



Il Cairo, Piazza Tahrir, foto di Jonathan Rashad

# Così vicini, così lontani

di PIERLUIGI CRESCENZI

**Piazza Tahir è bloccata. Stiamo provando ad arrivare lì. Gli Egiziani stanno facendo la storia. Con questo messaggio Wael Ghonim è diventato uno tra i blogger più famosi al mondo, decretando l'importanza del ruolo svolto dalle reti sociali e dalle nuove risorse tecnologiche nell'organizzazione di quella che è ormai nota come "primavera araba". Lo stesso Ghonim afferma che "se non ci fossero stati i social network la scintilla non sarebbe scattata. La situazione prima della rivoluzione era critica. Senza Facebook, Twitter, Google e YouTube questo non sarebbe mai successo».**

**Annuncia su Facebook il suicidio da un ponte. Questo episodio, riportato da quasi tutta la stampa italiana e avvenuto nel febbraio 2013, è solo uno dei tanti che si sono verificati negli ultimi mesi e che sembrano delineare una "tendenza", soprattutto tra i giovani, a utilizzare una rete sociale per "annunciare" il proprio suicidio. Tuttavia, la stessa rete sociale che permette di diffondere in tempo reale le notizie relative alle manifestazioni della "Primavera araba" non sembra reagire in modo analogo, ovvero in tempo reale, alle implicite richieste di aiuto che provengono dai suoi giovani utenti.**



Uno dei percorsi seguiti dalle 64 lettere che raggiunsero un destinatario a Boston partendo da un mittente a Omaha: in questo caso, il numero di passaggi è 6

Come possiamo spiegare questa apparente contraddizione, nota come il *paradosso di Facebook*? In quel che segue, mostreremo che, in realtà, non si tratta affatto di un paradosso, ma della conseguenza di semplici proprietà delle reti sociali che sono state osservate e che possiamo facilmente formalizzare facendo uso delle nozioni di base della teoria dei grafi.

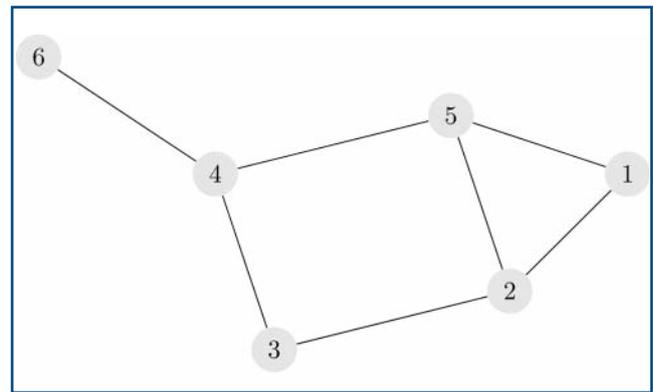
Tutto ha inizio da uno degli esperimenti più noti nel campo dell'analisi delle reti sociali (e ora noto come *esperimento del piccolo mondo*), realizzato nel 1967 dallo psicologo sociale Stanley Milgram. In realtà, sin dall'inizio del 1900, Guglielmo Marconi suggerì nei suoi studi sulle reti radio quella che è conosciuta oggi come l'affascinante *ipotesi dei sei gradi di separazione*. Tale ipotesi, formulata esplicitamente nel 1929 dallo scrittore, poeta e giornalista Frigyes Karinthy, sostiene che ogni persona sia in grado di comunicare con ogni altra persona passando attraverso al più cinque persone. Milgram cercò di validare questa ipotesi progettando il seguente ingegnoso esperimento: una lettera venne inviata ad alcune persone residenti a Omaha (nello stato del Nebraska), chiedendo a ciascuno di essi di farla recapitare ad altre persone residenti a Boston (nello stato del Massachusetts e a oltre 2300 chilometri da Omaha), rispettando la regola che se il destinatario era fra le loro immediate conoscenze, allora avrebbero dovuto inviare la lettera direttamente al destinatario, altrimenti avrebbero dovuto inviarla a una delle loro immediate conoscenze, quella che, secondo loro, avrebbe avuto più possibilità di essere in diretto contatto con il destinatario. Delle 296 lettere che furono spedite, solo 64 raggiunsero il relativo destinatario: queste 64 lettere, però, richiesero in media tra i 5 e i 6 passaggi, suggerendo, quindi, che negli Stati Uniti il grado di separazione tra le persone fosse, appunto, 6. Da allora, tale ipotesi ha suscitato così tanto interesse che nel 1990 John Guare scrisse una *pièce* teatrale, intitolata, appunto, "Sei gradi di separazione", divenuta molto popolare e portata sul grande schermo dal regista Fred Schepisi. Nel finale, la protagonista termina il suo famoso monologo dicendo: "Sei gradi di separazione tra me e chiunque altro su questo pianeta. Come trovare le giuste sei persone?". In realtà, l'esperimento di Milgram rispondeva anche a questa domanda, suggerendo che la ricerca delle cinque persone in grado di collegarci a una qualunque altra persona potesse avvenire applicando quello che, in informatica, è noto come il *metodo goloso*: tale metodo consiste, in ogni momento in cui una decisione vada presa, nel perseguire la scelta che in quel momento sembra essere la migliore possibile (indipendentemente dalle conseguenze che tale scelta possa avere nel futuro). Le regole dell'esperimento di Milgram richiedevano, in effetti, ai partecipanti di comportarsi in modo goloso, indirizzando la lettera alla persona che potesse sembrare la più vicina al destinatario.

“

**L'ipotesi dei sei gradi di separazione afferma che le reti sociali, viste come grafi, hanno una distanza media molto piccola**

”

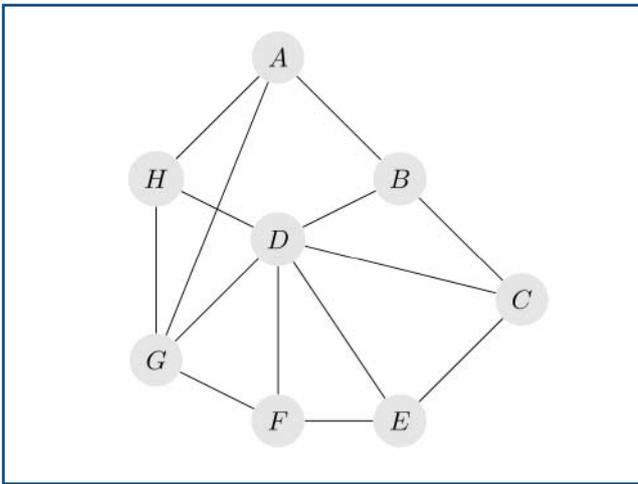
L'ipotesi dei sei gradi di separazione è nota nel mondo dell'informatica con il nome di *ipotesi del piccolo*



Un grafo con 6 nodi e 7 archi. La distanza tra il nodo 1 e il nodo 6 è pari a 3 (considerando, ad esempio, il cammino minimo che passa per i nodi 5 e 4). Calcolando le distanze tra ogni coppia di nodi, si verifica facilmente che la distanza media è uguale a 1,6

*mondo*: tale ipotesi afferma che le reti sociali, viste come grafi, hanno una distanza media molto piccola. Per comprenderla, ricordiamo anzitutto che un *grafo* è un insieme di elementi, detti *nodi*, collegati fra loro da *archi*. Ad esempio, nel grafo delle conoscenze i nodi sono le persone e un arco che collega due persone indica che queste due persone si conoscono direttamente. Dati due nodi  $u$  e  $v$  di un grafo, la distanza tra di essi è la lunghezza del minimo cammino che parte da  $u$  e arriva a  $v$  passando solo attraverso archi del grafo (dove per lunghezza di un cammino si intende il numero di archi in esso contenuti). La *distanza media* è dunque la media delle distanze tra ogni coppia di nodi e l'ipotesi del piccolo mondo afferma (nella sua versione più semplice) che in un qualunque grafo "sociale" la distanza media è costante, ovvero indipendente dal numero di nodi. Ad esempio, nel caso del grafo delle conoscenze, l'esperimento di Milgram suggerisce che la distanza media sia non superiore a 6. L'ipotesi del piccolo mondo è stata confermata sperimentalmente nel caso di un gran numero di reti di carattere sociale, come, ad esempio, la rete delle collaborazioni scientifiche o quella delle collaborazioni cinematografiche, la rete delle comunicazioni di posta elettronica e la rete delle citazioni scientifiche. Recentemente, la conferma è arrivata anche nel caso di quella che è "La Rete Sociale" per eccellenza, ovvero Facebook, nel cui caso è stato recentemente stimato (attraverso misurazioni e algoritmi alquanto complessi) che la distanza media sia addirittura 4. Un valore incredibile, se si pensa che Facebook contiene al momento un miliardo di nodi! Eppure esiste una spiegazione intuitiva e plausibile per questo sorprendente fenomeno: questa spiegazione si chiama *hub*.

Esistono in quasi tutte le reti sociali e, in particolare, in Facebook, dei nodi (corrispondenti a persone davvero di successo) che hanno un numero enorme di vicini (ovvero nodi a essi direttamente collegati): questi nodi sono chiamati *hub*, in analogia con quelli aeroportuali (come Francoforte o Parigi). E così come gli *hub* aeroportuali consentono con pochi scali di viaggiare da una città a una qualunque altra città, gli *hub* delle reti so-



Il nodo D è un *hub*, essendo vicino di tutti gli altri nodi ad eccezione del nodo A. La sua esistenza consente agli altri nodi di poter comunicare molto rapidamente. Grazie a D, ad esempio, la distanza del nodo C da tutti gli altri nodi è al più 2: se D non ci fosse, la distanza di C dai nodi H e G sarebbe pari a 3

ciali consentono a una persona di essere connessa a qualunque altra persona attraverso poche cosiddette “strette di mano”.

Ed ecco dunque spiegato il motivo per cui le reti sociali possono diventare veicolo estremamente efficace di trasmissione dell'informazione. In un'epoca in cui ciascuno di noi possiede un telefono cellulare e la connessione a Internet, è più che plausibile che un *tweet* raggiunga la grande maggioranza degli utenti in poche ore, se non minuti.

Ma allora qual è la ragione della lenta reazione agli annunci di suicidio, se possiamo immaginare che anche questi dovrebbero sfruttare la proprietà del piccolo mondo e diffondersi con la rapidità del vento? In questo caso, la spiegazione risiede in un'altra proprietà delle reti sociali, ovvero il fatto di essere “sparse”, dal punto di vista della teoria dei grafi, e allo stesso tempo “dense”, dal punto di vista degli esseri umani. Un grafo è detto *sparso* se il numero di archi è “piccolo” rispetto al massimo possibile, ovvero rispetto al quadrato del numero dei nodi (che corrisponde grosso modo al numero di coppie che possono formarsi): più precisamente, un grafo è sparso se  $m = cn$ , dove  $n$  indica il numero di nodi,  $m$  il numero di archi e  $c$  è una costante (generalmente molto piccola rispetto a  $n$ ). Facendo riferimento alle reti sociali, è stato osservato che tutte queste reti sono in effetti sparse. Ad esempio, nel caso di Facebook, all'inizio del 2011 il numero di nodi era circa pari a 700 milioni, mentre il numero di archi (ovvero di relazioni di amicizia) era “solamente” pari a circa 70 miliardi, un numero molto più piccolo del quadrato del numero di nodi. La rete di Facebook è dunque una rete sparsa, con un valore di  $c$  pari a circa 100 (questo valore sembra essere stato confermato anche da successive misurazioni). Ciò significa che mediamente un utente di Facebook ha 100 amici (ovviamente, vi sono utenti, come chi scrive,

che ne hanno molti di meno, e utenti, come i suddetti *hub*, che ne hanno molti di più). Matematicamente quest'osservazione non fa una piega. Eppure se ripensiamo alla frase che ho appena scritto (“un utente Facebook ha 100 amici”), ci rendiamo conto che, dal punto di vista di un essere umano, Facebook ha drasticamente aumentato il numero di amicizie rispetto a quello a cui eravamo precedentemente abituati. Alzi la mano chi ha più di 10 “buoni” amici! In effetti, l'equivoco di partenza sta proprio nel termine scelto dai creatori di Facebook, per denotare una relazione tra due utenti: molto più appropriato sarebbe stato chiamare tali relazioni “conoscenze” (virtuali). Il numero così elevato di tali relazioni ne determina, chiaramente, un decremento di valore in termini di amicizia e, conseguentemente, in termini di attenzione prestata ai messaggi inviati. Mediamente, un utente di Facebook pubblica sulla propria bacheca 2-3 messaggi al giorno, ovvero 1 messaggio ogni 4-5 ore. Pertanto, mediamente, un utente di Facebook riceve sulla propria bacheca 200-300 messaggi al giorno, ovvero 100 messaggi ogni 4-5 ore. Visto che questi messaggi vengono mostrati sulla bacheca in ordine sequenziale rispetto al tempo di inserimento, la probabilità che un messaggio capiti in cima o almeno tra i primi 10 è decisamente bassa. Più precisamente, è stato stimato che un

“ Come è successo in tanti altri casi precedenti, il paradosso di Facebook potrebbe semplicemente essere dovuto a un uso incontrollato della tecnologia ”

messaggio raggiunge solo il 12% dei nostri amici: un po' poco, se si pensa che l'alternativa dello SMS garantisce che tutti gli amici a cui vogliamo inviare il messaggio lo leggeranno. Ecco dunque spiegato il motivo per cui

così tanti messaggi di aiuto inviati da giovani adolescenti rischiano di cadere nel vuoto (senza considerare il fatto che, certe volte, proprio il non essere “considerati” su Facebook rischia di creare lo stato di depressione). Esistono chiaramente degli strumenti per sopperire a questi inconvenienti: Facebook stesso ha introdotto possibilità di selezionare gli utenti di cui si vogliono vedere i messaggi. Ed è probabile che, con il passare del tempo, le gigantesche reti sociali tornino a essere formate da piccole comunità di “vera amicizia”, in cui l'amico possa intervenire a salvare l'amico. Come è successo in tanti altri casi precedenti, il paradosso di Facebook potrebbe semplicemente essere dovuto a un uso incontrollato della tecnologia (chi di voi non ha fatto a gara sul numero di amici?), per quindi sparire con il ripristino di un uso responsabile e più umano della tecnologia stessa. Senza perdere, però, la possibilità, quando ce ne sia la necessità, di sfruttarla per dare il via alla prossima rivoluzione.

#### Pierluigi Crescenzi

È professore ordinario di Informatica presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università degli Studi di Firenze. Le sue ricerche, iniziate nel campo della teoria della complessità computazionale, si sono rivolte successivamente all'algoritmica per i sistemi distribuiti e per le reti e all'insegnamento dell'informatica a livello universitario. È coautore di numerosi articoli scientifici e di cinque libri, due in inglese e tre in italiano. [pierluigi.crescenzi@unifi.it](mailto:pierluigi.crescenzi@unifi.it)

