

# Come i fisici cambiarono le neuroscienze

✍ S. Ruffo 📅 30-05-2022 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1511>

---

Il quarto "webinar" della serie che la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) sta organizzando insieme all'Istituto Max-Planck di Storia della Scienza di Berlino, tenutosi il 19 maggio 2022, ha riguardato la storia recente delle neuroscienze. È stato tenuto da Hanoch Gutfreund, uno degli autori dell'articolo pionieristico nel quale fu data una prima soluzione analitica del modello di John Hopfield delle reti neurali "self-coupled".

Gutfreund ha cominciato definendo sia il modello biologico sia quello matematico del neurone, per poi passare alla descrizione dei primi lavori fondamentali in questo campo, di Warren McCulloch e Walter Pitts (1943), che dimostrarono la capacità delle reti neurali di implementare tutte le funzioni logiche Booleane. Ha poi descritto l'impulso dato a questo campo da Norbert Wiener con la cibernetica, un campo interdisciplinare che combinava biologia, psicologia, matematica e ingegneria. Giunse poi il cruciale contributo di Donald O. Hebb (1949), uno psicologo che descrisse come le funzioni mentali avessero la loro base nell'attività persistente dei neuroni e come l'apprendimento nasca dalla modificazione delle sinapsi. Lungo un altro asse di ricerca, arrivò il contributo di Frank Rosenblatt (1958) con il modello del "perceptrone", che dimostrò come si potessero trovare delle configurazioni delle sinapsi che realizzassero il cosiddetto "supervised learning", un'associazione tra "input" e "output" di una rete organizzata in strati, come i moderni "deep neural networks".

In una direzione diversa, dopo alcuni contributi nei quali si cercava l'applicazione di concetti fisici, B.G. Cragg e H. Temperley (1954) e W.A. Little (1954), arrivò il monumentale contributo di John Hopfield (1982), il quale evidenziò la capacità delle reti neurali di realizzare "emergent computation": sotto l'azione di uno stimolo esterno, la rete è in grado di convergere in modo spontaneo verso "attrattori" che rappresentano "stati di memoria". Fu Hopfield stesso a indicare che potesse esservi un collegamento del suo modello della "memoria associativa" con i cosiddetti "vetri di spin", proprio negli anni nei quali Giorgio Parisi, Premio Nobel per la Fisica nel 2021, stava ottenendo i suoi rivoluzionari risultati sulla rottura della simmetria di replica, che portarono alla soluzione esatta del modello di Sherrington-Kirkpatrick dei "vetri di spin".

Il suggerimento di Hopfield fu raccolto da D.J. Amit, H. Gutfreund e H. Sompolinsky, i quali dimostrarono che il comportamento asintotico del modello di Hopfield è governato dalla meccanica statistica dei vetri di spin. In particolare, in una certa regione dei parametri, la dinamica converge verso "attrattori" che sono gli "stati di memoria" codificati nel modello. Questo importantissimo risultato dette la stura a una messe di diversi contributi in ambito fisico ed ebbe un forte impatto nell'ambito delle neuroscienze. Una utile raccolta dei lavori pubblicati in questo campo si può trovare nel volume "Biology and Computation: a physicist's choice" edito da H. Gutfreund e G. Toulouse. Non si deve assolutamente dimenticare il contributo di Elizabeth Gardner (1957-1988), morta prematuramente, che analizzò con metodologie fortemente innovative lo spazio degli accoppiamenti (sinapsi) del modello di Hopfield.

Il seminario di Hanoch Gutfreund è stato organizzato in preparazione della conferenza "The Evolution of Knowledge" che si terrà alla SISSA dal 14 al 16 luglio 2022, per onorare il lavoro dello storico della scienza Juergen Renn.



**Stefano Ruffo** - È professore ordinario di fisica della materia presso la SISSA dal 2015, istituzione della quale è stato Direttore dal 2015 al 2021. In precedenza è stato ricercatore nelle Università di Pisa e Firenze e professore associato all'Università degli Studi della Basilicata e all'Università degli Studi di Firenze. Il suo campo di ricerca è la fisica statistica e non lineare e i sistemi complessi. È stato Weston Visiting Professor presso il Weizmann Institute of Science (2010-2011) e "Chaire d'Excellence" all'Ecole Normale Supérieure di Lione (2011-2013).