

# I neuroni e la chimica del cervello

Il percorso didattico svolto nella III C1 del liceo classico quadriennale dell'IIS Tesi@ favorisce l'acquisizione delle conoscenze specifiche ed interdisciplinari nonché dei metodi propri della chimica e delle scienze naturali. Guida lo studente ad approfondire, a sviluppare le conoscenze e le abilità, a maturare le competenze necessarie per seguire lo sviluppo della ricerca scientifico-tecnologica e per individuare le interazioni tra le diverse forme del sapere.

“Riconoscere chi è chi all'interno del cranio è importante: permette un approccio alla vita cerebralmente bilanciato” (Taylor J.B.).

Il cervello umano è composto da un enorme numero di cellule, chiamate neuroni: ce ne sono circa 100 miliardi, un numero paragonabile a quello delle galassie esistenti nell'universo. A loro volta tali cellule sono connesse le une alle altre secondo schemi specifici e molto complessi. Come comunicano i neuroni? Tramite segnali che, indipendentemente dal loro contenuto, sono tutti della stessa natura, ovvero sono segnali elettrici. Siamo quindi delle centrali elettriche? In qualche modo è proprio così. Tutte le cellule del nostro organismo sono immerse in un liquido, formato da acqua e sali, dal quale sono isolate grazie alla membrana cellulare che le circonda. Sia nel liquido esterno che in quello presente all'interno del neurone vi sono diversi tipi di molecole elettricamente cariche: gli ioni. Alcuni ioni hanno una carica positiva mentre altri hanno una carica negativa. Gli ioni più rappresentati sono gli ioni sodio ( $\text{Na}^+$ ), potassio ( $\text{K}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) e cloro ( $\text{Cl}^-$ ) e, solo sul versante citoplasmatico, vi sono alcune proteine che hanno carica negativa. In condizioni di riposo, ovvero quando la cellula non invia alcun messaggio ad altri neuroni, vi è uno squilibrio nella distribuzione delle cariche elettriche fra i versanti esterno ed interno della membrana, tale che l'interno del neurone è elettricamente negativo rispetto all'esterno (il  $\text{K}^+$  è più concentrato all'interno, mentre il  $\text{Na}^+$  e il  $\text{Ca}^{++}$  sono più concentrati all'esterno). Questa differenza fissa, detta potenziale di riposo, si aggira, per quasi tutti i neuroni, attorno ai -70 millivolt. La diversa distribuzione ionica viene creata e mantenuta nel tempo dall'azione di particolari proteine della membrana cellulare chiamate “pompe ioniche” presenti nella membrana. Queste pompe spingono gli ioni nella direzione opposta a quella naturale. La più diffusa nel sistema nervoso è la pompa sodio-potassio. Essa spinge tre molecole di sodio all'esterno della cellula e due molecole di potassio all'interno. In tal modo il versante citoplasmatico della cellula diviene più negativo del versante esterno. Per far ciò, le cellule devono spendere dell'energia. Si è calcolato che le pompe ioniche potrebbero essere responsabili di circa il 70% del fabbisogno energetico del cervello.

L'arrivo di un messaggio provoca un flusso di ioni che modifica la differenza di potenziale tra i due versanti della membrana cellulare. Se tale differenza aumenta, ovvero se il potenziale diviene più negativo, si dice che la membrana si iperpolarizza. Viceversa se la differenza di potenziale tra il versante interno ed esterno della membrana diminuisce, si dice che la

membrana si depolarizza. Le correnti iperpolarizzanti o depolarizzanti, che vengono generate nei dendriti, si propagano attraverso il corpo cellulare, sino a raggiungere la porzione iniziale dell'assone. Qui i segnali ricevuti dai vari dendriti del neurone vengono sommati algebricamente e, se il computo finale è quello di una corrente che depolarizza la membrana cellulare dell'assone tanto da raggiungere il cosiddetto valore di soglia (che in molti neuroni si aggira attorno ai -55 millivolt), si innesca un impulso nervoso o potenziale d'azione. Al contrario, se tale valore critico non viene raggiunto, il potenziale non parte. La genesi del potenziale è dovuta allo scambio di ioni attraverso due tipi di canali ionici molto particolari: i canali voltaggio-dipendenti per il sodio (Na<sup>+</sup>) e per il potassio (K<sup>+</sup>). Quando il versante interno della membrana diviene meno negativo, ovvero si depolarizza, questi canali si aprono lasciando passare i relativi ioni. I canali del Na<sup>+</sup> si aprono per primi permettendo l'ingresso dei relativi ioni. Poiché, grazie all'azione delle pompe ioniche, gli ioni Na<sup>+</sup> sono più concentrati all'esterno della cellula e inoltre il versante interno della cellula è negativo, la spinta ad entrare è enorme ed in breve il flusso ionico diviene così cospicuo da far diventare il versante interno della membrana, ove si sono aperti i canali, più positivo di quello esterno. Dopo un po' questo processo si arresta in quanto i canali del Na<sup>+</sup> si inattivano impedendo che la depolarizzazione continui ulteriormente. Quasi contemporaneamente si aprono i canali del K<sup>+</sup> e i corrispondenti ioni fluiscono copiosamente verso l'esterno della cellula (sia in virtù del fatto che sono più concentrati al suo interno che in virtù del fatto che in questo momento il versante cellulare della membrana è positivo). Gli ioni K<sup>+</sup> continuano ad entrare sino a quando il potenziale di membrana torna al valore di riposo. L'intero processo dura uno o due millisecondi in tutto.

“Se i neuroni e i circuiti, che ci ricordano continuamente chi siamo e dove viviamo, muoiono, l'idea che abbiamo di noi stessi risulterà per sempre alterata, a meno che altri neuroni non imparino a svolgere quelle funzioni” (Taylor J.B.).

Abney, S. (1987), *The English np in Its Sentential Aspect*, Cambridge, ma, The mit Press.

Abutalebi, J., Brambati, S., Annoni, J.-M., Moro, A., Cappa, S.F. e Perani, D. (2007), *Auditory*.

Perception of Language Switches: Controlled versus Automatic Processing as Revealed by Eventrelated fmr, in «*Journal of Neuroscience*», 27, 50, pp. 13762-13769.

Abutalebi, J., Cappa, S.F. e Perani, D. (2001), *The Bilingual Brain as Revealed by Functional*.

Neuroimaging, in «*Bilingualism: Language and Cognition*», 4, pp. 179-190.

Agostino d'Ippona (1989), *De Genesi ad litteram libri duodecim; La Genesi alla lettera, testo latino dell'edizione maurina confrontato con il Corpus*

Scriptorum Ecclesiasticorum Latinorum, trad. it., note e indici a cura di L. Carrozzi, Roma, Città Nuova.

Albani, P. e Buonarroto, B. (1994), *Aga Magéra Difúra: dizionario delle lingue impossibili*, Bologna, Zanichelli.

Albertini, S., Tettamanti, M. e Moro, A. (in stampa), *Sintassi e Working Memory: un nuovo paradigma di valutazione*, in «Sistemi Intelligenti».

Bach, E. e Harms, R.T. (1968), *Universals in Linguistic Theory*, New York, Holt, Rinehart & Winston.

Bahlmann, J., Mueller, J., Makuuchi, M. e Friederici, A. (2011), *Perisylvian Functional Connectivity during Processing of Sentential Negation*, in «Frontiers in Psychology», 2, 104, pp. 1-10.

Taylor J.B. – *Il giardino della mente- Oscar saggi*

FILOMENA RAPUANO, docente IIS Telesi@, LUDOVICA AMORE, studente IIS Telesi@