

ALBERTO BASSANONI

Dottorando in Fisica, Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche, Università degli Studi di Parma

Quando un solo salto cambia tutto

La chiave di catastrofi, crisi o miracoli

Decifrare l'improbabile, e forse, anticiparlo. Non è magia. È fisica. In Natura gli eventi estremi non arrivano un po' alla volta: esplodono all'improvviso. È il diluvio dopo mesi di siccità che allaga una città, non l'accumulo di piogge leggere. È il crollo di un solo indice di borsa a spazzare via anni di crescita economica, non l'altalena dei mercati. È lo scatto di un solo spermatozoo a vincere la gara della vita, non la moltitudine dei secondi posti. L'innescò di ognuno di questi processi non è dato dalla somma di tanti contributi, ma da un solo salto, enorme e travolgente. Questo fenomeno ha un nome: big jump. Ed è al centro di una ricerca iniziata nel 2018 dalla professoressa Raffaella Burioni dell'Università di Parma e dal professor Eli Barkai della Bar-Ilan University di Tel Aviv, riaperta negli ultimi anni da Alberto Bassanoni, dottorando in fisica statistica nel gruppo di Parma.

Tutto comincia con un raggio laser e una manciata di polvere. Non è l'inizio di un racconto di fantascienza, ma di un esperimento pubblicato su *Nature* nel 2008, passato alla storia come *Lévy flight for light*. Una luce attraversa una nube di microsfere di vetro — granelli di dimensioni diverse — sospesi nel disordine. Ci si aspetterebbe che i fotoni, le particelle di luce, avanzino in modo regolare, come un fiume che si allarga. E invece no. Il loro cammino è fatto di brevi passi, seguiti all'improvviso da lunghi balzi. Alcuni fotoni "volano" letteralmente attraverso la nube, come se trovassero un percorso segreto. Questa corsa spezzata, a strappi, prende il nome di diffusione anomala. Ed è proprio quel comportamento che il matematico francese Paul Lévy aveva descritto studiando certi processi casuali: un misto di quiete e salti imprevedibili. Da lì, il nome: *Lévy flight*, volo di Lévy. Si tratta di processi "a coda pesante", dove gli eventi estremi, per quanto rari, pesano eccome. Un esempio celebre? La legge di Pareto in economia: la maggior parte della ricchezza è concentrata nelle mani di pochi. Anche lì, sono i grandi numeri a fare davvero la differenza.

Analizzando questo sistema ed altri esperimenti simili – dai materiali porosi agli sciame di particelle cariche nei plasmi fino agli atomi freddi – il gruppo di fisici italiani ed israeliani ha scovato il filo rosso: quando c'è diffusione anomala e si verificano eventi estremi, il colpevole è sempre un unico, gigantesco salto. Questo filo rosso prende il nome di *Big Jump*

Principle (principio del grande salto). Formulato a partire da osservazioni empiriche e supportato da una solida base matematica, esso si applica non solo alla fisica, ma anche ad un'ampia gamma di sistemi complessi. Un esempio curioso è il moto degli spermatozoi nell'utero: un ambiente intrinsecamente disordinato, pieno di ostacoli e di complesse interazioni chimiche che guidano le cellule. In questo scenario caotico, nella moltitudine di milioni di spermatozoi conta il salto improvviso di uno solo, che riesce a percorrere la traiettoria vincente fino all'ovulo. E tanti altri fenomeni, come il clima, l'economia o la biologia, possono essere letti come sistemi diffusivi anomali. Proprio in questi contesti, saper riconoscere l'arrivo di un big jump può fare la differenza: significa poter costruire modelli più realistici, capaci di anticipare fratture improvvise – un'alluvione, un crollo finanziario, una mutazione genetica cruciale.

Nel prossimo futuro, il *Big Jump Principle* potrà aiutare nella creazione di strumenti predittivi, reti di monitoraggio intelligenti e strategie di prevenzione efficaci, là dove oggi il caos regna sovrano. E sì, a volte davvero un solo salto cambia tutto: basta conoscerlo!