

# Da interação à aprendizagem: uma reflexão neurobiológica sobre aprender

*From interaction to learning: a neurobiological reflection on learning*

*De la interacción al aprendizaje: una reflexión neurobiológica sobre el aprendizaje*

Adriano J. Moreira de Souza<sup>1</sup>

1. Psicólogo, Doutor, Professor da UNITPAC, Araguaína-TO, Brasil.

---

## Resumo

O entendimento atual permite considerar que o programa correto de desenvolvimento do sistema nervoso depende da estimulação. Pois, é um processo regulado pela interação e pela expressão de múltiplos sinais que medeiam não apenas os processos de desenvolvimento, mas também os processos de formação de memória, aprendizagem e adaptação. Nesse continuum, o cérebro adulto mantém a tendência impressionante de aprender por meio da experiência. Portanto, para facilitar o aprendizado, pode ser vantajoso considerar as tendências constitucionais do cérebro em relação aos métodos de ensino. Pois, como concluiremos, o cérebro pode aprender muito mais se for devidamente estimulado, em um ambiente amigável e livre de estresse excessivo.

**Unitermos.** Aprendizado; Memória; Educação; Neurônios; Sinalização Química

---

## Abstract

The current understanding allows us to consider that the correct program of development of the nervous system depends on stimulation. For it is a process regulated by the interaction and the expression of multiple signals that mediate not only the developmental processes, but also the processes of memory formation, learning and adaptation. In this continuum, the adult brain maintains an impressive tendency to learn through experience. Therefore, to facilitate learning, it may be advantageous to consider the brain's constitutional tendencies in relation to teaching methods. For, as we will conclude, the brain can learn much more if it is properly stimulated, in a friendly environment and free from excessive stress.

**Keywords.** Learning; Memory; Education; Neurons; Chemical signaling

---

## Resumen

El conocimiento actual nos permite considerar que el correcto programa de desarrollo del sistema nervioso depende de la estimulación. Porque es un proceso regulado por la interacción y la expresión de múltiples señales que median no solo los procesos de desarrollo, sino también los procesos de formación, aprendizaje y adaptación de la memoria. En este continuo, el cerebro adulto mantiene una tendencia impresionante a aprender a través de la experiencia. Por tanto, para facilitar el aprendizaje, puede resultar ventajoso considerar las tendencias constitucionales del cerebro en relación con los métodos de enseñanza. Porque, como concluiremos, el cerebro puede aprender mucho más si está adecuadamente estimulado, en un ambiente amigable y libre de estrés excesivo.

**Palabras clave.** Aprendizaje; Memoria; Educación; Neuronas; Señalización química

---

Trabalho realizado no UNITPAC, Araguaína-TO, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 26/07/2020

Aceito em: 02/12/2020

**Endereço para correspondência:** Adriano JM Souza. R. São Salvador 85. Setor Oeste. Araguaína-TO. CEP 77816220. E-mail: [junio.adriano@hotmail.com](mailto:junio.adriano@hotmail.com)

## **INTRODUÇÃO**

Existe um tipo especial de atividade naturalmente inerente ao processo de aprender<sup>1</sup>. Algo que em determinados pontos, está estritamente vinculado ao processo de desenvolver. Não é recente a compreensão de que o correto programa de desenvolvimento do sistema nervoso depende da estimulação sensorial<sup>2</sup>. Em um ambiente pobre de estimulação o desenvolvimento pode ser drasticamente comprometido<sup>3</sup>. Isso porque durante o desenvolvimento as células nervosas estão estabelecendo suas conexões sinápticas e passando por um intenso processo de refinamento e seleção. É a atividade nervosa que define se uma determinada sinapse persistirá ou se será eliminada<sup>4</sup>. Em princípio, sinapses não funcionais são eliminadas, a posteriori, as pouco ativas enfraquecem e são fagocitadas<sup>5,6</sup>. Entre outros fenômenos, isso significa que um filhote (ou uma criança) possui muito mais conexões nervosas que um adulto<sup>7</sup>, e que a experiência é peremptória para o número final de células e conexões<sup>6,7</sup>. Um processo que se dá por seleção e eliminação. Como será discutido, muitos dos mecanismos neurobiológicos e neuroquímicos relacionados com os processos de aprendizado são correlatos com os do desenvolvimento neurobiológico.

## **FUNDAMENTAÇÃO**

### **Estimulação e Aprendizagem**

Um ambiente capaz de estimular a curiosidade e a exploração ambiental favorece a atividade nervosa por

múltiplas vias sensoriais<sup>8</sup>. Essa interação ativa distintas regiões centrais, fortalecendo as conexões neurais entre as diferentes regiões cerebrais<sup>8</sup>. Muitos estudos sugerem que as crianças, assim como os filhotes, tendem a interagir para aprender<sup>9</sup>, nesse ponto, desenvolvimento e aprendizagem são fenômeno “íntimos”; e, portanto, inseparáveis<sup>10</sup>. Fato é que muitos dos sinalizadores neuroquímicos que regulam os processos de refinamento sináptico durante o desenvolvimento<sup>11</sup> são elementares nos processos de aprendizado e memória por toda a vida. Essa perspectiva coaduna com as evidências de que um ambiente favorável a exploração ambiental potencializa os processos subjacentes ao aprendizado desde a infância, por toda a vida<sup>12</sup>. Corroborando com essa perspectiva, estudos indicam que quando o sistema nervoso interage com um objeto por distintas vias sensoriais a sua incorporação na memória é facilitada<sup>13</sup>. Se essa interação se dá em um ambiente emocionalmente amigável e seguro, os mecanismos do aprendizado tendem a ser potencializados. Esses dados apontam para as particularidades mnemônicas do tecido nervoso central, expressas em termos ontogenéticos.

### **Evolução e Aprendizagem**

A compreensão ontogenética do aprendizado pela interação pode ser ampliada para uma perspectiva filogenética. Com isso, é possível vislumbrar que os organismos, e suas propriedades, são o resultado de um longínquo processo de seleção<sup>14</sup>. Portanto, do ponto de vista

mais elementar, suas características anátomo-funcionais são herdeiras da grande jornada da vida pela sobrevivência<sup>15</sup>. Nessa perspectiva, os neurônios se desenvolveram e se organizaram impulsionados pela atividade e interação; logo, foram selecionados para receber, responder, integrar, processar e armazenar informações em distintos núcleos neurais<sup>15</sup>. Sendo a capacidade de mapear as informações em distintas regiões cerebrais uma condição favorável à consolidação e a evocação da informação<sup>16</sup>. Como esse sistema resultou da intrínseca interação com o ambiente natural, sua morfofisiologia parece apresentar uma forte tendência de aprender pela interação e exploração<sup>17</sup>, uma vez que, aprender pela interação faz parte de sua história desenvolvimental/ontogenética e filogenética.

Em espécies diferentes, uma ou outra via sensorial se sobressai, nos humanos é a visão, a visão de um objeto pode sugerir ao cérebro sua textura, odor, peso entre outras informações. O que indica a conectividade entre as regiões<sup>18</sup>. O cérebro não quer só ver, quer ver e quer tocar, o que os neurônios ouvem eles querem ver, e se for o caso, saber o cheiro o gosto e de onde é que veio. Assim sendo, apesar de o cérebro perceber o mundo por múltiplas vias: tato, visão, audição, olfato e paladar; essas informações não permanecem desconexas no tecido nervoso, elas se integram no sistema, essa é sua tendência<sup>18</sup>.

Outra questão está diretamente relacionada com o bem estar. Não é por acaso que muitos estudos descrevem os efeitos positivos do bem estar animal em processos

desenvolvimentais e de neuroplasticidade<sup>19</sup>. Um ambiente amistoso e rico de estimulação, ambiental e social, favorece a expressão de fatores tróficos e reduz a sinalização por mediadores de estresse, o que tem efeitos positivos sobre os mecanismos da aprendizagem.

## **Emoções e Aprendizado**

Por assim dizer, o cérebro é também um órgão emocional, fatores emocionais podem modular processos cognitivos, o contrário também é verdade<sup>20</sup>. Fato é o impacto dos fatores emocionais sobre os mecanismos de formação, evocação, deleção e repressão de memórias<sup>21</sup>. Como já foi exemplificado por Ivan Izquierdo<sup>16</sup>, é muito fácil evocar na lembrança as memórias da primeira namorada, seus cabelos pretos caracolados, se assim tiverem sido, a textura da pele, a voz, o perfume; e geralmente, esse tipo de lembrança é muito vívido. E é assim, justamente porque foi rico de estimulação, e não foi apenas sensorial, emocional ou racional, envolveu todo o sistema.

Por outro lado, pode ser dispendioso e maçante evocar o que se desejava manter distância<sup>16</sup>, por exemplo, assistir determinadas aulas ou cumprir determinada disciplina. Nesse ponto, já é possível entender que nossa "natureza" não sucumbe, sem um elevado custo, a nossa vida social ou as suas regras; assim como já foi discutido por Freud<sup>22</sup>. Ao contrário, à medida em que nós/nos conhecemos, percebemos que a desconsideração dessas tendências pode

levar a estagnação da curiosidade e da plasticidade que naturalmente temos para aprender e reinventar.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As evidências indicam que a aprendizagem humanizada permite uma maior capacidade de assimilação e articulação dos saberes. A motivação leva a questionar, gerar dúvidas e buscar encontrar as respostas<sup>23</sup>. E quando o cérebro quer encontrar as respostas, expressa comportamentos que o levam a procura, o que potencializa o aprendizado<sup>24</sup>. Muitas evidências vêm demonstrando a estreita relação entre ambiente, experiência, motivação, humor e a sinalização celular dos mais diversos processos<sup>25</sup>. O que inclui os subjacentes ao aprendizado e memória<sup>25</sup>. Em síntese, os mediadores moleculares e neurobiológicos descritos em processos desenvolvimentais, são descritos também em processos de aprendizado e memória. Esses mediadores são fortemente modulados pela experiência desde fases precoces do desenvolvimento. Considerando que sua ação é mais eficaz mediante um ambiente amigável e que instiga a interação e exploração. Por esse prisma, desenvolvimento e aprendizagem, são fenômenos análogos, pertencendo a um mesmo continuum. Pois que, as crianças já expressam a melhor estratégia para aprender<sup>1</sup>, e seria correto aprender a aprender com elas.

## REFERÊNCIAS

1. Smith PK, Pellegrini A. Learning through play. *Encycl Early Childhood Develop* 2013;1-5. <http://www.child-encyclopedia.com/play/according-experts/learning-through-play>
2. Wiesel TN, Hubel DH. Comparison of the effects of unilateral and bilateral eye closure on cortical unit responses in kittens. *J Neurophysiol* 1965;28:1029-40. <https://doi.org/10.1152/jn.1965.28.6.1029>
3. Renner MJ, Rosenzweig MR. Enriched and impoverished environments: Effects on brain and behavior. New York: Springer-Verlag, 1988. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4766-1>
4. Zhang LI, Poo M-m. Electrical activity and development of neural circuits. *Nature Neurosci* 2001;4:1207-14. <https://www.nature.com/articles/nn753>
5. Paolicelli RC, Bolasco G, Pagani F, Maggi L, Scianni M, Panzanelli P, et al. Synaptic pruning by microglia is necessary for normal brain development. *Sci* 2011;333:1456-8. <https://doi.org/10.1126/science.1202529>
6. Schafer DP, Lehrman EK, Kautzman AG, Koyama R, Mardinly AR, Yamasaki R, et al. Microglia sculpt postnatal neural circuits in an activity and complement-dependent manner. *Neuron* 2012;74:691-705. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.03.026>
7. Oppenheim RW. Naturally occurring cell death during neural development. *Trends Neurosci* 1985;8:487-93. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(85\)90175-4](https://doi.org/10.1016/0166-2236(85)90175-4)
8. Nithianantharajah J, Hannan AJ. Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. *Nat Rev Neurosci* 2006;7:697-709. <https://doi.org/10.1038/nrn1970>
9. Parker FL, Boak AY, Griffin KW, Ripple C, Peay L. Parent-child relationship, home learning environment, and school readiness. *Sch Psychol Rev* 1999;28:413-25. <https://doi.org/10.1080/02796015.1999.12085974>
10. Barratt Hacking E, Barratt R, Scott W. Engaging children: Research issues around participation and environmental learning. *Environ Edu Res* 2007;13:529-44. <https://doi.org/10.1080/13504620701600271>
11. Deverman BE, Patterson PH. Cytokines and CNS development. *Neuron* 2009;64:61-78. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.09.002>
12. Zeleznikow-Johnston A, Burrows EL, Renoir T, Hannan AJ. Environmental enrichment enhances cognitive flexibility in C57BL/6 mice on a touchscreen reversal learning task. *Neuropharmacol* 2017;117:219-26. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2017.02.009>
13. Silberman M. *Active Learning: 101 Strategies To Teach Any Subject*. London: Pearson, 1996.
14. Darwin C. *On the origin of species*, 1859. London: Routledge, 2004.
15. Jerison H. *Evolution of the brain and intelligence*. Amsterdã: Elsevier, 2012.
16. Izquierdo Ivan. *Memória*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2018.

17. Feinstein S. From the Brain to the Classroom: The Encyclopedia of Learning. Connecticut: Greenwood, 2014.
18. Beauchamp MS, Argall BD, Bodurka J, Duyn JH, Martin A. Unraveling multisensory integration: patchy organization within human STS multisensory cortex. *Nat Neurosci* 2004;7:1190. <https://doi.org/10.1038/nn1333>
19. Sale A, Berardi N, Maffei L. Enrich the environment to empower the brain. *Trends Neurosci* 2009;32:233-9. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.12.004>
20. LeDoux J. O cérebro emocional: os misteriosos alicerces da vida emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998.
21. Tambini A, Rimmele U, Phelps EA, Davachi L. Emotional brain states carry over and enhance future memory formation. *Nat Neurosci* 2017;20:271. <https://doi.org/10.1038/nn.4468>
22. Freud S. O mal-estar na civilização. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2011.
23. Stoffers M. Using a multi-sensory teaching approach to impact learning and community in a second grade classroom (Tese). New Jersey: Rowan University 2011. [https://rdw.rowan.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1109&context=et\\_d](https://rdw.rowan.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1109&context=et_d)
24. Oudeyer P-Y, Gottlieb J, Lopes M. Intrinsic motivation, curiosity, and learning: Theory and applications in educational technologies. *Prog Brain Res* 2016;229:257-84. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.05.005>
25. Bekinschtein P, Cammarota M, Izquierdo I, Medina JH. Reviews: BDNF and memory formation and storage. *Neurosci* 2008;14:147-56. <https://doi.org/10.1177/1073858407305850>