

Guerre di numeri all'Hiv

Matematica. Nascono i modelli virtuali che simulano le reazioni del sistema immunitario
"I calcoli si ispirano alla teoria cinetica dei gas e applicano i paradigmi della complessità"

FRANCESCO VACCARINO
POLITECNICO DI TORINO

In ogni istante si svolgono nel nostro organismo epiche battaglie con migliaia di caduti. Protagonista di questi scontri è il nostro sistema immunitario: linfociti T e B, macrofagi e interferoni scorrazzano per il nostro corpo alla caccia di intrusi - virus, batteri o cellule tumorali - per ingaggiare battaglie senza esclusioni di colpi da cui, talvolta, dipende la nostra vita. Che cosa c'entra tutto questo con i numeri?

«Lavoriamo fianco a fianco con medici e biologi con approccio multidisciplinare»

Una delle frontiere più avanzate esplorate della matematica applicata riguarda proprio lo studio delle reazioni del sistema immunitario contro ospiti invasivi come le cellule tumorali e il virus dell'HIV. La battaglia, a livello cellulare o sub-cellulare, può terminare con la distruzione dell'invasore o con l'inibizione del sistema immunitario e la conseguente proliferazione dell'ospite con danni gravissimi. Ne sa qualcosa Marcello Delitala, ricercatore del Politecnico di Torino e vincitore del prestigioso premio per tesi di dottorato, conferito dall'Istituto Nazionale di Alta Matematica con la Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale: i suoi studi puntano proprio allo sviluppo di modelli per la simulazione della competizione immunitaria.

Regole di interazione

«Immaginiamo un insieme di cellule e pensiamo a loro come particelle. Le loro proprietà fisiche possono essere descritte attraverso i paradigmi sviluppati dalla meccanica statistica, ad esempio dalla teoria cinetica dei gas. Parafrasando il Nobel per la Medicina Leland Hartwell, possiamo dire che la modellizzazione dei sistemi viventi pone problemi specifici ri-



La ricerca medica di frontiera si basa sempre di più sui super-poteri della matematica applicata

petto a quelli della materia inerte, perché la vita è caratterizzata da funzioni come la sopravvivenza e la riproduzione - spiega Delitala -. Noi abbiamo cercato di incorporare questa peculiarità, descrivendo un sistema cellulare non solo attraverso un modello cinetico, ma anche incorporando regole di interazione tra le cellule stesse che esprimano, per esempio, gli aspetti immunologici del problema: un linfocita non è una pallina da biliardo, ma è programmato per fare certe cose: esprime, per così dire, una volontà».

E' chiaro, quindi, che i matematici vogliono non solo occuparsi di teoremi (e di teologia...), ma anche di medicina e biologia, costruendo sistemi di simulazione che consentano agli scienziati di prevedere, al-

meno in parte, i possibili esiti delle battaglie degli anticorpi. «Lavoriamo fianco a fianco con medici e biologi attraverso un approccio multidisciplinare e uno degli scopi è ridurre i test da effettuare sugli organismi e in particolare sull'uomo - sottolinea Delitala -. La simulazione può aiutarci a scartare a priori numerosi approcci sbagliati, eseguendo test al computer».

L'inflazione delle variabili

Naturalmente i tessuti non sono semplici aggregati di cellule e gli organismi non sono solo insiemi di tessuti (parafrasando Totò, «non è la somma che fa il totale»). Questo è il paradigma della complessità di cui si sente sempre più parlare: appare ogni volta che, unendo delle parti, si ottiene

un insieme che è più della semplice somma. In questo senso è chiaro che il tentativo di descrivere statisticamente le proprietà globali di un insieme cellulare, applicando una versione modificata della teoria cinetica dei gas di Boltzmann, deve confrontarsi con molte variabili. Una delle strade è ciò che si definisce «approccio multiscale». «Gli esseri viventi sono caratterizzati da un'elevata complessità, che si rileva variando la scala con cui rappresentiamo il sistema. Potremmo partire da un organismo e, scendendo sempre più di scala, arrivare alla sua analisi a livello di organi, tessuti, cellule, molecole. Al contrario, partendo dalla scala cellulare, stiamo cercando di derivare modelli per le scale più ampie. Per esempio i tessuti».

«L'accademia ha scoperto il potere delle applicazioni»

3 Domande a Mario Primicerio

Mario Primicerio, lei è presidente della Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale: che cos'è questo tipo di matematica?

«E' nata con l'avvento dei calcolatori e con un articolo di Von Neumann su problemi di calcolo legati alla teoria delle matrici. La matematica "pura" si occupa di produrre definizioni e teoremi. Quella applicata, invece, si occupa di modelli, simulazione e metodi di calcolo. Si va dai problemi di organizzazione della struttura produttiva di uno stabilimento alla modellizzazione di sistemi complessi come quelli derivanti dalle scienze sociali, economiche e medico-biologiche».

Che ruolo ha l'Italia?

«Siamo partiti, 15 anni fa, da una situazione non favorevole, che però sta rapidamente migliorando. In passato la matematica applicata era vista in ambito accademico come di serie B. Ora assistiamo all'accettazione di questa matematica, che non è una sorella minore. Dal punto di vista economico il limite sta nella scarsa propensione all'investimento in ricerca da parte delle imprese, da una parte, e nella difficoltà del mondo della ricerca di fare sistema insieme alle imprese dall'altra».

A Parma avete organizzato un convegno: significa che ormai siete diventati protagonisti?

«E' stato un segnale di speranza: una trentina di giovani ricercatori da tutta Italia hanno potuto esporre il contenuto delle loro ricerche, spesso entusiasmanti». (F.V.)

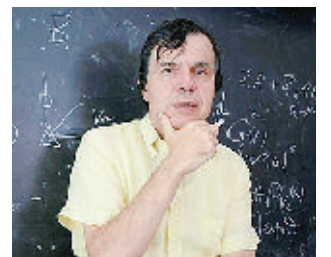
PREMIO MICROSOFT

Il fisico Parisi scienziato d'Europa

FRANCESCA NOBILI

E' l'italiano Giorgio Parisi il vincitore del Premio per la Scienza in Europa 2007, il prestigioso riconoscimento istituito dalla Royal Society inglese, dall'Accademia delle scienze di Parigi e da Microsoft Research per premiare i ricercatori che hanno contribuito alla diffusione e allo sviluppo della scienza computazionale in Europa. Il premio - spiega la motivazione - «è stato concesso per i suoi studi sulla cromodinamica quantistica e sulla fisica degli spin glasses».

«Accogliamo con grande piacere l'annuncio che arriva da Parigi del Premio Microsoft per la Scienza in Europa assegnato a Parisi», ha commentato Umberto Pao-



Giorgio Parisi

lucci, vicepresidente Microsoft Corporation e senior chairman microsoft Emea. «E' un riconoscimento importante per uno dei più grandi fisici italiani, e allo stesso tempo, più in generale, per la ricerca scientifica nel nostro Paese, che anche in un ambito complesso e avanzatissimo come quello delle scienze computazionali e della biologia dei sistemi offre elementi di eccellenza di riferimento per l'Europa intera e per il mondo».

Parisi è direttore del Centro di ricerca e sviluppo Smc - Statistical Mechanics and Complexity - dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (CNR-INFM) ed è professore di Teorie quantistiche presso l'Università La Sapienza. Nato a Roma il 4 agosto 1948, ha compiuto gli studi universitari a Roma, laureandosi in Fisica nel 1970, sotto la direzione di Nicola Cabibbo, e ha cominciato subito un'intensa attività di ricerca. Già candidato al Nobel, è autore di circa 500 pubblicazioni scientifiche e tre libri.

La sua attività di ricerca si concentra nei campi delle particelle elementari, della teoria delle transizioni di fase, della meccanica statistica, della fisica matematica, della teoria delle stringhe, dei sistemi disordinati («spin glasses»), delle reti neurali, dell'immunologia teorica e delle simulazioni di cromodinamica quantistica (il «progetto APE»).

La prima edizione del Premio Microsoft per la Scienza in Europa, tenutasi lo scorso anno, aveva incoronato il ricercatore inglese Dennis Bray della Cambridge University: attivo nel campo della biologia quantistica, il suo lavoro si concentra sulla chemiotassi batterica (un processo fondamentale nello sviluppo, nel sistema immunitario e nella rigenerazione dei tessuti) attraverso l'utilizzo di simulazioni al computer di sistemi biologici.

PROVACI! TUTTOSCIENZE PER I BAMBINI

DI CHE COSA HAI BISOGNO

- UNA PIROFILA
- SALI EPSOM OPPURE SALE ALLUME (SI TROVANO IN DROGHERIA)
- UN BICCHIERE E UN CUCCHIAIO
- ACQUA CALDA
- COLORANTE PER CIBI (NON È INDISPENSABILE)

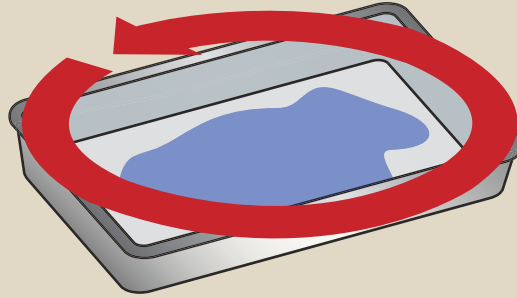
I cristalli-lampo

Ci sono molti modi per «crescere» dei cristalli, ma in genere richiedono molto tempo. Ecco una tecnica veloce



1 Riempi il bicchiere per 1/4 con acqua calda. Butta i sali, fino a quando l'acqua è satura

Puoi aggiungere anche qualche goccia di colorante



2 Metti una piccola quantità della soluzione nella pirofila (stai attento perché è calda) e distendila

3 Aspetta che l'acqua evapori e poi esamina il contenuto

CHE COSA E' SUCCESSO?

Vedrai uno strato solido che assomiglia a una foglia o a una piuma

Appare come una sottile superficie ghiacciata (simile a quella che può formarsi sulle finestre d'inverno)

Si tratta di cristalli: si sono formati quando i sali disciolti si sono trasformati in piccoli grani solidi

