

COMUNICATO STAMPA

Autopropulsione o diffusione lenta: così batteri, cellule e colloidali reagiscono agli stimoli

L'una serve per andarsene in fretta da un ambiente. L'altra per andare dove serve. Nei microorganismi, così come nelle strutture artificiali, sono questi i movimenti che si attivano come reazione ai messaggi in entrata e uscita. A dirlo è un nuovo studio della SISSA pubblicato su *Physical Review Letters*



Trieste, 15 aprile 2026

Quali sono i processi fisici che guidano nel loro spostamento delle microscopiche strutture in grado di interagire con l'ambiente? Sono l'autopropulsione per lasciare un luogo sfavorevole. O una diffusione lenta, per andare dove conviene. È quanto scoperto dagli scienziati Jacopo Romano e Andrea Gambassi della SISSA di Trieste nella loro nuova ricerca appena pubblicata su *Physical Review Letters*. Nella loro indagine i due ricercatori hanno utilizzato simulazioni al computer integrate con calcoli matematici, con un occhio alla Natura. È noto, infatti, che il movimento guidato da feedback è alla base del comportamento di diversi microorganismi che analizzano gli stimoli in entrata e in uscita, adattando di conseguenza la direzione del proprio movimento. Nello studio sono stati riprodotti i comportamenti fisici di agenti naturali e sintetici in due scenari distinti: quando, sulla base dei segnali, una specifica destinazione deve essere evitata. O, al

contrario, deve essere raggiunta. Ciò che gli scienziati hanno scoperto è che nel primo caso si attiva una “superdiffusione”, con un’accelerazione del movimento, nel secondo caso si attiva un processo di subdiffusione, con spostamenti molto più rallentati. I risultati ottenuti forniscono indicazioni importanti per la progettazione di particelle “intelligenti” capaci di muoversi su scala microscopica con possibili utilizzi in campo terapeutico, per una più efficiente somministrazione dei farmaci.

Batteri, cellule e particelle artificiali: una sfida in comune

“Batteri, cellule e particelle artificiali, dette colloidali, possono sembrare molto diversi tra loro. Eppure condividono una sfida fondamentale: trovare modi efficienti per esplorare e occupare lo spazio. Per questo è interessante guardare al mondo della Natura, per comprenderne i meccanismi e trasferirli in possibili microtecnologie altamente sofisticate”, spiegano i due autori dello studio, Jacopo Romano e Andrea Gambassi.

I batteri e altri microrganismi, per esempio, hanno sviluppato strategie particolarmente eleganti. Spiegano ancora i ricercatori: “Rilasciando e percependo segnali chimici, lasciano dietro di sé tracce che permettono loro di ‘registrare’ dove sono già stati. Questo consente di occupare gli spazi più favorevoli ed evitare quelli meno adatti. Anche per le cellule tumorali e la loro diffusione il meccanismo è simile. Noi abbiamo cercato di capire cosa accade, dal punto di vista fisico, nei movimenti che seguono queste interazioni”.

Simulazioni e calcoli per spiegare la fisica del movimento

Trasferendo questi meccanismi in un contesto sintetico e utilizzando simulazioni al computer e modelli matematici, gli scienziati hanno studiato il comportamento di questi agenti in movimento. Le tracce lasciate funzionano infatti come veri e propri segnali stradali: possono attrarre i microagenti verso una destinazione specifica oppure, al contrario, spingerli a evitarla.

I due ricercatori hanno così spiegato le tipologie di movimento: “Abbiamo scoperto che gli agenti che evitano le proprie tracce chimiche si muovono in modo sorprendentemente insolito: invece di essere rallentati dall’attrito, sperimentano una resistenza negativa che accelera il loro movimento, portando a una sorta di autopropulsione. La dinamica risultante si diffonde più rapidamente del normale moto casuale, un fenomeno noto come superdiffusione. Al contrario, gli agenti attratti dalle proprie tracce tendono a rimanere vicino al punto di origine, producendo una dinamica molto più lenta, detta subdiffusiva”.

Particelle intelligenti per migliorare la somministrazione dei farmaci

“Nel complesso, questi risultati mostrano come i segnali chimici auto-generati possano influenzare profondamente il movimento, offrendo nuove prospettive sui sistemi biologici e, potenzialmente, ispirando la progettazione di particelle intelligenti in grado di guidarsi autonomamente”, concludono Romano e Gambassi. “L’idea, in prospettiva, è quella di progettare agenti ingegnerizzati che, grazie alla loro struttura chimica, siano capaci di interagire con l’ambiente. Queste particelle potrebbero agire come veri e propri ‘cargo’, trasportando molecole specifiche, ad esempio farmaci, verso i loro bersagli. In questo modo si potrebbe migliorare la somministrazione delle terapie, rendendola più efficiente e permettendo loro di permanere più a lungo in aree mirate dell’organismo”.

LINK UTILI

[Articolo originale](#)

IMMAGINE

Crediti: Unsplash

SISSA

Scuola Internazionale
Superiore di Studi Avanzati

Via Bonomea 265, Trieste

W www.sissa.it

Facebook, Twitter

[@SISSAschool](#)

CONTATTI**Nico Pitrelli**

M pitrelli@sissa.it

T +39 040 3787549

Donato Ramani

M ramani@sissa.it

T +39 040 3787513