Il Nobel per la Medicina 2026: accendere i neuroni con la luce

Il 5 ottobre 2026 il Premio Nobel per la Fisiologia o la Medicina è stato assegnato a **Karl Deisseroth**, **Peter Hegemann** e **Georg Nagel** per la scoperta dei canali ionici attivati dalla luce e per lo sviluppo dell'*optogenetica*.

La storia comincia lontano dal cervello, in un'alga verde unicellulare, *Chlamydomonas*, che si orienta verso la luce. Hegemann e Nagel hanno scoperto che il responsabile è una proteina, la *canalrodopsina*: un minuscolo "cancello" nella membrana della cellula che si apre quando viene illuminato e lascia passare ioni positivi. Deisseroth ha poi avuto l'idea di inserire il gene di questa proteina nei neuroni dei mammiferi. Risultato: con un lampo di luce blu, portato da una fibra ottica sottilissima, si può accendere a comando un preciso gruppo di neuroni in un animale vivo, e vedere che cosa succede al suo comportamento, alla memoria, alle emozioni.

Naturalmente c'è molta Matematica coinvolta. Ecco qualche esempio, da guardare come si guarda il motore di un'auto con il cofano aperto: non per smontarlo, ma per sapere che c'è.

Quanta luce serve? La risposta del neurone cresce con l'intensità E della luce, ma non all'infinito: a un certo punto si satura.

$$I(E) = I_{\max} \frac{E^n}{E^n + E_{50}^n}$$

È la stessa forma della curva dose-risposta dei farmaci: qui il "farmaco" è la luce, che si dà e si toglie in un millesimo di secondo.

Quanto dura l'effetto? Spenta la luce, la corrente si esaurisce in modo esponenziale, come la concentrazione di un farmaco eliminato dall'organismo, ma in pochi millisecondi invece che in ore:

$$I(t) = I_0\, e^{-t/\tau}.$$

Che cosa fa il canale? Il "cancello" può essere chiuso (C), aperto (O) o temporaneamente "stanco" (D). Le probabilità di trovarlo in ciascuno stato cambiano nel tempo secondo un sistema di equazioni differenziali:

$$\frac{d}{dt}\begin{pmatrix} p_C \\ p_O \\ p_D \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} p_C \\ p_O \\ p_D \end{pmatrix},$$

dove la matrice A contiene le velocità di passaggio da uno stato all'altro.

Fin dove arriva la luce? Nel tessuto cerebrale la luce blu si indebolisce rapidamente con la profondità z:

$$E(z) \approx E_0\, e^{-\mu z},$$

ed è per questo che oggi si cercano proteine sensibili alla luce rossa, che penetra più a fondo.

E il caso? Ogni singolo canale si apre e si chiude in modo casuale: quanto resta aperto segue una legge esponenziale, quante volte si apre in un intervallo segue la legge di Poisson. Ma quando i canali sono migliaia, il caso si compensa e resta una corrente media perfettamente prevedibile:

$$I = N\, g\, P_O\, (V - E_{\text{rev}}).$$

Infine, per dire se la luce ha davvero cambiato il comportamento di un animale, si confrontano le misure "luce accesa" e "luce spenta" sullo stesso individuo: è il lavoro della Statistica.

Non serve saper risolvere queste equazioni per apprezzare il Nobel.
Serve sapere che, senza di esse, non ci sarebbe stato.