

MEMÓRIAS  
DA  
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE  
LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS

TOMO XLVII  
Volume 2

---

**Neuroplasticidade**

ALEXANDRE LEMOS DE CASTRO CALDAS

---



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

LISBOA • 2020



# Neuroplasticidade

ALEXANDRE LEMOS DE CASTRO CALDAS<sup>1</sup>

Deve-se ao trabalho de Golgi e de Ramon y Cajal a revelação de algumas das características dos neurónios. O seu trabalho viria a ser premiado com o Prémio Nobel em 1906 (Golgi, 1898; Ramon y Cajal reedição 2007). Com Golgi ficou-se a saber corar as células para as estudar ao microscópio. Com Cajal compreendeu-se a estrutura dos neurónios, a sua variedade no sistema nervoso e algumas das suas potencialidades nomeadamente no que respeita à forma de comunicar entre eles.

Os estudos realizados até hoje permitiram compreender muito melhor o que se passa com o tecido nervoso no que respeita ao tratamento da informação e à execução das tarefas. Compreendeu-se o processo de desenvolvimento embriológico do sistema nervoso, pautado por ordens provenientes do código genético e, bem assim, o desenvolvimento ao longo da vida (ver, por exemplo, May e Paxinos, 2012). Foi também possível compreender as transformações que ocorrem no tecido cerebral depois de ocorrer uma lesão (ver, por exemplo, Wieloch e Nikolic, 2006).

Sabemos hoje que a formação do sistema nervoso, no embrião humano, obedece a uma coreografia complexa pautada, nos primeiros meses, por instruções contidas no código genético. Essas instruções fazem com que as células embrionárias, que se designam por células estaminais ou células germinais, que se encontram no tubo neural, se multipliquem, se transformem e migrem para os locais apropriados. Cada coisa acontece a seu tempo e para um lugar exacto. A certa altura formam-se as glândulas endócrinas passando as hormonas a participar nesta complexa operação de formação do sistema nervoso. Pode considerar-se este um princípio de plasticidade do sistema nervoso pois à medida que vai enriquecendo a sua estrutura inicia funções de diversa natureza.

Interessa-nos, em particular, considerar os mecanismos que podemos designar por sensório-motores. Os movimentos do feto começam a registar-se cedo com a formação dos membros. Começam por ser movimentos grosseiros do corpo e evoluem para movimentos mais finos como os da boca e dos olhos e movimentos aparentemente dirigidos para objectivos específicos (D'Elia *et al.*, 2001). Estes movimentos obedecem já a informações provenientes do meio em que se encontram, podem identificar-se movimentos que se dirigem à exploração do próprio corpo e outros que exploram a parede do útero. É interessante compreender um pouco melhor a intencionalidade desses movimentos. Castello e colaboradores (2010) estudaram os movimentos realizados por fetos em situações de gravidez gemelar homocigótica e verificaram que os movimentos realizados de um feto para o outro eram muito mais frequentes do que aqueles que eram realizados para eles próprios ou para a parede do útero. Os autores consideram que isso pode significar interacção social precoce que promove um vínculo mais forte entre os gémeos ao longo da vida. O que retiramos desta experiência para o tema que estamos a tratar é a adaptação do cérebro ao ambiente moldando matrizes de actividade que sustentam o comportamento mesmo em fases muito precoces do desenvolvimento. Este trabalho chama a atenção para o ambiente muito particular

---

<sup>1</sup> Professor Catedrático de Neurologia, Diretor do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa

da gravidez gemelar, mas permite também inferir que a intenção do movimento como pródromo de livre arbítrio na exploração do meio surge muito cedo no desenvolvimento fetal.

Vale a pena mencionar o trabalho de Patricia Kuhl nos Estados Unidos. Esta investigadora tem trabalhado muito sobre o desenvolvimento da linguagem nas crianças e num dos trabalhos que merece destaque neste contexto foi capaz de demonstrar que as crianças recém-nascidas respondem de forma diferente aos fonemas produzidos em língua materna quando comparados com fonemas de línguas estrangeiras (Kuhl 2004). Isto significa que o cérebro se vai adaptando aos sons da fala da mãe, mesmo antes de nascer, e, por isso, com mais facilidade aprende a sua própria língua. Esta é uma plasticidade induzida por estímulos externos.

O sentido da audição está presente no último trimestre de gestação e os sons ambientes que o feto consegue detectar vão através dele preparar o cérebro para vida no mundo em que vai entrar. O que não sabemos ainda exactamente é a importância que isto tem e se haverá vantagem em criar programas de estimulação para esse período da vida. Temos alguma informação da investigação animal que revela que quando os embriões de pinto crescem com música de fundo nas incubadoras, o seu sistema nervoso encarregado da audição nasce moldado de outra forma em comparação com o sistema nervoso de embriões encubados em silêncio (Wadhwa *et al.*, 1999).

Podemos então definir plasticidade como a resposta biológica do cérebro a diversos estímulos quer sejam veiculados por orientações genéticas, endócrinas, farmacológicas ou sensoriais. Kolb e Gibb (2011) consideram 8 fundamentos relacionados com a plasticidade do sistema nervoso com implicações no comportamento e na cognição.

Em primeiro lugar é necessário compreender a que nível de processamento biológico se registam as alterações do sistema nervoso relacionadas com as modificações do comportamento. Tanto podem ocorrer ao nível molecular e, por isso, não podem ser estudadas *in vivo*, mas também as que se registam a nível celular dificilmente se podem estudar nos humanos sendo que alguma informação se pode obter por estudos realizados em animais. Nos humanos pode obter-se informação através das novas técnicas de registo funcional do cérebro, mas estão ainda longe de ser o retrato fiel daquilo que se processa no cérebro quer no que respeita à dimensão que se consegue estudar quer no que respeita à velocidade de processamento da informação. De qualquer forma alguma informação se consegue colecionar.

Em segundo lugar é necessário entender o que significam as alterações registadas, o crescimento neuronal e formação de novas sinapses pode balançar-se com a eliminação, por apoptose, de neurónios ou a eliminação de sinapses. Neste último caso, a diminuição da estrutura visível das células pode ser o resultado do desenvolvimento de novas configurações mais aptas para resolver a questão que está em causa.

As modificações resultantes da experiência tendem a ser mais focais e portanto mais avaliáveis com as técnicas de que dispomos. É o caso da aprendizagem da leitura a que faremos referência mais à frente.

Algumas modificações são dependentes do tempo, como acontece quando se colocam animais em ambientes mais ricos e mais pobres: quanto mais demorada for a exposição mais importante é a alteração generalizada da estrutura cerebral.

As alterações dependentes da experiência que se realizam num determinado período da vida podem interagir com futuras aprendizagens quer em sentido positivo quer em sentido negativo.

Os processos de plasticidade são dependentes da idade, embora se possam registar ao longo de toda a vida. Não há dúvida que quanto mais jovem for o indivíduo mais facilmente se registam. Temos, contudo, que ter em atenção que os estímulos a utilizar devem estar cronologicamente acertados com a idade dos indivíduos e com as experiências prévias.

Finalmente é necessário entender que nem toda a plasticidade tem como resultado a melhoria das funções. Muita adaptação a fármacos pode resultar em prejuízo de processos.

Estes princípios têm de ser tomados em linha de conta quando se planeia a investigação. Temos estudado nos últimos anos alguns destes aspetos relacionados com o processo de aquisição da capacidade de leitura. Neste caso fomos analisar o que não se desenvolvia quando as crianças não iam à escola na idade própria. Como é infelizmente sabido, o analfabetismo é uma realidade frequente no nosso país e foi com essa população que aprendemos que quem não aprende a ler não desenvolve determinados processos que correspondem a regiões específicas do cérebro (Castro Caldas, 1998).

Importa, também, considerar a plasticidade que resulta de uma lesão do cérebro. Aquando de uma lesão do cérebro, seja ela traumática seja resultante de um acidente vascular cerebral ou de um tumor, regista-se uma perda funcional que se relaciona com a região lesada. Com o tempo procura-se a reparação funcional com as múltiplas técnicas de reabilitação e, em geral, verifica-se alguma recuperação. Essa recuperação é feita à custa de transformações registadas no local da lesão, induzidas por substâncias relacionadas com factores de crescimento que se libertam. Infelizmente nem sempre o processo resulta em benefício para o doente tratando-se de um tema que continua a ser objecto de muita investigação sobretudo com o recurso à interação Homem-máquina que é hoje já uma realidade. O recurso a instrumentos informáticos pode hoje beneficiar muitos doentes, naturalmente ainda em fase experimental e não passível de se generalizar como técnica de rotina.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS  
NA SESSÃO DE 7 DE JUNHO DE 2018)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castiello U, Becchio C, Zoia S, Nelini C, Sartori L, Blason L, D'Ottavio G, Bulgheroni M, Gallese V. "Wired to Be Social: The Ontogeny of Human Interaction". *PLoS One*. 2010; 7;5(10):e13199.
- Castro-Caldas A, Petersson KM, Reis A, Stone-Elander S, Ingvar M. "The illiterate brain: learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain". *Brain*. 1998; 121:1053-1063.
- D'Elia A, Pighetti M, Moccia G, Santangelo N. "Spontaneous motor activity in normal fetuses". *Early Human Development*. 2001; 65:139-147.
- Golgi, C. *Intorno alla struttura delle cellule nervose*. Pavia: Tip. Fratelli Fusi, 1898.
- Kolb BI, Gibb R. "Brain Plasticity and Behaviour in the Developing Brain". *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2011; 20(4):265-76.
- Kuhl P. "Early language acquisition: cracking the speech code". *Nature Reviews Neuroscience*. 2004; (5): 831-843.
- May JK, Paxinos G. *The Human Nervous System*, London: Academic Press, 3th Edition; 2012.
- Ramon y Cajal, S. *Histología del sistema nervioso del hombre*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; 2007.
- Wadhwa S, Anand P, Bhowmick D. "Quantitative study of plasticity in the auditory nuclei of chick under conditions of prenatal sound attenuation and overstimulation with species specific and music sound stimuli". *Int J Dev Neurosci*. 1999; 17(3):239-53.
- Wieloch T, Nikolich K. "Mechanisms of neural plasticity following brain injury". *Current Opinion in Neurobiology*. 2006; 16:1-7.