

“PATTERN” DETERMINISTICI E STOCASTICI IN UN MODELLO DI CIANOBATTERIO

Laura Lavacchi

Relatore: Duccio Fanelli
E-mail: duccio.fanelli@unifi.it
Correlatore: Francesca Di Patti
E-mail: f.dipatti@gmail.com

La fisica dei sistemi complessi è una branca della meccanica statistica che si prefigge, fra i vari scopi, quello di spiegare l'insorgenza di dinamiche collettive in sistemi a molti corpi, a partire dalle regole di interazione microscopiche. In altre parole, muovendo da una rappresentazione microscopica del fenomeno indagato, e dunque dalle leggi che governano l'interazione mutua fra singole unità, si vuole arrivare ad una descrizione quantitativa dei processi collettivi che interessano il sistema a livello di popolazione, spesso accessibile per via sperimentale. La teoria dei sistemi complessi è per sua natura interdisciplinare e le applicazioni delle tecniche di riferimento spaziano dalla biologia alle scienze della vita in genere, passando per l'economia e le scienze sociali. I sistemi di molti corpi in mutua interazione possono organizzarsi a scala macroscopica, generando motivi spaziali ordinati, i cosiddetti pattern. Paradigmatico è il caso dei sistemi di reazione e diffusione: sotto opportune condizioni, una piccola perturbazione non omogenea, che altera un equilibrio omogeneo, può amplificarsi producendo pattern stazionari, caratterizzati dalle forme più varie. Il meccanismo di rottura spontanea di simmetria che sottende alla formazione dei pattern è noto come instabilità di Turing. Possiamo affrontare lo studio del sistema sia trattandolo in maniera deterministica o stocastica. Operare nel contesto di una formulazione deterministica equivale ad assumere implicitamente il limite termodinamico, ovvero taglia infinita per le popolazioni indagate. Alternativamente, è possibile lavorare con sistemi di taglia finita, rispettando in sede modellistica la discretezza del mezzo studiato, in molti casi di interesse composto da un numero finito, anche se potenzialmente grande, di unità elementari. Si perviene pertanto ad una descrizione probabilistica del problema. Gli effetti di taglia finita in modelli d'ispirazione stocastica possono poi giocare un ruolo fondamentale, favorendo l'insorgenza di dinamiche collettive organizzate. In questa tesi ci interessiamo al processo di formazione di pattern in un modello minimale di *Anabaena*, un cianobatterio molto studiato per le sue interessanti proprietà strutturali. L'*Anabaena* è costituita da una catena di cellule, connesse a primi vicini. Le cellule sono tipicamente classificate come vegetative, in assenza di particolari condizioni di stress. Quando invece il cianobatterio soffre per carenza di azoto, alcune cellule si specializzano sviluppando funzioni specifiche che consentono al sistema di contrastare l'ambiente ostile. Tali cellule sono dette eterocisti. Cellule eterocisti e vegetative formano pattern regolari lungo il filamento. Ogni 7-10 cellule vegetative troviamo una cellula di tipo eterociste. La spaziatura è inoltre robusta rispetto al meccanismo di duplicazione cellulare che produce una crescita nel tempo della catena. Il modello che abbiamo sviluppato in questa tesi permette di riprodurre con un grado di approssimazione soddisfacente alcune delle caratteristiche essenziali di questo interessante fenomeno biologico. Nel modello introdotto ci siamo limitati a descrivere la dinamica di interazione accoppiata fra le tre specie, che sono state sperimentalmente individuate come centrali. Abbiamo mostrato come il sistema possa produrre pattern deterministici alla Turing in accordo qualitativo con i dati sperimentali. L'analisi di stabilità lineare (non convenzionale, visto che il modello prevede l'interazione fra tre famiglie distinte) ha permesso di isolare nello spazio dei parametri il dominio di instabilità. Operando nel contesto del modello stocastico ed utilizzando il celebre sviluppo di van Kampen all'ordine lineare, abbiamo poi mostrato che il sistema può generare pattern stocastici, stabili e robusti, per una scelta dei parametri per i quali l'instabilità di Turing classica non è consentita. Le conclusioni dello studio teorico che ha condotto alla caratterizzazione formale dello spettro di potenza delle fluttuazioni, sono poi state testate con successo per via simulativa. Successivamente abbiamo esteso l'analisi al caso di un supporto (il filamento) che cresce nel tempo, modellizzando quindi il processo di duplicazione cellulare. Anche in questo caso il modello è capace di replicare i pattern attesi, mostrando un grado di significativa corrispondenza con gli esperimenti.

Questionario di valutazione del percorso formativo per laureandi

**Leggi con attenzione tutte le seguenti istruzioni.
Rispondi alle domande con molta attenzione premendo il tasto "Prova adesso a rispondere al quiz".**

Quando hai finito di rispondere a tutte le domande

1. **premi il pulsante in fondo alla pagina "Invia tutto e termina"**
2. **stampa la schermata successiva come attestato di compilazione del questionario e trasmettila al Presidente del tuo Corso di Studi via posta elettronica.**

Quiz disponibile: mercoledì, 27 maggio 2015, 12:00

Chiusura: lunedì, 27 maggio 2019, 12:00

Riepilogo dei tuoi tentativi

Tentativo	Completato
1	venerdì, 25 novembre 2016, 16:02

Non sono permessi ulteriori tentativi

Continua



Sei collegato come LAURA LAVACCHI. (Esci)

© Progettazione e realizzazione piattaforma MOODLE in Unifi: SIAF - Servizio E-Learning e Formazione