uma abordagem baseada em neurociência para o ensino de empatia. É proposto um *framework* envolvendo componentes curriculares e suas respectivas possíveis estratégias para o ensino-aprendizagem (em parênteses): a) Atenção (intervenções de treinamento baseadas em mindfulness); b) Escuta (currículos e treinamento de habilidades para escuta ativa); c) Reconhecer e responder às emoções (decodificar expressões faciais de emoção, comunicação não-verbal, sistema de codificação para analisar sugestões e preocupações dos pacientes e respostas dos prestadores, refletindo, nomeando e validando emoções expressando respeito, apoio e parceria); d) Perspectiva (programas, currículos e cursos incluem medicina narrativa, literatura em medicina e outros); e) Consciência dos limites do eu e do outro (não são propostos exemplos); f) Valorização (desenvolvimento de competências relacionadas ao multiculturalismo e formas de preconceito); g) Gestão da emoção (treinamento envolvendo equilíbrio emocional e comunicação não violenta); h) Autocompaixão (definição, conceitos e avaliação da autocompaixão; treinamento consciente de autocompaixão); i) Autocuidado (conforme literatura médica disponível [geralmente] em sítios eletrônicos de centros médicos [no caso dos EUA]); j) Habilidades de comunicação (na forma de cursos, treinamentos e capacitações via [principalmente] online); k) Reflexão, metacognição e metacsciência (programas para estimular a reflexão, incluindo grupos Balint e cursos de desenvolvimento docente; Metacognição na educação).

Preusche e Lamm (2016), na forma de uma revisão narrativa, abordaram o contributo da Neurociência Social para o ensino da empatia

no cenário da Educação Médica. Considerações acerca da natureza desta competência (em âmbito afetivo e ou cognitivo) e sua abordagem no cenário da formação profissional evidenciam que a mesma é passível de abordagem e desenvolvimento ao longo de todo o percurso formativo, devendo esta [competência] pautar-se sob perspectivas holísticas (ou seja, objetivando-se uma formação cidadã), incluindo distintas (dialéticas e dialógicas) formas para avaliação (isto é, sob prismas de natureza qualitativo e quantitativo).

Ruiter, van Kesteren e Fernandez (2012), na forma de revisão narrativa, abordam o contributo da neurociência cognitiva para a formação médica. A formação de esquemas, a importância da aprendizagem significativa e conhecimentos acerca da neuroanatomia são objeto de reflexão como estratégias de formação e avaliação do processo de ensino-aprendizagem, capazes de preencher, na perspectiva dos autores, dois importantes *gaps* relacionados à interface neurociência cognitiva – educação (o primeiro baseia-se nos distintos níveis para abstração entre ambos os campos do conhecimento e as diferenças epistêmicas entre a teoria e a prática; o segundo relacionado a aspectos de natureza pragmática, como tempo, custos e controle de processos).

Timmer *et al.* (2020) comparam, via estudo experimental, a influência da Aprendizagem Espaçada versus Aula Convencional na aprendizagem de conteúdos relacionados à disciplina de Fisiopatologia a estudantes de Medicina situados ao Centro Médico da Universidade de Leiden (Holanda). O conteúdo foi ministrado, em um intervalo de tempo total de 45 minutos, a 108 estudantes (divididos em dois grupos – 74 cada) adotando-se dois formatos de exposição: (1) conteúdo expositivo de uma única vez, antecedido e sucedido por atividades recreativas (de 7,5 minutos de duração cada) e (2) conteúdo expositivo em três momentos de 15 minutos de duração com intervalos de cinco minutos entre eles (ambos com duração total de 60 minutos).

Nenhum dos participantes possuía prévio conhecimento na temática abordada. A avaliação consistiu na aplicação de testes 15 dias antes

(questionário contendo 10 questões abertas) e oito dias após (questionário contendo 30 questões abertas, 10 delas repetidas da primeira etapa) a intervenção. Os autores não identificaram diferenças estatisticamente significantes na retenção de conteúdo ( $33,8 \pm 13,6$  vs.  $31,8 \pm 12,9$  para Aula Espaçada e Aula Tradicional respectivamente – valor  $p = 0,454$ ) entre as duas modalidades de exposição adotadas.

Versteeg *et al.* (2019) buscaram comparar o impacto da Instrução por Pares na aprendizagem de conceitos de Fisiologia versus Auto Explicação. Participaram do experimento 317 estudantes do curso de Medicina do Centro Médico da Universidade de Leiden (Holanda). Após responder individualmente a um questionário contendo quatro questões de múltipla escolha (teste de recordação) abordando dois conceitos (resistência e complacência) relacionados à Fisiologia dos Sistemas Respiratório, Renal e Circulatório, os participantes foram agrupados em 24 grupos (contendo de 12 a 14 estudantes por grupo), onde responderam (individualmente) a outras quatro questões de múltipla escolha (pré-teste) sobre ambos os conceitos (duas questões por conceito). Após o pré-teste, os discentes foram alocados aos pares (grupo Instrução por Pares) ou mantidos isoladamente (grupo Auto Explicação), sendo orientados a refletir (sozinhos ou em dupla) acerca de um dos conceitos em específico (determinado de maneira aleatória para cada grupo).

Finalmente, cada grupo repetiu o teste anterior (pós-teste) e as divergências foram identificadas. Ambos os grupos (Auto Explicação e Instrução por Pares) apresentaram melhor performance quando comparados à condição inicial (teste de recordação) (média de  $2,37 \pm 0,06$  de um total de quatro pontos) com ausência de diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,552$ ). Os resultados para pré-teste e pós-teste apresentaram semelhança entre ambos os grupos:  $0,77 \pm 0,04$  (Instrução por Pares) versus  $0,70 \pm 0,04$  (Auto Explicação) (pré-teste) e  $1,04 \pm 0,05$  versus  $0,86 \pm 0,04$  (pós-teste). O grupo Instrução por Pares apresentou incremento médio da ordem de 0,27 pontos versus 0,16 do grupo Auto Explicação ( $p = 0,006$ ),

indicando maior ganho em termos de performance da Instrução por Pares quando comparada à Auto Explicação.

Versteeg *et al.* (2020a) buscaram, via revisão de escopo da literatura, identificar a terminologia e definições acerca da Aprendizagem Espaçada, bem como a sua respectiva empregabilidade em processos de educação em cursos da Área da Saúde. Terminologias envolveram os descritores “Prática Distribuída”, “Educação Espaçada” e “Prática de Recuperação”, todos definidos de maneira semelhante (a abordagem de conteúdos em intervalos de tempo regulares). A aplicabilidade envolvera ambiente virtual (mediado por Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), práticas de simulação e cenário de sala de aula (aula expositiva tradicional).

Na versão online, os conteúdos foram abordados em intervalos de tempo variados (diariamente, a cada dois ou três dias, semanalmente, quinzenalmente ou mensalmente). No contexto de simulação, a abordagem dos conteúdos ocorreria na forma de exposição única, dias, semanas ou meses consecutivos. No contexto de sala de aula, os conteúdos foram abordados na forma de avaliações periódicas visando o incremento da memória de longo prazo dos conhecimentos abordados (ao longo de vários dias, semanas ou meses – segundo os autores as informações presentes nos manuscritos recuperados não deixam claro este aspecto).

Versteeg *et al.* (2020b) investigaram os efeitos cognitivos, metacognitivos e de hipercorreção (alterações significativas e rápidas em termos de mudança conceitual) mediante emprego de testes de refutação (estruturas textuais que apresentam, nesta ordem, um equívoco conceitual, a justificativa para tal erro, o conceito adequado e a justificativa para tal conceito) aplicados a 161 graduandos (primeiro ano) do Curso de Medicina do Centro Médico da Universidade de Leiden (Holanda). O protocolo de estudo fora adotado durante um curso de oito semanas abordando a temática da Fisiologia Integrativa Cardiovascular, Renal e Respiratória e conceitos envolvendo pressão, fluxo e resistência.

Os participantes foram aleatoriamente agrupados em seis grupos (intervenção e controle, 12 – 15 estudantes/grupo), seguido da aplicação de

um pré-teste (quatro questões de múltipla escolha ao todo), entrega de Texto Padrão [controle] ou Teste de Refutação [intervenção] após cada questão e aplicação de pós-teste (quatro questões de múltipla escolha ao todo, abordando conceitos semelhantes aos do pré-teste). Cada etapa (pré-teste, leitura e pós-teste) teve duração de quatro minutos, sendo controlada por um dos pesquisadores (todos realizaram as mesmas etapas simultaneamente) (48 minutos ao total).

O Texto Padrão apresentava a resposta correta (e uma explicação) à questão realizada momentos antes. O Teste de Refutação apresentava, anteriormente, à resposta adequada (e explicação), um equívoco conceitual normalmente associado à temática abordada (e uma refutação ao mesmo). Cada questão (pré-teste e pós-teste) apresentava a seguinte estrutura: (i) uma pergunta (resposta Sim/Não ou Aumenta/Diminui/Não se altera); (ii) uma justificativa que, na visão do respondente, melhor se adequa à opção escolhida e; (iii) uma escala Likert de cinco pontos de confiança às respostas atribuídas. Efeitos cognitivos compreenderam a frequência para acerto (pergunta e justificativa corretas).

Efeitos metacognitivos compreenderam as dinâmicas envolvendo as relações entre níveis de confiança, etapas (pré-teste e pós-teste) e respectivos grupos (intervenção e controle) (aumento, redução, manutenção dos níveis). Efeitos de hipercorreção envolveram a análise entre as frações iniciais de equívocos convertidas a conceitos corretos, versus frações iniciais de falta de conhecimento convertidas à conceitos corretos, sendo considerada a existência de efeito quando as primeiras fossem superiores às segundas. Equívocos e palpites corresponderam à baixa metacognição. Conhecimento adequado e falta de conhecimento corresponderam à elevada metacognição. Efeitos metacognitivos foram considerados positivos quando baixa metacognição fora convertida à elevada metacognição. Os autores identificaram um aumento significativo ( $p < 0,001$ ) no escore geral envolvendo a leitura de Textos de Refutação ( $36,3\% \pm 0,03$  para  $58,8\% \pm 0,03$ ). Para o grupo controle, relatou-se o aumento significativo ( $p < 0,001$ ) após leitura dos Textos Padrão ( $34,3\% \pm 0,03$  para

57,1%  $\pm$  0,03), sem diferenças estatisticamente significantes entre ambos os grupos ( $p = 0,758$ ).

No grupo intervenção, observou-se efeito cognitivo (respostas incorretas [equivoco ou falta de conhecimento] convertidas à corretas [conceito adequado ou palpite]) geral positivo em 31,9% dos casos, versus 9,4% de efeitos cognitivos negativos (acertos convertidos a erros). Ainda neste grupo, o efeito metacognitivo foi positivo (baixa metacognição [equivoco ou palpite] convertida à elevada metacognição [falta de conhecimento ou conceito adequado]) em 23,8%, versus 21,3% de efeitos negativos (conversão de elevada metacognição a baixa). Para o grupo controle (Texto Padrão) foram observados níveis gerais de efeito cognitivo positivo e negativo, respectivamente, iguais a 32,5 e 9,0%. Efeitos metacognitivos positivos e negativos foram respectivamente iguais a 25,0 e 20,5%. Em ambos os grupos (intervenção e controle) não foram observados efeitos de hipercorreção (fração de equivocados convertidos a conceitos corretos superiores à fração de palpites convertidos a conceitos corretos), uma vez que (a) no grupo intervenção, 35,8% de respostas inicialmente incorretas (e elevados níveis para confiança) foram convertidas a respostas corretas (e elevados níveis para confiança), ao passo que 61,0% das respostas inicialmente incorretas (e reduzidos níveis para confiança) foram convertidas a respostas corretas (e elevados níveis para confiança) e; (b) para o grupo controle, os respectivos percentuais foram de 40,3 versus 66,0%.

Versteeg *et al.* (2021a) buscaram identificar as regiões cerebrais envolvidas na (in)compreensão de conceitos científicos empregando-se a técnica de Ressonância Magnética Funcional. Participaram do experimento 50 estudantes (cursos de Medicina, Biomedicina e Tecnólogo Clínico) do Centro Médico da Universidade de Leiden (Holanda), consistindo na visualização de quatro vídeos curtos (4 segundos cada) abordando o conceito de transporte de sangue ao longo dos vasos (Fisiologia Vasculare) e o seu comportamento em termos de velocidade [aumentada] quando diante de vasos de menor calibre: (a) aumento da velocidade quando diante de um vaso mais estreito (conceito científico); (b) redução da

velocidade quando diante de um vaso mais estreito (equivoco); (c) manutenção da velocidade na ausência de um vaso mais estreito (controle positivo) e; (d) alteração da velocidade na ausência de um vaso mais estreito (controle negativo).

Após a exibição de cada vídeo, os participantes deveriam responder se o comportamento apresentado pelo vídeo estava adequado ou inadequado, considerando seus respectivos conhecimentos acerca do tema, momento no qual também foram capturadas imagens (via Ressonância Magnética) das áreas cerebrais dos participantes. Participantes com adequado conhecimento conceitual (entendedores) acerca do tema apresentaram menor tempo de reação (levaram mais tempo para responder), em relação àqueles com inadequado conhecimento conceitual (não-entendedores). Ambos apresentaram ativação significativa nas regiões temporal, parietal, córtex inferior pré-frontal, insula e putâmen do cérebro para os quatro vídeos. Para os não entendedores, os vídeos abordando o conceito científico e o equivoco implicaram maior ativação do putâmen, sugerindo influência da Memória Episódica no processo.

Versteeg *et al.* (2021b), via abordagem qualitativa, investigaram os conhecimentos, habilidades e experiências metacognitivas de 11 graduandos (terceiro ano) do Curso de Medicina do Centro Médico da Universidade Leiden (Holanda), bem como a percepção destes acerca do componente curricular aprendizagem autorregulada. Os dados foram coletados através do emprego de dois métodos qualitativos: reflexão (na qual os respondentes deveriam discorrer livremente sobre um assunto proposto) e entrevista semiestruturada.

Na etapa de reflexão (que, em algum momento, abordou as questões da fase da entrevista visando conectar os resultados envolvendo as competências metacognitivas [conhecimento, habilidade e experiência]) os respondentes discorreram sobre como resolveriam a quatro problemas (relacionados à Fisiologia Médica envolvendo os conceitos pressão, resistência e fluxo sanguíneo) apresentados pelo entrevistador.

Na fase de entrevista, os participantes responderam a questões envolvendo estratégias de aprendizagem, atividades de cunho reflexivo e estabelecimento de metas. Os dados foram analisados empregando-se *template analysis* (desenvolvimento de 'modelo' de codificação capaz de sintetizar e organizar de maneira útil e significativa temas identificados pelo pesquisador), na forma dos seguintes temas: Conhecimento Metacognitivo (de si mesmo, da tarefa, da estratégia), Habilidades Metacognitivas (planejamento, avaliação e monitoramento) e Experiências Metacognitivas. Os participantes informaram acerca do seu desejo em ter acesso a estratégias explícitas de treinamento e avaliação de suas próprias competências metacognitivas, de modo a facilitar a aprendizagem autorregulada, componente curricular ineficiente e ineficaz considerando a estrutura proposta pelo respectivo curso.

Versteeg e Steendijk (2019) buscaram avaliar, através da ferramenta *Aposta Pós-Decisão* (*Post-Decision Wagering*) (medida indireta do conhecimento autopercebido com base no quantitativo de "pontos apostados" pelo respondente quanto à confiança na resposta fornecida) e Escala Likert de 5 pontos (medida direta do conhecimento autopercebido), o conhecimento de 71 graduandos (primeiro ano) do Curso de Ciências Biomédicas do Centro Médico da Universidade de Leiden (Holanda) acerca de seus respectivos conceitos envolvendo Fisiologia Cardiovascular.

Antes e após um seminário abordando a temática, foram aplicados questionários contendo 10 questões de múltipla escolha (pré-teste e pós-teste, respectivamente, – mesmas questões, excetuando-se a ordem e construção das sentenças das perguntas) a cinco grupos (13 a 15 estudantes/grupo). Imediatamente após cada questão, os participantes deveriam responder, individualmente, o nível de confiança (em uma escala de 1 a 5) atribuída às suas respostas, utilizando ou a Escala Likert (3 grupos – 42 graduandos) ou *Aposta Pós-Decisão* (2 grupos – 29 aprendentes). O cruzamento entre as respostas (correta ou incorreta) e o nível de confiança atribuído ( $\leq 3$  ou  $> 3$ ) determinou o nível metacognitivo do participante: Equívoco (elevada confiança e resposta incorreta), Conhecimento

Adequado (elevada confiança e resposta correta), Falta de Conhecimento (baixa confiança e resposta incorreta) ou Palpite de Sorte (reduzida confiança e resposta correta).

Ambos os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,001$ ) entre o pré-teste e pós-teste em termos de níveis de confiança, sendo o ganho apresentado pelo grupo Aposta Pós-Decisão ( $0,86 \pm 0,12$ ) superior ao do grupo Escala Likert ( $0,79 \pm 0,12$ ). Não foram identificadas diferenças significantes em termos de pontuação (máximo de 10 pontos) nas etapas de pré-teste ( $6,78 \pm 0,27$  e  $6,38 \pm 0,27$  para Após Pós-Decisão e Escala Likert respectivamente) ( $p = 0,338$ ) e pós-teste ( $8,31 \pm 0,23$  e  $7,68 \pm 0,27$ ) ( $p = 0,065$ ).

Os autores evidenciaram influência positiva da estratégia didática adotada, sob a forma (a) do incremento em termos de frequência para a categoria Conhecimento Adequado em ambos os grupos (de 50,3 a 79,7% e de 34,7 a 61,7% para Aposta Pós-Decisão e Escala Likert respectivamente) e (b) redução do número de Palpites de Sorte (17,2 a 3,5% e 29,1 a 15,3%) e Falta de Conhecimento (24,1 a 6,6% e 28,6 a 15,3%), ainda que a prevalência de Equívocos tenha se mantido similar antes (8,3 e 7,5% para Aposta Pós-Decisão e Escala Likert respectivamente) e após (10,3 e 7,7%) a intervenção.

Versteeg, Wijnen-Meijer e Steendijk (2019) objetivaram identificar a capacidade, via teste multinível, de avaliação metacognitiva de 81 graduandos de Biomedicina (disciplina Conceitos Básicos em Fisiologia) do Centro Médico da Universidade de Leiden (Holanda). Após divisão em grupos (aproximadamente 20 participantes por grupo), os participantes responderam a um questionário abordando quatro temáticas relacionadas à Fisiologia Cardiovascular (insuficiência cardíaca, débito cardíaco, circulação pulmonar e sistêmica, pós-carga), cada um apresentado na forma de (a) uma afirmativa (Sim/Não) e (b) a justificativa para a afirmativa (na forma de seis opções distintas).

Para cada resposta (afirmativa e justificativa) fora, o aprendente deveria responder (utilizando Escala Likert de 5 pontos) o quão confiante

estava de sua resposta. Os autores empregaram diversas estratégias para determinação da avaliação metacognitiva, incluindo (a) influência do acaso (palpite) nas respostas (nível de confiança atribuído igual a 1 em ambas as respostas), (b) correlação entre pontuação geral atingida e nível de confiança geral e (c) determinação do Valor do Conhecimento (junção entre conhecimento adequado e confiança que permite identificar a presença/ausência da Avaliação Metacognitiva entre estudantes com resultados semelhantes) – na análise em questão, confiança e conhecimento adequado são convertidos a uma escala 0 – 1, seguido do cálculo para Valor de Conhecimento ( $= 0,5 \times [\text{confiança} + \text{conhecimento adequado}]$ ) e para Centralização ( $= \text{confiança} - \text{conhecimento adequado}$ ) -. Desconsiderando-se a influência do acaso (palpite), a frequência para respostas corretas às quatro afirmativas oscilava entre 36,6% (questão 2) e 83,0% (questão 1).

A frequência para respostas corretas às quatro justificativas oscilaram entre 12,1% (questão 2) e 39,9% (questão 1). Combinando-se ambas as variáveis (afirmativa e justificativa), os valores oscilaram entre 16,2% (questão 2) e 48,5% (questão 1). As afirmativas referentes às questões [não especificadas] 2 e 4 apresentaram menor ( $3,38 \pm 0,77$ ) e maior ( $3,81 \pm 0,84$ ) valor para nível de confiança, de maneira semelhante aos resultados apresentados acerca das justificativas ( $2,96 \pm 0,94$  e  $3,48 \pm 1,01$ ) para as mesmas questões. Combinadas, os valores obtidos para confiança foram respectivamente iguais a  $3,17 \pm 0,67$  (menor) e  $3,65 \pm 0,84$  (maior). Não fora evidenciada correlação significativa entre pontuação obtida (máximo de 4 pontos) para respostas às afirmativas e nível (médio) para confiança. Combinando-se afirmativas e justificativas, uma fraca correlação positiva fora evidenciada ( $p = 0,001$ ).

As afirmativas apresentaram maiores Valores de Conhecimento (0,74) quando comparados ao par afirmativas + justificativas (0,54), sinalizando que, em geral, os aprendentes superestimaram seus respectivos conhecimentos, levando-os a optar por justificativas incorretas e relacionadas às afirmativas inicialmente respondidas corretamente. Estes

resultados evidenciam a presença de equívocos junto aos aprendentes, prevalecendo em 10,4% (afirmativas apenas) e 28,7 (afirmativas + justificativas).

A **Tabela 1** sumariza as principais características identificadas nos manuscritos em relação ao tipo de manuscrito, curso da Área da Saúde e disciplinas envolvidas. As publicações envolveram estudos originais (experimentais) de natureza qualitativa ( $n = 2$ ) ou quantitativa ( $n = 6$ ) (mas não ambas). Estudos de natureza teórica compreenderam um ensaio e três estudos de revisão, sendo um de natureza não sistemática e dois de natureza sistemática (uma revisão de escopo e uma revisão sistemática). Dois dos manuscritos recuperados possuem o Brasil como país de origem, sendo os demais de origem Holandesa ( $n = 9$ ) e Iraniana ( $n = 1$ ). Em relação aos cursos da Área da Saúde, Medicina e Biomedicina figuraram-se como presentes, evidenciando uma aparente lacuna (desconsiderando informações ausentes ao longo dos manuscritos recuperados) em relação aos cursos de Educação Física, Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Fonoaudiologia, Nutrição, Odontologia e Saúde Coletiva. Em termos de componente disciplinar, apenas a Fisiologia ( $n = 7$ ) e a Fisiopatologia ( $n = 1$ ) foram objeto de investigação em contextos experimentais.

**TABELA 1** - Quantitativo absoluto das características abordando as dimensões manuscrito, curso e disciplina presentes nos 15 manuscritos recuperados com base na estratégia de busca sistemática adotada para identificação de estudos envolvendo o emprego da Neurociência Educacional em contextos de cursos da Área da Saúde

Dimensão	Variável	Número de Manuscritos		
Manuscrito	Ensaio		1	
	Experimental	Qualitativo	Quantitativo	
		2	6	
	Revisão	Narrativa	Escopo	Sistemática
4		1	1	
Curso	Biomedicina	3*		
	Medicina	7*		
	Não especificado	6		
Disciplina	Fisiologia	7		
	Fisiopatologia	1		
	Não informada	7		

Legenda: \*O manuscrito de Versteeg *et al.* (2021a) envolveu participantes dos cursos de Biomedicina e Medicina, motivo pelo qual o somatório para a variável em análise não corresponde ao quantitativo de manuscritos a compor a Amostra Final da presente revisão.

Fonte: Os autores.

A **Tabela 2** sintetiza informações referentes às dimensões – componente pedagógico, função (na perspectiva da Neurociência) objeto de enfoque, teoria da aprendizagem empregada e formato de avaliação adotado ao longo dos estudos. A dimensão Aprendizagem fora o principal aspecto objeto de investigação, com oito manuscritos, seguido do ensino-aprendizagem (n = 1). A dimensão Ensino isoladamente não fora analisada.

Ao longo dos manuscritos, observou-se um predomínio por estudos enfocando a Função Cognitiva do cérebro (n = 9), com apenas um manuscrito (abordando o uso da técnica de Ressonância Magnética Funcional) abordando todas as funções (cognitiva, conativa e executiva). Estes resultados evidenciam a existência de lacunas em termos do contributo específico para as demais funções, sobretudo, as funções conativas, relacionadas a processos de Aprendizagem Significativa (Cadorin *et al.*, 2016) e Aprendizagem Autorregulada (Panadero, 2017). Não obstante, há de se ratificar o papel integrador das funções executivas do cérebro (Fonseca, 2014).

Em termos de Teoria da Aprendizagem, e desconsiderando-se informações não especificadas ao longo de sete manuscritos, cinco estratégias foram identificadas: a) Teoria da Carga Cognitiva (*Cognitive Load Theory*), presente no manuscrito de Ghanbari *et al.* (2020); b) Aprendizagem Espaçada (*Spaced Learning*) (divisão do conteúdo em intervalos regulares de explanação), abordado sob a forma de revisão de escopo por Versteeg *et al.* (2020a); c) Instrução por Pares (*Peer Instruction*) (apresentação de questões aos discentes seguido da abordagem das mesmas em contexto dialogado objetivando-se a identificação de equívocos simultaneamente ao estímulo da aprendizagem conceitual adequada) e Auto Explicação (*Self-explanation*) (o aprendente é orientado a refletir acerca do conteúdo estudado), presente no manuscrito de Versteeg *et al.* (2019) e; d) Texto de Refutação (construção textual composta de três aspectos básicos [equívoco conceitual comum, uma explicação do motivo pelo qual o mesmo é inadequado e o conceito adequado] voltadas à aprendizagem conceitual), presente no manuscrito de Versteeg *et al.* (2020b).

**TABELA 2** - Quantitativo absoluto das características abordando as dimensões – componente pedagógico, função cerebral, teoria da aprendizagem e forma de avaliação envolvida presentes nos 15 manuscritos recuperados com base na estratégia de busca sistemática adotada para identificação de estudos envolvendo o emprego da Neurociência Educacional em contextos de cursos da Área da Saúde

Dimensão	Variável	Número de Manuscritos
<b>Componente Pedagógico</b>	Ensino	3
	Aprendizagem	8
	Ensino-Aprendizagem	3
	Não informado	1
<b>Função</b>	Cognitiva	9
	Conativa	-
	Executiva	-
	Cognitiva, conativa e executiva	4
	Não especificado	2
<b>Teoria de Aprendizagem</b>	<i>Cognitive Load Theory</i>	1
	<i>Spaced Learning</i>	2
	Instrução por Pares	1*
	Auto explicação	1*
	Texto de Refutação	1
	Não especificado	10
	Aprendizagem autorregulada	1**
<b>Avaliação</b>	Aprendizagem de conceitos	2
	Memória de longo prazo	1
	Metacognição	3**
	Não se aplica	8
	Ressonância Magnética Funcional	1

Legenda: \*Versteeg *et al.* (2019) abordaram a Instrução por Pares e a Auto explicação como Teoria de Aprendizagem em seu manuscrito, motivo pelo qual o somatório para a variável em análise não corresponde ao quantitativo de manuscritos a compor a Amostra Final da presente revisão; \*\*Versteeg *et al.* (2021a) buscaram percursos avaliativos fundamentados na Aprendizagem Autorregulada e Metacognição em seu manuscrito, motivo pelo qual o somatório para a variável em questão não corresponde, neste caso, ao quantitativo de manuscritos a compor a Amostra Final.

**Fonte:** Os autores.

Os resultados obtidos evidenciam um predomínio para estudos de natureza experimental quantitativa ( $n = 6$ ), envolvendo estudantes em nível de graduação em Medicina ( $n = 5$ ) no contexto da disciplina de Fisiologia ( $n = 7$ ). Desconsiderando a ausência de maiores informações, as variáveis: aprendizagem ( $n = 8$ ), Função Cognitiva ( $n = 9$ ), Aprendizagem Espaçada ( $n = 2$ ) e Metacognição ( $n = 3$ ) foram os aspectos mais frequentes ao longo dos estudos. Ainda, lacunas envolveram ausência de informações ao longo dos

manuscritos acerca das variáveis: curso (n = 5), a disciplina (n = 4), o componente pedagógico (n = 1), a função cerebral objeto de interesse (n = 2) e teoria de aprendizagem (n = 7).

Estes resultados, e considerando os objetivos da presente revisão de escopo, evidenciam e ratificam os principais desafios envolvendo o emprego da Neurociência Educacional, relacionado à capacidade, por pesquisadores, de integrar as funções cerebrais (cognitiva, conativa e executiva) e os processos educativos (ensino-aprendizagem) à luz da pesquisa orientada pela Neurociência (*neuroscience-inspired research*), que permite não apenas um processo educativo mais efetivo [e informado por evidências], mas também uma formação de melhores aprendentes e profissionais da saúde (traduzidos em melhores práticas de cuidado) (Versteeg, 2021).

Destaque-se ainda que, durante a (futura) atuação profissional em saúde, dificuldades envolvendo a recuperação dos conhecimentos aprendidos durante a graduação são frequentes (Timmer *et al.*, 2020). Evidências apontam para a influência da estratégia de ensino-aprendizagem adotada durante o processo de formação na (in)capacidade de recuperação, pelo agora profissional, das competências (conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias), notadamente ainda marcada sob a forma de exposição de conteúdo (Timmer *et al.*, 2020). Neste sentido, (in)sucessos envolvendo o exercício profissional decorrem de iguais (in)eficientes processos de ensino-aprendizagem (Timmer *et al.*, 2020).

A Neurociência Cognitiva busca compreender como o conhecimento, a experiência e o *insight* são processados no cérebro ao mesmo tempo em que procura identificar seus correlatos neurais. Desta forma, abordagens que permitam identificar e preencher lacunas envolvendo a interação entre estes conhecimentos são importantes no sentido a contribuir para processos de ensino-aprendizagem não apenas baseados sob perspectivas da Neurociência Educacional, mas, sobretudo, informado por evidências. Finalmente, há de manter-se a perspectiva de que (a construção do)

conhecimento resulta de processos de socialização entre o indivíduo e o meio (percebido) que o rodeia.

Neste sentido, ambiente(s), cultura e sociedade etc. definem, formam, processam e transformam esquemas, sendo a formação [destes esquemas] elemento central de estratégias de ensino-aprendizagem centradas no educando, melhor orientadas à prática e práxis pautadas em processos de aprendizagem significativa, cujas evidências apontam para o fato de que: 1) aprender encontra-se relacionado à construção de significado pelo aprendente; 2) a aprendizagem de fatos e a aprendizagem acerca de como fazer algo compreendem processos distintos e; 3) algumas coisas aprendidas são específicas acerca do domínio ou contexto no qual foram aprendidas, ao passo que outras são 'transferidas' para outros domínios (ou seja, as competências desenvolvidas em uma disciplina específica não serão incorporadas apenas a esta competência, podendo ser inconscientemente incorporadas à outra rede de conhecimentos, evidenciando a natureza intrínseca inter(trans)disciplinar do conhecimento e como a aprendizagem significativa parece apresentar como desfechos uma propriedade emergente que permite ao aprendente evoluir ao longo dos níveis da Taxonomia de Bloom (Ruiter; Van Kesteren; Fernandez, 2012).

Considerando que a Neurociência Educacional permite aos educadores o emprego de estratégias de ensino-aprendizagem em sintonia às demandas, necessidades e interesses [de aprendizagem] de seus educandos (Gamenha; Pilon; Nunciato, 2022), apresentam-se algumas reflexões complementares tomando por base parte dos resultados obtidos a partir da presente pesquisa, empregados na estruturação de um *framework* conceitual voltado à pesquisa (visando a produção de evidências) e ou processos didático-pedagógicos (direcionados na otimização do processo educativo) no contexto de formação profissional em Saúde.

### **Implicações para a prática e proposta de *framework* conceitual**

A sistematização curricular de cursos da saúde deve(ria) considerar elementos didático-pedagógicos orientados por evidências envolvendo

aspectos relacionados a (i) como o corpo discente aprende e (ii) o que eles aprendem a partir de suas respectivas apreensões dos conteúdos ministrados (Versteeg, 2021). Esta sistematização, finalmente, pode ser esquematizada sob uma perspectiva sistêmica, na qual (1) recursos didático-pedagógicos compreendem os *inputs*, (2) como o discente aprende representam o "sistema" per se e, (3) o que se aprende a partir das respectivas apreensões representam desfechos e impactos que, finalmente, exercem influência sob o próprio sistema e ou *inputs*.

Nesta perspectiva, e considerando a necessidade de potencial aplicabilidade do constructo em todos os segmentos de formação profissional em Saúde (ensino técnico, graduação e pós-graduação), incluindo contextos (cursos e ou disciplinas) não evidenciados através da presente revisão de escopo, optou-se pela inclusão (1) dos manuscritos de autoria de Ghanbari et al. (2020) (Teoria da Carga Cognitiva) e Versteeg e Steendijk (2019) (por seu contributo em termos de avaliação de processos metacognitivos) e; (2) complementarmente, dos manuscritos da autoria de Chi (2009), Chi e Wylie (2014) e Lovato et al. (2018) (por sua contribuição teórica em termos de sistematização de processos de ensino-aprendizagem), de Fonseca (2014) (por abordar teoricamente o papel das funções cognitivas, conativas e executivas) e Panadero (2017) (ensaio acerca da Aprendizagem Autorregulada) e, finalmente, de Cadorin et al. (2016) (revisão sistemática de instrumentos voltados à avaliação da Aprendizagem Significativa no contexto da formação em Saúde).

Isto posto, (re)pensar a práxis docente e ou a pesquisa científica orientada pela Neurociência Educacional implica o emprego eficaz, eficiente e efetivo (ou seja, delimitado epistemológico, didático e pedagogicamente) de, na perspectiva de Chi (2009) e Chi e Wylie (2014), distintas atividades abertas voltadas ao estímulo do engajamento discente, quer seja mediado por Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e ou Metodologias Ativas (*inputs*). Tal aspecto decorre do fato de que ambas (metodologias e tecnologias) compreendem estratégias centradas no aprendente que permitem a articulação entre teoria e prática em contextos

que demandam, por parte daquele que aprende, uma postura ativa frente à construção do próprio conhecimento (Lovato *et al.*, 2018), aspecto em sintonia às atuais orientações visando o desenvolvimento de competências esperadas por egressos de cursos de graduação no Brasil (Brasil, 2019, p. 8), definidas como sendo os “atributos associados ao próprio aprendizado (competências básicas), à capacidade de enfrentamento de situações inespecíficas (competências pessoais) e as que assegurem a realização de tarefas e a responsabilidade no exercício profissional (competências profissionais)”.

Na perspectiva do aprendente (“sistema”), três variáveis encontram-se presentes: (a) as funções cognitivas (relacionados a processos de atenção, processamento, percepção, memória, visualização, raciocínio, resolução de problemas, expressão e execução), conativas (relativas às emoções, motivação, temperamento e personalidade) e executivas (integram e coordenam a tríade neurofuncional da aprendizagem) do cérebro (Fonsenca, 2014); (b) a Teoria da Carga Cognitiva (abordagem instrucional estruturada sob as funções cognitivas do cérebro, incluindo a construção e manutenção de esquemas mentais, memória de procedimento, de longo prazo e como ambas encontram-se relacionadas) (Ghanbari *et al.*, 2020) e; (c) a Aprendizagem Autorregulada (conceito relacionado à compreensão dos processos cognitivos, motivacionais e emocionais da aprendizagem, não devendo ser compreendido como metacognição – relacionado à capacidade, incapacidade ou não capacidade reflexiva acerca dos próprios pensamentos) (Panadero, 2017).

Finalmente, e considerando que aprender compreende o desenvolvimento e automação de esquemas cognitivos (ou constructo cognitivo de elementos informacionais organizados baseando-se na maneira como estes mesmos [elementos] devem ser lidados pelo aprendente) (Ghanbari *et al.*, 2020), e que a integração envolvendo novas informações e prévios conhecimentos possuídos pelo aprendente compreende o processo de Aprendizagem Significativa (Cadorin *et al.*, 2016), esta última pode ser considerada como Desfecho do processo, cuja influência dar-se-á sobre as

variáveis (Impacto) Metacognição e Aprendizagem Autorregulada (Versteeg *et al.*, 2021b). Estas últimas, finalmente, exercerão influências sob a perspectiva discente e ou docente: na primeira, o estudante poderá optar pela via da maestria (maior engajamento e motivação para aprender) ou da convivência (maior ênfase sob a própria sensação de segurança e bem-estar diante das dificuldades percebidas em relação ao conteúdo e ou sua incapacidade de compreendê-lo) (Panadero, 2017); na segunda, os educadores deverão (re)pensar a própria práxis, tomando por base os resultados observados em termos da (não) aprendizagem dos conteúdos ministrados e ou competências (não) desenvolvidas – aspecto que pressupõe o emprego de estratégias de avaliação do processo.

Convém destacar que o *framework* em questão não obriga pesquisadores e ou docentes a abordar todos os seus elementos simultaneamente (embora o possam fazê-lo) durante a elaboração de uma pesquisa e ou aula. É possível pensar isoladamente a etapa de avaliação (através da identificação dos níveis para metacognição por exemplo), independentemente do modelo de aula adotado (expositiva tradicional ou mediada por tecnologias digitais ou via Metodologias Ativas), haja vista o fato de que o educador/pesquisador necessitaria apenas incluir (junto às questões de múltipla escolha – uma forma de avaliação per si) uma escala [Likert de cinco pontos] de confiança percebida pelo aprendente. De igual maneira, (neuro)psicopedagogos, pesquisadores e ou docentes poderão, ciente do papel das emoções e preferências (funções conativas) no aprendizado (incluindo Aprendizagem Autorregulada), adotar estratégias que os permitam mapear os níveis para ansiedade/depressão/dependência junto ao seu público-alvo e como estes encontram-se relacionados aos (in)sucessos pedagógicos.

Não obstante, e em termos de pesquisa acadêmica, é possível comparar distintas abordagens didático-pedagógicas em termos de Aprendizagem Significativa e ou Metacognição. Finalmente, gestores e ou docentes poderão (re)pensar, em contexto dialógico multiprofissional e interdisciplinar, os componentes pedagógicos de seus respectivos cursos.

A **Figura 2** apresenta o *framework* conceitual voltado a processos de ensino e ou aprendizagem em cursos da Área de Saúde sob a perspectiva da Neurociência Educacional.

### **Limitações do presente estudo**

Limitações envolvendo a presente revisão de escopo contemplam aspectos relacionados aos descritores empregados (incluindo-se idiomas considerados e filtragem por título), estratégias de busca utilizadas e bases consultadas. Ainda, limitações relacionadas aos critérios para inclusão e exclusão adotados, variáveis analisadas e sumarizadas, bem como o referencial final utilizado na estruturação do *framework* (Fig. 2), que desconsiderou intencionalmente parcela expressiva dos manuscritos recuperados (dado seu baixo potencial de aplicação em outros contextos, na visão dos revisores), também compreendem limitações. Recomenda-se a futuras abordagens de mapeamento sistemático (revisão de escopo ou revisões sistemáticas qualitativa ou quantitativas por exemplo) considerar estes aspectos quando da condução de novos processos de síntese de evidências.

30

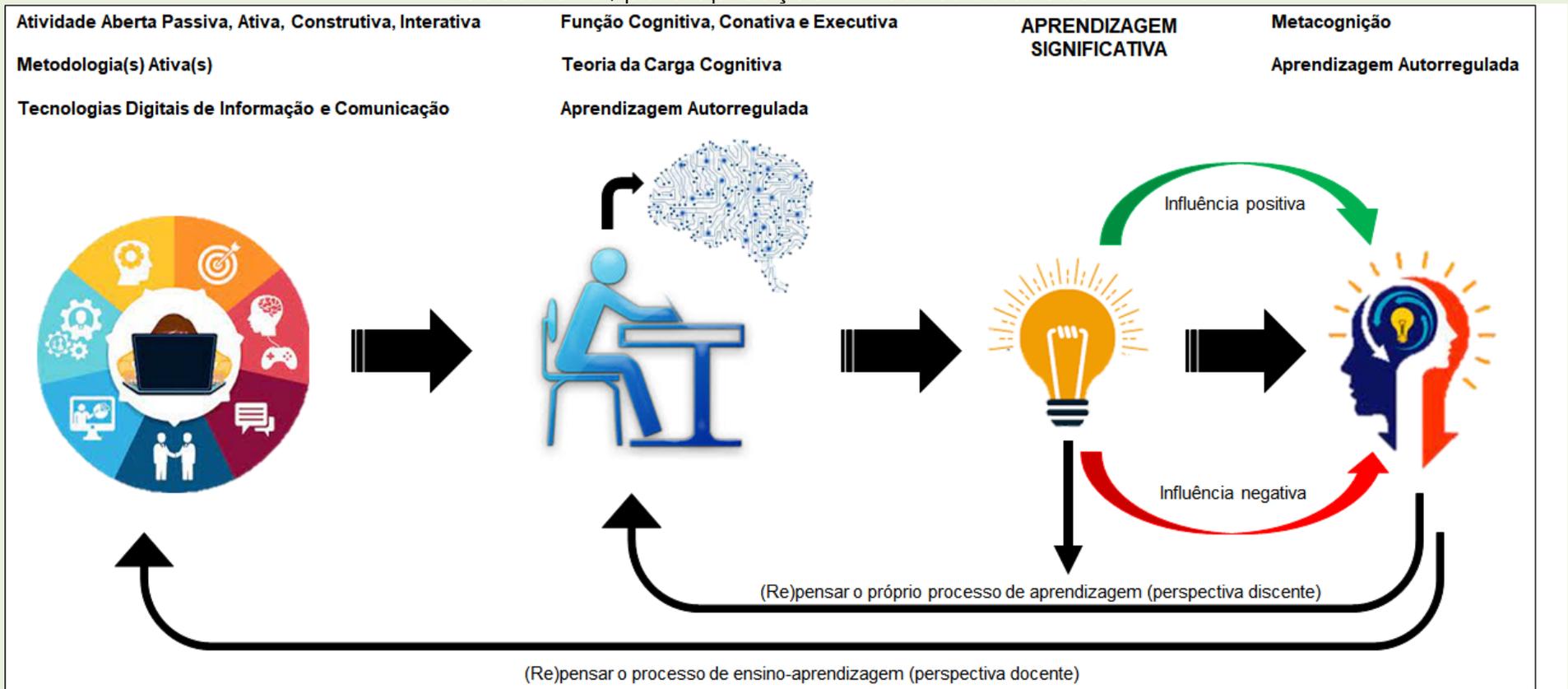
### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O contributo da Neurociência Educacional em processos de ensino-aprendizagem em cursos da Área da Saúde fora identificado em 12 manuscritos, publicados sob a forma de quatro estudos de natureza teórica (ensaios, revisão) e oito de natureza prática. Os estudos experimentais envolveram estudantes em nível de graduação em Medicina e Biomedicina, avaliados quando da oferta das disciplinas Fisiologia e Fisiopatologia. Processos metacognitivos foram os principais aspectos de interesse, mensurados em contextos de emprego de diferentes Teorias de Aprendizagem (Aprendizagem Espaçada, Auto explicação, Instrução por Pares e Texto de Refutação). Estes resultados sinalizam a necessidade de novas abordagens teórico-práticas, voltadas à identificação de oportunidades de melhoria dos processos didático-pedagógicos, sobretudo,

visando uma formação profissional em Saúde, em sintonia com as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos da Saúde no Brasil.

Considerando-se as lacunas identificadas ao longo dos manuscritos, espera-se que o *framework* proposto possa orientar (re)discussões acerca de processos didático-pedagógicos e ou a condução de novas pesquisas visando a formação profissional em Saúde, sobretudo, em âmbito nacional. Finalmente, [futuras] pesquisas devem considerar a transformação de seus resultados em princípios pedagógicos, similarmente à implementação de evidências na prática clínica (dito de outra, responder à pergunta “como aplicar estes resultados e métodos à sala de aula?”).

**FIGURA 2** - Framework conceitual envolvendo processos de ensino-aprendizagem, sob a perspectiva da Neurociência Educacional, para aplicação em cursos da Saúde



Fonte: Os autores.

## REFERÊNCIAS

AROMATARIS, E.; MUNN, Z. (Org.). **JBI Manual for Evidence Synthesis**. JBI, 2020. Disponível em: <https://synthesismanual.jbi.global/>. Acesso em: 16 jan. 2023.

BASSO, F. P.; SALLES, J. F. Instrumento de identificação das práticas de ensino da leitura e da escrita. **Ciências & Cognição**, v. 21, n. 2, p. 255-273, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/159349>. Acesso em: 16 jan. 2023.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO/CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. PARECER CNE/CES Nº 334/2019. Institui a orientação às Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos Superiores. Disponível em [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12986](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12986). Acesso em: 03 maio 2023.

CADORIN, L.; BAGNASCO, A.; TOLOTTI, A.; PAGNUCCI, N.; SASSO, L. Instruments for measuring meaningful learning in healthcare students: a systematic psychometric review. **Journal of Advanced Nursing**, v. 72, n. 9, p. 1972-1990, 2016. DOI <https://doi.org/10.1111/jan.12926>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jan.12926>. Acesso em: 03 maio 2023.

CARVALHO, F. A. H.; BARROS, D. M. Neurociências aplicada à 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. II. 2012. Santo Ângelo – RS. **Anais...** p. 1-4. Disponível em: [https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2012/resumos/REL\\_EXP\\_PLENARIA/ple\\_exp8.pdf](https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2012/resumos/REL_EXP_PLENARIA/ple_exp8.pdf). Acesso em: 03 maio 2023.

CHI, M. T. H. Active-constructive-interactive: a conceptual framework for differentiating learning activities. **Topics in Cognitive Science** v. 1, n. 1, p. 73-105, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x> Acesso em: 16 jan. 2023.

CHI, M. T. H.; WYLIE, R. The ICAP framework: linking cognitive engagement to active learning outcomes. **Educational Psychologist**, v. 49, n. 4, p. 219-243, 2014. DOI <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00461520.2014.965823>. Acesso em: 16 jan. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPQ). Ciências da Saúde. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/ciencias-da-saude>. Acesso em: 03 maio 2023.

COSTA, A. P.; FERREIRA, A. C. S.; SOUZA, A. A.; LIMA, M. E. O.; SOUSA, A. A. Utilização de neurociências como ferramenta para maximizar o processo ensino-aprendizagem na área da saúde, no ensino superior: uma abordagem bibliográfica narrativa. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 1, 2020. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/536>. Acesso em: 04 fev. 2023.

DE BRUIN, A. B. H. The potential of neuroscience for health sciences education: towards convergence of evidence and resisting seductive allure. **Advances in Health Sciences Education**, v. 21, n. 5, p. 983-990, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10459-016-9733-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10459-016-9733-2.pdf>. Acesso em: 03 maio 2023.

FLOR, C. M. Contribuições de estudos empíricos da neurociência educacional às práticas educativas no período entre 2008 a 2013: revisão sistemática. **Aletheia**, v. 50, n.1-2, p. 121-131, 2017. DOI: <https://doi.org/10.29327/226091>. Disponível em: [https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-03942017000100011](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-03942017000100011). Acesso em: 03 maio 2023.

FONSECA, V. Papel das funções cognitivas, conativa e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, v. 31, n. 96, p. 236-253, 2014. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v31n96/02.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2023.

GAMENHA, R. S.; PILON, M. P.; NUNCIATO, A. C. Avaliação dos perfis de aprendizagem de estudantes do segundo ano do curso de fisioterapia. **Revista Neurociências**, v. 30, p. 1-26, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34024/mc.2022.v30.13156>. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/13156>. Acesso em: 03 maio 2023.

GHANBARI, S.; HAGHANI, F.; BAREKATAIN, M.; JAMALI, A. A systematized review of cognitive load theory in health sciences education and a perspective from cognitive neuroscience. **Journal of Education and Health Promotion**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2020. DOI: [https://dx.doi.org/10.4103%2Fjehp.jehp\\_643\\_19](https://dx.doi.org/10.4103%2Fjehp.jehp_643_19). Disponível em: [Journal of Education and Health Promotion](https://www.jehp.org/). Acesso em: 16 jan. 2023.

LEÃO, M. A. B. G.; PEREIRA, M. M. C. M.; ALMEIDA, R. S.; MELO, S. F.; AUDI, W. F. Aprendizagem e metacognição do adulto: panorama de estudos e pesquisas. **Ciências & Cognição**, v. 20, n. 1, p. 133-141, 2015. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/998>. Acesso em: 16 jan. 2021.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690>. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690>. Acesso em: 04 fev. 2023.

LOWN, B. A. A social neuroscience-informed model for teaching and practicing compassion in health care. *Medical Education*, v. 50, p. 332-342, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/medu.12926>. Disponível em: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/medu.12926>. Acesso em: 04 fev. 2023.

MUNN, Z.; PETERS, M. D. J.; STERN, C.; TUFANARU, C.; MCARTHUR, A.; AROMATARIS, E. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. **BMC Medical Research Methodology**, v. 18, n. 143, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>. Disponível em:



<https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-018-0611-x>. Acesso em: 16 mar. 2023.

PANADERO, E. A review of self-regulated learning: six models and four directions for research. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. 422, p. 1-28, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2017.00422/full>. Acesso em: 16 mar. 2023.

PREUSCHE, I.; LAMM, C. Reflections on empathy in medical education: What can we learn from social neurosciences? *Advances in Health Sciences Education*, v. 21, p. 235-249, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9581-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10459-015-9581-5>. Acesso em: 03 maio 2023.

RUITER, D. J.; VAN KESTEREN, M. T. R.; FERNANDEZ, G. How to achieve synergy between medical education and cognitive neuroscience? An exercise on prior knowledge in understanding. *Advances in Health Science Education*, v. 17, p. 225-240, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10459-010-9244-5>. Disponível em: Acesso em: 03 maio 2023.

SILVA, A. S. P. **Neurociência Educacional e processos de ensino-aprendizagem em saúde**: revisão de escopo. DOI: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/4CSFR>. Disponível em: [OSF | Neurociência Educacional e processos de ensino-aprendizagem em saúde: revisão de escopo](https://osf.io/4CSFR/). Acesso em: 16 mar. 2023.

THOMAS, M. S. C.; ANSARI, D.; KNOWLAND, V. C. P. Annual research review: educational neuroscience: progress and prospects. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 60, n. 4, p. 477-492, 2019. Disponível em: <https://acamh.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jcpp.12973>. Acesso em: 16 jan. 2023.

TIMMER, M. C. J.; STEENDIJK, P.; AREND, S. M.; VERSTEEG, M. Making a lecture stick: the effect of spaced instruction on knowledge retention in medical education. **Medical Science Educator**, v. 30, p. 1211-1219, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40670-020-00995-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40670-020-00995-0>. Acesso em: 16 mar. 2023.

TRICCO, A. C.; LILLIE, E.; ZARIN, W.; O'BRIEN, K. K.; COLQUHOUN, H.; LEVAC, D. et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 467-486, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7326/M18-0850>. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850>. Acesso em: 04 maio 2023.

VERSTEEG, M.; VAN BLANKENSTEIN, F. M.; PUTTER, H.; STEENDIJK, P. Peer instruction improves comprehension and transfer of physiological concepts: a randomized comparison with self-explanation. **Advances in Health Sciences Education**, v. 24, p. 151-165, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10459-018-9858-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10459-018-9858-6>. Acesso em: 04 maio 2023.

VERSTEEG, M.; HENDRIKS, R. A.; THOMAS, A.; OMMERING, B. W. C.; STEENDIJK, P. Conceptualising spaced learning in health professions education: a scoping review.



**Medical Education in Review**, v. 54, n. 3, p. 205-216, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.1111/medu.14025>. Disponível em: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/medu.14025>. Acesso em: 04 maio 2023.

VERSTEEG, M.; VAN LOON, M. H.; WIJNEN-MEIJER, M.; STEENDIJK, P. Refuting misconceptions in medical physiology. **BMC Medical Education**, v. 20, n. 250, p. 1-9, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02166-6>. Disponível em: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-020-02166-6>. Acesso em: 16 jan. 2023.

VERSTEEG, M.; HAFKEMEIJER, A.; DE BEAUFORT, A. J.; STEENDIJK, P. An understanding of (mis)understanders: exploring the underlying mechanisms of concept learning using functional magnetic resonance imaging. **Mind, Brain and Education**, v. 15, n. 1, p. 129-138, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1111/mbe.12273>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mbe.12273>. Acesso em: 04 maio 2023.

VERSTEEG, M.; BRESSERS, G.; WIJNEN-MEIJER, M.; OMMERING, B. W. C.; DE BEAUFORT, A. J.; STEENDIJK, P. What were you thinking? Medical students' metacognition and perceptions of self-regulated learning. **Teaching and Learning in Medicine**, v. 33, n. 5, p. 473-482, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1080/10401334.2021.1889559>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10401334.2021.1889559>. Acesso em: 16 jan. 2023.

VERSTEEG, M. **At the heart of learning** – navigating towards educational neuroscience in health professions education. 2021. 266f. Tese (Doutorado em Ciência), Universidade de Leiden, Leiden – Holanda, 2021. Disponível em: <https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/handle/1887/3134566>. Acesso em: 04 maio 2023.

VERSTEEG, M.; STEENDIJK, P. Putting post-decision wagering to the test: a measure of self-perceived knowledge in basic sciences? **Perspectives on Medical Education**, v. 8, p. 9-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40037-019-0495-4>. Disponível em: <https://pmejournal.org/articles/10.1007/S40037-019-0495-4>. Acesso em: 04 fev. 2023.

VERSTEEG, M.; WIJNEN-MEIJER, M.; STEENDIJK, P. Informing the uninformed: a multitier approach to uncover students' misconceptions on cardiovascular physiology. **Advances on physiology education**, v. 43, n. 1, p. 7-14, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1152/advan.00130.2018>. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00130.2018>. Acesso em: 16 jan. 2023.

WESSLING, C.; STEIL, A.V.; SILVA, N. Revisão sistemática sobre os modelos mentais de equipe como forma de cognição coletiva. **Ciências & Cognição**, v. 21, n. 2, p. 229-241, 2016. Disponível em: <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/1161>. Acesso em: 16 jan. 2023.

Recebido em: 27 de maio de 2024.  
Aprovado em: 30 de dezembro de 2024.  
Publicado em: 14 de fevereiro de 2025.

