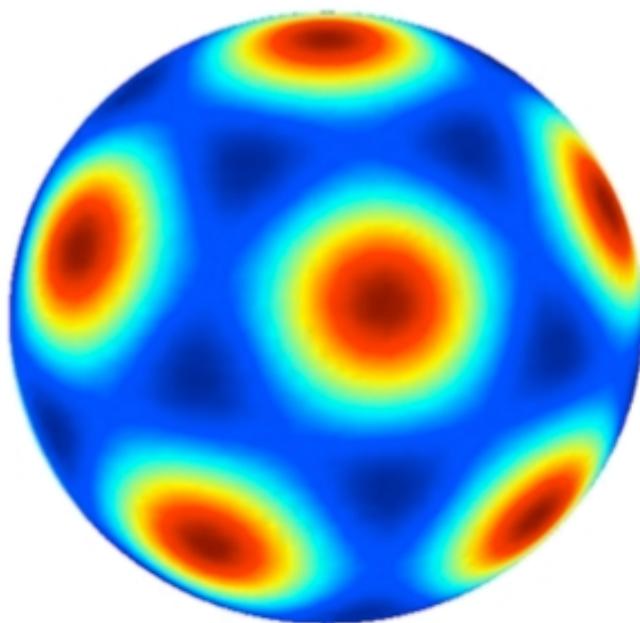




## Geometrie non euclidee per neuroni a griglia



### Può il cervello mappare geometrie “non convenzionali” (e spazi astratti)?

6 maggio 2015

Le *grid cell*, cellule nervose della corteccia entorinale dei roditori che mappano lo spazio, potrebbero funzionare anche per superfici iperboliche. Uno studio SISSA appena pubblicato su *Interface*, la rivista della Royal Society, testa un modello (simulato al computer) basato su principi matematici che spiega come le mappe emergono nel cervello e mostra come queste si adattano all'ambiente in cui l'individuo si sviluppa.

---

“La cultura umana ha impiegato millenni per arrivare a una formulazione matematica degli spazi non euclidei”, commenta Alessandro Treves, neuroscienziato della SISSA, “ma è molto probabile che il nostro cervello ci sarebbe potuto arrivare molto prima. In effetti è probabile che il cervello dei roditori ci arrivi quotidianamente con grande naturalezza”.

Treves ha coordinato una ricerca appena pubblicata sulla rivista *Interface*. La geometria euclidea è quella che normalmente studiamo a scuola e per non euclidee si intendono invece quelle geometrie che rifiutano uno o più dei cinque postulati di Euclide. Una geometria che si sviluppa su



una superficie curva ne è un esempio. Le ricerche recenti hanno studiato come il cervello codifichi lo spazio piano. Nel 2005 i coniugi Moser hanno infatti scoperto le *grid cell*, neuroni nella corteccia entorinale dei roditori che si attivano in maniera caratteristica quando l'animale si muove in uno spazio. La scoperta è stata premiata pochi mesi fa dal Premio Nobel, ma gli esperimenti condotti finora si sono limitati a superfici piane, euclidee appunto, ma cosa succede con altri tipi di superficie?

Il punto di partenza è la formazione di queste "mappe" cerebrali. "Esistono due principali classi di modelli teorici che cercano di spiegarla, ma entrambe presuppongono che nel cervello esista una sorta di 'ingegnere' che ha predisposto le cose in maniera appropriata" commenta Treves. "Questi modelli danno per scontato che il sistema nasca con una buona dose di conoscenza pregressa, e riproducono fedelmente il comportamento del sistema biologico in condizioni note, perché sono costruiti proprio sulla sua osservazione. Ma cosa succede in condizioni non ancora esplorate sperimentalmente? Sono in grado questi modelli di 'generalizzare', cioè di fare una previsione genuina che verrà poi confermata da nuovi esperimenti? Una teoria corretta dovrebbe dirci di più di quello che già sappiamo".

Treves e colleghi hanno sviluppato dal 2005 un modello radicalmente diverso dai precedenti, e in questo lavoro appena pubblicato hanno, appunto, provato a generalizzare. "Il nostro è un modello auto-organizzativo, che simula il comportamento di cellule a griglia 'artificiali' in grado di apprendere esplorando l'ambiente".

### ***Più in dettaglio...***

Il modello si basa su regole matematiche e le sue caratteristiche finali sono determinate dall'ambiente in cui "fa esperienza". In lavori precedenti il modello è stato testato sulle superfici piane: "in queste situazioni la nostra *grid cell* artificiale mostra lo stesso pattern di attivazione a simmetria esagonale che si osserva nelle cellule biologiche".

"Per lavorare su una situazione completamente nuova abbiamo pensato di far muovere il nostro modello in un ambiente non euclideo, e abbiamo scelto la situazione più semplice: uno spazio a curvatura costante, cioè una sfera o una pseudosfera". Il lavoro appena pubblicato mostra i risultati ottenuti con la superficie della pseudosfera, che dimostrano che in questo caso il pattern di attivazione abbia una simmetria eptagonale, a "sette punte". Questa osservazione potrà essere facilmente confrontata ora con l'attivazione delle cellule griglia in roditori allevati su una superficie pseudosferica. "Stiamo attendendo i risultati delle osservazioni sperimentali dei colleghi di Trondheim, i vincitori del Nobel" spiega Treves. "Se i nostri risultati verranno confermati, allora nascono considerazioni teoriche che possono aprire nuovi campi di indagine".

Oltre a dimostrare che le mappe si adattano all'ambiente in cui l'organismo cresce (e non sono dunque predeterminate geneticamente in maniera fissa) osservare la simmetria eptagonale nelle nuove condizioni sperimentali, dimostrando che il cervello può codificare uno spazio non euclideo, suggerisce che le *grid cell* potrebbero entrare in gioco nel mappare molti tipi di spazio



“anche astratto”, aggiunge Treves. “Provate a pensare quello che potremmo definire lo spazio dei movimenti, ma anche lo spazio delle diverse espressioni del volto umano, o delle forme di un oggetto in particolare, l’automobile per esempio: si tratta di spazi continui, che potrebbero essere mappati da cellule non uguali ma in qualche modo analoghe alle cellule a griglia, cellule che potrebbero rappresentare in un certo qual modo la carta millimetrata con cui misurare questi spazi”.

Oltre a Treves alla ricerca hanno partecipato anche Eugenio Urdapilleta (primo autore), Francesca Troiani e Federico Stella. Una nota di colore: la ricerca ha già attirato l’attenzione dei responsabili di “Improbable Research”, la rivista che conferisce i premi IgNobel, meritandosi una menzione sul loro sito: <http://goo.gl/e1evbV>.

#### **MATERIALE UTILE:**

- I giornalisti possono richiedere una copia dell’articolo originale all’ufficio stampa

#### **IMMAGINI:**

- Crediti SISSA

#### **Contatti:**

Ufficio stampa:

[pressoffice@sissa.it](mailto:pressoffice@sissa.it)

Tel: (+39) 040 3787644 | (+39) 366-3677586

via Bonomea, 265  
34136 Trieste

Maggiori informazioni sulla SISSA: [www.sissa.it](http://www.sissa.it)