

R e c e n s i o n i

Robert W. Batterman, **The Devil in the Details: Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction and Emergence**, Oxford University Press, Oxford Studies in the Philosophy of Science, Oxford, 2001, pp. 160.

di Feline Laura

Data la stretta interconnessione tra matematica e scienze naturali, è naturale comprendere come il successo della metafisica, epistemologia o metodologia della scienza non possa prescindere da un solido resoconto del modo in cui il linguaggio matematico costringe e guida teorie e ricerca scientifiche. Ciononostante, solo recentemente i filosofi della scienza hanno rivolto una adeguata attenzione verso il ruolo che la matematica gioca nella conoscenza scientifica. Il risultato è che la possibilità di fare chiarezza all'interno di molti dibattiti centrali in filosofia della scienza è direttamente proporzionale alla nostra comprensione di come la matematica contribuisce allo sviluppo e alla forma delle scienze empiriche.

Ad essere più ottimisti da questo punto di vista aiuta però la crescente letteratura dedicata al tema della matematica applicata, come ad esempio il dibattito sullo statuto epistemologico di quelle che vengono chiamate *spiegazioni matematiche* (ossia, spiegazioni che non

sono traducibili in linguaggio non matematico senza perdita di potere esplicativo) nelle scienze cognitive (Piccinini 2006) o in biologia (Berger 1998, Baker 2005).

D'altro canto, pare strano che un tale soggetto sia stato sino a molto recentemente sottovalutato in filosofia della fisica, il cui sviluppo e le cui teorie sono legate a doppio filo alla storia e teorie matematiche. Nel caso specifico della fisica contemporanea – altamente astratta e matematizzata, in cui la matematica non è solo un linguaggio potente e predominante, ma spesso l'unico realmente adatto – l'importanza di un'analisi del ruolo del linguaggio matematico nella ricerca scientifica si fa poi cruciale. Forse l'esempio più significativo (e comunque quello più celebre) del pervadere del linguaggio matematico in fisica è rappresentato dalla meccanica quantistica, dove l'inadeguatezza delle tradizionali categorie ontologiche ad adattarsi al comportamento dei quanti ha portato alla strana situazione secondo cui essi vengono attualmente definiti particelle, nonostante manchino di caratteristiche essenziali al concetto stesso di particella¹. Piuttosto che ricercare un modello visualizzabile o comunque ontologicamente semplice, ma inesatto, del mondo microscopico, la larga maggioranza della comunità scientifica preferisce dunque una rappresentazione matematica astratta, spesso non visualizzabile o non traducibile in termini causali.

Comunque, il caso della meccanica quantistica è solo il più suggestivo in mezzo ad una serie di esempi in cui la matematica gioca un ruolo insostituibile nella scienza. Da questo punto di vista *The Devil in the Details* di Robert Batterman rappresenta un importante contributo nello studio della matematica applicata.

In questo libro il diavolo sta nei dettagli per due fondamentali motivi. Il primo è legato al fatto che a volte il progresso scientifico richiede l'astrazione, l'eliminazione dei dettagli, come è il caso del ragionamento asintotico, principale oggetto dell'analisi di Batterman. Ma

¹ Primo fra tutti il comportamento locale.

il diavolo sta nei dettagli anche nel senso che solo analizzando in dettaglio i casi studio possiamo imparare lezioni fondamentali, che altrimenti verrebbero ignorate. Per questo Batterman ci guida attraverso un caso studio dopo l'altro, per illustrare come il ragionamento asintotico sia essenziale nella definizione di diverse nozioni centrali in filosofia della scienza. In particolare, il libro di Batterman analizza il ruolo del ragionamento asintotico nella spiegazione scientifica e nelle nozioni di rapporto interteoretico tra teorie scientifiche e di emergenza.

In matematica un asintoto è il valore limite di una funzione, che viene avvicinato dalla funzione in maniera indefinitamente piccola, ma mai raggiunto. Ad esempio, la funzione $f(k) = k^3 + 2k$, è asintoticamente equivalente a k^3 , visto che al tendere di k all'infinito, il termine $2k$ diventa insignificante. In fisica, teorie più fondamentali si dicono in relazione asintotica con teorie meno fondamentali quando, al tendere di un parametro ad un determinato limite, le due teorie sono empiricamente equivalenti. Ad esempio, per valori di velocità tendenti allo zero, la relatività speciale si riduce alla meccanica classica.

Il ragionamento asintotico implica dunque fundamentalmente un tipo di astrazione, un modo, appunto, per ignorare vari dettagli. Esso, afferma l'autore, si applica nella spiegazione di regolarità che si ripetono in natura, dato che mentre i dettagli sono necessari per spiegare il sorgere di una specifica istanza di uno schema, gli stessi dettagli possono oscurare e addirittura bloccare la comprensione del perché la regolarità stessa si mantiene.

Al lettore interessato, sarà utile un breve sommario delle tesi principali e della struttura del libro. Dopo un primo capitolo introduttivo, l'autore presenta gli argomenti principali che andrà a trattare: la spiegazione dei fenomeni universali, in cui i metodi asintotici sviluppati dai fisici e matematici forniscono i mezzi richiesti per l'eliminazione del rumore esplicativo; la riduzione, a proposito della quale Batterman sostiene che molti aspetti delle relazioni in-

terteoriche possono essere compresi solo guardando al dominio di limiti asintotici tra le coppie di teorie; infine, l'emergenza, a proposito della quale Batterman sostiene che le proprietà genuinamente emergenti si trovano nei domini di singolarità asintotiche che esistono tra coppie di teorie.

I capitoli 3 e 4 sono dedicati alla spiegazione scientifica. Il terzo capitolo, propedeutico al quarto, illustra le varie teorie della spiegazione scientifica e i problemi ad esse legate. In particolare, qui ci si concentra su una concezione delle spiegazioni scientifiche proposta originariamente da Wesley Salmon, che vede fondamentalmente la teoria causale e quella unificazionista come complementari l'una all'altra. In breve, secondo questa concezione le spiegazioni scientifiche sono risposte a *domande-perché*, e queste ultime si dividono in due tipi: (i) domande-perché di eventi singoli e (ii) domande-perché di fenomeni universali. L'assunzione centrale alla base della visione complementarista è che il modello causale copra le spiegazioni a domande di tipo (i) e che il modello unificazionista copra le spiegazioni a domande di tipo (ii). Batterman ammette il modello causale come buon modello di spiegazione di fenomeni particolari, ma sostiene in maniera convincente l'inadeguatezza del modello unificazionista in molte istanze del secondo tipo.

Nel quarto capitolo sono illustrate in dettaglio le spiegazioni asintotiche. In esse, il ragionamento asintotico serve a mostrare come molti dei dettagli che distinguono i sistemi fisici l'uno dall'altro sono irrilevanti per il loro comportamento universale e, allo stesso tempo, permette la determinazione di quelle caratteristiche fisiche che sono invece rilevanti per tale comportamento. La tesi dell'esistenza di spiegazioni asintotiche è probabilmente la più interessante e decisamente la più convincente tra le tesi difese da Batterman – forse anche perché su di essa si basano poi anche gli argomenti a favore della riduzione interteoretica e dell'emergenza. Ciò che rende poco persuasiva questa prima parte è l'impressione che Bat-

terman proponga la spiegazione asintotica a sostituzione del modello unificazionista nel contesto della tesi complementarista vista sopra, ossia come modello di tutte le spiegazioni scientifiche di fenomeni universali.

Ritorniamo più avanti a questa pretesa di universalità e ubiquità del ragionamento asintotico e vedremo più in dettaglio come essa rappresenti il punto più debole degli argomenti di Batterman. Prima di chiudere con il tema della spiegazione è invece utile sottolineare un grande pregio di questo libro che sta nell'aver scisso il dibattito sull'esistenza delle spiegazioni matematiche nelle scienze naturali dal dibattito sul platonismo matematico. La questione del ruolo della matematica nella scienza, e del suo contributo (dispensabile o indispensabile?) nella spiegazione scientifica è infatti tradizionalmente considerata nel contesto del, e motivata dal, dibattito sulla realtà delle entità matematiche. La ragione di tale tradizione risale al celebre criterio quineano sulle ontologie scientifiche:

Dobbiamo credere nell'esistenza di tutte e sole quelle entità che sono indispensabili alla nostre migliori teorie scientifiche.

A partire dal principio quineano, e dall'esistenza delle spiegazioni matematiche, si fonda uno dei più discussi argomenti in favore del platonismo matematico, conosciuto come *indispensability argument*²:

(P1) Dobbiamo credere nell'esistenza di tutte e sole quelle entità che sono indispensabili alla nostre migliori teorie scientifiche.

(P2) Le entità matematiche sono indispensabili alla nostre migliori teorie scientifiche.

(C) Dobbiamo credere all'esistenza delle entità matematiche.

La letteratura sull'esistenza di genuine spiegazioni matematiche ha origine in questo dibattito, ed è stata sin'ora impostata in questi termini. L'esistenza di spiegazioni matematiche

² Vedi (Colyvan 2008) per una illustrazione del dibattito sull'*indispensability argument*.

nelle scienze naturali, infatti, viene considerata in genere dai difensori dell'indispensability argument una prova a sostegno di (P2), in quanto esse rendono la matematica indispensabile per la capacità della scienza di fornire spiegazioni. D'altronde, la questione dell'esistenza di genuine spiegazioni matematiche è importante indipendentemente dalla questione del platonismo matematico, e in effetti una genuina spiegazione matematica non si concilia unicamente con il platonismo matematico, ma anche con altre teorie in filosofia della matematica. L'impostazione della questione proposta da Batterman evita questo tipo di malintesi: nelle spiegazioni asintotiche la matematica non è *teoreticamente* indispensabile ma *praticamente* indispensabile (Pincock 2007), il che significa che il ruolo essenziale della matematica in esse è puramente esplicativo, non ontologico.

Il capitolo 5 è dedicato alla riduzione interteorica. Innanzitutto, a differenza della tradizionale terminologia filosofica, dove la teoria più 'fine' (leggi 'più fondamentale') riduce quella più 'grossolana' (leggi 'meno fondamentale'), Batterman si rifà alla terminologia più propriamente scientifica, secondo cui una teoria T_f si dice 'ridursi' ad a una teoria T_c , quando un parametro di T_f si avvicina ad un valore limite. In breve:

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} T_f = T_c \quad (1)$$

Batterman sostiene che un approccio più fruttuoso alla riduzione interteorica, rispetto ai resoconti tradizionali che richiedono connessioni derivative tra le teorie, implica l'indagine sulle relazioni asintotiche tra le teorie. Il problema della riduzione interteorica è un vecchio e complicato tema in filosofia della scienza, e anche in questo capitolo, come in quelli sulla spiegazione, Batterman ha il merito non tanto di mostrare i limiti di quelli che sono ormai gli approcci tradizionali al problema, ma di mostrare come il punto di vista della filosofia della matematica applicata fornisca una prospettiva nuova e promettente ad un vecchio problema.

Un modo semplice di comprendere il cuore del problema è il seguente. Considerate la tesi fisicalista, secondo cui tutto è fisico, o sopravviene su, o è necessitato dalla fisica. Nonostante essa non sia universalmente condivisa, comunque il fisicalismo è una tesi generalmente percepita come plausibile e ragionevole, e perciò anche forte. D'altro canto, sotto l'ipotesi che le nostre teorie fisiche più fondamentali ben descrivano tali componenti fondamentali, sembrerebbe anche una ragionevole conseguenza del fisicalismo, che tutte le teorie scientifiche di livello più alto siano derivabili dalle teorie fisiche più fondamentali. Purtroppo, queste aspettative tradiscono una visione troppo ottimistica dei rapporti interteorici: non solo le teorie delle scienze speciali non sono derivabili dalle teorie fisiche, ma nemmeno all'interno della fisica stessa le teorie meno fondamentali sono derivabili dalle più fondamentali. Una possibile reazione a questo stato di cose sarebbe quella di prendere l'impossibilità di derivazione delle teorie più 'grossolane' dalle nostre teorie più 'fini' ad ulteriore prova che le prime sono teorie false e che perciò esse andrebbero rimosse e sostituite con quelle più fondamentali. Secondo questa visione, le teorie più grossolane possono per ora essere mantenute nei manuali, dato che semplificano i nostri calcoli, ma prima o poi si finirà per eliminarle totalmente e tradurre tutta la conoscenza scientifica nei termini della fisica fondamentale.

L'analisi dell'uso del ragionamento asintotico ha per Batterman anche il risultato di sconfessare decisamente queste speranze, dimostrando che le teorie più fondamentali sono essenzialmente incapaci di spiegare alcuni fenomeni, per le spiegazioni dei quali è necessario integrare queste teorie con elementi propri delle teorie meno fondamentali. Questo, secondo Batterman, è il caso da un lato dell'ottica geometrica e dell'ottica ondulatoria, dall'altro della meccanica classica e meccanica quantistica: da sola, la teoria più fondamentale rimane esplicativamente insufficiente. Ma se ciò è vero, anche le speranze di eliminare

le teorie più ‘grossolane’ e sostituirle con quelle più fondamentali non può avvenire se non a prezzo di una più generale perdita di comprensione scientifica del mondo.

I capitoli 6 e 7 sono dedicati all’esame di due casi studio particolari: quello del limite tra lunghezza d’onda corta e lunga in ottica ondulatoria e quello del limite per h tendente a zero in meccanica quantistica.

Il capitolo 8 è dedicato alla trattazione della nozione di emergenza. Contro la visione tradizionale, secondo cui l’emergenza è definita da relazioni tra le parti e il tutto o tra diversi livelli di organizzazione, Batterman riconduce la nozione al comportamento asintotico e afferma che le proprietà emergono quando lo schema (1) fallisce, ossia non c’è riduzione interteoretica tra due teorie T_f e T_c .

Il quadro dipinto da Batterman del ragionamento asintotico e della sua importanza ha il grande pregio di illustrare praticamente come una tecnica, un ragionamento matematico costringa e regoli l’indagine e la comprensione scientifiche. Solo un’analisi così dettagliata come quella proposta in *The Devil in the Details* può essere altrettanto convincente in questo senso.

D’altro canto, l’aspetto meno persuasivo di *The Devil in the Details* è la pretesa che il ragionamento asintotico sia il cuore, o la chiave di volta per la comprensione di *qualsiasi* nozione di spiegazione universale, riduzione o emergenza in fisica.

Mentre i vari esempi proposti riescono a dimostrare come il ragionamento asintotico sia alla base di un genuino tipo di spiegazioni matematiche in fisica, non è altrettanto facile vedere come lo stesso ragionamento sia alla base di tutte le spiegazioni di fenomeni universali (in fisica, ma non solo). Non è difficile trovare esempi di comportamenti universali che a prima vista non richiedono il ricorso ad un ragionamento asintotico e in cui non è chiaro

come quest'ultimo possa o debba essere applicato in una efficace spiegazione.³ Batterman, che suggerisce l'idea che il ragionamento asintotico sia essenziale nelle spiegazioni di tipo (ii), cioè dei fenomeni universali, non affronta mai questi possibili dubbi, ma si limita a mostrare come il ragionamento asintotico sia adeguato nei casi esaminati. Lo stesso tipo di perplessità emerge quando ci si concentra sul caso dei rapporti interteoretici. Con la differenza che in questo caso, l'autore propone un esempio che è già stato criticato, ossia quello del rapporto interteoretico tra meccanica quantistica e meccanica classica.⁴

Detto questo, i possibili limiti di *The Devil in the Details* non dovrebbero oscurare il valore di un libro che costituisce un prezioso progresso nella giovane letteratura sulla filosofia della matematica applicata. In conclusione, *The Devil in the Details* è un libro che prende parte alla nascita di un dibattito, quello del ruolo della matematica nella scienza, che si sta rivelando molto fecondo, e sul quale ha oramai dettato una certa agenda. È un libro assolutamente consigliabile a chiunque si avvicini o desideri approfondire la filosofia della matematica o più in generale quella della scienza, e una lettura necessaria per gli addetti ai lavori.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio caldamente Alessandro Scanu per commenti e pazienza.

³ In (Dorato e Fellingine 2010), ad esempio, si sostiene che le relazioni di indeterminazione in meccanica quantistica (una regolarità universale) siano spiegate da una spiegazione matematica, che però non è una spiegazione asintotica come definita da Batterman.

⁴ Vedi (Strevens 2002).

BIBLIOGRAFIA

- Baker, A. (2005), “Are there genuine mathematical explanations of physical phenomena?”
Mind, 114(454): 223-238.
- Berger, R. (1998), “Understanding Science: Why Causes Are Not Enough.” *Philosophy of Science*, 65: 306-332.
- Colyvan, M. (2008), “The Indispensability Argument in the Philosophy of Mathematics.”
The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Edizione 2008), Edward N. Zalta (ed.), URL
= < <http://plato.stanford.edu/entries/mathphil-indis/> >.
- Dorato, M. and Feline, L. Forthcoming. “Structural Realism and Scientific Explanation.”
Boston Studies for the Philosophy of Science.
- Piccinini, G. (2006), “Computational explanation in neuroscience.” *Synthese*, 153(3): 343-353.
- Pincock, C. (2007), “A Role for Mathematics in the Physical Sciences.” *Nous* 41(2): 253-275.
- Strevens, M. (2002), “Review of *The Devil in the Details: Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction and Emergence* by Robert W. Batterman.” *Philosophy of Science*, 69 (4): 654-657.

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).
