

Relação da Neuroplasticidade e Autorregulação através da Metacognição

Relationship of Neuroplasticity and Self-regulation through Metacognition

Relación de la Neuroplasticidad y la Autorregulación a través de la Metacognición

Natali Lourenço Nascimento¹

1. Mestranda no Programa de Pós-graduação em Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IPUSP). São Paulo-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7905-1171>

Resumo

Objetivo. A presente revisão de literatura tem como objetivo analisar como a neuroplasticidade cerebral desempenha um papel crucial no processo de desenvolvimento metacognitivo e autorregulatório. **Método.** Foi realizada uma revisão narrativa de literatura nos bancos de dados Google Scholar, Portal de Periódicos CAPES e *Scientific Electronic Library* (SciELO). Foram incluídos artigos experimentais publicados nos últimos 10 anos, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês e espanhol, que se referiam à relação entre metacognição e autorregulação, autorregulação e neuroplasticidade. **Resultados.** O treinamento cognitivo, como o desenvolvimento das habilidades metacognitivas, leva a uma maior interconectividade da rede neural entre os lobos frontal e parietal, resultando em um aumento de sinapses nessas áreas e uma maior mielinização dos axônios, o que acelera a transmissão de impulsos nervosos. **Conclusão.** O desenvolvimento dessas habilidades pode influenciar positivamente o sucesso e o bem-estar humano em diversas áreas, como trabalho corporativo, aprendizagem educacional e convívio social, através da autorregulação das emoções e de uma melhor elaboração de ações para tomada de decisão. Portanto, a metacognição, autorregulação e neuroplasticidade são fundamentais para uma aprendizagem efetiva e o desenvolvimento humano. Essas habilidades podem ser cultivadas desde a infância e ensinadas aos adultos, promovendo uma melhoria no desempenho cognitivo e na capacidade de análise crítica, adaptação e reflexão sobre si mesmo.

Unitermos. Neuroplasticidade cerebral; Metacognição; Autorregulação; Desenvolvimento cognitivo; Aprendizagem efetiva

Abstract

Objective. This literature review aims to analyze how brain neuroplasticity plays a crucial role in the metacognitive and self-regulatory development process. **Method.** A narrative literature review was conducted in the Google Scholar, CAPES Periodicals Portal, and Scientific Electronic Library (SciELO) databases. Experimental articles published in the last 10 years, available in full text, in Portuguese, English, and Spanish, referring to the relationship between metacognition and self-regulation, self-regulation, and neuroplasticity, were included. **Results.** Cognitive training, such as the development of metacognitive skills, leads to increased neural network interconnectivity between the frontal and parietal lobes, resulting in increased synapses in these areas and greater axonal myelination, which accelerates nerve impulse transmission. **Conclusion.** The development of these skills can positively influence human success and well-being in various areas such as corporate work, educational learning, and social interaction, through the self-regulation of emotions and better decision-making action elaboration. Therefore, metacognition, self-regulation, and neuroplasticity are essential for effective learning and human development. These skills can be cultivated from childhood and taught to adults, promoting improvement in cognitive performance and the ability to critically analyze, adapt, and reflect on oneself.

Keywords. Brain neuroplasticity; Metacognition; Self-regulation; Cognitive development; Effective learning

Resumen

Objetivo. Esta revisión de literatura tiene como objetivo analizar cómo la neuroplasticidad cerebral desempeña un papel crucial en el proceso de desarrollo metacognitivo y autorregulatorio. **Método.** Se realizó una revisión narrativa de literatura en las bases de datos de Google Scholar, Portal de Periódicos CAPES y Scientific Electronic Library (SciELO). Se incluyeron artículos experimentales publicados en los últimos 10 años, disponibles en su totalidad, en portugués, inglés y español, que se referían a la relación entre metacognición y autorregulación, autorregulación y neuroplasticidad. **Resultados.** El entrenamiento cognitivo, como el desarrollo de las habilidades metacognitivas, conduce a una mayor interconectividad de la red neuronal entre los lóbulos frontal y parietal, lo que resulta en un aumento de las sinapsis en estas áreas y una mayor mielinización de los axones, lo que acelera la transmisión de impulsos nerviosos. **Conclusión.** El desarrollo de estas habilidades puede influir positivamente en el éxito y el bienestar humano en diversas áreas, como el trabajo corporativo, el aprendizaje educativo y la interacción social, a través de la autorregulación de las emociones y una mejor elaboración de acciones para la toma de decisiones. Por lo tanto, la metacognición, la autorregulación y la neuroplasticidad son fundamentales para un aprendizaje efectivo y el desarrollo humano. Estas habilidades pueden cultivarse desde la infancia y enseñarse a adultos, promoviendo una mejora en el rendimiento cognitivo y la capacidad de analizar críticamente, adaptarse y reflexionar sobre uno mismo.

Palabras clave. Neuroplasticidad cerebral; metacognición; autorregulación; Desarrollo cognitivo; Aprendizaje efectivo

Trabalho realizado no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IPUSP). São Paulo-SP, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 05/08/2023

Aceito em: 23/11/2023

Endereço de correspondência: Natali Lourenço Nascimento. São Paulo-SP, Brasil. Email: natali.lourenco.nasc@gmail.com

INTRODUÇÃO

A autorregulação é um termo que descreve a habilidade das pessoas em assumirem o controle e acompanharem seus próprios métodos de aprendizagem, comportamentos e emoções¹. Isso implica na capacidade de estabelecer objetivos, planejar, implementar estratégias, acompanhar o progresso, realizar ajustes quando necessário e refletir sobre o desempenho e aquisição de conhecimento². Existe um corpo robusto de pesquisas em psicologia e educação que demonstra a importância da metacognição e da autorregulação para garantir uma aprendizagem efetiva dos estudantes²⁻⁵. O *Sutton Trust-EEF Teaching and Learning*

Toolkit, que resume evidências internacionais, classifica a "metacognição e autorregulação" como abordagens de baixo custo e alto impacto para melhorar o desempenho dos alunos^{2,6}. A metacognição envolve a maneira como os aprendizes monitoram e direcionam conscientemente sua própria aprendizagem³. Por exemplo, quando um aluno decide utilizar uma estratégia cognitiva específica para memorização, ele observa atentamente se essa estratégia foi eficaz e, com base nessa avaliação, decide se deve ou não modificar seu método de memorização^{2,7}. As estratégias metacognitivas referem-se aos métodos que utilizamos para monitorar e controlar nosso próprio pensamento, como verificar a precisão da técnica de memorização ou selecionar a estratégia cognitiva mais apropriada para a tarefa em questão^{3,8}. Durante o processo de autorregulação ocorre constantemente um processo de autoquestionamento e autoavaliação, atitudes que podem ser moduladas culturalmente através do ensino de estratégias de metacognição com debates interativos e *feedback*². Nesse sentido, para uma aprendizagem efetiva de estratégias autorreguladoras através da metacognição, é essencial pensar em como ela afetara a neuroplasticidade cerebral, pois existem outras variáveis a serem consideradas como: tempo e contexto em que o estímulo de aprendizagem é induzido, a plasticidade neural sofre grande influência dos episódios experienciais, necessita de repetição e calibração da intensidade do estímulo e depende de influências genéticas e interações com o ambiente^{9,10}.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão narrativa de literatura nos bancos de dados *Google Scholar*, Portal de Periódicos CAPES e *Scientific Electronic Library* (SciELO). Foram incluídos artigos experimentais publicados nos últimos 10 anos, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês e espanhol, que se referiam à relação entre metacognição e autorregulação, autorregulação e neuroplasticidade.

Foram utilizados os seguintes descritores "autorregulação", "neuroplasticidade", "metacognição", "design experimental", "revisado por pares" e seus respectivos descritores em inglês e espanhol; associando-os ao conectivo booleano "AND" ou "OR". Todos os descritores estão cadastrados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS/MeSH).

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos artigos publicados entre 2013 e 2023, com texto disponível na íntegra, nos idiomas português, inglês e espanhol e estudos de revistas indexadas, que se referiam à autorregulação e metacognição e suas associações com os processos de neuroplasticidade, sendo eles revisado por pares, do tipo revisão e/ou com delineamento experimental. Foram excluídos monografias, dissertações, teses, estudos repetidos em outras bases de dados e artigos que fugiam ao tema da revisão, os que cujo texto completo era pago.

RESULTADOS

Na base periódicos da CAPES foram encontrados 36 artigos referentes aos temas de metacognição e autorregulação. Aplicado os filtros de inclusão sobraram 24 e após análise seletiva e aprofundamento do material foram selecionados 8 artigos. Já na base de dados do Google Scholar, foram encontrados 54 artigos, utilizando os descritores "autorregulação", "neuroplasticidade", "metacognição", "design experimental", "revisado por pares" e seus respectivos termos em inglês, após a filtragem por tempo, foram encontrados 40 artigos e após a separação por relevância para o tema da revisão foram selecionados 12. Não foram encontrados artigos com esses filtros na base Scielo.

DISCUSSÃO

Havia um equívoco comum de que a metacognição se desenvolvesse apenas na vida adulta, em indivíduos mais maduros, e não em crianças². No entanto, é evidenciado que crianças a partir dos 3 anos de idade apresentam diversos comportamentos que exigem metacognição e autorregulação⁶⁻⁸. Por exemplo, eles demonstram habilidades como estabelecer metas e avaliar sua própria compreensão em relação a essas metas^{2,6-8}. Embora crianças entre 8 e 13 anos demonstrem uma variedade mais ampla de estratégias metacognitivas em comparação com crianças mais jovens, é importante ressaltar que até mesmo crianças em idade precoce também utilizam estratégias

metacognitivas². A capacidade de metacognição pode ser cultivada desde a infância, e é possível ensinar estratégias metacognitivas e de autorregulação tanto a adultos quanto a crianças para aprimorar essas habilidades⁶. Além disso, o cérebro possui a capacidade de se reorganizar e estabelecer novas conexões, o que também pode afetar positivamente o desenvolvimento da metacognição^{2,9}. Por exemplo, após lesões cerebrais, as áreas do cérebro podem se reorganizar para tentar recuperar funções perdidas¹⁰. Essa reorganização cortical envolve a modulação e a formação de novas conexões entre os neurônios³. Da mesma forma, é possível ensinar estratégias de metacognição e autorregulação a adultos e crianças que não têm prática em utilizá-las^{7,11}. Ao fornecer caminhos possíveis para o desenvolvimento dessas habilidades, é possível promover a aprendizagem e o aprimoramento da metacognição e autorregulação^{9,12,13}. Ao realizar uma tarefa de aprendizagem, começamos com o conhecimento existente e, em seguida, aplicamos e adaptamos esse conhecimento². Isso envolve a regulação metacognitiva, que consiste em planejar como executar a tarefa, trabalhar nela enquanto monitoramos a estratégia para acompanhar o progresso e, posteriormente, avaliar o sucesso geral^{2,7}. Esse processo não ocorre de forma linear, mas sim em um ciclo contínuo de planejamento, monitoramento e avaliação². Conforme avançamos na tarefa, aplicamos nossas habilidades metacognitivas, atualizando nosso conhecimento metacognitivo sobre nós mesmos, as estratégias utilizadas e

as tarefas em questão^{7,11}. É importante ressaltar que as mudanças na entrada de qualquer sistema neural, como o conhecimento adquirido por meio da cognição - sendo a cognição o processo mental envolvido no conhecimento, compreensão e aprendizagem -, resultam em reorganizações perceptíveis no comportamento, na anatomia e na fisiologia, abrangendo desde o nível celular até o molecular¹⁴.

O planejamento mencionado como estratégia metacognitiva através da autorregulação^{4,13}, desempenha um papel importante como habilidade das funções executivas do cérebro - sendo as funções executivas processos cognitivos de alto nível que permitem uma resposta adaptada e direcionada ao ambiente e envolvem o raciocínio, resolução de problemas e o planejamento - o ato de planejar consiste em habilmente estabelecer uma série de passos a serem seguidos com o intuito de alcançar um objetivo específico². Essa habilidade requer a definição clara do objetivo desejado, a identificação das etapas intermediárias necessárias e a seleção cuidadosa das estratégias mais adequadas para a execução do plano de ação, de modo a garantir o sucesso na conquista do objetivo proposto¹⁵. A próxima estratégia dentro da regulação metacognitiva é o monitoramento, sendo ela uma análise do próprio progresso, isso envolve realizar autoobservação e autoquestionamento para controlar a aprendizagem e fazer alterações nas estratégias utilizadas, verificando a eficácia do plano e como ele foi executado². Por fim, ocorre a avaliação, que envolve o processo de apurar e julgar o

próprio progresso durante a tarefa¹⁵. A avaliação não está diretamente orientada ao plano de execução da tarefa, como ocorre no monitoramento, mas sim ao próprio desempenho do indivíduo². Assim, autorregulação refere-se à capacidade de desenvolver, executar e avaliar planos de ação, realizando revisões quando necessário⁷. Os estudos como os de Debarnot et al. (2014)¹³, Sherwood et al. (2016)¹⁷ e Sitaram et al. (2017)¹⁰ sugerem que o treinamento cognitivo leva a uma maior interconectividade da rede neural entre os lobos frontal e parietal. Essa interconectividade é fundamental, pois essas regiões cerebrais desempenham um papel crucial no controle executivo e autorregulação¹³. Em seguida, esse aumento na interconectividade da rede neural resulta em um aumento das sinapses nessas áreas¹⁰. Sinapses são as conexões entre os neurônios, responsáveis pela transmissão de informações no cérebro¹⁰. O aumento das sinapses no córtex frontal e parietal implica em uma comunicação mais eficiente entre essas regiões, favorecendo o processamento cognitivo e a tomada de decisões¹⁶. Além disso, o treinamento cognitivo também está associado a uma maior mielinização nessas áreas cerebrais¹⁰. A mielina é uma substância que envolve os axônios dos neurônios, agindo como um isolante elétrico e acelerando a transmissão dos impulsos nervosos^{9,10}. Com uma maior mielinização no córtex frontal e parietal, os sinais neurais são transmitidos de forma mais rápida e eficiente, contribuindo para o aprimoramento das funções executivas¹⁰. Por fim, esses aprimoramentos nas funções executivas também estão

relacionados a níveis elevados de dopamina^{17,18}. A dopamina é um neurotransmissor que desempenha um papel importante na motivação, recompensa e regulação do sistema nervoso¹⁷. A motivação está relacionada ao desejo de empregar nossa capacidade de refletir sobre nós mesmos e pensar de forma apropriada para direcionar nosso crescimento e desenvolvimento². Em suma, a interconectividade neural, o aumento das sinapses, a mielinização e os níveis elevados de dopamina são fatores que contribuem para os aprimoramentos nas funções executivas observados após o treinamento cognitivo^{9,10,13}. Esses processos neurobiológicos promovem uma melhoria na capacidade de autorregulação, controle executivo e tomada de decisões, resultando em um desempenho cognitivo mais eficiente^{13,16,19}.

A prática contínua de habilidades metacognitivas, como a autorreflexão do pensamento, tem se mostrado extremamente relevante na análise do processo de aprendizagem e na melhoria do desenvolvimento perceptivo^{13,20}. Essa prática desencadeia mudanças no cérebro por meio de mecanismos cognitivos adaptativos (neuroplasticidade)¹³. Para avaliar o conhecimento em um determinado assunto, é importante entender que dominar um conteúdo não se resume apenas a saber que determinado tópico desempenha uma função, mas também questionar como exatamente esse tópico exerce essa função^{4,13}. Entender que o domínio de um conteúdo vai além do conhecimento superficial do "o quê" e requer uma

compreensão do "como" é de extrema importância para a autorregulação¹⁴. Essa compreensão influencia também os mecanismos de estímulo e resposta comportamental, fortalecendo habilidades como controle inibitório e autoanálise¹⁴. Dessa forma, a capacidade de se autorregular por meio de estratégias metacognitivas não apenas proporciona uma compreensão mais profunda de fenômenos diversos, mas também promove a consciência dos próprios limites de atenção e conhecimento^{9,14}. Assim, ao desenvolver essas habilidades metacognitivas, os indivíduos podem aprimorar sua capacidade de análise crítica, adaptação e autorreflexão, contribuindo para um aprendizado mais eficiente e autônomo^{2,13,19}. Nesse sentido, o processo de construção de estudos sobre como os efeitos de autorreconhecimento dos pensamentos e autorregulação afetam positivamente o sucesso e bem-estar humano, podendo ser estendidos para outras áreas, como trabalho corporativo, aprendizagem educacional ou apenas para o convívio social, através da autorregulação das emoções e melhor elaboração das ações para melhores tomada de decisão, por meio do ciclo de planejamento, monitoramento e avaliação².

CONCLUSÃO

Portanto, o desenvolvimento da capacidade de pensar sobre o próprio pensamento (metacognição) e a habilidade de regular o próprio comportamento (autorregulação) são fundamentais para uma aprendizagem

eficaz²⁰. Essas habilidades podem ser cultivadas desde a infância e ensinadas aos adultos, resultando na melhoria do desempenho cognitivo e na capacidade de analisar criticamente, se adaptar e refletir sobre si mesmo². O treinamento cognitivo induz transformações no cérebro, tais como o aumento da conectividade entre os neurônios^{9,13}. Esse aumento na interconectividade resulta em um aumento das sinapses nessas áreas e uma maior mielinização dos axônios, acelerando a transmissão dos impulsos nervosos¹⁰. Além disso, o treinamento cognitivo está associado a níveis elevados de dopamina, precursor da motivação^{3,10,18}. A motivação desempenha um papel fundamental na promoção da metacognição, autorregulação e aprendizado². A motivação é a vontade interna que impulsiona os indivíduos a se engajarem no processo de aprendizado, a persistirem diante de desafios e a se esforçarem para alcançar metas^{2,18}. Ela está intrinsecamente ligada à autopercepção e autorreflexão¹³. As estratégias motivacionais envolvem persuadir a si mesmo a realizar uma tarefa desafiadora de revisão no momento presente, mesmo que isso afete nosso bem-estar imediato, visando melhorar nosso bem-estar futuro². Assim, a metacognição, autorregulação, motivação e neuroplasticidade estão entrelaçadas em um ciclo contínuo de influência mútua². O desenvolvimento dessas habilidades cognitivas (metacognição e autorregulação) podem impulsionar a neuroplasticidade, promovendo mudanças cerebrais que podem levar a uma aprendizagem mais eficaz e a um crescimento pessoal aprimorado^{1,9,13}.

REFERÊNCIAS

- 1.Karlen Y, Hertel S, Hirt CN. Teachers' professional competences in self-regulated learning: An approach to integrate teachers' competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner. *Front Educ* 2020;5:159. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00159>
- 2.Quigley A, Muijs D, Stringer E. Metacognition and self-regulated learning guidance report. London: Sutton Trust-EEF; 2018. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/tools/guidance-reports/metacognition-and-self-regulated-learning/>
- 3.Flavell JH. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *Am Psychol* 1979;34:906. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- 4.Andrade AACD, Rodrigues MCR, Tette PPM, Silva BMS, Almeida BCD, Pereira HDR, et al. Promoção De Estratégias De Aprendizagem Em Estudantes De Psicologia. *Psicol Esc Edu* 2020;24:1-9. <https://doi.org/10.1590/2175-35392020212962>
- 5.Varshney LR, Barbey AK. Beyond IQ: The Importance of Metacognition for the Promotion of Global Wellbeing. *J Intelligence* 2021;9:54. <https://doi.org/10.3390/jintelligence9040054>
- 6.Coelho CL, Sodré CZ. Raciocínio Lógico, Avalia  o Interativa E Ludicidade No Contexto Da Inclusão. *Rev IberoAm Est Edu* 2019;14:470. <https://doi.org/10.21723/riaee.v14i2.11674>
- 7.Locatelli SW, Alves NCB. Aproxima  es Entre O Monitoramento Metacognitivo E a Elabora  o De Portfólio Em Uma Disciplina De Química Geral. *Amazônia (Universidade Federal Do Par  )*. 2018;14:79-92. <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v14i29.5578>
- 8.Trust-EEF S. Teaching and learning toolkit. London: Sutton Trust-EEF; 2013. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/teaching-learning-toolkit>
- 9.Kolb B, Gibb R. Searching for the principles of brain plasticity and behavior. *Cortex* 2014;58:251-60. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.11.012>
- 10.Sitaram R, Ros T, Stoeckel L, Haller S, Scharnowski F, Lewis-Peacock J, et al. Closed-loop brain training: the science of neurofeedback. *Nature Rev Neurosci* 2017;18:86-100. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.164>
- 11.Boruchovitch E, Santos AAA. Psychometric Studies of the Learning Strategies Scale for University Students. *Paid  ia Cad Psicol Edu* 2015;25:19-27. <https://doi.org/10.1590/1982-43272560201504>
- 12.Sarrasin JB, Nenciovici L, Foisy LMB, Allaire-Duquette G, Riopel M, Masson S. Effects of teaching the concept of neuroplasticity to induce a growth mindset on motivation, achievement, and brain activity: A meta-analysis. *Trends Neurosci Edu* 2018;12:22-31. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2018.07.003>
- 13.Debarnot U, Sperduti M, Di Rienzo F, Guillot A. Expert's bodies, expert's minds: how physical and mental training shape the brain. *Front Hum Neurosci* 2014;8:280. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00280>

14. Pascual-Leone A, Amedi A, Fregni F, Merabet LB. The plastic human brain cortex. *Annu Rev Neurosci* 2005;28:377-401. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216>
15. Cherrier S, Watterlez G, Ferrière S, Borst G. NeuroStratE: An educational neuroscience intervention to reduce procrastination behavior and improve executive planning function in higher students. *Front Educ* 2023;8:217. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1149817>
16. Elimari N, Lafargue G. Network neuroscience and the adapted mind: Rethinking the role of network theories in evolutionary psychology. *Front Psychol* 2020;11:545-632. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.545632>
17. Sherwood MS, Kane JH, Weisend MP, Parker JG. Enhanced control of dorsolateral prefrontal cortex neurophysiology with real-time functional magnetic resonance imaging (rt-fMRI) neurofeedback training and working memory practice. *Neuroimage* 2016;124:214-23. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.08.074>
18. Ferreri L, Mas-Herrero E, Zatorre RJ, Ripollés P, Gomez-Andres A, Alicart H, *et al.* Dopamine modulates the reward experiences elicited by music. *Proc Natl Acad Sci* 2019;116:3793-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811878116>
19. Savina E. Self-regulation in preschool and early elementary classrooms: Why it is important and how to promote it. *Early Childhood Edu J* 2021;49:493-501. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01094-w>
20. Rede CpE. Competências Socioemocionais, Metacognição e Tecnologia. Documento Temático 3. 2016. <https://cienciaparaeducacao.org/wp-content/uploads/2016/12/Conte%C3%BAdo-Livreto-3.pdf>