

Le città e le galassie

Secondo i cosmologi, il modo in cui le galassie si evolvono equivale matematicamente a quello degli agglomerati urbani.

The Physics arXiv Blog

I sociologi urbani sanno da tempo che le interazioni su larga scala tra individui, come la probabilità che una persona faccia amicizia con un'altra o le dimensioni della città in cui vivono, sono governate da una precisa e sorprendente tipologia di leggi. Secondo la legge di Zipf, se si elencassero le città per dimensioni, si scoprirebbe che la posizione di ciascuna città nell'elenco è inversamente proporzionale al numero di persone che ci vive. Se, per esempio, la più grande città degli Stati Uniti ha una popolazione di 8 milioni di individui, la seconda città per grandezza avrà una popolazione di 8 milioni di individui diviso per 2, la terza avrà una popolazione di 8 milioni di individui diviso per tre e via dicendo.

Questa semplice relazione è nota come legge di scala e sembra essere fatta su misura per osservare come si distribuiscono le dimensioni delle città.

Un altro interessante esempio è quello della probabilità che un individuo faccia amicizia con un altro. Questa probabilità risulta inversamente proporzionale al numero di persone che vivono più vicino alla prima persona piuttosto che alla seconda. Ciò che incuriosisce di queste leggi è il fatto che, nonostante siano ampiamente accettate, nessuno sa perché si verifichino. Non esiste qualche profondo modello teorico da cui abbiano origine. Si evincono piuttosto dalla semplice misurazione delle proprietà di città e amicizie.

Ora, grazie agli studi di Henry Lin e Abraham Loeb dell'Harvard-Smithsonian Centre for Astrophysics di Cambridge, siamo giunti a un punto di svolta. I ricercatori hanno infatti individuato un singolo principio unificante che spiega l'origine di queste leggi.

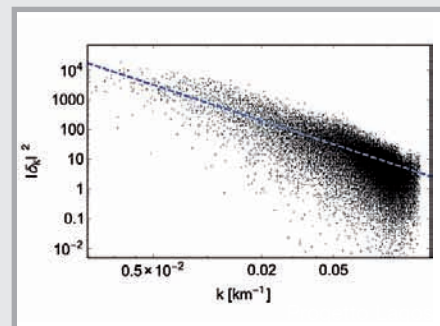
Eccoci arrivati al punto: l'approccio sociologico è matematicamente equivalente al modo in cui i cosmologi descrivono la crescita delle galassie nello spazio. In altre parole, le città si sviluppano in base alle variazioni di densità della popolazione esattamente come le galassie presero forma dalle variazioni di densità della materia ai primordi dell'universo.

I due scienziati sono partiti dalla realizzazione di un modello matematico che descrive come la densità della popolazione umana varia lungo un piano euclideo bidimensionale. Pensano infatti che si possano escludere dal modello il calcolo degli effetti della curvatura della Terra perché qualunque influenza di questo dato sulla densità della popolazione non potrebbe che essere minimo in confronto al raggio del pianeta. È così che gli scienziati pensano si siano sviluppate le galassie. Anzitutto, considerano la densità della materia nell'universo ai suoi albori. Quindi, studiano la struttura matematica di ogni variazione di questa densità. Infine, applicano questi principi matematici allo studio dei cambiamenti di densità nel tempo in regioni specifiche.

Grazie ai molti decenni di studi in cosmologia, questi strumenti matematici sono già bene compresi e di facile applicazione al problema della densità della popolazione sul nostro pianeta. Tutto ciò che serve, sono i dati necessari a calibrare il modello matematico.

Sappiamo, per esempio, che occorrono circa 5 anni perché una perturbazione della densità della popolazione trovi il suo equilibrio. Questo è il periodo di tempo su cui si misura il cambiamento di residenza del 35 per cento della popolazione degli Stati Uniti. Avendo creato un modello del modo in cui varia la densità della popolazione, Lin e Loeb lo hanno messo alla prova con dati già noti. «I risultati», sostengono, «concordano con le previsioni teoriche su di un'ampia gamma di scale di misura, dai pochi chilometri alle migliaia di km».

Lin e Loeb hanno calcolato il numero di città sopra una determinata soglia di densità di popolazione e mostrato, facendo uso del modello, come il valore risultante



abbia una inclinazione logaritmica pari a -1: «È pari alla legge di Zipf, vale a dire che la posizione in classifica di una città è inversamente proporzionale alle sue dimensioni».

Inoltre hanno calcolato il numero medio di amici che si prevede un individuo abbia in una data regione. Ancora una volta, il modello produce il rapporto descritto dalla legge di Zipf così familiare ai sociologi. È interessante notare che il loro modello sembrerebbe condurre alle stesse leggi per numerose condizioni di partenza. Si tratta di un fattore importante in quanto il modello non richiede di essere calibrato per risultare compatibile con i dati osservati: anche questo, un problema familiare ai cosmologi.

Il lavoro di Lin e Loeb non rappresenta solo una curiosità matematica, ma ha importanti implicazioni in relazione ad altri fattori legati alla densità di popolazione, quali il diffondersi di malattie. A loro parere, infatti, il modello consentirebbe di determinare come una malattia si diffonda in base a un parametro che chiamano *bias factor*, che si dovrebbe notare nei dati storici sulle epidemie del passato.

Concludono dicendo che «proprio come lo sviluppo di modelli sulla formazione di strutture non lineari nell'universo portò a un proliferare di studi teorici e osservazioni nel campo della cosmologia, l'utilizzazione di questo modello potrebbe includere il calcolo di nuovi parametri d'osservazione quali il *bias factor* nella diffusione delle epidemie».

Si tratta indubbiamente di un affascinante studio scientifico che conduce per la prima volta a una teoria unificata sullo sviluppo urbano. ■