

O QUE SABEMOS SOBRE NEUROCIÊNCIAS? CONCEITOS E EQUÍVOCOS ENTRE O PÚBLICO GERAL E ENTRE EDUCADORES

Fernanda Machado Lopes; Natália Martins Dias; Bárbara T. V. Mendonça;
Daniela Maria Valério Coelho; André Luiz Monezi Andrade; Denise De Micheli

DOI: 10.5935/0103-8486.20200011

RESUMO - As descobertas sobre o funcionamento do cérebro, assim como suas aplicações nos processos de ensino-aprendizagem, têm sido alvo de interesse. Contudo, os resultados de pesquisas e os conceitos na área das neurociências muitas vezes são mal compreendidos ou distorcidos, perpetuando-se como falsas crenças, chamados 'neuromitos'. O objetivo deste estudo foi investigar o conhecimento do público geral e, especialmente, de uma subamostra de educadores brasileiros acerca de conceitos e crenças equivocadas sobre neurociências. Trata-se de um estudo exploratório-descritivo em que participaram 2795 sujeitos, 1643 educadores (58,8%) e 1152 não educadores, que responderam a um questionário *on-line* sobre conceitos e equívocos em neurociências. Os resultados mostraram que tanto público geral como a subamostra de educadores, independentemente de terem feito algum curso sobre neurociências, possuem pouco conhecimento sobre o tema e apresentam crenças equivocadas em diversos conceitos. Os percentuais de erros/incertezas do público geral e da subamostra de educadores foram, respectivamente: 1) sono como momento de descanso para o cérebro (90%

Fernanda Machado Lopes - Departamento de Psicologia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Natália Martins Dias - Departamento de Psicologia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Bárbara T. V. Mendonça - Departamento de Psicologia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Daniela Maria Valério Coelho - Departamento de Psicobiologia - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

André Luiz Monezi Andrade - Centro de Ciências da Vida/Centro de Linguagem e Comunicação - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

Denise De Micheli - Departamento de Psicobiologia - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência

Fernanda Machado Lopes

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Psicologia.

Rua Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Campus Universitários Trindade - Florianópolis, SC, Brasil - CEP 88040-900

E-mail: femlopes23@gmail.com

e 90,3%); 2) diferenças de dominância hemisférica como determinantes do desempenho em diferentes áreas (74,8% e 73,6%); 3) sentimentos vivenciados pelo coração (78,3% e 73%); 4) não maleabilidade das habilidades cognitivas (78,9% e 73,9%); e 5) uso de apenas 10% do cérebro (73,5% e 75,8%). Constata-se a necessidade de maior aproximação das neurociências com o público geral e, especialmente, com a educação e sugere-se que áreas como a Psicopedagogia e a neuropsicologia sejam facilitadoras deste processo. Ao lado disso, neurocientistas podem buscar estratégias mais eficazes de divulgação do conhecimento.

UNITERMOS: Educação. Neurociências. Viés. Formação Continuada.

INTRODUÇÃO

Os estudos e as descobertas no campo das neurociências, que envolvem conhecimentos de diversas disciplinas como biologia, medicina, psicologia, fisioterapia, fonoaudiologia, entre outras, têm sido alvo de grande interesse da sociedade. A possibilidade de compreender o funcionamento do sistema nervoso e sua interação com aspectos psicológicos, como motivação, emoção, comportamento e cognição (e.g. pensamento, memória, aprendizagem) no desenvolvimento típico e atípico impõe certo apelo, pois permite um entendimento mais amplo da complexidade do ser humano^{1,2}. Além do público geral, profissionais da área da saúde e da educação têm demonstrado especial interesse nos achados neurocientíficos e suas aplicações a estas áreas; contudo, a adequada compreensão e os melhores meios para aplicabilidade dos conceitos das neurociências ainda são um desafio^{3,4}.

O interesse de educadores no funcionamento do cérebro e no modo como os processos neurobiológicos podem enriquecer suas práticas pedagógicas tem sido identificado em estudos internacionais⁴⁻⁷. A aplicação das pesquisas em neurociências para contextos educacionais aproxima a educação e a Psicopedagogia das ciências cognitivas, possibilitando um diálogo promissor no contexto de ensino e aprendizagem⁸. No entanto, o campo das neurociências é complexo e a transferência precisa dos achados

de pesquisas para a sala de aula ainda é algo desafiador, o que pode muitas vezes criar oportunidades para mal-entendidos e falhas na comunicação⁵.

Alguns estudos têm mostrado que o aumento de interesse pela busca de conhecimento em neurociências, tanto por parte da população geral quanto de educadores, está associado a um aumento de equívocos nos conceitos desta área^{4,5,9}. Os equívocos mais difundidos e persistentes a respeito da função do cérebro e seu papel na aprendizagem, por exemplo, são também conhecidos como "neuromitos"¹⁰.

Em 2002, o projeto *Brain and Learning*, da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), destacou este fenômeno em âmbito internacional, evidenciando preocupações com a sua disseminação. Os neuromitos foram definidos como compreensões equivocadas a partir de achados de pesquisas empíricas, muitas vezes usados para justificar práticas educacionais (supostamente) baseadas em estudos sobre o funcionamento do cérebro⁵.

Distorções frequentes de conceitos neurocientíficos podem ser identificadas em relação a: *a) aspectos físicos ou fisiológicos e sua relação com o desempenho neurocognitivo* (e.g. papel do sono e o funcionamento do cérebro durante o sono; dominância hemisférica e seu possível papel no desempenho); *b) aspectos relacionados ao neurodesenvolvimento* (e.g. herdabilidade e não maleabilidade das habilidades cognitivas);

e *c)* outros aspectos, de senso comum e que, de alguma forma, possuem um apelo e penetração na área (e.g. a permanência da hipótese cardíaca na explicação da gênese das emoções ou a existência de um potencial cerebral, sendo que a maioria das pessoas utilizaria até 10% deste potencial)^{9,11}.

A influência de conceitos errôneos é problemática, pois desperdiça dinheiro, tempo e esforço, que poderiam ser mais bem investidos no desenvolvimento de práticas baseadas em evidências^{12,13}. Nos tópicos seguintes, serão apresentadas algumas evidências quanto aos aspectos 'a' e 'b' e ilustradas algumas das crenças e concepções de senso comum ainda muito presentes na área (aspecto 'c'), conforme previamente mencionado.

Aspectos físicos ou fisiológicos e sua relação com o desempenho neurocognitivo

Neste tópico, três temas são abordados: sono, exercício físico e especialização hemisférica. Estudos mostram que o sono possui um importante papel na consolidação de novas aprendizagens na memória^{14,15}. Apesar do aparente repouso, o cérebro está em constante atividade, mesmo durante o sono. Em determinados momentos, a atividade pode ser tão ou mais intensa do que na vigília. Esse é o caso da fase do sono REM (*rapid eye movement*), em que há um predomínio dos sonhos. Portanto, é equivocada a ideia de que, durante o sono, haveria um período de descanso ou de menor atividade cerebral¹⁶. Em crianças, os benefícios advindos do sono foram detectados na memória declarativa, levantando reflexões acerca de adaptações na rotina, como iniciar a escola mais tarde ou aplicar cochilos, de modo a colaborar à aprendizagem escolar¹⁷.

Dessa forma, pesquisas sugerem que o sono e o exercício físico influenciam na aprendizagem^{14,15,18}. De fato, para além da relevância do sono, existem evidências de que a prática de exercícios físicos também beneficia a cognição, o que parece ocorrer por intermédio das neurotrofinas e da neurogênese em regiões como o hipocampo, por exemplo. As neurotrofinas,

dentre elas o BDNF (fator neurotrófico derivado do cérebro), são substâncias produzidas pelas células gliais que auxiliam na manutenção dos mecanismos neurofisiológicos dos neurônios (como o impulso nervoso) quando no desenvolvimento de novas sinapses, a partir dos potenciais de longa duração (LTP)^{17,19}.

Quanto à especialização hemisférica, o conceito se refere à ideia de que os hemisférios cerebrais podem ser mais especializados em determinado grupo de funções, mas sem a dominância de um sobre o outro. Embora assimétricos, interagem de forma conjunta para manter a funcionalidade do organismo de forma integrada^{20,21}. De acordo com Lent²¹, a divulgação superficial ou inadequada desses achados poderia estar na base de distorções, como a visão dicotômica de que um hemisfério seria utilizado para processamento da emoção e o outro estaria envolvido com a "razão", por exemplo, levando à crença equivocada de que algumas pessoas poderiam se utilizar mais do hemisfério esquerdo, enquanto outras, do direito.

Aspectos relacionados ao neurodesenvolvimento

Dois pontos são analisados neste tópico: o número de neurônios presentes no cérebro humano e a dicotomia 'genética *versus* ambiente'. Quanto ao primeiro, sabe-se que o ser humano apresenta cerca de 86 bilhões de neurônios²¹. Este número parece não se manter constante ao longo da vida, com um número muito maior ao nascimento e perdas que ocorrem ao longo da infância, adolescência e senescência (apesar de também ocorrer a neurogênese). Portanto, como processo normal no desenvolvimento, há uma redução no número de neurônios porque as células produzidas em excesso são eliminadas (apoptose), além da perda associada ao processo de envelhecimento^{21,22}.

Também atrelada ao neurodesenvolvimento, a questão 'genética *versus* ambiente' (*Nature versus Nurture*) está frequentemente presente nas discussões acadêmicas e populares, ainda que ultrapassada. Esta ganhou força quando

movimentos filosóficos (existencialismo, fenomenologia) e psicológicos (humanismo) começaram a se contrapor ao determinismo, sendo este último embasado a partir dos estudos de Charles Darwin. Apesar de haver certo nível de concordância de que ambos são importantes no desenvolvimento das habilidades cognitivas, o percentual de influência de cada um (herdabilidade e contexto) ainda é motivo de divergência e parece variar quando consideradas diferentes habilidades.

O termo plasticidade cerebral indica que o sistema nervoso pode ser modificado a partir da exposição a estímulos do meio interno ou externo, apesar de influências genéticas. Isto significa que as habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas e/ou aprimoradas ao longo da vida. Assim, existe uma predisposição biológica que é modificada pela experiência, uma vez que o cérebro é capaz de se adaptar ao ambiente²³⁻²⁵.

Crenças errôneas e senso comum

Uma das mais antigas controvérsias das neurociências refere-se à origem das funções mentais. Durante séculos, essa discussão se manteve entre a hipótese cardíaca, que colocava o coração como órgão responsável pelas capacidades mentais, *versus* a hipótese cerebral. Foi a partir de Galeno (130-201 d.C.) que a hipótese cerebral foi estabelecida²⁶ e essa discussão deixou de fazer sentido. Ainda assim, é comum associar o coração às emoções porque as respostas emocionais também implicam em alterações fisiológicas periféricas (como batimentos cardíacos), que podem criar a sensação de que as emoções estariam armazenadas neste órgão¹⁶. O processamento emocional é complexo e, apesar do papel de alguns circuitos e estruturas (que incluem regiões pré-frontais, com destaque para o córtex orbitofrontal, e subcorticais, como a amígdala), não há um único sistema ou circuito associado a todas as emoções^{27,28}.

Por fim, o que parece ser um dos mais comuns equívocos: "*usamos apenas 10% da nossa capacidade cerebral*"^{5,9,29}. A origem desta afirmação

é de difícil delimitação, mas há indicações de que alguns mal-entendidos na comunicação de resultados de pesquisas podem estar na sua base. Entre eles, destacam-se as pesquisas de Lashley, na década de 1930, em que o autor explorou a função de áreas do cérebro a partir da administração de choques ou lesões. Lashley identificou regiões cuja estimulação ou lesão não produziam efeitos observáveis (considerando os procedimentos e tecnologias da época), o que conduziu à conclusão de que não teriam função.

Outra possível causa desta concepção se refere à proporção de neuroglias e neurônios no cérebro, sendo as neuroglias mais numerosas. No entanto, como os neurônios (e sinapses) são as unidades de processamento da informação, pode ter ocorrido e disseminado a conclusão equivocada de que apenas 10% do cérebro seria efetivamente usado²⁹.

Crenças e concepções como essas mostram que parece existir uma lacuna entre o que é produzido pelos neurocientistas e o que é consumido pelo público. As evidências científicas geralmente são publicadas em periódicos especializados, a maioria em inglês e consumidas por acadêmicos e especialistas no tema. Contudo, as mídias de comunicação em massa, muitas vezes, divulgam tais informações de forma simplificada, superficial ou mesmo equivocada^{5,13,30}.

Segundo Gleichgerrcht et al.³¹, esta ação da mídia popular pode ser resultante de distorções interpretativas, inclusive intencionais com fins comerciais, ou simplesmente compreensão errônea devido ao desconhecimento da complexidade do funcionamento cerebral. Desta forma, muitos conceitos equivocados em neurociências foram e continuam sendo perpetuados tanto pela população geral quanto por educadores.

Considerando a relevância do tema, diversos estudos têm sido conduzidos para identificar as distorções ou interpretações errôneas que o público geral, educadores ou mesmo neurocientistas fazem sobre as descobertas em neurociências^{5,9,31,32}. Estudos com educadores desde pré-escola⁴ até ensino de nível fundamental e

médio em diferentes países e culturas^{5,11,33-35}, incluindo a América Latina³¹, têm demonstrado que a maioria deles considera verdadeiras as afirmações (errôneas) sobre diferentes estilos de aprendizagem (visual, auditiva, sensorial), inteligências múltiplas e sobre o impacto das diferenças de dominância de hemisférios na aprendizagem.

O mais alarmante é que educadores afirmam que se baseiam nessas premissas em sua prática pedagógica, o que é um dado preocupante, visto os prejuízos que podem acarretar na formação básica dos alunos⁹. Além de implementarem ideias distorcidas sobre neurociências em sua prática educacional, estes professores podem propagar suas ideias para outros profissionais, sendo multiplicadores de métodos pedagógicos baseados em "neuromitos"⁵.

Apesar do considerável número de estudos internacionais sobre as distorções ou interpretações errôneas a respeito das pesquisas em neurociências, os estudos em âmbito nacional ainda são incipientes³⁶. Dessa forma, este estudo teve um caráter exploratório-descritivo com objetivo de investigar o conhecimento do público geral e, em especial, de uma subamostra de educadores brasileiros acerca de conceitos e crenças equivocadas sobre neurociências.

Além disso, também foi investigada, entre os educadores, a possível influência da participação destes em cursos de neurociências, da área de formação acadêmica e do tipo de escola em que trabalham (pública ou privada) sobre tais conceitos e equívocos (neuromitos). Por fim, o estudo permitiu a análise de afirmações específicas, selecionadas de modo a identificar quais equívocos parecem mais consolidados na área.

MÉTODO

Participantes

Participaram deste estudo 2795 sujeitos (aqui conceituados como 'público geral'), a maioria mulheres (57%), com média de 37 anos de idade (DP=11,46). A amostra abrangeu todas as regiões do Brasil, sendo a maioria proveniente da Região Sudeste (47,7%), seguida da Região Sul

(21,3%), Centro-Oeste (12,9%), Norte (9,4%) e Nordeste (8,7%). Em relação à escolaridade, 90% referiu possuir curso superior, com participantes formados na área das ciências humanas e sociais (60,6%), biológicas (15,7%), exatas (9,6%) ou mais de uma área (4%). A maioria afirmou ter realizado algum curso na área de neurociências (59,6%; n=1611 pessoas), nas modalidades presencial ou *on-line*, com cargas horárias especificadas.

Do total da amostra, 1643 eram educadores (58,8%) e 1152 eram não educadores. Considerou-se não educadores pessoas que atuassem em qualquer profissão fora do ambiente educacional, como jornalista, enfermeiro, empresário, psicólogo, entre outros. Dentre a subamostra de educadores, 56,9% atuavam em escola particular e 38,6% em escola pública; 48,5% referiram ter realizado curso na área de neurociências em modalidade *on-line*, 15,5% em modalidade presencial e 36% (n=590) referiram não ter realizado curso nesta área.

Instrumento

O instrumento utilizado foi elaborado pelos autores e se divide em duas partes. A primeira parte contém questões para caracterização da amostra em termos de idade, sexo, estado onde mora; e questões relativas à formação e atuação profissional, incluindo o item "*Você já fez algum curso de neurociências?*". Para este último, as opções de respostas eram "Não, nunca fiz curso" ou, para aqueles que já fizeram algum curso nas modalidades *on-line* ou presencial, havia a especificação de carga horária.

A segunda parte foi composta por um *Questionário de conhecimentos básicos sobre neurociências*. Trata-se de um instrumento de triagem, elaborado com base nos estudos de Dekker et al.⁵ e de Ekuni et al.³⁷, e contém sete afirmações sobre conceitos ou equívocos em neurociências (neuromitos), cujas opções de resposta eram "concordo", "estou em dúvida" ou "discordo". Destas afirmações, duas eram verdadeiras e cinco eram falsas.

Procedimento

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (nº: 0132/2018). Sujeitos de todo o Brasil foram convidados a participar da pesquisa por meio de um *link* divulgado nas redes sociais e mídias digitais (*Facebook* e *Instagram*), e-mails e listas de *WhatsApp*, com a sugestão que cada um que respondesse enviasse o *link* para sua lista de contatos. O questionário ficou disponível até que se atingisse uma amostra suficiente de educadores e também de profissionais não educadores, para posteriores comparações.

Todos os participantes deveriam ler e aceitar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido e, caso estivessem de acordo, eram direcionados ao *link* do questionário, o qual só poderiam responder uma única vez. O *link* ficou disponível na plataforma *GoogleForms*, acessível em *smartphone*, computador ou *tablet*. A escolha do formato "questionário *on-line*" possibilita maior capilaridade da pesquisa, atingindo um número maior de pessoas de diferentes partes do Brasil, além de obter os dados com maior agilidade e menor custo.

Ao final de cinco meses, encerrou-se a coleta de dados e, em seguida, realizou-se uma 'varredura' no banco de dados gerado pelo *GoogleSheets*, para identificação (e exclusão) de possíveis questionários duplicados e/ou incompletos. O banco de registros gerado foi exportado ao Excel e, posteriormente, para o programa SPSS 20.0, para análise estatística.

Análise de dados

As respostas obtidas no *Questionário de conhecimentos básicos sobre neurociências* foram inicialmente consideradas como escores, atribuindo-se 1 ponto quando o participante discordava de uma afirmação falsa ou quando concordava com uma verdadeira; e zero nas demais condições. Isso permitiu obter uma pontuação ou desempenho total no questionário, a partir da soma dos acertos nos itens. As medidas de tendência central (médias e desvios-padrão) e as análises inferenciais foram feitas a partir dessa medida.

Para comparar as pontuações no *Questionário de conhecimentos básicos sobre neurociências* por categoria profissional/subamostra (educadores ou não educadores) e por realização de curso de neurociências (sim ou não), realizou-se análise multivariada (Manova). Na sequência, considerando-se apenas a subamostra de educadores, análise de variância (Anova) foi utilizada para investigar efeito do tipo de curso de neurociências sobre as pontuações. A Anova também foi conduzida para investigar efeito da área de formação, em nível de graduação (exatas, humanas e sociais, biológicas ou mais de uma dessas áreas) sobre as pontuações no questionário.

Em todos os casos, estimativas de tamanho de efeito foram reportadas a partir do *partial eta squared* (η^2 ; pequeno: $>0,0099$; médio $>0,0588$; e alto $>0,1379$). Quando necessária, a análise de comparação de pares foi realizada pelo teste de Bonferroni. Teste *t* de student foi utilizado para verificar efeito do tipo de escola (pública x particular) de atuação sobre pontuação no instrumento (para essa análise, considerou-se apenas educadores que atuavam em um tipo de escola).

Para melhor explorar os desempenhos ao longo dos itens, também foram calculadas as frequências de endosso às categorias de resposta (Discordo/Concordo/Estou em dúvida) por item para a amostra geral e para as subamostras de educadores e não educadores separadamente. Para a subamostra de educadores, repetiu-se a análise separando-se subgrupos com realização e sem realização de curso sobre neurociências. Diferenças na distribuição foram verificadas pelo teste de Qui-quadrado (X^2). Em todas as análises, adotou-se um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Pontuação média no Questionário de conhecimentos básicos sobre neurociências

A pontuação da amostra total (público geral) e separada por subamostras (categoria profissional: educadores e não educadores)

no questionário está apresentada na Tabela 1. Houve efeito principal de categoria profissional ($F_{1,2795}=20,747$; $p\leq 0,001$; $\eta^2=0,007$), com maior média de acertos para os Educadores; e efeito de realização de curso de neurociências ($F_{1,2795}=9,107$; $p=0,003$; $\eta^2=0,003$), com maior média para aqueles que relataram não ter realizado curso. Também foram detectados efeitos da interação categoria profissional x realização de curso ($F_{1,2795}=4,467$; $p=0,035$; $\eta^2=0,002$), sendo que aqueles educadores que não realizaram cursos apresentaram maior pontuação. Porém, os tamanhos de efeito são todos muito pequenos.

A Tabela 2 mostra os resultados da subamostra de educadores, comparando aqueles que realizaram algum tipo de curso na área de

neurociências com os que não realizaram. A Análise de Variância detectou efeito significativo do fator grupo, porém com baixo tamanho de efeito ($F_{5,1643}=5,914$; $p\leq 0,001$; $\eta^2=0,018$). Análise de comparação de pares (Bonferroni) mostrou que o grupo com curso *on-line* (20h) teve pior desempenho nos conhecimentos em neurociências em relação ao grupo que não fez curso. Os grupos que realizaram curso *on-line* não se diferenciaram entre si, independentemente da carga horária do curso. Apenas o grupo que fez curso presencial de 10h teve melhor desempenho nos conhecimentos em neurociências em relação ao grupo com curso *on-line* de 20h, mas os cursos presenciais não se diferenciaram entre si e nem em relação à ausência de curso.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas no Questionário de Conhecimentos Básicos sobre Neurociências em função da categoria profissional (subamostras de educadores e não educadores) e público geral (amostra total) e realização de curso de Neurociências.

Categoria profissional	Fez curso de neurociências	Média	Desvio padrão
Não educador	Não	2,27	1,22
	Sim	2,23	1,21
	Total	2,25	1,22
Educador	Não	2,62	1,47
	Sim	2,35	1,37
	Total	2,45	1,41
Público geral	Não	2,44	1,36
	Sim	2,31	1,32
	Total	2,36	1,34

Tabela 2 – Estatísticas descritivas no Questionário de Conhecimentos Básicos sobre Neurociências em função do tipo de curso para a subamostra de Educadores.

	N	Média	Desvio padrão
Sem curso	590	2,62	1,47
<i>On-line</i> (10h ou menos)	298	2,35	1,39
<i>On-line</i> (20h ou mais)	500	2,22	1,24
Presencial (10h ou menos)	72	2,81	1,51
Presencial (15h ou mais)	124	2,43	1,42
Presencial (especialização/aprimoramento/aprimoramento)	59	2,71	1,82
Total	1643	2,45	1,41

Ainda considerando apenas a subamostra de educadores, não foram detectadas diferenças nas pontuações em função da área de formação em nível de graduação. Porém, houve diferença em função do tipo de escola em que atua, sendo que aqueles que atuam em escolas particulares ($n=935$; $M=2,50$; $DP=1,45$) tiveram maior pontuação em relação àqueles que atuam em instituições públicas ($n=635$; $M=2,35$; $DP=1,34$; $t=-2,067$ e $p=0,039$).

Frequência de endosso aos itens do Questionário de conhecimentos básicos sobre neurociências

Quando considerados os itens, consoante às baixas médias de desempenho sobre conhecimentos em neurociências (afirmativas verdadeiras), observou-se uma baixa frequência de identificação das afirmativas falsas na amostra total (público geral) e também quando analisados os grupos de educadores e não educadores separadamente (Tabela 3).

Os participantes foram mais hábeis em endossar as afirmativas corretas (itens 4 e 5). Diferença na distribuição de resposta foi observada nos itens falsos: 1 ($\chi^2=60,096$; $p<0,001$), 2 ($\chi^2=17,174$; $p<0,001$), 3 ($\chi^2=72,242$; $p<0,001$) e 7 ($\chi^2=9,913$; $p=0,0107$). Nestes, com exceção do item 2, maior porcentagem de educadores identificou as afirmativas como falsas, em comparação ao grupo de não educadores, apesar de ainda assim haver um grande apoio às afirmações falsas em ambos os grupos. Diferença na distribuição de resposta também foi observada no item verdadeiro 5 ($\chi^2=32,275$; $p<0,001$), com aproximadamente a mesma porcentagem de acordo entre os grupos, mas com os educadores apresentando maior dúvida (alternativa 'Estou em dúvida') em relação à resposta.

Considerando apenas a subamostra de educadores, a Tabela 4 apresenta as distribuições de repostas para subgrupos que relataram ter feito curso de neurociências e aqueles que não o fizeram. Nenhuma diferença significativa foi observada nessa distribuição, porém houve duas tendências marginais para os itens 1 ($\chi^2=5,665$;

$p=0,059$) e 4 ($\chi^2=5,859$; $p=0,053$), em ambos os casos os educadores com algum curso tenderam a apresentar mais dúvida e endossar menos as respostas corretas.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo investigar o conhecimento do público geral e, em especial, de uma subamostra de educadores brasileiros acerca de conceitos e crenças equivocadas sobre neurociências. De forma geral, observou-se que a pontuação média dos participantes no questionário se manteve muito baixa, sugerindo pouco conhecimento geral sobre neurociências e/ou alto grau de crença nas distorções e equívocos nessa área. De fato, a literatura já tem apontado que, paralelamente ao crescente interesse na área nos últimos anos, parece haver um aumento de equívocos no entendimento dos conceitos neurocientíficos^{4,5,9}, o que se confirmou também em nossa amostra.

Neste estudo, foram detectadas diferenças significativas entre o conhecimento de educadores e não educadores sobre neurociências, ainda que com um tamanho de efeito pequeno. Isso significa que há uma tendência a um maior conhecimento pelos educadores, mas a magnitude dessa diferença é pequena a ponto de ser quase irrelevante na prática. Estes achados estão alinhados com a tendência e preocupação internacional no que se refere à disseminação de distorções dos conceitos neurocientíficos e dos chamados neuromitos^{4,5,31,33-36}.

Um aspecto preocupante, a partir dos dados obtidos, é o fato de que tanto entre o público geral quanto na subamostra de educadores, aqueles que não realizaram curso na área de neurociências tiveram melhores resultados. Apesar de estatisticamente significativa, a magnitude dessa diferença foi considerada pequena, indicando que fazer algum curso na área de neurociências não teve um impacto importante em termos do conhecimento e identificação de distorções na área. Esses resultados corroboram parcialmente os achados de MacDonald et al.⁹.

Tabela 3 – Distribuição da porcentagem de respostas às categorias (Discordo/Concordo/Estou em dúvida) por item (afirmações conceituais e equivocadas sobre neurociências) para o público geral (amostra total) e para as subamostras de Educadores e Não educadores.

Itens		Público geral (N=2795)			Educadores (N=1643)			Não educadores (N=1152)		
		Discordo %	Concordo %	Em dúvida %	Discordo %	Concordo %	Em dúvida %	Discordo %	Concordo %	Em dúvida %
1- Habilidades cognitivas são herdadas e não podem ser modificadas	F	21,1	51,1	27,8	26,0	48,4	25,5	14,0	54,9	31,2
2- Usamos cerca de 9 a 10% de nosso cérebro	F	26,4	48,2	25,3	24,2	48,0	27,8	29,6	48,6	21,8
3- A sensação de felicidade, prazer e tristeza é vivenciada pelo coração	F	21,7	55,0	23,3	27,1	52,5	20,5	14,0	58,7	27,3
4- Exercício físico melhora a capacidade mental	V	9,5	75,2	15,3	10,3	74,1	15,6	8,2	76,9	14,8
5- Com o avançar da idade, os neurônios vão morrendo	V	17,5	57,2	25,2	14,7	57,0	28,2	21,5	57,6	20,9
6- O sono é importante, pois é o único momento em que o cérebro descansa de verdade	F	10,0	79,0	11,0	9,7	79,7	10,6	10,4	78,0	11,6
7- Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais (esquerdo ou direito) explicam melhor desempenho em humanas ou exatas	F	25,2	61,0	13,8	26,4	58,6	15,0	23,4	64,4	12,2

Células sombreadas indicam resposta esperada/correta.

Tabela 4 – Distribuição da porcentagem de respostas às categorias (Discordo/Concordo/Estou em dúvida) por item, considerando apenas a subamostra de Educadores e seus subgrupos sem nenhum curso ou com algum curso Neurociências.

Itens		SEM curso (N=590)			COM curso (N=1053)		
		Discordo %	Concordo %	Em dúvida %	Discordo %	Concordo %	Em dúvida %
Habilidades cognitivas são herdadas e não podem ser modificadas	F	29,5	46,1	24,4	24,1	49,8	26,1
Usamos cerca de 9 a 10% de nosso cérebro	F	27,3	46,8	25,9	22,5	48,6	28,9
A sensação de felicidade, prazer e tristeza é vivenciada pelo coração	F	29,0	49,7	21,4	26,0	54,0	19,9
Exercício físico melhora a capacidade mental	V	9,5	77,5	13,1	10,8	72,2	17,0
Com o avançar da idade, os neurônios vão morrendo	V	14,2	57,8	28,0	15,0	56,6	28,4
O sono é importante, pois é o único momento em que o cérebro descansa de verdade	F	11,2	78,8	10,0	8,8	80,2	10,9
Diferenças na dominância de hemisférios cerebrais (esquerdo ou direito) explicam melhor desempenho em humanas ou exatas	F	29,5	56,9	13,6	24,7	59,5	15,8

Células sombreadas indicam resposta esperada/correta.

No referido estudo, os autores dividiram sua amostra em três diferentes grupos em relação aos conhecimentos em neurociências e encontraram que a população geral foi a que endossou maior número de afirmações distorcidas ou falsas (68%), seguida dos educadores (56%) e, por fim, daqueles que haviam sido expostos a diversos cursos relacionados a cérebro ou neurociências (46%). Ainda, encontraram que o melhor desempenho foi associado à idade (mais jovem), escolaridade (com pós-graduação), exposição a cursos de neurociências e exposição a dados científicos provenientes de revistas revisadas por pares. Os autores concluíram que a formação em educação e a realização de cursos de neurociências podem ajudar a reduzir, mas não eliminar, a crença nos neuromitos.

No presente estudo, procurou-se aprofundar o achado sobre o efeito da realização de curso em neurociências na amostra de educadores e, de forma geral, os resultados não endossaram qualquer efetividade dos cursos *on-line*, independentemente da carga horária. Com diferenças também pequenas, parece haver alguma indicação para cursos presenciais de curta duração.

Apesar de haver poucos dados acerca da qualidade ou efetividade das modalidades de curso para discutir a partir destes achados, Dekker et al.⁵ observaram fenômeno semelhante em amostra exclusiva de educadores interessados em neurociências, com destaque para a contradição de que aqueles educadores com maior conhecimento nesta área foram também

os mais propensos a acreditar em neuromitos. Uma explicação oferecida por McDonald et al.⁹ e Dekker et al.⁵ para este achado inesperado é o fato de que aqueles educadores interessados em neurociências podem ser mais propensos a buscar informações sobre o tema, mas sem discriminar a confiabilidade da fonte de informações.

Nesta direção, os autores^{5,9} indicam que o acesso a informações neurocientíficas por meio de mídia de massa pode ter tanto efeitos positivos, como difundir um maior conhecimento sobre a área, quanto negativos, como desenvolvimento de equívocos conceituais. Assim, para evitar propagação de dados distorcidos sobre o funcionamento do cérebro, o público (principalmente educadores) precisa ser capacitado sobre fontes científicas e confiáveis de informação para desenvolverem a competência de avaliação crítica da qualidade da informação recebida. Por sua vez, os neurocientistas precisam exercitar a comunicação de suas descobertas em formato (linguagem) e meios (mídia) diversos para que sejam devidamente acessados e utilizados pela sociedade e não apenas por colegas do meio acadêmico (revistas especializadas).

De qualquer forma, os resultados deste estudo acerca do efeito da realização de curso na área são preliminares e devem ser avaliados com cautela, pois não foram mensuradas ou controladas quaisquer variáveis de qualidade do curso e o questionário deste estudo abordou temas bastante específicos. O alerta que fazemos a partir desse achado é sobre se o apelo e disseminação de cursos (sobretudo em formato *on-line*) na área é justificado (reconhecendo, porém, que há cursos de qualidade no Brasil!).

A formação acadêmica dos educadores não teve efeito sobre seus desempenhos no questionário de conhecimentos, porém aqueles que atuam em escolas particulares tiveram melhor desempenho em conhecimento sobre neurociências, o que pode estar atrelado a inúmeros fatores, como melhores salários (que possibilitem melhor formação e aquisição de materiais de estudo), incentivo ao aperfeiçoamento, entre outros.

O estudo também permitiu, na análise item a item, a verificação de como a amostra, em geral e quando consideradas as subamostras, considera afirmações específicas. Sobre isso, foi possível observar maior facilidade dos participantes na identificação das duas afirmativas corretas, com maiores porcentagens de endosso, respectivamente, para: o papel do exercício físico na capacidade mental^{19,38} e a perda de neurônios com a progressão da idade^{21,22}.

No que tange às afirmações incorretas, houve elevada frequência de endosso em todas elas, seja por parte do público geral ou na subamostra de educadores (assim como na de não educadores). Com pequenas diferenças de distribuição, os educadores tenderam a discordar mais dessas afirmações equivocadas, consoante ao que foi observado nas análises anteriores. Essa análise permitiu identificar quais equívocos parecem mais consolidados na área.

De modo consistente, na amostra geral e também quando considerados educadores e não educadores separadamente, evidenciou-se, em ordem decrescente, o endosso aos seguintes erros: 1) sono como momento de descanso para o cérebro; 2) diferenças de dominância hemisférica como determinantes do desempenho em diferentes áreas; 3) sentimentos vivenciados pelo coração (hipótese cardíaca); 4) não maleabilidade das habilidades cognitivas; e 5) uso de apenas 10% do cérebro. Nossos resultados corroboram e somam algumas distorções às identificadas no estudo de Macdonald et al.⁹ que indicou, a partir de análise fatorial exploratória, um fator com seis neuromitos considerados "clássicos", como: existência de diferentes estilos de aprendizagem, visualização de letras invertidas na dislexia, efeito *Mozart*, diminuição da atenção após consumo de açúcar, papel dos hemisférios na aprendizagem (pessoas que "usam" mais um ou outro hemisfério) e o uso de apenas 10% do cérebro.

Desta forma, nossos participantes (e, no caso dos educadores, independentemente de terem feito curso na área ou não) apresentaram baixo nível de conhecimento a respeito do

funcionamento cerebral durante o sono^{14,15,17}, especialização hemisférica^{20,21}, circuitos de processamento emocional²⁷, maleabilidade e possibilidade de promoção de habilidades ao longo da vida²³⁻²⁵, que envolve o importante conceito de plasticidade, e deixam-se levar por equívocos nessas temáticas. Por fim, apontado como um dos maiores mitos na área^{10,29}, a hipótese de que os seres humanos utilizem apenas parte de seu potencial cerebral/mental foi equivocadamente endossada por aproximadamente 50% da amostra.

Há muitas explicações para a alta proporção de endossos a esses equívocos e conceitos de senso comum enraizados na área. Uma delas, de fato, pode estar atrelada à complexidade dos temas da área^{4,31}. Outras possibilidades incluem o uso de termos técnicos por parte dos pesquisadores⁴, a divulgação de informações de modo simplificado, superficial ou mesmo equivocado pelas mídias de comunicação^{5,13,30}, sem ainda descartar distorções intencionais com finalidade comercial³¹. Entre os educadores, em especial, a ausência de disciplinas que aprofundem questões desenvolvimentais e relacionadas à aprendizagem sob a perspectiva das neurociências no currículo colabora para a falta de embasamento nesta área e pode contribuir para o surgimento e a manutenção de conceitos errôneos⁴.

Este levantamento possui limitações, como a ausência de controle de variáveis acerca do tipo e qualidade de curso de neurociências ou mesmo um *screening* mais amplo sobre conceitos e distorções na área. Apesar delas, corrobora a literatura nacional e internacional que destaca como desafio a compreensão (quicá a aplicação) dos conceitos das neurociências em áreas como a educação^{3,4}.

Este é um desafio que pode demandar um papel ativo de áreas de intersecção entre a neurociências e educação, entre elas a psicologia, a neuropsicologia e a Psicopedagogia, de

modo que conhecimentos das neurociências possam ser traduzidos para a população geral e conduzidos até educadores para discussão de sua aplicabilidade, por exemplo, às práticas de sala de aula. Há a necessidade de melhores estratégias de divulgação do conhecimento por parte de neurocientistas, de forma que os fatos científicos possam ser passados em linguagem e meios acessíveis para que sejam compreendidos pelo público leigo de forma fidedigna. Em relação aos educadores, estes resultados também alertam para a necessidade de aprimoramento da formação e da comunicação entre as áreas de neurociências e educação, de modo que conceitos e crenças equivocados sobre o funcionamento do cérebro não sejam perpetuados.

CONCLUSÃO

Os achados deste estudo indicaram que tanto público geral quanto educadores possuem pouco conhecimento sobre neurociências, que imperam concepções equivocadas e de senso comum associadas à área, e que a educação em neurociências, pela realização de cursos, não tem impacto relevante sobre o reconhecimento desses equívocos. Os meios para minimizar tais dificuldades incluem o aprimoramento da formação em áreas da educação (incluindo disciplinas em neurociências na graduação) e da divulgação e comunicação científicas. Em todos esses meios, áreas como a psicologia, a neuropsicologia e a Psicopedagogia podem colaborar na tentativa de aproximar o diálogo entre as áreas, fomentar conhecimento e novas questões de pesquisa e ponderar aplicabilidade, de modo que neurociências e educação não sejam ainda definidas como "*a bridade too far*".

AGRADECIMENTO

CNPq – Bolsa de produtividade em pesquisa de NM Dias.

SUMMARY

What do we know about neurosciences?
 Concepts and misunderstandings between the general public and
 between educators

The discoveries about the functioning of the brain, as well as its applications in the teaching-learning processes, have been of interest. However, research results and concepts in the field of neuroscience are often misunderstood or distorted, perpetuating themselves as false beliefs, called 'neuromyths'. The aim of this study was to investigate the knowledge of the Brazilian general public and, especially, of a subsample of educators about conceptions and misconceptions about neuroscience. This is an exploratory-descriptive study in which 2795 subjects participated, 1643 educators (58.8%) and 1152 non-educators, who answered an online questionnaire about concepts and misunderstandings in neurosciences. The results showed that both the general public and the subsample of educators, regardless of having taken a course in neuroscience, have little knowledge on the subject and have mistaken beliefs in several concepts. The percentage of errors/uncertainties in the general public and in the educators subsample were, respectively: 1) sleep as a resting moment for the brain (90% and 90.3%); 2) differences in hemispheric dominance as determinants of performance in different areas (74.8% and 73.6%); 3) feelings experienced by the heart (78.3% and 73%); 4) non-malleability of cognitive skills (78.9% and 73.9%); and 5) use of only 10% of the brain (73.5% and 75.8%). There is a need to bring neurosciences closer to the general public, and especially to education, and it is suggested that areas such as Psychopedagogy and neuropsychology could facilitate this process. In addition, neuroscientists may seek more effective strategies for disseminating knowledge.

KEYWORDS: Education. Neuroscience. Bias. Continuing Education.

REFERÊNCIAS

1. Carvalho CG, Campos Junior DJ, Souza GADB. Neurociência: uma abordagem sobre as emoções e o processo de aprendizagem. *Rev Univ Vale Rio Verde*. 2019;17(1):1-10.
2. Ribeiro S. Tempo de cérebro. *Estud Av*. 2013; 27(77):7-22.
3. Grossi MGR, Lopes AM, Couto PA. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. *Rev FAEEBA Educ Contemporaneidade*. 2014;23(41):27-40.
4. Hermida MJ, Segretin MS, Soni García A, Lipina SJ. Conceptions and misconceptions about neuroscience in preschool teachers: a study from Argentina. *Educ Res*. 2016; 58(4):457-72.
5. Dekker S, Lee NC, Howard-Jones P, Jolles J. Neuromyths in Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers. *Front Psychol*. 2012;3:429.
6. Rato JR, Abreu AM, Castro-Caldas A. Neuromyths in education: what is fact and what is fiction for Portuguese teachers? *Educ Res*. 2013;55(4):441-53.
7. Serpati L, Loughan AR. Teacher Perceptions of NeuroEducation: A Mixed Methods Survey of Teachers in the United States. *Mind Brain Educ*. 2012;6(3):174-6.
8. Fischer KW, Goswami U, Geake J; the Task Force on the Future of Educational Neuroscience. The future of educational neuroscience. *Mind Brain Educ*. 2010;4(2)68-80.

9. Macdonald K, Germine L, Anderson A, Christodoulou J, McGrath LM. Dispelling the Myth: Training in Education or Neuroscience Decreases but Does Not Eliminate Beliefs in Neuromyths. *Front Psychol.* 2017; 8:1314.
10. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science.* Paris: OCDE; 2002.
11. Simmonds A. *How Neuroscience is Affecting Education: Report of Teacher and Parent Surveys.* London: Wellcome Trust; 2014.
12. Sylvan LJ, Christodoulou JA. Understanding the Role of Neuroscience in Brain Based Products: A Guide for Educators and Consumers. *Mind Brain Educ.* 2010;4(1):1-7.
13. Pasquinelli E. Neuromyths: Why Do They Exist and Persist? *Mind Brain Educ.* 2012; 6(2):89-96.
14. Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci.* 2010;11(2):114-26.
15. Wilhelm I, Diekelmann S, Born J. Sleep in children improves memory performance on declarative but not procedural tasks. *Learn Mem.* 2008;15(3):373-7.
16. Ginani G. Usamos nosso cérebro 24 horas por dia? In: Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA, eds. *Caçadores de Neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade?* São Paulo: Memnon; 2015. p. 46-56.
17. Sigman M, Peña M, Goldin AP, Ribeiro S. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nat Rev Neurosci.* 2014; 17(4):497-502.
18. Mednick S, Nakayama K, Stickgold R. Sleep-dependent learning: a nap is as good as a night. *Nat Rev Neurosci.* 2003;6(7):697-8.
19. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Kramer exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011;108(7):3017-22.
20. Gazzaniga SM. Cerebral specialization and interhemispheric communication: does the corpus callosum enable the human condition? *Brain.* 2000;123(Pt 7):1293-326.
21. Lent R. Cem bilhões de neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociências. São Paulo: Atheneu; 2010. p. 702-3.
22. Dubiela FP. O cérebro bilionário. In: Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA, orgs. *Caçadores de Neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade?* Memnon: São Paulo; 2015. p. 29-45.
23. Guyer A, Pérez-Edgar K, Crone EA. Opportunities for Neurodevelopmental Plasticity From Infancy Through Early Adulthood. *Child Dev.* 2018;89(3):687-97.
24. Kolb B, Harker A, Gibb R. Principles of plasticity in the developing brain. *Dev Med Child Neurol.* 2017;59(12):1218-23.
25. Zeggio L, Malloy-Diniz L. Academia do cérebro: a falácia da ginástica cerebral. In: Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA, orgs. *Caçadores de Neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade?* Memnon: São Paulo; 2015. p. 78-98.
26. Hamdan AC, Pereira APA, Riechi TIJS. Avaliação e reabilitação neuropsicológica: desenvolvimento histórico e perspectivas atuais. *Interação Psicol.* 2011;15(n. esp):47-58.
27. Damasio A, Carvalho GB. The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nat Rev Neurosci.* 2013;14(2):143-52.
28. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso.* Porto Alegre: Artmed; 2017.
29. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. *Neuromyth 4 – We only use 10% of our brain.* Paris: OCDE; 2004 [acesso 2020 Abr 7]. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/ceri/neuromyth4.htm>
30. Silva F, Morino CRI. A importância das neurociências na formação de professores. *Momento Diálogos Educ.* 2012;21(1):29-50.
31. Gleichgerrcht E, Luttges BL, Salvarezza F, Campos AL. Educational Neuromyths among Teachers in Latin America. *Mind Brain Educ.* 2015;9(3):170-8.
32. Weisberg DS, Keil FC, Goodstein J, Rawson E, Gray JR. The seductive allure of neuroscience explanations. *J Cogn Neurosci.* 2008;20(3):470-7.
33. Deligiannidi K, Howard-Jones PA. The Neuroscience Literacy of Teachers in Greece. *Proc Soc Behav Sci.* 2015;174:3909-3915.
34. Karakus O, Howard-Jones PA, Jay T. Primary and Secondary School Teachers Knowledge and Misconceptions about the Brain in Turkey. *Proc Soc Behav Sci* 2015; 174:1933-40.
35. Pei X, Howard-Jones PA, Zhang S, Liu X, Jin Y. Teachers Understanding about the Brain in East China. *Proc Soc Behav Sci.* 2015;174:3681-8.
36. Herculano-Houzel S. Do you know your brain? A survey on public neuroscience literacy

- at the closing of the decade of the brain. *Neuroscientist*. 2002;8(2):98-110.
37. Ekuni R, Zeggio L, Bueno OFA. Caçadores de neuromitos: o que você sabe sobre seu cérebro é verdade? Memnon: São Paulo; 2015.
38. Merege Filho CA, Alves CRR, Sepúlveda CA, Costa AS, Lancha Junior AH, Gualano B. Influence of physical exercise on cognition: an update on physiological mechanisms. *Rev Bras Med Esporte*. 2014;20(3):237-41.

Trabalho realizado no Departamento de Psicologia da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver.

Artigo recebido: 23/6/2020

Aprovado: 19/7/2020 ■