

## **Neuroeletrônico: comunicação entre neurônios artificiais, cerebrais e a internet**

### **Neuroelectronics: communication between artificial neurons, brains, and the internet**

DOI:10.34117/bjdv7n2-276

Recebimento dos originais: 10/01/2020

Aceitação para publicação: 14/02/2021

#### **Fabiano de Abreu Rodrigues**

Mestre e PhD em Psicologia da Saúde pela Université Libre des Sciences de l'Homme de Paris Mestre e PhD em Ciências da Saúde nas áreas de Psicologia e Neurociências pela Emil Brunner World University; Mestre em Psicanálise Freudiana e Lacaniana pelo Instituto e Faculdade Gaio. Especialização em Propriedades Elétricas de Neurônios em Harvard. Especialização em Nutrição Clínica pela TrainingHouse e jornalista. Membro da SPN - Sociedade Portuguesa de Neurociências -814, da SBNEC - Sociedade Brasileira de Neurociências e Comportamento - 6028488, e da FENS - Federação Europeia de Neurociências - 814. Diretor do Centro de Pesquisas e Análises Heráclito.

Castelo de Paiva - Portugal  
e-mail: deabreu.fabiano@gmail.com

#### **RESUMO**

A nova era do sistema global de computadores é já uma realidade. A Internet da Neuroeletrônica, conjuga neurónios artificiais a trabalhar conjuntamente com neurónios humanos, uma fusão entre o homem e a máquina tendo a internet como plataforma. Este trabalho propõe esclarecer mais sobre este conceito inovador que já se tornou uma realidade, pela primeira vez três importantes tecnologias emergentes estão integradas em conjunto e trabalham para um mesmo propósito: interfaces cérebro-computador, redes neurais artificiais e tecnologias avançadas de memória, também conhecidas como memristores.

**Palavras-chave:** neuroeletrônica, neurónios artificiais, tecnologias avançadas de memória

#### **ABSTRACT**

The new era of the global computer system is already a reality. The Internet of Neuroelectronics, combines artificial neurons to work together with human neurons, a fusion between man and machine having the Internet as a platform. This work proposes to clarify more about this innovative concept that has already become a reality, for the first time three important emerging technologies are integrated together and work for the same purpose: brain-computer interfaces, artificial neural networks and advanced memory technologies, also known as memristors.

**Keywords:** neuroelectronics, artificial neurons, advanced memory technologies.

## 1 INTRODUÇÃO

As funções cerebrais tais como as concebemos apenas são possíveis por ocorrerem circuitos neuronais através de ligações microscópicas, mas altamente complexas chamadas sinapses.

Neste novo conceito os cientistas foram capazes de criar uma rede neural híbrida onde neurónios biológicos e artificiais localizados em diferentes partes do mundo podiam comunicar uns com os outros através da Internet. Esta comunicação foi tornada possível pois foi desenvolvido um núcleo de sinapses artificiais feitas usando nanotecnologia de ponta.

Este projeto complexo foi desenvolvido em diferentes países europeus sendo que cada um era responsável por uma parte distinta do projeto.

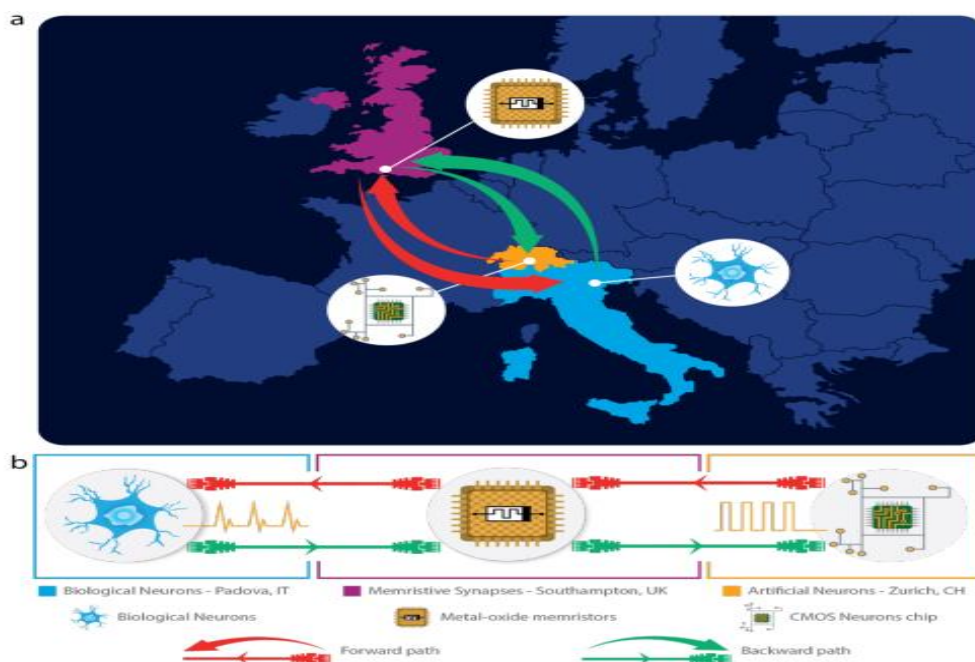
Até que ponto este avanço irá mudar as nossas concepções?

## 2 ESTUDOS

O estudo foi dividido em várias componentes. Itália foi o país responsável por cultivar neurónios de roedores enquanto a Suíça ficou responsável pela criação dos neurónios artificiais. Por sua vez, na Inglaterra estava a ser desenvolvido o processo com o qual seria possível a comunicação entre ambos. Aqui um laboratório virtual foi constituído através de uma configuração elaborada de contro de sinapses nanoeletrônicas desenvolvidas.

Embora seja um processo incipiente e simplificado é um enorme avanço para a ciência. Neste projeto foi possível através da internet transmitir informação dos neurónios biológicos para os artificiais assim com no sentido inverso.

Figura 1 caracterização do processo de comunicação



Estes primeiros passos são a chave para o desenvolvimento da Internet neuroeletrônica. Os investigadores antecipam agora que a sua abordagem irá despertar o interesse de uma série de disciplinas científicas e acelerar o ritmo da inovação e do avanço científico no campo da investigação das interfaces neurais. Em particular, a capacidade de ligar sem problemas tecnologias díspares em todo o mundo é um passo para a democratização destas tecnologias, removendo uma barreira significativa à colaboração.

Mais experimentos nessa área estão a ser realizados. Há sensivelmente quatro anos uma equipe da Universidade de Stanford, nos Estados Unidos, desenvolveu uma sinapse artificial orgânica. Esta tinha a funcionalidade de ser usada em processadores neuromórficos, ou seja, que reproduzem o modo de funcionamento do cérebro.

Ao longo do experimento eles conseguiram conectar as sinapses artificiais com células vivas, o que significa que esses constituintes orgânicos poderão ser usados para criar interfaces entre o humano e o eletrônico. Uma das muitas valências poderá ser a criação de próteses controladas pelo cérebro ou interfaces cérebro-computador que poderão desempenhar as mais variadas finalidades.

Enquanto outros mecanismos integrados ao cérebro - as chamadas interfaces neurais – carecem de um sinal elétrico para detetar e organizar as mensagens do cérebro, a comunicação entre estes novos componentes e as células vivas acontece através da eletroquímica - como se o material fosse simplesmente mais um neurónio comunicando com outro neurónio. É, de facto, uma compatibilidade muito profunda entre o orgânico e o inorgânico.

Todo este processo da sinapse artificial bio-híbrida comporta dois eléctrodos macios, constituídos de polímero, separados por um canal repleto de solução eletrolítica, que desempenha o papel da fenda sináptica que separa os neurónios no próprio cérebro.

Quando células vivas, (neste caso neuroendócrinas de ratos), são dispostas em cima de um desses eléctrodos, os neurotransmissores libertados por essas células (dopamina) reagem com o eléctrodo e produzem iões. Esses iões percorrem o canal até ao segundo eléctrodo e modulam a condição condutora desse eléctrodo. Como parte dessa mudança é preservada, consegue-se simular o processo de aprendizagem que ocorre de forma natural e orgânica.

Esse processo imita o mesmo modelo de aprendizagem que conseguimos observar nas sinapses biológicas, que são muitíssimo eficientes em termos de consumo de energia, uma vez que a computação e o armazenamento de memória acontecem em uma única ação - nos processadores eletrônicos atuais, os dados são processados primeiro e só depois movidos para a memória.

Este tipo de avanços abre a porta a estudos para redes híbridas mais complexas sendo que estas podem ser usadas em seres humanos colmatando algumas falhas, ou seja, criar plataformas para a interação entre cérebro e computador, como no caso da permutação de partes disfuncionais do cérebro por chips de IA, gerando redes neurais híbridas complexas. Obviamente este seria um panorama ainda um pouco futurista dado o estado dos estudos, mas o que foi conseguido até aqui abriu uma serie de possibilidades.

### **3 CONCLUSÃO**

Os paradigmas informáticos inspirados no cérebro suportaram alguns avanços de peso considerável na automatização de tarefas visuais e linguísticas, competindo com o processamento de informação partilhado de sistemas biológicos.

A correspondência entre as redes neurais artificiais (ANNs) e os sistemas biológicos inspirou a implementação das ANNs em interfaces biomédicas, incluindo

próteses e interfaces cérebro-máquina. Embora auspiciosas, estas implementações subordinam-se à utilização de software para efetuar algoritmos de ANN.

Em última análise, é desejável construir hardware ANNs que consiga tanto interagir diretamente com tecidos orgânicos como adaptar-se aos conceitos tecnológicos.

Inicialmente para que sistemas neuromórficos biologicamente integrados sejam corretamente conseguidos é necessário um condicionamento sináptico baseado na atividade de sinalização bioquímica juntando diretamente um dispositivo neuromórfico orgânico com células dopaminérgicas para constituir uma sinapse bio-híbrida com plasticidade sináptica mediada por neurotransmissores.

Desta forma consegue-se simular as máquinas de reciclagem de dopamina da fenda sináptica, é evidente que se consegue alcançar tanto o condicionamento a longo prazo como a recuperação do peso sináptico. Estes são passos importantes num caminho que tem como finalidade a junção de sistemas neuromórficos artificiais com redes neurais biológicas.

## REFERÊNCIAS

A biohybrid synapse with neurotransmitter-mediated plasticity, Scott T. Keene, Claudia Lubrano, Setareh Kazemzadeh, Armantas Melianas, Yaakov Tuchman, Giuseppina Polino, Paola Scognamiglio, Lucio Cinà, Alberto Salleo, Yoeri van de Burgt, Francesca Santoro, *Nature Materials*

Alexantrou Serb, Andrea Corna, Richard George, Ali Khat, Federico Rocchi, Marco Reato, Marta Maschietto, Christian Mayr, Giacomo Indiveri, Stefano Vassanelli, Themistoklis Prodromakis. Memristive synapses connect brain and silicon spiking neurons. *Scientific Reports*, 2020; 10 (1)

Burr, G. W. *et al.* Experimental Demonstration and Tolerancing of a Large-Scale Neural Network (165 000 Synapses) Using Phase-Change Memory as the Synaptic Weight Element. *IEEE Trans. Electron Devices* **62**, 3498–3507 (2015)

University of Southampton. "New study allows brain and artificial neurons to link up over the web." ScienceDaily. ScienceDaily, 26 February 2020. <[www.sciencedaily.com/releases/2020/02/200226110843.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2020/02/200226110843.htm)>.