

TEORIA DELLE RETI/1 LA FORMA DEL MONDO

# In principio era la complessità di nodi e legami

**Esperti a convegno in Sardegna: il modello dei network si può applicare a diversi campi del sapere**

DI CARLO MASSARINI

Il mondo, così come lo conosciamo nel 21° secolo, è un network. O, se preferite, è composto da una serie pressoché infinita di piccole e grandi reti. Alcune di queste sono evidenti: le reti dei trasporti, dalle strade stes- se ai trasporti pubblici, a quelli aerei; le reti di comunicazione, dai telefonari ai network te- levisivi, senza dimenticare quella dell'ener- gia elettrica senza la quale quasi nulla di quello che conosciamo funzionerebbe; le reti sociali, gli amici, i parenti, i compagni di lavoro, di scuola, ma anche quelle del terroris- mo e, naturalmente, dell'anti-terrorismo. Per non parlare poi di internet, dove tutte queste cose, dentro e fuori da metafora, pren- dono forma quotidianamente coinvolgendo milioni di persone.

In altre parole, ovunque ci siano delle con- nessioni, e quindi delle relazioni, si crea una rete di conoscenze, di frequenziazioni, di scambio di informazioni. Di interazione.

Esistono poi anche delle reti meno ricono- scibili immediatamente, ma che sono alla base stessa della vita sul nostro pianeta: la catena alimentare e l'ecosistema che ne deri- va. Oppure la stretta relazione che hanno fra di loro le cellule, e all'interno delle cellule i rapporti che regolano l'interazione fra l'Rna e i mitocondri, le proteine, le molecole. Se- condo il vecchio detto, così nel grande, così nel piccolo: non c'è angolo del pianeta o del- le forme viventi dove non si stabiliscano rela- zioni, e dove la mancata armonia di queste relazioni non crei delle alterazioni o perfino interruzioni dei processi vitali.

La teoria delle reti, in realtà, non è mate- ria nuova. Risale almeno all'800. Sono stati due i grandi momenti di svolta: la presa di coscienza dell'importanza delle reti e i nuo- vi strumenti per poterle analizzare. Quello che ha dato uno straordinario impulso a questo campo è stata, da un decennio in qua, l'information technology, che ha con- sistito di vederle, di immagazzinare i dati e di confrontarli, di ricostruirle, di misurar-

le, infine, di cercarne le proprietà intrinse- che. Perché è proprio questo il punto. Cos'è in comune le connessioni neurali con gli hub aeroportuali, o le relazio- ni geniche sulla catena del Dna con lo spo- lamento dei merluzzi nel Mare del Nord? Molto, secondo un ormai vasto grup- po di studiosi di una scienza nuova, quella delle Reti Complesse.

Guido Caldarelli dell'Infm-Cnr di Ro- ma e Alessandro Chessa, rispettivamente Garante Scientifico e Direttore di Linka- lab, nascente Centro di Ricerca per lo studio delle Reti complesse in Sardegna, han- no chiamato a raccolta oltre 70 fra profes- sori, ricercatori ed esperti da tutto il mon- do per un serratissimo workshop di cin- que giorni al Parco Tecnologico Sardegna Ricerche a Pula, a 30 km. da Cagliari. Una quindicina di presentazioni al giorno, una simpatica Poster Session, in cui coloro che non avevano spazio da speaker avevano co- munque l'opportunità di mostrare, in stile tazebo, le loro ricerche e una atmosfera da campus estivo in cui scambiarsi idee, competenze e creme solari.

Detta così, suona come un tour de force in cui un malcapitato invitato con poche no- zioni di base correva il rischio, sommerso da grafici e alienato da formule matematiche, di sentirsi come al primo giorno di universi- tà, ma in un Paese straniero.

Ma l'atmosfera era simpatica e l'atteggia- mento degli organizzatori quello di accudi- re l'invitato "inesperto".

Del resto, c'erano almeno due buoni mo- tivi per tener duro al workshop sardo: intan- to, l'incredibile simpatia che buona parte dei giovani scienziati - età media sui 35 - mani- festavano nella loro vita normale. Il buoni- more non varrà forse un upgrade accademico, ma è contagioso.

L'altro, il più importante, è che è abbastan- za evidente anche ad occhi profani che il campo in questione è davvero innovativo: un territorio vergine che potrebbe, nei pros- simi anni, condizionare la percezione che abbiamo del mondo tanto quanto la capacità di interpretare fenomeni di fronte ai quali siamo stati spesso impotenti.

La complessità delle reti e la loro specificità ha fatto sì che, alla fine, si sia creato un network di competenze diverse per affronta- re problemi complessi: un gruppo interdi- sciplinare composto da matematici, esperti di It, di scienze sociali e biologi che si integra- no con i fisici, che ne sono un po' il nucleo originario. Fisica della materia, teoria, stati- stica; tutevariazioni...

Chi è

Albert-László Barabási, 40 anni, è uno scienziato americano di origini romene. Insegna Fisica teorica all'Università di Notre Dame, in Indiana dove svolge ricerche sulle reti complesse. I suoi contributi hanno aperto nuove prospettive nella scienza delle reti. Tra le pubblicazioni, "Linked. The New Science of Networks" è considerata la più importante per il grande valore divulgativo.



TEORIA DELLE RETI/2 IL GURU ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI

## Internet chiave per capire la realtà

Albert-László Barabási, tra gli scienziati delle reti, è una vera star. A suo merito, però, la doppia veste di scienziato e di scrittore, entrambi di grande successo. Un libro (in originale: *Linked: How everything is connected to everything else and what it means*) e soprattutto la scoperta dei modelli di scale-free networks sui quali molti colleghi hanno costruito le loro simulazioni al computer gli sono bastati per essere uno dei per- sonaggi più influenti di questo nuovo cam- po. Viene dalla Transilvania, e insegna fisica teorica alla Notre Dame University in Indiana. Quando parla, non ha un taglio acca- demico tradizionale. È chiaro, divulgativo, con un humour un po' surreale che lo por- ta a ridere spesso. Sembra che non si pren- da troppo sul serio, ma sotto sotto hai l'impressione che sia convinto, del resto come quasi tutti gli scienziati, che la sua materia possa spiegare l'inspiegabile, al di là di qual- siasi dubbio. Chissà. Ma sul suo successo è molto modesto: «Ho cercato di non essere esclusivo, ma inclusivo - dice -. Ho prova- to a guardare le cose con una prospettiva diversa, perché le cose ci sono, ma le perso- ne non le percepiscono».

«Lo studio delle reti torna indietro di

I sistemi crescono all'infinito e funzionano attraverso connessioni preferenziali

molti anni, ma non avevamo gli strumenti adatti. Internet si è rivelato non solo un sog- getto di studio, ma anche uno strumento per accedere alle fonti di informazioni. Noi eravamo al corrente della rete metabo- lica già 150 anni fa, negli anni 70-80 erano state scoperte la maggior parte delle reazio- ni, ma ognuna separata dalle altre, e poi, voilà! dopo quattro miliardi di anni i com- puter ci hanno consentito di osservarle come fossero un network. Quello che abbia- mo scoperto è che qualsiasi gruppo, da quelli di amici a My Space, hanno tutti la stessa architettura, seguono le stesse rego- le fondamentali, sono diversi eppure sono universali nel loro linguaggio comune. Il modello comune è quello che chiamiamo scale-free networks. Ovvero reti senza sca- la, fuori dai parametri tradizionali. Se dise- gni dei punti su un foglio di carta e li con-

netti, vedi che i legami sono casuali, democ- ratici. Alcuni, per esempio coloro che han- no lo stesso numero di amici, tenderanno a essere connessi dallo stesso numero di link. Le reti materiali funzionano così, in termini di trasporti sono così le reti auto- stradali. Ma quello che abbiamo scoperto è che le vere reti non funzionano così. Fun- zionano come gli hub aeroportuali: alcuni hub sono estremamente connessi, e alcu- ni aeroporti di connessioni ne hanno po- che. I nodi quindi non si connettono in ma- niera tipica, ma al contrario senza scala di grandezza. La caratteristica delle reti sono due: crescono continuamente, e lo fanno con connessioni preferenziali. Se uno en- tra in una Rete è estremamente probabile che lo farà attaccandosi ai nodi più connes- si. A quel punto entrano in gioco altri fatto- ri, come la fitness. In un modello alternati- vo proposto dal professor Guido Caldarel- li, esperto di reti, non conta solo il numero dei link già presenti, ma anche se ho voglia di vederli o di parlare ancora, quanto quel sito sia attraente».

Nel momento in cui fai una scelta nei confronti dei tuoi link (amici, interessi com- muni eccetera), nessuno decide come co-

struire la rete, si forma da sola, per auto- organizzazione: non c'è un controllo centra- le, ognuno decide per sé. Applicazioni?

«Nell'immediato - continua Barabási - le grandi net companies. Il successo di Google nasce dal fatto che è stata la prima a prendere seriamente il concetto di hub. Oppure le reti sociali come My Space. Sul- la lunga distanza, molti campi scientifici, o medici: in biologia, per esempio si è ca- pito che non è un solo gene a determina- re una malattia - per esempio il diabete - ma sette, collegati uno all'altro attraverso una rete: se crolla uno di loro, è tutta la rete a crollare. Ma può essere molto utile anche in economia, per comprendere le relazioni fra i nodi: in un mercato perfet- to non dovrebbe succedere; in realtà non solo le aziende, ma anche le persone inte- ragiscono, e magari tendi a fare un pre- zzo migliore a un amico; oppure si può sco- prire il legame fra le piccole banche e le grandi: quando queste hanno bisogno di capitale sono le piccole a far loro un pre- stito, e alla fine vivono proprio e solo in funzione di questo come mostrato dal gruppo di Caldarelli».

La scienza, secondo Barabási, sta per tro- vare un modello con cui interpretare il mondo, le regole che ordinano tutte queste connessioni. La scienza però è focalizzata non sul sistema, ma sui processi, anche su certe proprietà psicologiche, per esempio sul perché uno si connette. (c.m.s.)

