

**Recensione:**

**Mauro Dorato, *The Software of the Universe*, 2005**

*di*

*Vincenzo Fano*

[rab5974@iperbole.bologna.it](mailto:rab5974@iperbole.bologna.it)



**2R – Rivista di Recensioni Filosofiche – Volume 3, 2007**

**Sito Web Italiano per la Filosofia**

[www.swif.uniba.it/lei/2r](http://www.swif.uniba.it/lei/2r)

Mauro Dorato, *The Software of the Universe. An Introduction to the History and Philosophy of Laws of Nature*, Ashgate, Aldershot, 2005.

Questo bel volume di Dorato è la traduzione inglese di *Il software dell'universo*, Bruno Mondadori, Milano, 2000, e si colloca all'interno di una recente tendenza in filosofia della scienza, che Brian Ellis [2002, p. 7] ha chiamato "il nuovo essenzialismo". L'autore, dopo aver ribadito l'assoluta centralità delle leggi di natura nella scienza empirica, contro lo scetticismo di Bas van Fraassen, critica l'approccio neoregolarista di Mill [1843, p. 447], Ramsey [1926, p. 138], Lewis [1973] e le forme di necessitarismo basate sulle essenze naturali di Armstrong [1983], Tooley [1977] e Dretske [1977],<sup>1</sup> abbracciando infine quello che possiamo chiamare "l'essenzialismo disposizionale" di Bigelow-Ellis-Lierse [1992]. Questo è il nucleo centrale del libro, cioè i capitoli 3 e 4. Egli inoltre premette a tali argomentazioni un'ampia ricognizione della storia del termine e del concetto di "legge naturale" nel primo capitolo e un'approfondita discussione del problema del carattere matematico delle leggi di natura nel secondo, cui segue una dimostrazione dell'importanza della nozione di legge scientifica per tutte le scienze empiriche – dalla biologia alla psicologia all'economia – nel quinto capitolo.

La tesi più innovativa sostenuta da Dorato nel primo capitolo è così presentata:

The possibility of reproducing the functioning parts of the natural world through the construction of machines was an essential factor in the long

---

<sup>1</sup> Forse qui l'autore poteva anche aggiungere una parte sul necessitarismo dei mondi possibili di Pargeter [1984] e McCall [1969].

process leading to the formulation of a notion of a law of nature that was completely descriptive, and therefore lacking in normative elements and analogous to the one we adopt today. (p. 2)

Questa è un'intuizione notevole, che, forse anche a causa dei limiti di lunghezza del volume, non viene però sufficientemente motivata su base storiografica, anche in considerazione del fatto che potrebbe essersi verificato esattamente il contrario, cioè che la capacità dell'uomo di guardare la natura come qualcosa di non dotato di valore in sé ha reso possibile la sua riproduzione tecnica. Si pensi alla condanna di Prometeo, che regala il fuoco agli uomini, la quale sembra esprimere un terrore dell'uomo di fronte ai fenomeni naturali, che solo gli dei possono controllare. Senza contare tutta la diffidenza odierna nei confronti del produrre la vita in laboratorio, motivata dal valore assoluto di quest'ultima.

Il secondo capitolo inizia con una notevole sferzata a quasi tutti coloro che si sono cimentati con il problema delle leggi di natura – compreso il sottoscritto:

The “original sin” that has tainted many philosophical analyses of the nature of laws has consisted of considering “qualitative” propositions of this type [all metal objects rust] to be paradigmatic examples of natural laws. (p. 36)

In effetti il carattere matematico della maggioranza delle leggi di natura è un ingrediente epistemologico essenziale e fa quindi bene l'autore a prendere le mosse da questo aspetto. Come cercherò di mostrare, Dorato, però, non porta fino in fondo la sua

intuizione innovativa, che tuttavia mi ha aiutato non poco a chiarire meglio il mio punto di vista.

L'autore quindi prende in esame la tesi di Barrow e Deutsch, secondo cui le leggi sarebbero degli algoritmi che comprimono la descrizione dei processi naturali, la quale potrebbe fornire una buona risposta alla domanda "perché le leggi sono matematiche?": in primo luogo, l'universo sarebbe algoritmicamente comprimibile e, in secondo luogo, la matematica è un ottimo strumento per la compressione dell'informazione. Dorato osserva che questa teoria non è in grado di rendere conto delle *leggi di coesistenza*, ma solo di quelle di *successione*. Le prime sono quelle in cui non compare il tempo come parametro, tipo la legge dei gas ideali, mentre le seconde sono quelle temporali, tipo la caduta dei gravi di Galileo. Il concetto di comprimibilità algoritmica non si applicherebbe alle prime. Questo punto non riesco a comprenderlo, poiché comunque la legge dei gas ideali è una sorta di riassunto di una gran quantità di dati, esattamente come la legge della caduta dei gravi, come del resto lo stesso Dorato ammette (p. 41).

Tuttavia il vero problema è un altro, in quanto, osserva l'autore, occorrerebbe stabilire perché l'universo è algoritmicamente comprimibile. Cosa che la teoria di Barrow e Deutsch non fa.

Tra breve mi occuperò della risposta a tale quesito che Dorato propone. Prima notiamo però che il libro è probabilmente il risultato di una primitiva seria considerazione della prospettiva algoritmica, come traspare dal suo titolo e dal rammarico con cui l'autore abbandona questa impostazione. E' qui da apprezzare l'onesta intellettuale di Dorato. Ci soffermiamo inoltre brevemente sulla tesi dell'autore secondo cui le leggi di coesistenza non sarebbero riducibili alle leggi di successione,

poiché solo queste ultime sarebbero *causali*. Analizzando questo punto si comincerà a intravedere il mio dissenso rispetto alla prospettiva di Dorato. Non credo che la nozione di causalità giochi un ruolo molto importante nella comprensione della scienza contemporanea, a meno che non la intendiamo in modo molto vago. La matematica consente di descrivere tipi di relazioni fra eventi di natura estremamente diversi, dalla proporzionalità diretta o inversa, alla variazione concomitante (equazioni differenziali) fino a evoluzioni complesse, come quella nello spazio di Hilbert del vettore di stato quantistico. Anche il linguaggio tecnico qualitativo della scienza svolge una funzione analoga, individuando molteplici possibili relazioni fra tipi di eventi. Possiamo chiamare tutte queste modalità “causali”, ma credo che esse amplino in modo notevole e articolato tale concetto, che, originariamente, è legato all’azione per contatto. Se intendiamo la nozione di causalità in questo senso largo, come dipendenza funzionale, allora le leggi di coesistenza sono dipendenze funzionali esattamente come le leggi di successione, solo che il tempo non compare esplicitamente in esse. Inoltre ogni legge di coesistenza non può che dare origine a una legge di successione, poiché, se  $A=f(B)$ , e modifichiamo sperimentalmente  $B$ , si avvia un processo temporale che porterà alla conseguente variazione di  $A$ , il quale sarà governato da una legge temporale.

Torno ora al punto fondamentale, cioè quello di stabilire le ragioni dell’efficacia della matematica nella descrizione della natura. La tesi avanzata da Dorato è la seguente:

It is therefore highly plausible to hypothesize that mathematics can be applied to experience only because they originate and derive from the latter.

(p. 60) [...] We perceive the forms and “abstract” them *from objects*, and only later conceptually elaborate in a deductive and *a priori* way. (p. 61)

Questa ipotesi mi è particolarmente cara, tanto che a essa ho dedicato un intero volume, senza purtroppo riuscire a dimostrarla [Fano, 1996]. In realtà probabilmente la matematica ha un'estrema ricchezza, che difficilmente può essere ricompresa da una semplice astrazione dall'esperienza qualitativa. Ad esempio, Dorato afferma:

The perception of space, and in it the separate and identifiable shapes of objects, is what allows us to create a correspondence between these shapes and numerals, regarded as useful fiction. (p. 64)

Questa è la tesi già proposta da Bergson [1889] all'inizio del secondo capitolo del *Saggio sui dati immediati della coscienza*, giustamente criticata da Russell [1914, p. 13]. Del resto su questa strada si era avviato anche Husserl [1891] nella *Filosofia dell'aritmetica*, dove ha dovuto abbandonare quel punto di vista, perché non è in grado di spiegare la genesi di numeri superiori alla dozzina, dove l'intuizione sensibile non ci aiuta più. Per questa ragione egli introdusse le nozioni di “collegamento collettivo” e di “momento figurale”. Anche così tuttavia il progetto incontra difficoltà insormontabili, tanto che nelle *Idee* [Husserl, 1913] egli dovrà distinguere fra *generalizzazione* e *idealizzazione*. Quest'ultima procedura è alla base della formazione dei concetti

matematici, che vengono quindi sostanzialmente svincolati dal piano empirico nella loro formulazione, anche se mantengono una generica radice precategoriale.<sup>2</sup>

Poco prima Dorato aveva affermato:

Just to give an example, we will note that despite its mathematical complications, a structure like Hilbert's space, which is particularly important in the formulation of one of the fundamental theories of physics of our time (quantum mechanics) eventually makes reference to a concept which is of undeniable intuitive significance, that of vector space, in which entities (vectors) are in the simplest case (denoted by a three-dimensional space) identified by a triple of real numbers. (p. 60)

Ho trattato il tentativo di trovare le radici esperienziali dello spazio di Hilbert nel cap. 5 di Fano [1996], giungendo alla conclusione che, se è vero che mediante generalizzazioni e idealizzazioni è possibile formarsi ragionevolmente una rappresentazione semi-intuitiva di tale nozione, tuttavia la sua particolare applicazione alla realtà fisica sviluppata dalla meccanica quantistica, che consente l'esistenza di oggetti in luoghi diversi con probabilità a somma 1, rende il tutto sostanzialmente avulso da ogni intuizione empirica.

Ho dunque la sensazione che la matematica contenga forme estremamente variegata, che a volte non sono facilmente riconducibili nemmeno a idealizzazioni dell'esperienza. La scienza può utilizzare liberamente qualsiasi concetto, ma sembra ragionevole ritenere che solo quando essa si avvale di forme matematiche riconducibili

---

<sup>2</sup> Su questi argomenti si veda il cap. 2 di Fano, 1996.

a una possibile esperienza ha effettivamente potere rappresentativo, altrimenti si riduce a un mero strumento di calcolo.<sup>3</sup>

Il quinto capitolo dimostra in modo convincente che anche la biologia, la psicologia e l'economia si avvalgono di leggi; si costituisce così una fondamentale unità metodologica fra le scienze empiriche. Più precisamente, Dorato difende una teoria gradualista del carattere nomico delle generalizzazioni, per cui nessuna legge, neanche quelle fondamentali della fisica, è del tutto priva di condizioni *ceteris paribus*. E' chiaro che più è complesso l'oggetto di indagine, maggiore sarà il numero di condizioni *ceteris paribus*, ma non per questo nelle scienze speciali non ci sono leggi; ci saranno semplicemente leggi meno universali. Anche qui sottolineo un punto che può essere utile a comprendere la diversità fra il mio punto di vista e quello dell'autore; diversità che preciserò meglio in seguito. Per la metodologia delle scienze storico-sociali, Dorato cita giustamente l'autorità di Max Weber, il quale ribadisce la centralità per esse dei concetti astratti (tipico-ideali) e delle relative generalizzazioni, esattamente come per le scienze naturali. Occorre però sottolineare che, per il sociologo tedesco, se da un lato le leggi della fisica, della chimica e forse anche della biologia, servono soprattutto a mettere in luce realtà inosservabili, che agiscono nella natura, e quindi sono lo *scopo* dell'indagine scientifica, per contro, le generalizzazioni basate su tipi-ideali delle scienze sociali hanno una funzione puramente strumentale, in quanto lo scopo dell'indagine è sempre quello di trovare una spiegazione causale dei comportamenti individuali [Fano, in corso di stampa].

Veniamo ora al nucleo centrale del volume. Il capitolo 3 prende le mosse da una dichiarazione metodologica:

---

<sup>3</sup> Su questo si veda Fano, 2005, pp. 181ss.

We must therefore keep a requisite in mind which we can refer to as being of “faithfulness” to the practice, the contents, and to the overarching ends of science, i.e., the only requisite which should be presupposed by any epistemological analysis of the concept of law. (p. 66)

Questa istanza è alla base della rivolta degli anni Sessanta contro la *received view* delle teorie e in generale contro l’eredità neopositivista. Benché l’attenzione alla pratica della scienza sia importante, non le attribuirei però un valore così assoluto. La filosofia, in quanto scientifica, si avvale di ricostruzioni ideali. Così nessuna impostazione successiva ha spiegato meglio della *received view* in che modo i termini altamente teorici della scienza acquisiscano significato empirico, anche se concretamente la scienza non ha certo l’andamento assiomatico che questa visione pretende. L’appello di Putnam e di tanti altri contro la *received view* suona un po’ come quegli aristotelici che negavano valore al principio di inerzia, perché di fatto nessun corpo permane nello stato di moto rettilineo uniforme. A mio parere, il lavoro filosofico sulla scienza non consiste tanto in una descrizione storico-psicologica delle procedure seguite di fatto dagli scienziati, quanto in una ricompressione teorica dei meccanismi gnoseologici che li sottendono e in una valutazione critica della loro validità e dei loro limiti. Del resto il volume di Dorato nelle sue analisi smentisce nei fatti questo eccessivo richiamo alla concretezza.

Molto bella la discussione che segue, tesa a mostrare che esistono diversi livelli di generalità delle leggi, tutti accettabili, fino all’osservazione che anche le leggi fondamentali possono modificarsi con il tempo e non è detto che esista una legge che

regoli tali modifiche. Molto acuta anche la critica al falsificazionismo di Popper, in quanto la scienza di fatto si basa su un accumulo di teorie, in quanto difficilmente le teorie passate vengono abbandonate del tutto.

In generale, l'autore difende una teoria *singolarista* della causalità, cioè: 1. che è possibile percepire interazioni causali non solo tra coppie di tipi di eventi, ma anche fra coppie di occorrenze di eventi; 2. che non sono le regolarità riscontrate in natura che giustificano la credenza nell'esistenza di nessi causali, ma che, viceversa, è il verificarsi di molti nessi causali singolari che giustifica la credenza in leggi causali. Ho l'impressione che questa proposta molto interessante sia perfettamente valida nell'ambito percettivo, come dimostrano i famosi esperimenti di Michotte [1954] sulla causalità. Del resto già Husserl aveva difeso un punto di vista del genere all'inizio del secondo volume delle *Idee* [Husserl, 1913]. Tuttavia nell'ambito scientifico non si può procedere alla stessa maniera, perché, in primo luogo, molti nessi causali che percepiamo risultano illusori<sup>4</sup> e, viceversa, si incontrano molti nessi causali non osservabili,<sup>5</sup> in secondo luogo, benché sia ragionevole supporre che, da un punto di vista ontologico, siano i nessi causali occorrenze quelli fondamentali, da un punto di vista epistemologico, invece, proprio per la loro inosservabilità, dobbiamo quasi sempre prendere le mosse dalle regolarità per scovare i nessi singoli.

Come è noto, il problema delle leggi scientifiche consiste sostanzialmente nel rintracciare la differenza fra generalizzazioni occasionali, come “tutti i miei vestiti estivi sono consunti” e generalizzazioni nomiche, come “tutti i nuclei di idrogeno contengono un protone”. Dorato prende in esame la proposta neoregolarista di Mill-Ramsey-Lewis,

---

<sup>4</sup> Come le luci sullo schermo degli esperimenti di Michotte che simulano un nesso causale.

<sup>5</sup> Come ad esempio l'accendersi della luce che segue il premere l'interruttore.

secondo la quale le leggi sarebbero solo quegli enunciati generali che compaiono come teoremi o assiomi in tutte le formulazioni assiomatiche di una teoria le quali siano un buon compromesso fra semplicità e informatività. Allora a una teoria non possiamo certo aggiungere generalizzazioni come “tutti i miei vestiti estivi sono consunti”, perché essa porta con sé poca informazione mentre complica molto la teoria.

L'autore critica da molti punti di vista questa impostazione con acutezza, ma ci vogliamo soffermare brevemente sul punto più innovativo della sua discussione. Dorato, infatti, propone un argomento originale, che dovrebbe confutare ogni teoria delle leggi basata sull'idea che queste ultime sopravvengano sui fatti particolari. Facciamo dunque l'ipotesi che le leggi siano relazioni completamente *determinate* dalle proprietà intrinseche dei singoli fatti. Ora, in meccanica quantistica troviamo relazioni, come le correlazioni di Bell, rispetto alle quali è impossibile trovare le proprietà intrinseche soggiacenti; dunque tali leggi non possono sopravvenire a proprietà intrinseche di fatti particolari. L'argomento è notevole, ma, come lo stesso autore esplicita in parte, vale solo se non ammettiamo l'esistenza di fatti singoli di carattere relazionale.

In seguito Dorato esamina l'approccio delle essenze di Dretske, Tooley e Armstrong, secondo il quale una generalizzazione nomica si distinguerebbe da una generalizzazione occasionale, perché la prima è giustificata da una relazione fra essenze. Così si può dire che “ogni *a* è *b*” perché esiste *in re* un legame fra la *a*-ità e la *b*-ità. Questa prospettiva è stata confutata in modo sostanzialmente definitivo da van Fraassen, a cui l'autore si rifà esplicitamente. Quest'ultimo, però, insiste particolarmente sul fatto che, se tali essenze devono essere esemplificate, per evitare il platonismo, allora molte leggi, che si riferiscono a situazioni ideali che non si

presentano mai in natura, come, ad esempio, la legge di inerzia, rimarrebbero escluse. Non sono del tutto d'accordo, perché, benché sia vero che in natura non ci siano moti senza attrito e gas ideali, tuttavia l'essentialista potrebbe ribattere che nelle nostre leggi viene descritta solo *in parte* l'essenza che è presente *in re*. Quest'ultima sarebbe in realtà molto più articolata e potrebbe essere anche descritta in modo più completo, complicando adeguatamente le leggi più semplici.<sup>6</sup>

Vengo ora alla *pars costruens* relativa alle leggi. La soluzione del problema delle leggi scientifiche sostenuta dall'autore riprende sostanzialmente la prospettiva di Bigelow-Ellis-Lierse e credo possa essere così articolata:

1. Ciò che differenzia le generalizzazioni occasionali da quelle nomiche sta nel fatto che queste ultime sono giustificate da un'ontologia soggiacente più ricca dei fatti particolari osservabili.
2. Oltre alle proprietà occorrenti, gli individui posseggono anche *disposizioni* e *disposizioni causali*. Alcune di queste sono *essenziali*, cioè gli individui perdono la loro identità se mancano di tali proprietà.
3. Le leggi sono quelle generalizzazioni che colgono il *nesso necessario* fra le disposizioni essenziali degli individui.
4. Ad esempio, una legge come "la soda caustica in soluzione acquosa assieme all'acido cloridrico produce sale da cucina" si fonda sul fatto che è essenziale alla soda caustica avere la tendenza a sciogliersi in  $Na^+$  e  $OH^-$  e, analogamente, è essenziale all'acido cloridrico sciogliersi in  $Cl^-$  e  $H^+$ . Dopo di che è essenziale agli ioni sodio e a quelli cloro la tendenza a combinarsi.

---

<sup>6</sup> Questo è comunque un punto decisamente secondario ; vedi Fano, 2005, § II.2.

E' sufficiente abbracciare un realismo scientifico anche moderato per condividere il punto 1. Chiunque pensi che le leggi siano ontologicamente diverse dalle generalizzazioni occasionali – e io sono fra questi – non può che accettare che la nostra ontologia sia più ricca dei soli fatti particolari osservabili. E' chiaro che, se si accetta il punto 2., poi il punto 3., cioè la giustificazione ontologica delle leggi, segue naturalmente. Tuttavia molti autorevoli filosofi, da Quine a Earman, hanno sostenuto – contro il punto 2. – la riducibilità scientifica di *tutte* le disposizioni a proprietà manifeste. Dorato argomenta così contro questa opinione:

I should note that, in a few cases, given by the irreducibly probabilistic propensities manifested by single quantum entities, dispositions can be irreducible to occurrent properties. (p. 111)

Occorre dire che interpretare come disposizioni reali le probabilità quantistiche, come hanno fatto Popper [1982] e i sostenitori della realtà dell'onda, tipo Selleri e Tarozzi,<sup>7</sup> è una posizione minoritaria nel panorama delle interpretazioni della meccanica quantistica, che andrebbe motivata e che finora è sempre stata sperimentalmente confutata. E' molto più ragionevole interpretare le probabilità quantistiche come uno strumento matematico utile a descrivere una realtà per ora incomprensibile.

In secondo luogo, Dorato sostiene che:

---

<sup>7</sup> Sull'argomento vedi Auletta, Tarozzi [2004].

The fragility of a piece of glass, considered at the macroscopic level, should not therefore be regarded as an unreal property only because it is identical to a certain molecular structure at the microscopic level. Similarly, the temperature of a perfect gas, considered one of its macroscopic properties, has not been eliminated or declared a pseudo-property only because it has been discovered that it is identical or reducible to the average kinetic energy of the molecules composing the gas. (p. 112)

Siamo tutti d'accordo: la fragilità del vetro non è una proprietà irreali, ma nel momento in cui è possibile spiegarla in termini di proprietà manifeste *non è più* una proprietà essenzialmente disposizionale.

Dorato porta a favore dell'esistenza reale delle disposizioni causali ancora il caso della meccanica quantistica:

The conception for which the properties of microentities depend on the context of measurement seems to us like the convergence of a series of interpretation of quantum mechanics as different from each other as instrumentalistic and realistic readings of the same scientific theory can be. (p. 116)

Dunque quelle quantistiche sarebbero proprietà disposizionali. E' chiaro che oggi è impossibile sostenere un'interpretazione realistica della meccanica quantistica così come è formulata senza fare appello a nozioni ontologiche come le proprietà disposizionali. Tuttavia direi che il contestualismo delle proprietà emerge solo in

un'interpretazione realistica. Però non sembra ragionevole interpretare realisticamente tale teoria, che si avvale di nozioni matematiche in un modo del tutto avulso dalla nostra intuizione. Anche io sono un realista scientifico, ma non per questo dobbiamo interpretare realisticamente tutte le teorie scientifiche che vengono prodotte, anche se sono ampiamente confermate dagli esperimenti.

Infine l'autore argomenta a favore dell'esistenza di proprietà essenziali, che definiscono dei veri e propri generi naturali, osservando che l'acqua se non avesse la struttura microscopica  $H_2O$  non sarebbe acqua e che Einstein, se non avesse il DNA tipico di un essere umano, non sarebbe un uomo. Tutto ciò è molto ragionevole. Bisogna però ricordarsi che sono le nostre migliori teorie che definiscono le proprietà essenziali dei generi naturali. Di questo l'autore è perfettamente consapevole, quando nota che sono le leggi di Maxwell che definiscono il genere naturale "campo elettromagnetico" e non viceversa. Tuttavia, egli prosegue, non per questo non possiamo sostenere che sono le proprietà essenziali del campo elettromagnetico che giustificano ontologicamente tali leggi.

Mi collego a questo ultimo punto per sviluppare brevemente la mia impostazione, che è solo in parte diversa da quella di Dorato. Quest'ultimo aveva giustamente notato che non dobbiamo prescindere dal fatto che molte delle leggi scientifiche hanno carattere matematico. Come ho detto in precedenza, il linguaggio matematico consente di descrivere una serie di possibili relazioni fra tipi di eventi ben più ricca di quella colta da un'ontologia delle disposizioni causali. Abbiamo visto che non sussistono motivi sufficienti per stabilire un'ontologia basata sulle disposizioni causali. Allora, invece di regredire a un'ontologia più povera, perché non arricchirla ulteriormente? Cioè lasciamo perdere le disposizioni causali, che sembrano una nozione

troppo grossolana per cogliere le strutture della realtà naturale, aggiungendo, invece, le relazioni definite dalle leggi stesse in modo di volta in volta diverso. La soluzione del problema delle leggi scientifiche proposta da Dorato potrebbe essere modificata in questo modo:

1. Ciò che differenzia le generalizzazioni occasionali da quelle nomiche sta nel fatto che queste ultime sono giustificate da un'ontologia soggiacente più ricca dei fatti particolari osservabili.
2. Le nostre migliori teorie scientifiche descrivono una realtà estremamente più ricca dell'ontologia classica individui-proprietà. Del resto anche la nostra esperienza sensibile non è facilmente riconducibile a quell'ontologia. Il linguaggio matematico e in generale quello tecnico della scienza consentono di individuare relazioni ontologiche estremamente complesse e di volta in volta diverse a seconda dell'ambito di fenomeni che stiamo indagando. Tutto questo non può essere certo ricompreso da un'ontologia individui-proprietà, anche se la arricchiamo di proprietà disposizionali, in quanto essa rimane comunque troppo povera.
3. Le leggi sono quelle generalizzazioni che all'interno di tali teorie colgono almeno parzialmente i nessi di questa complessa ontologia naturale.
4. Ad esempio, quale è l'accelerazione che subisce un corpo di medie dimensioni sottoposto a una forza  $\mathbf{F}$ ? Essa è data dalla celebre seconda legge di Newton  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ .  $\mathbf{F}$  potrebbe essere interpretata come una proprietà disposizionale di un certo luogo dello spazio in un determinato tempo,  $\mathbf{a}$  come una proprietà istantanea di un oggetto che occupa quel luogo. Vediamo però che la nostra ontologia ingenua incontra già dei problemi. Infatti siamo sicuri che i luoghi siano degli individui? Siamo sicuri che abbia

senso parlare di proprietà istantanee? Inoltre abbiamo un'equazione differenziale che governa il legame fra  $F$  e  $a$ . Essa definisce senz'altro un qualche legame effettivo fra queste due quantità, che viene colto con la massima chiarezza dal calcolo differenziale, mentre non sembra chiaro come tale nesso possa essere ricostruito in termini di essenze e proprietà disposizionali, se non tradendo in modo sostanziale la sua natura.

Concludo ricordando l'intento dell'autore:

If this work generates at least some of the precious wonder towards the hidden but understandable order of nature referred to by Einstein – a passion that Plato considered the mother of philosophy – its purpose will have been accomplished. (p. XV),

Questo scopo è stato pienamente raggiunto. Il volume, infatti, è ricco di osservazioni acute e originali, di informazioni e di problemi. E se dalle pagine di questa recensione il lettore ricavasse la sensazione di un mio disaccordo con Dorato, ricordi le belle parole di Tolstoj in *Anna Karenina*, dove lo scrittore russo osserva che due studiosi non discutono mai così animatamente se non quando sono d'accordo sul 95% delle questioni e cercano una soluzione concorde del restante 5%.

VINCENZO FANO

Istituto di Filosofia, Università di Urbino

## BIBLIOGRAFIA

- Armstrong D. (1983), *What is a law of nature?*, Cambridge University Press, Cambridge Mass.
- Auletta G., Tarozzi G. (2004), “On the Reality of Quantum Waves”, *Foundations of Physics*, 34, pp. 1675-1694.
- Bergson H. (1889), *Saggio sui dati immediati della coscienza*, in *Opere*, Mondadori, Milano, 1986.
- Bigelow J., Ellis B., Lierse C. (1992), “the world as one of a kind: Natural necessity and laws of nature”, in *British Journal for Philosophy of Science*, 43, pp. 371-388.
- Dretske F. (1977), “Laws of nature”, in *Philosophy of Science*, 44, pp. 248-268.
- Ellis B. (2002), *The Philosophy of Nature*, Chesham, Acumen.
- Fano V. (1996), *Matematica ed esperienza nella fisica moderna*, Il Ponte Vecchio, Cesena.
- Fano V. (2005), *Comprendere la scienza*, Liguori, Napoli.
- Fano V. (in corso di stampa), “Epistemologia dell’identità culturale. Strumenti filosofici per l’analisi di un concetto”, *Africa e Mediterraneo*.
- Husserl E. (1891), *Filosofia dell’aritmetica*, Bompiani, Milano, 2001.
- Husserl E. (1913), *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica*, Einaudi, Torino, 1965.
- Lewis D. (1973), *Counterfactuals*, Harvard University Press, Cambridge Mass.
- McCall S. (1969), “Time and the physical modalities”, *Monist*, 53, pp. 426-446.
- Michotte A. (1954), *La percezione della causalità*, Giunti Barbera, Firenze, 1972.

- Mill J.S. (1843), *Sistema di logica deduttiva e induttiva*, UTET, Torino, 1988.
- Pargeter R. (1984), "Laws and modal realism", *Philosophical Studies*, 46, pp. 335-47.
- Popper K.R. (1982), *Poscritto alla logica della scoperta scientifica. La teoria dei quanti e lo scisma della fisica*, Il Saggiatore, Milano 1984.
- Ramsey F. (1926), *I fondamenti della matematica*, Feltrinelli, Milano, 1964.
- Russell B. (1914), *The Philosophy of Bergson*, Macmillan for Bowes, Cambridge.
- Tooley M. (1977), "The nature of laws", in *Canadian Journal of Philosophy*, 7, pp. 667-698.