

UN MODELLO MATEMATICO PER DESCRIVERE IL COMPORTAMENTO COORDINATO DEGLI STORNI



Lo spettacolo naturale rappresentato dalle ipnotiche e mutevoli figure disegnate nel cielo dai movimenti coordinati e sincronizzati degli stormi è il risultato di un comportamento collettivo che molte specie di uccelli sono in grado di adottare per rispondere tempestivamente agli attacchi dei loro predatori. In un simile scenario, lo studio delle proprietà del moto dei singoli uccelli risulta imprescindibile per cercare di comprendere l'evoluzione delle dinamiche di volo di uno stormo, che costituisce, alla luce della variabilità che

contraddistingue i suoi componenti, uno tra i più esemplari casi di sistema complesso. **Per fornire una soluzione al come gli uccelli regolino la loro velocità all'interno di un gruppo di loro simili, ricercatrici e ricercatori dell'INFN e della Sapienza Università di Roma appartenenti al gruppo 'Cobbs' (Collective behaviour in biological systems) dell'Istituto dei sistemi complessi del Cnr (Cnr-Isc) propongono un nuovo modello matematico**, che si concentra sulla descrizione di una particolare specie molto diffusa nel nostro paese e nella letteratura scientifica, lo storno (*Sturnus vulgaris*). Il risultato, pubblicato il 10 maggio su Nature Communications, apre nuove strade verso la comprensione dei sistemi biologici e nel campo dedicato agli sviluppi in robotica e ingegneria.

I fattori di riferimento per una corretta modellizzazione delle possibili variazioni di velocità di volo di uno storno in un contesto aggregativo sono diversi, e fanno riferimento sia alla sfera del comportamento individuale sia ai limiti imposti dalla fisiologia degli animali. Tra questi, e forse il più importante, vi è la strategia grazie alla quale singoli uccelli appartenenti a uno stormo – che può essere composto fino a migliaia di individui – sincronizzano i loro movimenti con lo scopo di mantenere il gruppo coeso e reagire collettivamente agli attacchi dei predatori e agli stimoli esterni. “Questo fenomeno collettivo è generato da un meccanismo imitativo, i cui effetti sono stati inclusi nel nostro modello per garantirne l'accuratezza. Ogni uccello adatta infatti la propria direzione di volo e la propria velocità a quella di una decina di uccelli nel suo vicinato. In questo modo, quando un uccello cambia il proprio moto, i suoi vicini lo imitano e, con una sorta di passaparola, il cambiamento si propaga in tutto il gruppo”, spiega **Irene Giardina, ricercatrice INFN e professore associato della Sapienza Università di Roma.**

Un secondo e fondamentale elemento implicato nella regolazione del volo coordinato degli stormi riguarda i vincoli alla meccanica del volo imposti dalla loro fisiologia, che limita le velocità minime e massime che gli uccelli possono raggiungere. “Gli stormi hanno un valore preferenziale della velocità di volo (circa 43 Km/h), chiamato velocità di riferimento, dovuto alla loro struttura fisiologica. Quando si trovano in volo all'interno di un gruppo di loro simili, è estremamente facile muoversi a una velocità di poco diversa da quella di riferimento, mentre è incredibilmente difficile muoversi molto più veloci o molto più lenti. Nel modello teorico che proponiamo, il singolo elemento dello stormo regola la sua velocità individuale all'interno della dinamica del gruppo, purché resti su valori ragionevoli, come una sorta di

limitatore su una autovettura, che permette all'autista di deviare dal valore di riferimento, ma non di oltrepassare un limite fissato", illustra **Antonio Culla, ricercatore del gruppo Cobbs e Corresponding Author dell'articolo apparso su Nature Communications e tra gli autori dell'articolo apparso su Nature Communications.**

L'eccezionale database di stormi di storni costruito dal gruppo Cobbs negli ultimi 15 anni, unico nel suo genere poiché comprende le traiettorie tridimensionali di 45 stormi di varie dimensioni (da 10 a 3000 uccelli), ha permesso di provare l'efficacia dello studio, che fornisce uno strumento utile per la comprensione di tipi diversi di sistemi complessi, come quelli biologici, e per lo sviluppo di tecnologie in grado di simularne il comportamento. "Il nostro modello permette agli elementi all'interno dello stormo di coordinare i loro movimenti e di essere molto correlati tra di loro, pur mantenendo una velocità vicina a quella di riferimento, proprio come negli stormi osservati sul campo. Il modello potrà inoltre essere impiegato per aumentare la comprensione di sistemi la cui evoluzione è, come nel caso degli stormi di storni, risultato delle complesse dinamiche a livello dei singoli componenti, aiutando lo sviluppo e la realizzazione di soluzioni tecnologiche in grado di implementare tali comportamenti", **chiara Andrea Cavagna, ricercatore del CNR dell'Istituto dei Sistemi Complessi e associato INFN.**

In conclusione, il modello elaborato dalle scienziate e dagli scienziati del gruppo di ricerca Cobbs fornisce quindi uno strumento utile anche per la comprensione di tipi diversi di sistemi complessi, come quelli biologici, e per lo sviluppo di tecnologie in grado di simularne il comportamento.