

APhEx 10, 2014 (ed. Vera Tripodi)
Ricevuto il: 17/11/2013
Accettato il: 23/06/2014
Redattori: Claudio Calosi & Pierluigi Graziani

APhEx
PORTALE ITALIANO DI FILOSOFIA ANALITICA
GIORNALE DI **FILOSOFIA**
NETWORK

N° 10 GIUGNO 2014

R e c e n s i o n i

Michael Strevens, **Bigger than chaos. Understanding complexity through probability**, Harvard University Press, 2003, pp. xvi+413.

di Aldo Filomeno^{*}

“Bigger than chaos. Understanding complexity through probability” é un libro di filosofia della scienza che sfrutta alcune delle conclusioni piú notevoli ottenute nello studio della teoria del caos e dei sistemi complessi. Lo scopo dell’autore é utilizzare queste conclusioni per rispondere alla seguente domanda: come mai certi sistemi complessi esibiscono regolarità semplici? Ad esempio, come mai si possono derivare certe regolarità semplici in un ecosistema, come l’aumento mensile di una popolazione

* Ringrazio Michael Strevens per le osservazioni sui temi discussi, nonché Andrea Raimondi e un referee anonimo per i suggerimenti dati nella stesura della recensione.

di conigli, quando questo fatto dipende da un'innumerabile quantità di variabili che interagiscono fra di loro in modo complesso? La popolazione di conigli, infatti, dipenderà dalla quantità di predatori, dal tasso di riproduzione, dallo stato di salute di ogni coniglio e ogni predatore, dalla disponibilità delle risorse, dalla posizione geografica ecc.¹ La sfida di “Bigger than chaos” (BTC d’ora in poi) é quella di comprendere come da una tale molteplicità di fattori emergano regolarità semplici, per esempio l’aumento mensile del 15% nella popolazione di conigli in un certo ecosistema. L’elemento centrale su cui BTC basa la sua risposta é il cosiddetto ‘metodo delle funzioni arbitrarie’, originariamente studiato da Poincaré [1896] e Von Kries [1886]. A sua volta, questo metodo sfrutta la nota legge dei grandi numeri, uno dei teoremi principali della teoria della probabilità e che riguarda la convergenza di sequenze aleatorie. Questo ci suggerisce già il motivo del sottotitolo del libro: “Understanding complexity through probability”. Sfortunatamente la complessità tecnica e la criptica esposizione di BTC non favorisce una facile comprensione delle idee principali ed é per questa ragione che la presenza di varie recensioni é specialmente utile. A oggi sono state pubblicate tre in lingua inglese, da parte di Charlotte Werndl [2010], Fred Kronz [2005], e Mark Colyvan [2005]. Cominciando con una breve “*review delle reviews*”, Werndl – pur senza entusiasmo – riconosce il merito dell’opera – il trattamento di un soggetto importante e non sufficientemente studiato – e allo stesso tempo ne critica diversi aspetti formali. Werndl suggerisce che queste obiezioni compromettono la validità degli argomenti principali (o nel migliore dei casi, l’ampia applicabilità

¹ Con ‘semplice’ Strevens fa riferimento a regolarità descrivibili da una legge con poche variabili (tra 2 e 5 normalmente) che interagiscono in modo lineare tra di loro. ‘Complesso’ invece intende un comportamento non-lineare tra molte variabili. Per una più dettagliata definizione si veda qualsiasi manuale di teoria del caos, e.g. [Strogatz 1994].

promessa dall'autore). In quanto tale la *review* é molto importante, pur non aiutando in modo particolare ad una miglior comprensione dell'opera. Simile – in quanto sottolinea certi possibili punti deboli, seppur non cruciali – é la recensione di Kronz. Essa, tuttavia, sembra soltanto parafrasare la criptica retorica di Strevens, per cui il lettore anche qui non guadagna molto in quanto a comprensione. Al contrario, molto chiara é la *review* di Colyvan: essa spiega nelle prime pagine in cosa consiste BTC e poi dedica una lunga sezione ad analizzare l'applicabilità della teoria all'ecologia e certi possibili problemi ad essa associati. Lo scopo della presente recensione – a parte il fatto di essere in lingua italiana – é quello di rendere più accessibile la tesi di fondo di BTC e i punti chiave su cui si appoggia e anche – una parte trascurata da altre *review* – inquadrarla nell'ambito appropriato (antecedenti a cui si ispira e linee di ricerca parallele indirizzate nella stessa direzione). Perciò il consiglio é quello di continuare con la *review* di Colyvan e dopo proseguire con la lettura di altri articoli posteriori di Strevens che cito più avanti, e che elaborano in modo più chiaro le tesi principali del libro. Insomma vorrei suggerire che BTC é un libro di grandissimo valore ma, allo stesso tempo, é tutt'altro che accessibile e raccomando la sua lettura solo quando il lettore voglia verificare in dettaglio certe dimostrazioni di argomenti elaborati in altri lavori.

Vediamo ora la tesi di fondo più in dettaglio. L'autore si propone di fornire una spiegazione di un fenomeno molte volte dato per scontato ma non affatto capito: come mai le scienze complesse –come l'ecologia, l'economia o la meteorologia – esibiscono certe regolarità semplici pur essendo fondate – assumendo la verità del riduzionismo – sull'interazione complessa di diversi agenti? Possiamo riformulare questo fenomeno sinteticamente con la domanda: come mai emergono regolarità semplici da un livello

inferiore governato da dinamiche complesse? Un chiaro esempio, trattato dallo stesso Strevens in dettaglio nel capitolo 4, è quello della fisica statistica come fondamento della termodinamica. Il livello microscopico è modellato dalla fisica statistica, la quale presuppone un altissimo numero di particelle governate da una dinamica newtoniana determinista ma caotica. La tradizione vuole che questo modello serva a spiegare in modo riduzionistico le proprietà macroscopiche di cui la termodinamica tratta, ovvero leggi come la tendenza all'equilibrio (legge -1), la non diminuzione dell'entropia (2^a legge), o la legge dei gas perfetti² $pV=kNT$. Questa legge possiede i requisiti per essere considerata come 'semplice' – ricordiamo che con ciò ci si riferisce all'esistenza di una formula con poche variabili che interagiscono in modo lineare. Lo scopo di Strevens è quindi quello di spiegare la coesistenza di questi diversi tipi di leggi. Nel farlo, un elemento cruciale della sua spiegazione è da sottolineare assolutamente: in questo processo che conduce all'emergenza di regolarità più semplici ad un livello superiore è (sorprendentemente) condizione necessaria la presenza del caos; più specificamente, il fatto che la dinamica del livello microscopico sia caotica,³ insieme ad altre condizioni che il sistema studiato dovrà verificare, è responsabile delle leggi semplici del livello macroscopico. E questo ci suggerisce il perché del titolo: "Bigger than chaos".

Detto ciò, in che ambito inserire l'opera? Come l'autore riconosce, i precursori su cui si basa il suo lavoro sono coloro che hanno studiato la tecnica matematica chiamata 'Metodo delle funzioni arbitrarie'. I principali nomi a questo riguardo sono Von Kries

² Essendo p la pressione del gas, V il suo volume, k la costante di Boltzmann, N il numero di particelle del gas e T la temperatura assoluta.

³ E qui il termine 'caotico' sarà sempre inteso nel senso definito rigorosamente dai matematici che studiano sistemi caotici, e quindi da non confondere con l'uso colloquiale di 'caos' come 'fortuito', 'casuale' o legato alla violazione del determinismo. Infatti, il determinismo caotico è supposto nei casi di fisica statistica trattati nel libro.

[1886], Henri Poincaré [1896], Eduard Hopf [1934], Von Plato [1983] ed Eduardo Engel [1992]. Ora é importante sottolineare un collegamento non avvertito da altre *review*: quello tra questo approccio basato sul metodo delle funzioni arbitrarie con altri approcci simili che si possono incontrare nello studio dei fondamenti della meccanica statistica. Mi riferisco ai seguenti: 1) l'approccio chiamato da Jos Uffink 'coarse-graining stochastic dynamics' [Uffink, 2006, Cap. 6, p.135] (anche in [Sklar, 1993, 6.III.3]), 2) la teoria chiamata 'typicality' [Frigg, 2009] e 3) la teoria ergodica. Queste teorie condividono punti centrali in comune con il metodo che é alla base di BTC.⁴ Più specificamente, condividono a) l'impiego di ragionamenti probabilistici (e alla base c'è sempre la legge dei grandi numeri), b) assumono crucialmente una situazione governata da dinamiche caotiche, per c) spiegare comportamenti regolari di tipo macroscopico (negli approcci in statistica meccanica lo scopo é quello di spiegare la tendenza allo stato di equilibrio e l'apparente irreversibilità del comportamento entropico). Si potrebbe dire che uno dei meriti del lavoro di Strevens é quello di estendere l'applicabilità di queste teorie all'ambito delle scienze di sistemi complessi. Più precisamente: uno dei meriti é quello di estendere l'applicabilità delle tecniche matematiche che spiegano la convergenza a comportamenti stabili all'ambito delle scienze di sistemi complessi, con lo sviluppo dettagliato di un'analisi delle condizioni generiche di applicabilità.⁵

Diamo ora uno sguardo un po' più dettagliato alla struttura di BTC. Il libro dedica il primo capitolo all'idea generale, esponendola con l'esempio dell'ecosistema sopra

⁴ La similitudine del metodo utilizzato a BTC e la teoria ergodica é riconosciuto dallo stesso autore nella sezione 1.25 e un'analisi delle differenze la si può trovare nella sezione 4.87.

⁵ Quindi l'idea é che caso per caso si studi se certo sistema verifica le due condizioni che Strevens individua come necessarie.

menzionato: ci si chiede come possa esistere un tasso stabile di crescita di una popolazione di conigli – una legge stabile e semplice – e come questo possa avvenire benché l’ecosistema sia un sistema complesso. Si spiega che ciò che accade é che molte variabili del sistema complesso diventano “irrilevanti”, spariscono dall’ equazione che descrive la regolarità statistica. Questo é quello che il metodo delle funzioni arbitrarie spiega, da cui l’aggettivo ‘arbitrarie’. Un’applicazione all’esempio di cui sopra rivela l’idea sottostante: per semplicità prendiamo in considerazione solo la variabile ‘posizione del coniglio’. Una funzione probabilistica arbitraria descrive in quale posizione esso si trova. Il metodo spiega perché per qualsiasi – e quindi arbitraria – funzione probabilistica della posizione iniziale di ogni coniglio, se assumiamo un comportamento secondo cui ognuno di questi conigli vagherà in modo caotico attraverso l’ecosistema, nel lungo termine emergerà una legge statistica che ci informa del tasso di aumento di popolazione che sarà sempre lo stesso. In definitiva, risulta che certi dettagli del livello inferiore sono irrilevanti per quanto riguarda certe leggi di livello superiore: qualsiasi configurazione iniziale arbitraria produrrà la stessa legge statistica; quest’ultima non sarà diversa se i conigli sono distribuiti inizialmente in un modo o in un altro.⁶

Nel capitolo 2 si può trovare un altro esempio, più dettagliato matematicamente ma più trattabile in quanto é un modello più semplice, ossia quello della roulette (già studiato originariamente de Poincaré). Più esattamente si tratta di un modello semplificato della roulette che corrisponde alla ruota della fortuna. In esso si mostra più chiaramente come la distribuzione probabilistica di una variabile iniziale – in questo caso si descrive la

⁶ Ci sono casi eccezionali per cui questa legge statistica non funziona – configurazioni di conigli e predatori che fanno sí che non si ottenga la legge statistica desiderata. Questi casi eccezionali sono considerati in dettaglio da Strevens.

distribuzione normale di velocità con cui il croupier lancia la pallina – sia irrilevante per ottenere la legge statistica secondo cui la proporzione di casi nei quali uscirà il rosso é, nel lungo termine, del 50%. Strevens aggiunge in questo capitolo l'esempio del lancio di una moneta. Con questi esempi introduce in modo più astratto quelle che sono le condizioni fondamentali che i sistemi devono rispettare affinché il metodo sia applicabile. In breve, le condizioni sono due: 1) l'indipendenza stocastica tra le variabili del microlivello e 2) una proprietà introdotta da Strevens col neologismo 'microconstancy'. Questa proprietà non é altro che il requisito secondo cui l'alternanza tra i valori rosso e nero é (i) costante e (ii) sufficientemente veloce.

Così vediamo più precisamente come la promessa di spiegare certe regolarità possa essere mantenuta: devono verificarsi, per ogni caso studiato, le suddette due condizioni stabilite. La promessa é quella di essere in grado di spiegare alcune delle regolarità che si verificano in ambiti come la meteorologia, l'economia, la linguistica, le reazioni chimiche, le statistiche sociologiche o i casi già menzionati del comportamento di gas - in fisica statistica- o di ecosistemi. Per ogni caso particolare dovrà analizzarsi la verifica delle condizioni.

Prima però, Strevens deve argomentare che queste due condizioni sono necessarie e sufficienti. A questo scopo egli dedica il capitolo 3 e parte del 4 in cui pretende di fornire una dimostrazione il più rigorosa possibile, in circa 200 pagine. Finalmente, come già menzionato, il libro finisce con il trattamento dettagliato dei casi di fisica statistica ed ecologia di popolazioni (seconda metà del capitolo 4) e con l'analisi di ulteriori implicazioni filosofiche.

Detto questo, la critica più ovvia da rimarcare è quella riguardante lo stile. La creazione di numerosissimi neologismi (raccolti in un glossario di ben 9 pagine), la composizione di frasi estremamente lunghe, insieme alla complessità inerente dei temi trattati, fa sì che la lettura delle 400 pagine che compongono *BTC* possa diventare inutilmente pesante, un'odissea non raccomandabile a un pubblico che non abbia un interesse molto specifico nel soggetto. Perciò è molto utile citare non solo le diverse *review*, ma anche le successive pubblicazioni dello stesso autore, giacché esse trattano gli stessi temi in un modo più accessibile. Anzitutto, il lavoro più vicino a *BTC* per tematiche, tesi ed argomenti è "How Are the Sciences of Complex Systems Possible" [Strevens, 2005] pubblicato due anni dopo. È un'ottima introduzione ai temi esposti in *BTC*. Successivamente Strevens ha sviluppato, sempre basandosi sulle considerazioni probabilistiche che costituiscono il fulcro di *BTC*, una nuova teoria della probabilità determinista in "Probability out of determinism" [Strevens, 2011]. E ancora direttamente collegati sono l'articolo "Inferring probabilities from symmetries" [Strevens, 1998] e il libro "Tychomancy. Inferring probabilities from causal structure" [Strevens, 2013] i quali sviluppano i metodi per ottenere probabilità stabili (come quella della moneta, della roulette, del tasso di aumento di popolazione in un ecosistema o di distribuzione uniforme di molecole di un gas) a partire da certe simmetrie del sistema. Per completare lo schema dei concetti principali in gioco in *BTC*, si deve aggiungere che queste simmetrie sono un ingrediente chiave per ottenere la condizione chiamata 'microconstancy'. Questo però non è esplicito in *BTC* quanto lo è in opere posteriori, specialmente in [Strevens, 2013].

In conclusione, il libro, inteso come un progetto programmatico – e cioè, come un lavoro che aspira ad aprire una porta alle applicazioni di certe scoperte matematiche – raggiunge il suo scopo, e si deve sottolineare che detto scopo non é affatto banale, in quanto può fornire risposte a questione filosofiche che sono state tradizionalmente elusive. Inoltre, lo scopo dell'autore non é meramente programmatico: nelle oltre 400 pagine pone le fondamenta e la dimostrazione di una tesi concreta, applicata a due casi particolari (ecosistemi e meccanica statistica). Alcune obiezioni a questo riguardo sono state giustamente segnalate da Werndl [2010] – rispetto all'incompletezza di certe dimostrazioni – ma nonostante ciò il progetto elaborato da Strevens deve comunque considerarsi un progresso originale nella nostra comprensione delle regolarità del mondo, con un potenziale degno di considerazione – come confermano le varie pubblicazioni dello stesso autore su temi strettamente collegati.

BIBLIOGRAFIA

- Colyvan M. (2005), “Probability and Ecological Complexity”, *Biology and Philosophy*, 20, pp. 869-879.
- Engel E. (1992), “A Road to Randomness in Physical Systems”, *Lecture notes in statistics*, vol. 71, Springer-verlag, Heidelberg edition.
- Frigg R. (2009), “Typicality and the approach to equilibrium in boltzmannian statistical mechanics”, *Philosophy of Science*, 76(5), pp. 997-1008.

- Hopf E. (1934), “On causality, statistics, and probability”, *Journal of Mathematics and Physics*, 13, pp. 51–102.
- Von Kries J. (1886), *Die Principien Der Wahrscheinlichkeitsrechnung: Eine Logische Untersuchung*, Mohr, Frieberg.
- Kronz F. (2015), “From Chaos to Complexity”, *Metascience*, 14, pp. 297-301.
- Von Plato J. (1993), “The method of arbitrary functions”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 34(1), pp. 37-47.
- Poincare H. (1896), *Calcul des probabilités*, Gauthier-Villars, Paris.
- Sklar L. (1993), *Physics and Chance: Philosophical Issues in the Foundations of Statistical Mechanics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Strevens M. (1998), “Inferring probabilities from symmetries”, *Nous*, 32(2), pp. 231-246.
- Strevens M. (2003), *Bigger than chaos. Understanding complexity through probability*, Harvard University Press, Cambridge.
- Strevens M. (2005), “How are the sciences of complex systems possible?”, *Philosophy of Science*, 72(4), pp. 531-556.
- Strevens M. (2011), “Probability out of determinism”, in C. Beisbart, S. Hartmann (a cura di), *Probabilities in Physics*, Oxford University Press, Oxford, pp.339-364.
- Strevens M. (2013), *Tychomancy: Inferring Probability from Causal Structure*, Harvard University Press, Cambridge.
- Strogatz S. H (1994), *Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*, Perseus Books, Reading (Massachusetts).

Uffink J. (2006), “Compendium of the foundations of classical statistical physics”,
manoscritto.

Werndl C. (2010), “The Simple Behaviour of Complex Systems Explained?”, *The
British Journal for the Philosophy of Science*, 60, pp. 195–220.

APhEx.it è un periodico elettronico, registrazione n° ISSN 2036-9972. Il copyright degli articoli è libero. Chiunque può riprodurli. Unica condizione: mettere in evidenza che il testo riprodotto è tratto da www.aphex.it

Condizioni per riprodurre i materiali --> Tutti i materiali, i dati e le informazioni pubblicati all'interno di questo sito web sono "no copyright", nel senso che possono essere riprodotti, modificati, distribuiti, trasmessi, ripubblicati o in altro modo utilizzati, in tutto o in parte, senza il preventivo consenso di APhEx.it, a condizione che tali utilizzazioni avvengano per finalità di uso personale, studio, ricerca o comunque non commerciali e che sia citata la fonte attraverso la seguente dicitura, impressa in caratteri ben visibili: "www.aphex.it". Ove i materiali, dati o informazioni siano utilizzati in forma digitale, la citazione della fonte dovrà essere effettuata in modo da consentire un collegamento ipertestuale (link) alla home page www.aphex.it o alla pagina dalla quale i materiali, dati o informazioni sono tratti. In ogni caso, dell'avvenuta riproduzione, in forma analogica o digitale, dei materiali tratti da www.aphex.it dovrà essere data tempestiva comunicazione al seguente indirizzo (redazione@aphex.it), allegando, laddove possibile, copia elettronica dell'articolo in cui i materiali sono stati riprodotti.

In caso di citazione su materiale cartaceo è possibile citare il materiale pubblicato su APhEx.it come una rivista cartacea, indicando il numero in cui è stato pubblicato l'articolo e l'anno di pubblicazione riportato anche nell'intestazione del pdf. Esempio: Autore, *Titolo*, <<www.aphex.it>>, 1 (2010).