

L'articolo è stato citato anche sul blog Linguaggio Macchina:

linguaggio-macchina.blogspot.com/2007/12/scienza-della-complessit-dal-traffico.html

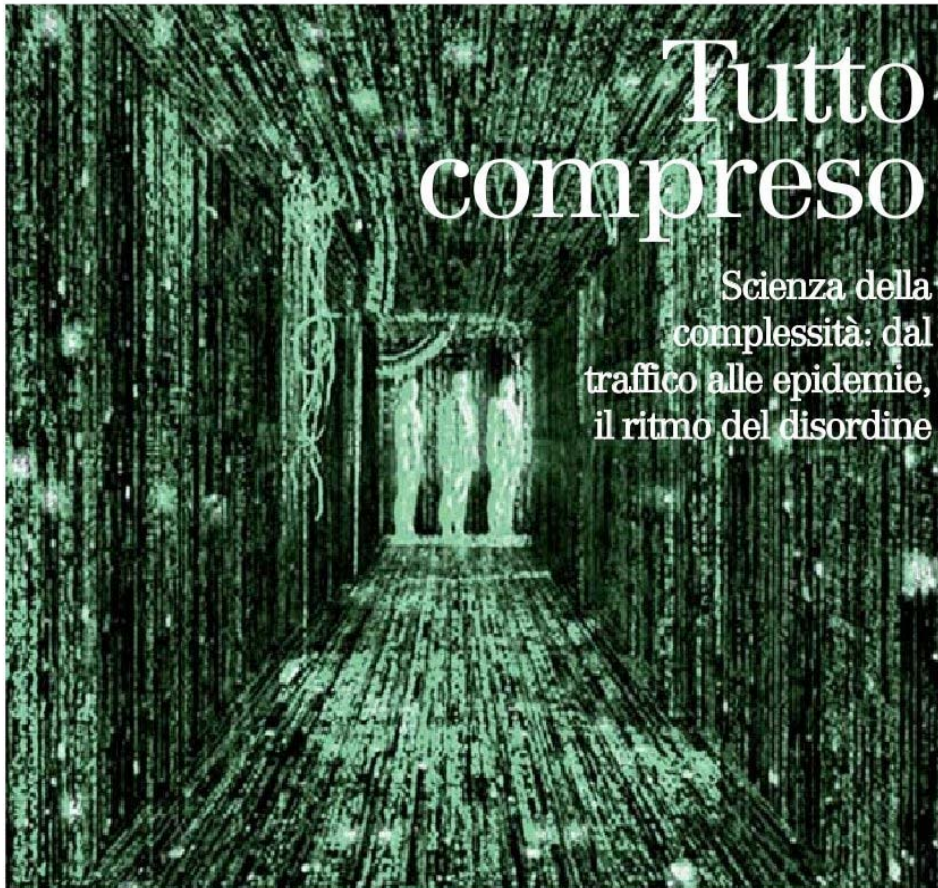
ANDREA MAMELI

Che cos' hanno in comune il traffico urbano, il contagio dell'influenza, l'andamento dei mercati finanziari, la rete Internet e il comportamento di un branco di spigole? Semplice: sono tutti sistemi complessi. Attenzione: complessi, non complicati. La differenza è nella stessa origine delle parole. Complicato (*com plicatus*) significa piegato insieme, come un aereo di carta, mentre complesso (*com plexus*) sta per intrecciato, come un cesto di vimini. Nel primo caso i movimenti che portano alla costruzione del piccolo aereo si possono ripetere anche a ritroso, per smontarlo e ripristinare il foglio di partenza: il processo è tutto sommato reversibile. Nel secondo invece la forza della struttura risiede nel contatto tra le fibre vegetali la cui essiccazione introduce condizioni irreversibili. Tornando ai nostri sistemi la loro particolarità è di essere composti da numerosi elementi (semplici o a loro volta complessi) che interagiscono reciprocamente e di essere aperti, ovvero di avere relazioni con l'esterno: sono sistemi altamente complessi, ad esempio, gli esseri viventi dotati di sistema nervoso e le organizzazioni sociali. Se analizziamo questi sistemi anche limitandoci a esaminare le parti che li compongono, il loro funzionamento dell'insieme resta sempre molto difficile da rappresentare e da capire. Un oggetto invece non complesso, ma solo complicato, è ad esempio, un televisore, del quale possiamo ricostruire una mappa completa del funzionamento.

Il primo approccio concettuale alla scienza della complessità risale a quasi 60 anni fa. Nel 1948, in un articolo pubblicato sulla rivista *American Scientist* e intitolato "Science and Complexity" il matematico Warren Weaver ipotizzava una distinzione in tre classi per i sistemi dinamici naturali: quelli "semplici", caratterizzati quindi dalla scarsità di variabili in gioco, quelli "a complessità disorganizzata", dotati di un numero estremamente elevato di variabili, in gran parte sconosciute, e quelli "a complessità organizzata": ricchi cioè di variabili ma connesse fra loro. Sono questi ultimi i sistemi che si incontrano in economia, fisica, biologia, medicina. Per Weaver i problemi posti dai "sistemi a complessità organizzata" erano «troppo complicati per sottomettersi alle vecchie tecniche del XIX secolo che avevano un successo così evidente nei problemi di semplicità a due, a tre o a quattro variabili». Oggi, grazie a strumenti sempre più potenti, stiamo passando dalla conoscenza del

Il traffico, Internet e il contagio dell'influenza: tutti esempi di sistemi complessi, oggi al centro di una nuova visione scientifica: quella che «non studia più i componenti ma il comportamento globale», coglie le relazioni tra le parti e riconosce i comportamenti ricorrenti.

Un Centro di ricerca per lo studio delle Reti Complesse è appena nato in Sardegna. Lo ha fondato il fisico Alessandro Chessa, che spiega perché l'isola può rappresentare un laboratorio naturale per lo studio dei fenomeni di rete.



Tutto compreso

Scienza della complessità: dal traffico alle epidemie, il ritmo del disordine

comportamento dei costituenti di base (ad esempio, nel caso della biologia, le proteine) alla deduzione del comportamento globale del sistema (l'organismo vivente nel suo insieme o parti di esso, basti pensare al cervello). Lo sviluppo della scienza della complessità ha trovato fra i suoi sostenitori due premi Nobel: Ilya Prigogine (chimico belga di origine russa, studioso dei processi irreversibili) e Murray Gell-Mann (il fisico statunitense celebre per la scoperta dei quark). Ma negli ultimi anni questo approccio si è allargato ad altri campi: in particolare alle scienze economiche. Oggi si parla di management della complessità per indicare un nuovo modo di gestire le organizzazioni, viste come sistemi complessi collocati in ambienti nei quali dominano imprevedibilità e discontinuità. Capire la complessità significa cogliere le relazioni tra le parti e riconoscere comportamenti ricorrenti. Una delle più impressionanti

evidenze di questo tipo, come spiega Mark Buchanan (fisico e redattore di Nature) nel libro "Nexus. Perché la natura, la società, l'economia, la comunicazione funzionano allo stesso modo" (Mondadori, 2004, 273 pagine, 8,80 euro), è quella delle cosiddette reti di piccolo mondo. Analizzando comportamenti umani, sistemi neurali, reti telematiche e strutture fluviali, Buchanan dimostra che i punti di una rete (sociale, biologica o artificiale) si possono col-

legare in un modo che non è né strutturato né completamente casuale, e che tutti i sistemi a rete funzionano in base a questo schema. La rete Internet, il World Wide Web, le reti elettriche e telefoniche, ma anche quelle sociali e culturali, fino alle ramificazioni delle cellule nervose, sono tutti esempi di reti complesse. Fornire una descrizione completa della struttura (grafo) spesso è troppo dispendioso, pertanto si adottano approcci di tipo stati-

stici. Un Centro di ricerca per lo studio delle Reti Complesse è appena nato in Sardegna. Lo ha fondato il fisico Alessandro Chessa (tra gli organizzatori del convegno Reti complesse, dalla biologia alla telematica, svoltosi a Pula nel mese di giugno) e vi operano una decina di ricercatori che lavorano prevalentemente in rete con strumenti che consentono la collaborazione a distanza, via Web, e che affiancano il Gruppo Teorico dei Sistemi Complessi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari (guidato da Gianni Mula).

«Il laboratorio che dirigo - spiega Chessa - si chiama Linkalab e collabora a livello internazionale con i più importanti studiosi di questo settore. In particolare Guido Caldarelli (docente alla Sapienza) e Alessandro Vespignani (Indiana University).»

Dove conducono le vostre ricerche?

«Linkalab ha già avviato varie ricerche applicative in numerosi settori disciplinari, come le reti territoriali ad esempio, quelle stradali o elettriche e le reti biologiche, siano esse genetiche o neurali. Ultimamente ci stiamo concentrando sullo studio delle reti sociali, sia virtuali, come le comunità online, che reali, in particolare le reti sanitarie. Nel primo caso sul fronte delle reti sociali on line stiamo analizzando con nuovi algoritmi la struttura della rete a grado degli utenti del servizio Facebook, che con 50 milioni di persone è attualmente il più grosso fenomeno di social networking al mondo. Questi algoritmi porteranno a una nuova classificazione dei nodi/utenti della rete che potrà essere utilizzata sia per una più efficace ricerca delle informazioni e delle affinità tra utenti, che per il perfezionamento dei canali pubblicitari. Nel campo delle reti sanitarie abbiamo completato studi sull'organizzazione degli ospedali sardi e ora stiamo analizzando la rete degli ospedali su tutto il territorio della Sardegna, sia in termini di richiesta di prestazioni reciproche tra reparti delle varie aziende ospedaliere, che di mobilità del personale e dei pazienti sul territorio regionale.»

Quali sono i vostri obiettivi?

«Crediamo che la Sardegna possa rappresentare un laboratorio naturale per lo studio dei fenomeni di rete complessa e che le nostre ricerche costituiranno anche una straordinaria occasione per coniugare ricerca e promozione territoriale in un unico progetto. La scommessa finale è di incrociare queste analisi sulla rete sanitaria con gli studi delle reti territoriali già effettuati, utilizzando i dati socio-economici relativi alla popolazione e alla loro distribuzione sul territorio.»

