

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.

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 stesse ai trasporti pubblici, a quelli aerei; le reti di comunicazione, dai telefoni ai network televisivi, senza dimenticare quella dell'energia 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 terrorismo e, naturalmente, dell'antiterrorismo. Per non parlare poi di internet, dove tutte queste cose, dentro e fuori di metafora, prendono forma quotidianamente coinvolgendo milioni di persone. In altre parole, ovunque ci siano delle connessioni, e quindi delle relazioni, si crea un reticolo di conoscenze, di frequentazioni, di scambio di informazioni. Di interazione. Esistono poi anche delle reti meno riconoscibili immediatamente, ma che sono alla base stessa della vita sul nostro pianeta: la catena alimentare e l'ecosistema che ne deriva. 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. Secondo il vecchio detto, così nel grande, così nel piccolo: non,c'è angolo del pianeta o delle forme viventi dove non si stabiliscano relazioni, 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 materia nuova. Risale almeno all'800. Sono stati due i grandi momenti di svolta: la presa di coscienza dell'importanza delle reti e nuovi 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 consentito di vederle, di immagazzinare i dati e di confrontarli, di ricostruirle, di misurarle, infine, di cercarne le proprietà intrinseche. Perché è proprio questo il punto. Cos'hanno in comune le connessioni neuronali con gli hub aeroportuali, o le relazioni geniche sulla catena del Dna con lo spopolamento dei merluzzi nel Mare del Nord? Molto, secondo un ormai vasto gruppo di studiosi di una scienza nuova, quella delle Reti Complesse. Guido Caldarelli dell'Infm-Cnr di Roma e Alessandro Chessa, rispettivamente Garante Scientifico e Direttore di Linkalab, nascente Centro di Ricerca per lo studio delle Reti complesse in Sardegna, hanno chiamato a raccolta oltre 70 fra professori, ricercatori ed esperti da tutto il mondo per un serratissimo workshop di cinque 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 comunque l'opportunità di mostrare, in stile tazebao, 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 nozioni di base correva il rischio, sommerso da grafici e alienato da formule matematiche, di sentirsi come al primo giorno di università, ma in un Paese straniero. Ma l'atmosfera era simpatica e l'atteggiamento degli organizzatori quello di accudire l'inviato "inesperto". Del resto, c'erano almeno due buoni motivi per tener duro al workshop sardo: intanto, l'incredibile simpatia che buona parte dei giovani scienziati - età media sui 35 - manifestavano nella loro vita normale. Il buonumore non varrà forse un up-grade accademico, ma è contagioso. L'altro, il più importante, è che è abbastanza evidente anche ad occhi profani che il campo in questione è davvero innovativo: un territorio vergine che potrebbe, nei prossimi 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 là loro specificità ha fatto sì che, alla fine, si sia creato un

network di competenze diverse per affrontare problemi complessi: un gruppo interdisciplinare composto da matematici, esperti di It, di scienze sociali e biologi che si integrano con i fisici, che ne sono un po' il nucleo originario. Fisica della materia, teorica, statistica: tutte variazioni....

Carlo Massarini

TEORIA DELLE RETI/2 - IL GURU ALBERT-LASZLO BARABASI

Internet chiave per capire la realtà

I sistemi crescono all'infinito e funzionano attraverso connessioni preferenziali. Albert-Laszlo Barabasi, 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 personaggi più influenti di questo nuovo campo. Viene dalla Transilvania, e insegna fisica teorica alla Notre Dame University in Indiana. Quando parla, non ha un taglio accademico tradizionale. È chiaro, divulgativo, con un humour un po' surreale che lo porta a ridere spesso. Sembra che non si prenda 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 qualsiasi dubbio. Chissà. Ma sul suo successo è molto modesto: «Ho cercato di non essere esclusivo, ma inclusivo - dice -. Ho provato a guardare le cose con una prospettiva diversa, perché le cose ci sono, ma le persone non le percepiscono». «Lo studio delle reti torna indietro di molti anni, ma non avevamo gli strumenti adatti. Internet si è rivelato non solo un soggetto di studio, ma anche uno strumento per accedere alle fonti di informazioni. Noi eravamo al corrente della rete metabolica già 150 anni fa, negli anni 70-80 erano state scoperte la maggior parte delle reazioni, ma ognuna separata dalle altre, e poi, voilà! dopo quattro miliardi di anni i computer ci hanno consentito di osservarle come fossero un network. Quello che abbiamo scoperto è che qualsiasi gruppo, da quelli di amici a My Space, hanno tutti la stessa architettura, seguono le stesse regole fondamentali, sono diversi eppure sono universali nel loro linguaggio comune. Il modello comune è quello che chiamiamo scale-free networks. Ovvero reti senza scala, fuori dai parametri tradizionali. Se disegni dei punti su un foglio di carta e li connetti, vedi che i legami sono casuali, democratici. Alcuni, per esempio coloro che hanno lo stesso numero di amici, tenderanno a esser connessi dallo stesso numero di link. Le reti materiali funzionano così, in termini di trasporti sono così le reti autostradali. Ma quello che abbiamo scoperto è che le vere reti non funzionano così. Funzionano come gli hub aeroportuali: alcuni, hub sono estremamente connessi, e alcuni aeroporti di connessioni ne hanno poche. I nodi quindi non si connettono in maniera tipica, ma al contrario senza scala di grandezza. La caratteristica delle reti sono due: crescono continuamente, e lo fanno con connessioni preferenziali. Se uno entra in una Rete è estremamente probabile che lo farà attaccandosi ai nodi più connessi. A quel punto entrano in gioco altri fattori, come la fitness. In un modello alternativo proposto dal professor Guido Caldarelli, 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 comuni eccetera), nessuno decide come costruire la rete, si forma da sola, per auto-organizzazione; non c'è un controllo centrale, ognuno decide per sé. Applicazioni? «Nell'immediato - continua Barabasi - 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. Sulla lunga distanza, molti campi scientifici, o medici: in biologia, per esempio si è capito che non è un solo gene a determinare 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 perfetto non dovrebbe succedere; in realtà non solo le aziende, ma anche le persone interagiscono, e magari tendi a fare un prezzo migliore a un amico; oppure si può scoprire il legame fra le piccole banche e le grandi: quando queste hanno bisogno di capitale sono le piccole a far loro un prestito, e alla fine vivono proprio e solo in funzione di questo come mostrato dal gruppo di Caldarelli». La scienza, secondo Barabasi, sta per trovare 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.

Chi è

Albert-Laszlo Barabasi, 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.

(c.mas.)

TEORIA DELLE RETI/3 - LEGAMI QUASI MATEMATICI

La società è una questione di link

Dalle conoscenze al cibo alle pandemie: gli analisti studiano i collegamenti. Mark Buchanan, fisico ed ex redattore di Nature ha scritto due libri, Nexus e il recente Social Atom. Nel primo, riprende molti concetti diventati in America quasi pop culture, come quella definita nel 1967 dal sociologo Stanley Milgram, i Sei Gradi di Separazione, per cui chiunque, su questo pianeta, dal Presidente degli Usa a un anonimo contadino del Bangla Desh, è collegato da soli sei passaggi di conoscenza: «non bisogna meravigliarsi - dice -, è vero che il mondo è grande, ma noi conosciamo solo i nostri link, non conosciamo quelli a cui siamo connessi anche se non li vediamo. I legami deboli, per esempio le persone che non vedi più, sono importanti perché ci legano ad altre comunità. Sono le comunità piccole che creano il mondo. Sei è una media, i link necessari potrebbero essere qualcuno di meno, o di più. L'importante è che con poche, connessioni tu possa arrivare a chiunque, anche in mezzo a 6 miliardi di persone». Di conseguenza, pensavamo che il mondo fosse la somma degli individui, ma in realtà non lo è. Perché ci sono sorprese nelle interazioni che nessuno penserebbe. Anche di fronte a una risposta ovvia, un gruppo di persone al 40% seguirà dei "volontari" che hanno dato una falsa risposta sbagliata. Crediamo di conoscere quello che determina le nostre azioni, ma forse non è così. Quello che gli scienziati sociali tentano di trovare sono i comportamenti collettivi quando le persone interagiscono. «Nella storia c'è un mix di logica e casualità - dice Buchanan - del resto anche in natura ci sono le mutazioni genetiche. Ma ci sono regolarità: ogni fiume ha un percorso diverso, ad esempio, ma hanno tutti le stesse caratteristiche. Grande parte del lavoro futuro sarà determinare il limite fra il prevedibile e l'imprevedibile». Neo Martinez ha 40 anni, l'occhio vivo e sognante e il look e atteggiamento che una volta si sarebbe definito hippy. Anche lui è intervenuto al workshop di cinque giorni al Parco Tecnologico Sardegna Ricerche (si veda articolo in apertura): «Se intendiamo i valori di base, quali giustizia ambientale e lotta alla corruzione, certo che lo sono». Il nome del suo progetto è in tema: Peace (Pacific eco-

informatics and computational ecologylab) si occupa di Food Webs, ovvero delle interazioni nella catena alimentare. Neo è un biologo, ma la sua conoscenza dei modelli informatici gli ha consentito di creare un ponte fra le due discipline che lo ha portato in nuovi territori. «Si credeva che i food webs avessero un certo livello di complessità, ma abbiamo scoperto che è molto maggiore – spiega -: si pensava che la struttura fosse più gerarchica, simile a quella aziendale, invece è molto complessa, ci sono molti più link, più loop, più cannibalismo. L'interdipendenza è più complessa e meno intuitiva. Se per esempio si vogliono salvaguardare i merluzzi, non basta sopprimere i loro predatori, perché si può scoprire che ad avvantaggiarsene sono altri pesci che competono allo stesso livello. Insomma, le correlazioni sono imprevedibili, e' lo studio delle dinamiche non lineari è una maniera più realistica di modellare la natura». Alessandro Vespignani, romano, è uno dei nostri emigrati di alto profilo. Da anni insegna e dirige il laboratorio dell'Università di Indiana a Bloomington, ma ora dirige anche un laboratorio, presso l'ISI di Torino. «Noi cerchiamo - racconta - di capire teoricamente come le reti si strutturano, si evolvono, come alcune scelgano certe forme piuttosto che altre. Creiamo dei modelli, ovvero delle rappresentazioni della realtà che possiamo simulare al computer. I modelli sono le ricette che creano queste reti, come le ricette della natura, cioè le leggi fisiche, sociali, mediche». Ora però è tornato part time a Torino a dirigere un laboratorio che lavora su questi temi. Con lui è re-immigrata Vittoria Colizza, romana, 29 anni, nel suo team in Indiana per alcuni anni dopo la laurea. Vespignani è stato il suo capo progetto in un lavoro sulle Reti epidemiologiche che ha avuto notevole eco, e che rappresenta una di quelle applicazioni pratiche che fanno intravedere enormi potenziali. La Sars li ha messi in condizione di verificare la teoria nel reale. Sono riusciti a definire un modello per poter prevedere come potrebbero estendersi le pandemie, le epidemie a livello globale. Alcuni fra i più di 60 intervenuti al workshop sardo, poi, lavorano su Internet e World Wide Web. Filippo Menczer e Alessandro Flammini (gli ennesini romani finiti nell'Indiana) hanno fatto uno studio sulla cosiddetta Googlearchy, nome usato per descrivere un circolo vizioso secondo cui le pagine più popolari diventano sempre più popolari e le pagine nuove non hanno quasi nessuna chance di essere notate. Un'altra ricerca di Menczer invece è stata sul fenomeno del phishing, ovvero del furto di identità in Rete: se tu sai chi conosce chi, puoi effettuare un phishing basato sulle amicizie. La gente è molto più propensa a fare cose pericolose, tipo dare senza problemi la sua password, se l'invito viene da un amico: nonostante l'evidente possibilità di una frode, il 72% degli studenti -quindi non proprio degli sprovveduti- ha loggato su un sito "falso" solo perché invitati da una persona conosciuta, anche se anch'essa "falsa". Broder, responsabile della ricerca di Yahoo! ha presentato dei grafici -costruiti su modelli di scalefree networks- da cui si riesce a capire(per una leggera discrepanza nel grafico da un traffico "normale") chi utilizza la Rete per fare spamming. Sullo stesso tema anche Andrea Capocci, del gruppo di Guido Caldarelli -grande esperto di reti -, che partendo dall'uso del Tagging su Cite Ulike (una comunità non commerciale per la condivisione dei link ad articoli scientifici) riesce a identificare siti spuri o di spamming. Considerando i comportamenti di aggregazione, o clustering (numero di "triangoli" intorno a un nodo), i due ricercatori hanno visto che i Tag dello spam hanno un comportamento diverso da quello del semantico naturale, e possono essere individuati con facilità. Per una volta tanto l'Italia è in prima linea in questi studi grazie ai finanziamenti comunitari. Prima con il progetto Cosin coordinato dallo stesso Caldarelli e poi nel progetto Delis che vede un foltissimo gruppo di romani ci troviamo in prima fila ma nello studio delle reti tecnologiche.

(c.mas.)