

IPOSTESI E SOTTODETERMINAZIONE IN FISICA E METAFISICA

MATTEO MORGANTI (*)

SUNTO. – In questo lavoro, mi propongo di mettere in evidenza i limiti del diffuso approccio naturalista ‘radicale’ secondo il quale la filosofia (in particolare la metafisica) può e deve essere sostituita dalla, o almeno fortemente subordinata alla, scienza (in particolare la fisica). Attraverso un caso di studio riguardante la natura delle entità descritte dalla meccanica quantistica, argomenterò che – in considerazione del fatto che tutte le ipotesi, comprese le ipotesi scientifiche, sono sotto-determinate dal dato empirico – è preferibile sottoscrivere una forma di naturalismo più moderata, che vede metafisica e fisica come attività complementari.

ABSTRACT. – In the present paper, I aim to point out the shortcomings of those rather popular ‘radical’ naturalistic approaches to philosophy (especially metaphysics) according to which the latter can either be made dependent on, or altogether eliminated in favour of, science (especially physics). Based on a case study concerning the ontology of quantum entities, I will argue that – since metaphysical and scientific hypotheses are equally underdetermined by the empirical data – a moderate naturalistic approach is preferable, whereby metaphysics and physics are to be intended as complementary activities.

INTRODUZIONE: NATURALISMI E ANTINATURALISMI

Quella fra scienza e filosofia è una relazione complessa, e uno scambio fecondo fra le due discipline non può avvenire senza un’attenta riflessione sulla natura di tale rapporto. In effetti, una mancanza in questo senso rischia di oscurare l’opportunità, e la possibilità stessa di una coesistenza costruttiva fra due discipline e due tipi di saperi spesso

(*) Dipartimento di Filosofia, Comunicazione e Spettacolo, Università degli Studi di Roma ‘Tre’, Italia. E-mail: matteo.morganti@uniroma3.it

visti come antitetici ma in realtà molto vicini. Innanzitutto, dal punto di vista storico, va ricordato che le scienze naturali e la filosofia intesa come indagine sulla natura delle cose hanno un'origine comune nel pensiero antico, e sono rimaste unite sotto l'etichetta di 'filosofia della natura' anche dopo l'inizio dell'età moderna e la rivoluzione scientifica. In effetti, è solo nel XIX secolo che i due ambiti si dividono, sia a livello teorico che pratico (per esempio, per quanto riguarda l'istituzione di cattedre universitarie e la loro denominazione). D'altra parte, è innegabile che almeno a partire dalla seconda metà dell'800 scienza e filosofia si sono andate differenziando in modo sempre più netto, e che nella cultura occidentale di oggi la distinzione fra scienza – prevalentemente identificata con scienze naturali come la fisica, la biologia e la chimica – e saperi umanistici è data per scontata, anche sulla base di una concezione sostanzialmente applicativa della prima. In particolare, la parte della filosofia che si propone di studiare le caratteristiche fondamentali della realtà in termini il più possibile generali – la metafisica – viene spesso contrapposta, nella sua (reale o presunta) irrimediabile astrattezza, alla fisica, intesa invece come il paradigma ideale del modo in cui elaborazione teorica e lavoro sperimentale vanno messi insieme.

Dal punto di vista metodologico, questo porta (o meglio, riporta) in primo piano temi già centrali all'inizio del XX secolo. Gli esponenti del circolo di Vienna, com'è noto, consideravano la scienza come unica fonte di conoscenza del mondo e, su questa base, scartavano come insensate le domande della metafisica, restringendo il campo d'azione della filosofia a una sistematizzazione dei risultati delle scienze attraverso la logica e l'analisi concettuale. Soprattutto con il declino del progetto neopositivista, è rimasta però viva la visione secondo la quale è in realtà la filosofia, con il suo metodo essenzialmente a priori, non sperimentale, a doversi considerare fonte di vera conoscenza, anche del mondo naturale.

Questa dicotomia persiste ancora oggi, ed è utilmente presentata in termini di 'naturalismo' filosofico. Ignorando sfumature e differenziazioni più specifiche, si può dire che gli anti-naturalisti rifiutano la priorità della scienza e affermano che la filosofia può effettivamente procedere in modo autonomo, anche prescindendo dai dati empirici e dalle migliori teorie scientifiche che abbiamo a disposizione su di essi. Così facendo, sostengono gli anti-naturalisti, la filosofia ottiene accesso – almeno potenzialmente – alle verità fondamentali sulla natura delle cose. Dall'altra parte, i naturalisti raccomandano una continuità di

qualche tipo fra filosofia e scienza sulla base del fatto, innegabile, che la scienza è un'attività di successo e che appare decisamente progressiva, e che il metodo empirico sembra costituire uno strumento essenziale per ottenere una conoscenza affidabile del mondo naturale.

In questa sede, metteremo da parte l'anti-naturalismo, assumendo che insistere nella formulazione di ipotesi sulla realtà su basi esclusivamente a priori non si possa ritenere un atteggiamento giustificato alla luce di dati di fatto incontestabili relativi ai risultati ottenuti dalla scienza, sia in termini pratici e tecnologici che concettuali e teoretici. Ci concentreremo, di conseguenza, sul naturalismo non per metterne in questione la plausibilità o legittimità, quanto piuttosto per chiederci in quale forma esattamente esso vada inteso e implementato. Questo, nella convinzione che un'analisi attenta e approfondita in questo senso sia non solo utile ma anche necessaria per uno sviluppo proficuo della filosofia come della scienza, e per una loro auspicabile crescita congiunta – tanto più in considerazione del fatto che il naturalismo è spesso inteso in un modo che, si argomenterà, è discutibile e controproducente.

Si esaminerà, in particolare, quello che chiameremo qui 'naturalismo radicale', cioè quell'approccio, essenzialmente neopositivista, che raccomanda la riduzione della filosofia, e in particolare della metafisica, alla migliore scienza disponibile. Sulla base di un caso di studio, relativo allo statuto ontologico delle entità descritte dalla meccanica quantistica, si suggerirà che il naturalismo radicale si può intendere in due modi, entrambi difficili da sostenere alla luce dell'evidenza empirica e della sua interpretazione. Il primo propone una subordinazione della metafisica alla fisica, e la ricerca di risposte alle domande metafisiche (ove possibile) sulla base della migliore scienza disponibile – dal che segue, ovviamente, che laddove la metafisica (in parte o in tutto) non riesce ad adeguarsi a questa metodologia, essa non va perseguita. La seconda versione ritiene invece, ancora più radicalmente, che la metafisica sia in linea di principio inutile, nel senso che – pur dovendosi forse ammettere che essa abbia storicamente giocato un ruolo nello sviluppo del pensiero e della conoscenza – essa è oggi da ritenersi interamente rimpiazzata dalla fisica.

Sulla base del fatto che le nostre ipotesi sulla realtà, sia nel caso della fisica che in quello della metafisica, sono irrimediabilmente sottodeterminate dal dato empirico, cioè non seguono in modo diretto dall'evidenza ma richiedono una valutazione e selezione anche su basi non empiriche, si argomenterà che nessuna di queste due opzioni è plausi-

bile. In termini più espliciti, si sosterrà che il naturalismo radicale, sia nella sua versione ‘riduzionista’ che nella variante ‘eliminativista’, semplicemente non funziona. Si proporrà allora come alternativa preferibile una forma di ‘naturalismo moderato’: in prima approssimazione, un naturalismo che non subordina la metafisica alla fisica ma considera invece le ipotesi filosofiche come un utile complemento rispetto a quelle scientifiche.

Il resto dell’articolo è quindi strutturato come segue: nella prossima sezione, si definiranno più in dettaglio due forme di naturalismo radicale, una riduzionista ma non eliminativista sulla metafisica, l’altra più strettamente eliminativista, e le si valuteranno alla luce di un caso di studio concernente l’identità e l’individualità delle entità quantistiche. Nella sezione 2 si tireranno le somme, presentando un trilemma apparentemente fatale per il naturalismo e argomentando che l’unico modo di aggirare tale trilemma rimanendo in un contesto naturalistico è quello di fare propria una forma moderata di naturalismo. Questo naturalismo moderato verrà illustrato in maggior dettaglio nella sezione 3, dove verranno proposte anche alcune riflessioni più generali sulla natura delle nostre congetture sulla realtà e la loro relazione col dato empirico, sui criteri in base ai quali si sceglie (o dovrebbe scegliere) fra ipotesi alternative, e in generale sui vari approcci possibili allo studio della realtà materiale e alla relazione fisica-metafisica.

1. CASO DI STUDIO: IDENTITÀ E INDIVIDUALITÀ IN MECCANICA QUANTISTICA

Una prima versione di naturalismo radicale, come detto, non elimina la metafisica come insensata ma la subordina nettamente alla scienza, presupponendo che quest’ultima dia indicazioni precise rispetto a quesiti metafisici. Secondo questa prospettiva – che chiameremo qui ‘NR1’ – le conseguenze filosofiche (in particolare, metafisiche) della scienza (in primis la fisica) sono ovvie, in quanto contenute nelle teorie più o meno come le conseguenze di un ragionamento deduttivo sono ‘già date’ con le premesse.

Come esempio, si considerino le entità descritte dalla meccanica quantistica – la migliore teoria oggi disponibile per quanto riguarda il mondo fisico su scala microscopica. Secondo molti, e come sostenuto tra gli altri da un buon numero dei padri fondatori della meccanica

quantistica, è evidente che le entità microscopiche che chiamiamo comunemente ‘particelle’ sono *non-individui* di qualche tipo. Vale a dire, entità che non hanno le condizioni di identità degli oggetti comuni, e sono invece tali che, pur potendosi definire il loro numero – la loro quantità totale –, non c’è modo di determinare le loro identità specifiche – questo, si noti, non solo per limiti epistemici, cioè relativi alla nostra conoscenza e a quello che possiamo fare in pratica, ma in linea di principio. I motivi per cui si sostiene questa tesi, che si è configurata nel tempo come una ‘Received View’, cioè una posizione standard, saranno chiari fra un attimo. Per ora, ciò che è importante è vedere come NR1 postuli una sorta di legame deduttivo fra le teorie fisiche e le ipotesi metafisiche: in questo caso, fra le caratteristiche del mondo microscopico per come esso è descritto dalla meccanica quantistica non-relativistica (nella sua formulazione ‘standard’¹) e la negazione dell’idea che le entità che popolano il mondo fisico al livello fondamentale siano individui, cioè abbiano le stesse caratteristiche ontologiche – in primis, condizioni di identità – delle cose di cui facciamo esperienza nella vita quotidiana.

Vediamo più in dettaglio come sia emersa la Received View sulle particelle quantistiche, partendo da una definizione. L’entità (materiale/fisica) x è un individuo se e solo se:

- 1) x è una ‘cosa’ – non un evento, proprietà, fatto, processo...
- 2) x è numericamente identico a sé stesso ($x=x$)
- 3) x è numericamente distinto da qualsiasi altra entità

Oltre a queste caratteristiche, x *potrebbe* anche avere:

- 4) Identità diacronica (oltre che sincronica), cioè x rimane la stessa

¹ Ovviamente, la restrizione alla teoria quantistica non-relativistica, e alla sua interpretazione canonica – essenzialmente, la cosiddetta ‘interpretazione di Copenhagen’ – è una scelta che non è affatto ovvia. Mentre diremo qualcosa al proposito in seguito, qui basti dire che i) l’interpretazione standard è (ancora) dominante fra i fisici stessi, ii) la letteratura ha fino a oggi discusso essenzialmente tale interpretazione, e iii) tale discussione non si può ritenere esaustiva, ma è sicuramente un primo passo necessario per una disamina ulteriore, relativa per esempio alla teoria dei campi, alle teorie quantistiche relativistiche, a interpretazioni alternative come quelle a molti mondi o basate sull’idea di collasso spontaneo della funzione d’onda o, ancora, a teorie della gravità quantistica.

cosa col passare del tempo, e quindi è re-identificabile come la stessa entità in istanti diversi

- 5) Localizzabilità, cioè ad ogni istante x è collocato in una regione spaziale dai confini precisi.

Due cose vanno messe subito in evidenza. La prima è che 2) e 3) non sono affatto condizioni banali, ma anzi costituiscono proprio il discrimine fra le cose che definiamo individui e ciò che si intende per non-individui. Tali condizioni, infatti, non sono soddisfatte nel caso di entità contabili nel loro insieme ma non singolarmente, in senso ordinale e (almeno potenzialmente) ostensivo – ‘*questo* è il primo’, ‘*questo* è il secondo’ e così via... Come esempio, si consideri la differenza fra una moneta da un euro, o più monete da un euro considerate insieme, e un singolo euro o una quantità di euro intesi come unità monetarie in un conto in banca. Appare chiaro che nel secondo caso, al contrario del primo, non sono soddisfatte le condizioni 1)-3), e in particolare le ultime due: non ha senso chiedere di due euro in un conto in banca se sono gli stessi di ieri o si sono scambiati, o quale sia quello che ho versato per primo, o pretendere dall’impiegato che mi dia esattamente l’euro che occupa la posizione 453 nel mio conto da 500 euro.

La seconda cosa da sottolineare è che 4) e 5) sono caratteristiche distintive di molti oggetti individuali ma non di tutti, cioè *non sono requisiti necessari* per l’individualità. L’idea che non sia così, e che gli individui debbano necessariamente avere una posizione precisa e preservare la loro identità nel tempo, è dovuta a una confusione. Nel caso di 4), la confusione è fra il problema dell’individualità, che si dà a prescindere dal divenire temporale – e problema dell’identità nel tempo. Nel caso di 5), c’è invece una potenziale ambiguità fra la nozione di oggetto individuale e l’idea di oggetto intesa nel senso della fisica classica e/o del senso comune – laddove il secondo termine denota solo un caso particolare del primo.²

Detto questo, gli oggetti macroscopici con cui abbiamo a che fare quotidianamente sembrano inequivocabilmente qualificarsi come ‘individui’: essi hanno proprietà ben definite, occupano regioni precise dello

² In relazione a questo, parte della confusione ha forse anche a che fare che spesso col termine ‘particella’ si intende un oggetto del secondo tipo, riferendosi alle particelle della fisica classica. Ma che le particelle quantistiche non siano particelle classiche è pressoché ovvio...

spazio, sono chiaramente distinti da tutte le altre cose e sembrano identificabili ostensivamente e re-identificabili nel tempo come le stesse cose, anche a prescindere da inevitabili cambiamenti qualitativi. La meccanica quantistica invece, almeno a prima vista, appare descrivere cose che non hanno tali caratteristiche, e quindi imporre una radicale revisione ontologica. Molti fra i padri fondatori della meccanica quantistica, come già accennato, erano in effetti dell'avviso che, con l'avvento della nuova teoria, non si avesse più a che fare con oggetti individuali ma con entità di altro tipo, prive di almeno alcune delle caratteristiche fondamentali indiscutibilmente possedute da oggetti come sedie, tavoli o persone. Born e Schrödinger, per esempio, interpretavano in questo senso le peculiari caratteristiche della statistica quantistica, la descrizione del comportamento di sistemi fisici composti da più particelle e dei loro possibili stati fornita dalla meccanica dei quanti.

In effetti, la statistica valida nel caso dei sistemi quantistici (statistica di Bose-Einstein o di Fermi-Dirac, a seconda che si descrivano le particelle che mediano le forze – i bosoni – o quelle che costituiscono la materia – i fermioni) è essenzialmente diversa da quella valida nel caso classico (statistica di Maxwell-Boltzmann). Questo perché nella statistica dei quanti non contano come fisicamente rilevanti le 'permutazioni' di particelle, cioè (presunti) cambiamenti da uno stato S a uno stato S' tali che S e S' sono qualitativamente identici e differiscono solo rispetto all'identità delle particelle, cioè a quale particella è quale. Inoltre, a livello quantistico non sono possibili stati 'non-simmetrici', analoghi a situazioni del tipo 'la moneta 1 è testa, la moneta 2 è croce': ignorando casi marginali di natura essenzialmente teorica che complicano un po' il quadro ma non cambiano la sostanza, possiamo dire che si può avere solo qualcosa di analogo a 'una moneta (quantistica) sarà testa e una sarà croce', in cui 'una' *non* si riferisce a questa particella piuttosto che a quella ma, al contrario, non denota nessuna entità specifica.

Detto altrimenti, se si considerano due sistemi fisici 1 e 2 e due possibili stati x e y , intuitivamente (e in fisica classica) si ottiene (rappresentando gli stati come vettori e indicando i sistemi con degli indici esterni ai vettori stesso) la seguente lista di combinazioni, cioè stati, possibili:

$$\begin{aligned} &|x\rangle_1|x\rangle_2 \\ &|y\rangle_1|y\rangle_2 \\ &|x\rangle_1|y\rangle_2 \\ &|y\rangle_1|x\rangle_2 \end{aligned}$$

Nel caso quantistico, invece si hanno solo tre stati:

$$\begin{aligned} &|x>_1|x>_2 \\ &|y>_1|y>_2 \\ &1/\sqrt{2}(|x>_1|y>_2 \pm |y>_1|x>_2) \end{aligned}$$

Nel caso dei fermioni, per di più, se due di essi sono dello stesso tipo e danno vita ad un sistema composto è addirittura solo possibile uno stato (l'ultimo di quelli sopra, con il segno '-').

Mentre i primi due stati quantistici sono (almeno apparentemente) analoghi alle loro controparti classiche, l'ultimo esprime, come detto poco fa, la peculiare informazione per cui uno fra 1 e 2 (non si sa quale, ed è oggettivamente indeterminato quale) sarà nello stato x e l'altro (non si sa, ed è indeterminato, quale) sarà nello stato y . È proprio questo che implica che gli stati quantistici non sono mai non-simmetrici: al contrario di quanto accade nel caso classico, come facilmente rilevabile in ognuna delle tre combinazioni sopra, 'scambiare' 1 con 2 non cambia lo stato fisico complessivo.

Ora, la reazione più comune di fronte a questa evidenza è appunto quella che fu di molti dei fondatori della teoria: cioè quella di sostenere che tutte le differenze fra la statistica di Maxwell-Boltzmann e quelle di Bose-Einstein e Fermi-Dirac sono dovute al fatto che i sistemi fisici di tipo quantistico non hanno un'identità determinata, cioè non sono individui nel senso in cui lo sono le monete o altri oggetti classici. Questo spiegherebbe, in effetti, perché permutare non dia vita a differenze rilevanti a livello statistico: ogni permutazione corrisponderebbe, infatti, solamente ad uno scambio fittizio, come nel caso, per esempio, in cui immagino di scambiare due specifici degli euro del mio conto in banca l'uno con l'altro. Se facessi questo per poi chiedere qual è 'il primo' dei due euro e quale 'il secondo', farei inevitabilmente un buco nell'acqua. Nelle suggestive parole di Weyl:

“the possibility that one of the identical twins Mike and Ike is in the quantum state E1 and the other in the quantum state E2 does not include two differentiable cases which are permuted on permuting Mike and Ike; it is impossible for either of these individuals to retain his identity so that one of them will always be able to say 'I'm Mike' and the other 'I'm Ike.' Even in principle one cannot demand an alibi of an electron!” (vedi [1], pag. 241).

Quello che Weyl intende dire è, appunto, che le particelle quantistiche non hanno individualità e, per questo motivo, non si può richiedere un'informazione specifica riguardante il loro stato nello stesso modo in cui un poliziotto chiede ad un sospettato dove *egli* (e non, magari, il suo fratello gemello) fosse esattamente la notte dell'omicidio fra le 4 e le 5.

La stessa conclusione sembra seguire direttamente anche da un'altra considerazione relativa all'identità dei sistemi fisici quantistici, che ha a che fare non con il loro comportamento collettivo, bensì con ciò che renderebbe ciascuna di esse un oggetto individuale, il loro 'principio di individuazione'.

A questo proposito, è innanzitutto necessaria una premessa generale. Almeno a partire da Leibniz e, più recentemente, con il diffondersi di posizioni di stampo empirista, si è affermata in filosofia l'idea che ogni individuo sia costituito come tale dall'insieme delle sue caratteristiche *qualitative* – vale a dire quelle che, almeno in linea di principio, possono essere oggetto di esperienza (non necessariamente diretta) e non riguardano solo l'identità e il numero delle cose. Più precisamente, si è affermato come principio di individuazione il Principio di Identità degli Indiscernibili, secondo cui ogni oggetto individuale è qualitativamente unico, e deve quindi differire per almeno un aspetto qualitativo da ogni altra cosa.³ Il che vale a dire che il 'numero' delle cose, la loro identità, deriva dalle caratteristiche di tali cose e non è qualcosa che precede ontologicamente tali caratteristiche. Nei termini più formali, e più precisi, della logica del secondo ordine, il principio dice che, ponendo x e y come variabili relative a individui e P come variabile relativa a proprietà:

$$\forall xy \forall P (Px \leftrightarrow Py) \rightarrow (x=y)^4$$

³ È appena il caso di sottolineare che, mentre per Leibniz la verità del principio come principio metafisico è legata a considerazioni puramente filosofiche – relative alla natura di Dio e alla dinamica della creazione –, dal punto di vista empirista generalmente inteso il principio esprime essenzialmente il fatto che i nostri sensi, ma soprattutto l'indagine scientifica, ci permettono di entrare in contatto con caratteristiche qualitative come colori, posizioni, masse, cariche elettriche ecc., ma non con caratteristiche puramente quantitative come l'identità, o l'essere *una* cosa. In questo senso, la riscoperta del Principio dell'Identità degli Indiscernibili sembra avere valenza metodologica prima che metafisica.

⁴ Dove, chiaramente, il dominio del quantificatore universale riferito alle

Il che è equivalente a:

$$\forall xy((x \neq y) \rightarrow \exists P \neg (Px \& Py)).$$

Anche qui il contrasto fra livello classico, del senso comune e livello quantistico emerge nettamente. Per quanto simili possano essere due oggetti macroscopici, infatti, essi differiranno necessariamente per almeno una loro proprietà: la loro collocazione spaziale. Lo stesso vale per due particelle classiche. In generale, l'impenetrabilità dei corpi, pur non essendo in senso stretto parte integrante della meccanica newtoniana, è a tutti gli effetti un elemento fondamentale nella visione classica della realtà fisica, non a caso rispecchiata nell'intuizione di senso comune. In meccanica quantistica, invece, questo non è più vero. Le proprietà dei sistemi fisici quantistici, in particolare, corrispondono a delle probabilità che hanno valenza ontologica e non solo epistemica – esse corrispondono, cioè, a dati di fatto oggettivi e non a ciò che noi sappiamo o non sappiamo sulle cose. Ed è possibile che due (o più) particelle esattamente simili a livello di proprietà monadiche, come per esempio massa e carica elettrica, abbiano anche la stessa probabilità di essere in una determinata regione spaziale ad un certo istante. Applicando il Principio dell'Identità degli Indiscernibili, ciò comporterebbe che gli oggetti con cui abbiamo a che fare non sono *individui distinti*. Ma, dato che quante entità ci siano in un dato sistema fisico non è un elemento discutibile della teoria, e quindi si può essere certi che si ha a che fare con due (o più) entità *distinte*, sembra che ciò che deve essere messo in dubbio sia piuttosto il concetto stesso di *'individuo'*. Le entità di cui si sta parlando non sarebbero, dunque, affatto analoghe a ciò di cui facciamo esperienza quotidianamente, bensì entità di tipo diverso, alle quali il principio di Leibniz non si applica – per esempio, perché si tratta di entità *'derivative'* o *'dipendenti'*, come lo sono le proprietà rispetto agli oggetti.⁵ Se questo è vero, sembrerebbe che il paradigma atomistico dominante da Democrito, attraverso Newton, fino alla fine del

proprietà non include proprietà che presuppongono l'identità e l'individualità – cosa che, per ovvie ragioni, renderebbe il principio necessariamente vero ma non informativo.

⁵ Va interpretata in questo senso, ad esempio, l'interpretazione delle particelle come *'perturbazioni'* o *'eccitazioni'* di campi fisici. I campi sarebbero le entità fondamentali (in un contesto aristotelico le si potrebbero definire *'sostanze'*), e le particelle

XIX secolo,⁶ vada abbandonato – per esempio a favore di un'ontologia basata sul concetto di 'campo'.⁷

Tirando le somme, allora, sembra che si possa legittimamente sostenere che le particelle quantistiche – come mostrato dal loro comportamento statistico e dalle loro caratteristiche qualitative – non sono individui ma oggetti non-individuali nel senso illustrato in precedenza. Sulla base di questo, si potrebbe allora pensare che, effettivamente, i sostenitori di NR1 abbiano ragione, e la metafisica vada portata avanti (solo) nella misura in cui può essere 'estratta' dalla migliore scienza a nostra disposizione, dato che farlo ci conduce – al contrario di quanto accade per le secolari dispute filosofiche riguardanti, per esempio, gli universali o le sostanze, che proseguono senza ombra di accordo o progresso oggettivo – a conclusioni precise e indiscutibili. A ben vedere, però, questa conclusione è sbagliata.

Nel caso specifico dell'identità e dell'individualità in meccanica quantistica, in particolare, che le 'particelle' sono non-individuali nel senso illustrato in precedenza NON è implicato dal dato empirico, ma solo suggerito. E la differenza è cruciale. Per raggiungere la conclusione che le entità descritte dalla meccanica quantistica standard sono oggetti non individuali, in effetti, occorre aggiungere al dato empirico delle assunzioni ulteriori: in particolare, i) che il Principio dell'Identità degli Indiscernibili valga effettivamente come 'principium individuationis', e ii) che le proprietà quantistiche siano proprietà monadiche possedute dalle singole particelle e che, di conseguenza, l'impossibilità di stati quantistici non-simmetrici sia dovuta alle condizioni di identità delle particelle stesse e non al loro modo di esemplificare caratteristiche qualitative. Ognuna di queste assunzioni aggiuntive, però, non ha una natura empirica, e può in effetti essere messa in dubbio su basi filosofiche – anche, si noti, *indipendenti* dal desiderio di sostenere una nozione tradizionale di individualità anche nel contesto quantistico.

Per esempio, rifacendosi a una tradizione che risale almeno al tardo

le caratteristiche qualitative di essi. E il Principio dell'Identità degli Indiscernibili, qualora fosse applicabile, lo sarebbe alle prime ma non alle seconde.

⁶ Se non, andando oltre, fino all'odierno Modello Standard delle particelle elementari.

⁷ Cosa, si potrebbe a questo punto aggiungere, già suggerita dal dualismo onda/particella caratteristico della teoria.

medioevo, si può sostenere, contro Leibniz, che l'individualità delle cose non derivi dalle loro caratteristiche qualitative ma sia invece qualcosa di primitivo.⁸ Se si unisce a questo a) l'idea che le proprietà descritte dalla statistica siano proprietà solo attribuibili all'insieme delle particelle intese collettivamente, e/o b) la tesi per cui gli stati possibili per sistemi di più particelle non sono determinati nel modo combinatoriale più intuitivo,⁹ allora si ha un resoconto metafisico alternativo dei fatti visti sopra, in particolare di quelli relativi alla statistica, in cui però le entità quantistiche sono individui. Procedendo in questo modo, cioè, si soddisfano le condizioni 1)-3) di cui sopra per l'individualità, spiegando al tempo stesso le caratteristiche non-classiche della meccanica quantistica descritte poc'anzi.

Così facendo, si noti, non si contraddice necessariamente la raccomandazione metodologica cara agli empiristi (vedi sopra) di non aggiungere nulla a ciò che è accessibile ai sensi o all'indagine empirica. Infatti, si può legittimamente sostenere che il fatto stesso che la fisica descriva degli indiscernibili indica che essa non si occupa solo di fatti qualitativi ma, al contrario, almeno in alcuni casi ci fornisce informazioni 'meramente numeriche' su parti della realtà materiale. Appare chiaro che l'evidenza empirica non è sufficiente per eliminare questa chiave alternativa di interpretazione.

Un'altra opzione, legata a un dibattito molto recente, è quella rappresentata dall'individuazione tramite relazioni – quella cioè che sareb-

⁸ Per filosofi come per esempio Duns Scoto (XIII sec.), le nature comuni sono 'contratte' in cose particolari in virtù di haecceitates, nel senso che ci sono dei fattori non empirici che, 'fusi' con universali come l'essere un uomo o l'essere un tavolo, producono uno specifico uomo o uno specifico tavolo. Si può però evitare di postulare l'esistenza di universali e di haecceitates, e dire più semplicemente che i fatti numerici di identità sono fondamentali e non analizzabili in termini di nient'altro.

⁹ Nel primo caso, infatti, si spiega la statistica quantistica dicendo che non si dà un analogo di 'x croce, y testa' e un analogo di 'y croce, x testa', ma solo 'x/y croce e y/x testa' perché l'insieme xy esemplifica una relazione di 'avere segno opposto' e non, come si sarebbe portati a credere, una proprietà monadica 'testa' e una proprietà monadica 'croce', ognuna posseduta da una sua sotto-parte. Nel secondo caso, si ottiene lo stesso risultato dicendo che alcune combinazioni che intuitivamente, nonché a livello di senso comune e di fisica classica, sono possibili non lo sono nel dominio quantistico; oppure, in modo leggermente diverso, che ciò che è possibile/impossibile nel mondo dei quanti non è determinato da considerazioni modali canoniche ma da qualcosa di diverso (come, per esempio, la teoria delle controparti di David Lewis [8], nei dettagli della quale non è possibile, né necessario, entrare in questa sede).

be basata sulla cosiddetta ‘discernibilità debole’. Si considerino, per esempio, relazioni familiari, come ‘...è più alto di...’, ‘...va nella direzione opposta rispetto a...’, ipotizzando che esse *non siano riducibili* ad altezze o moti specifici, cioè a proprietà monadiche – coppie di altezze specifiche, coppie di moti definiti etc. Si focalizzi poi l’attenzione su relazioni come la seconda, cioè simmetriche e quindi tali che la relazione sussiste sia in una direzione che nell’altra (e quindi rimarrebbe invariata qualora se ne scambiassero i relata l’uno con l’altro). Secondo Quine [2] e, sulla sua scia, Saunders [3], si può formulare un principio di identità/individualità di tipo leibniziano – cioè basato sulle caratteristiche qualitative delle cose – ma che, al contrario del Principio di Identità degli Indiscernibili tradizionale, prende in considerazione anche relazioni di questo tipo, le quali sono (o almeno potrebbero essere) in grado di individuare (qualitativamente) in casi in cui le proprietà monadiche non lo fanno. In effetti, come potrebbe essere istanziata la relazione di andare in direzione opposta a, se non esistessero due oggetti precisi, ognuno determinatamente distinto dall’altro sia per la sua identità che per la sua caratterizzazione qualitativa (il suo moto nello spazio-tempo)? Nel caso della meccanica quantistica, si può sostenere, accade proprio questo. Tornando a qualcosa che abbiamo già visto in precedenza, si consideri per esempio il cosiddetto stato di ‘singoletto’ in cui si possono trovare due fermioni:

$$1/\sqrt{2}(|\uparrow\rangle_1|\downarrow\rangle_2 - |\downarrow\rangle_1|\uparrow\rangle_2)$$

Questo stato è uno stato in cui due particelle sono determinatamente tali da avere spin opposto lungo un certo asse spaziale,¹⁰ ma non un valore determinato di spin se prese separatamente. Vale a dire, non ci sono proprietà di spin precise per i fermioni separati, ma al tempo stesso si dà che Probabilità(spin della particella 1 ≠ spin della particella 2) = 1. Dato che la probabilità di avere spin opposto è 1, siamo nel caso limite in cui una proprietà può essere ascritta al sistema anche a prescindere dalla misura e prima che questa venga effettuata.¹¹ Si può quin-

¹⁰ Lo spin è, molto approssimativamente, un analogo quantistico della rotazione, posseduto da tutte le particelle e tale da avere valori distinti per i tre assi spaziali.

¹¹ Almeno assumendo, come normalmente si fa, il cosiddetto ‘legame autostato-autovalore’.

di sostenere che il sistema composto da 1 e 2 esemplifica sicuramente una relazione simmetrica e irriflessiva non riducibile a proprietà monadiche di 1 e/o 2. Per le considerazioni precedenti, possiamo su questa base dire che il sistema è sicuramente composto da due oggetti individuati qualitativamente. Anche in questo caso, l'interpretazione proposta va di pari passo con una spiegazione dell'evidenza empirica: da una parte, come abbiamo visto, l'individuazione si basa su proprietà descritte dalla teoria; dall'altra, i fatti statistici vengono spiegati – di nuovo – dicendo che essi, come nel caso dello stato di singoletto appena descritto, sono simmetrici perché esemplificano relazioni simmetriche, irriflessive e irriducibili a proprietà monadiche.

Non è questa la sede per valutare le singole proposte, e decidere se esse sono effettivamente preferibili rispetto alla Received View.¹² Ciò che è importante è vedere che ci sono molteplici opzioni per l'interpretazione del dominio quantistico in termini ontologici, e che *sono tutte compatibili col dato empirico e quindi con la scienza attuale*. Come anticipato, questo è un problema per il sostenitore di NR1, perché confuta la sua concezione naturalistica secondo cui le questioni metafisiche trovano una soluzione diretta e non ambigua nella scienza. Ovviamente, se ci sono più ipotesi metafisiche compatibili col dato empirico NR1 è falso, perché non si dà il caso che l'interpretazione metafisica segua deduttivamente, o comunque in modo pressoché immediato, dall'input proveniente dalla scienza.

A questo punto, il naturalista radicale potrebbe insistere e dire che la sua posizione è la più plausibile e più 'vicina' alla scienza, come testimoniato anche dal fatto che la Received View ha origine nell'opinione di grandi fisici come il già citato Weyl. Ma questa risposta non

¹² Come minimo, fare ciò richiederebbe una discussione dettagliata delle seguenti questioni: possono le relazioni essere ontologicamente prioritarie rispetto agli oggetti e determinare la loro identità? Lo stato di singoletto può con sicurezza essere descritto come uno stato con due entità in relazione, o è anche possibile intenderlo come un tutto unitario con una proprietà monadica (magari disposizionale, del tipo 'il sistema S ha una propensione a dividersi in due parti anti-correlate al momento della misura, e tale propensione verrà manifestata con certezza al momento della misura')? L'identità primitiva e non leibniziana non è problematica dal punto di vista naturalistico? Se sì, non c'è una difficoltà analoga in relazione all'identità delle proprietà che i naturalisti radicali di stampo empirista sembrano ritenere non problematiche?

tiene per vari motivi. Innanzitutto, non è affatto ovvio che ciò che i grandi fisici dicono su questioni non strettamente fisiche sia da prendere per buono senza analisi critica. La fisica, in effetti, procede nello stesso modo a prescindere da questioni metafisiche come quelle relative a identità e individualità, e quindi non richiede a chi la pratica di approfondire l'analisi di questi concetti. Non sorprende, quindi, che un fisico – anche brillante – (qualora egli non decida semplicemente di astenersi dal fare affermazioni filosofiche) si fermi a un'analisi superficiale di certe questioni non strettamente attinenti il suo ambito di ricerca. Secondo, la vicinanza alla teoria scientifica, come abbiamo appena visto, è condivisa dalla concezione standard delle entità quantistiche con le altre ipotesi, le quali differiscono sì dalla Received View, ma non per quanto riguarda il loro accordo col dato empirico considerato rilevante, che è lo stesso in tutti i casi. Terzo, che la metafisica dei non-individui sia preferibile non è affatto chiaro, specialmente se si considera – in aggiunta alla già citata sotto-determinazione – quanto revisionista essa sia, sia a livello di tipi di entità che si postulano come fondamentali, sia – si noti – a livello di apparato concettuale e formale necessario per trattare tali entità.¹³

Peraltro, che la fisica non contenga la propria interpretazione filosofica, vale a dire che si dia una sotto-determinazione delle ipotesi metafisiche da parte della fisica, sembra reso ancor più vero dall'esistenza di alternative alla meccanica quantistica standard considerata fin qui, sia in termini di interpretazione che di teorie diverse. Queste ultime, infatti, partono in molti casi da assunzioni ontologiche differenti da quelle alla base della teoria standard – si pensi per esempio alla meccanica bohmiiana, in cui si presuppone esplicitamente che i sistemi fisici siano costituiti da particelle 'quasi-classiche', collocate in modo preciso nello spazio e tali da possedere traiettorie spazio-temporali continue e mai sovrapposte. Lo stesso vale per l'esistenza di teorie 'superiori', cioè più sofisticate, avanzate ed evolute – come, per

¹³ Come mostrato chiaramente da molti autori (per esempio, French e Krause, vedi [4]), un'ontologia di non-individui sembra richiedere l'utilizzo di logiche e teorie degli insiemi in cui la nozione di identità non è fondamentale ed è invece derivata dall'indiscernibilità, e in cui la contabilità nel senso di 'quante cose ci sono' non è accompagnata dalla contabilità nel senso di 'questo è il primo, questo è il secondo etc.'.

esempio, la teoria quantistica dei campi, le versioni relativistiche di quest'ultima e la gravità quantistica¹⁴ – che potrebbero fornire indicazioni ancora diverse.¹⁵

In considerazione di tutto questo, il naturalista radicale potrebbe reagire seguendo un'altra strada, più strettamente empirista in quanto eliminativista rispetto alla metafisica. Si potrebbe configurare, cioè, una seconda versione di naturalismo radicale, secondo cui la metafisica è inutile proprio perché irrimediabilmente sotto-determinata nel senso appena sostenuto (chiamiamola NR2). In uno slogan, si potrebbe sostenere che la metafisica, come già suggerivano i neopositivisti del circolo di Vienna, non vada perseguita in quanto, nella misura in cui domande metafisiche trovano risposte, questo si verifica perché esse sono in realtà domande fisiche (mentre negli altri casi tali domande non trovano risposta perché semplicemente non hanno senso, in quanto non empiricamente trattabili). Incidentalmente, questo tipo di convinzione sembra sottostare al pensiero di parecchi fisici che in tempi più o meno recenti hanno sostenuto la 'morte della filosofia' alla luce del progresso della fisica – si pensi a studiosi come Lawrence Krauss, Neil deGrasse Tyson, Stephen Hawking o Steven Weinberg.¹⁶

Il problema con questa posizione è che la sotto-determinazione – come è, o dovrebbe essere, noto ai filosofi della scienza ma, forse, anche ai fisici – è inevitabile anche in scienza. In senso stretto, infatti, al contrario di quanto sostenuto da ricostruzioni tutt'al più divulgative, non

¹⁴ Per 'gravità quantistica' si intende la tanto ricercata unificazione di meccanica quantistica e teoria della relatività generale.

¹⁵ La teoria quantistica dei campi sembra effettivamente far propendere a favore di un'ontologia di non-individui. Per contro, non sembra che questa tendenza sia al momento generalizzabile a livelli ancora più fondamentali. La gravità quantistica, in particolare, pur essendo una costruzione teorica ancora in fieri, sembra fornire indicazioni (meta)fisiche differenti per molti rispetti da quelle considerate fin qui.

¹⁶ Come esempio, si vedano la posizione di Hawking ([9], [10]) e la risposta da parte di un 'difensore della filosofia' [11]. In generale, i naturalisti radicali di questo tipo sostengono che la filosofia non ha tenuto il passo con la fisica (il che è vero ma solo parzialmente, in quanto sicuramente non si applica a tutti i filosofi) e che la filosofia non si rivela utile alla fisica (che è forse vero, ma presuppone, senza ragione, che solo la fisica sia una fonte legittima di conoscenza e/o che solo i risultati pratici e tecnologici siano importanti, e quindi la filosofia debba avere esclusivamente la funzione di supportare la fisica, e vada valutata di conseguenza).

si dà mai un esperimento cruciale e una confutazione/conferma di un'ipotesi scientifica, né quindi si può mai sostenere che le ipotesi scientifiche siano una conseguenza diretta dei dati (si noti, né in senso deduttivo né in senso induttivo, dato che, come mostrato da Goodman, ci sono sempre più generalizzazioni induttive compatibili con le osservazioni ma contraddittorie fra loro). Se questo è vero, si potrebbe plausibilmente sostenere che NR2 è in realtà una forma di *scientismo*, non (solo) di naturalismo, in quanto oltre a raccomandare – correttamente – una qualche continuità fra scienza e filosofia, ignora nel caso della scienza quegli elementi che invece usa in modo determinante nel formulare una critica alla metafisica!

Come procedere dunque?

2. IPOTESI (META)FISICHE E SOTTODETERMINAZIONE: IL TRILEMMA DEL NATURALISTA RADICALE

Le considerazioni della sezione precedente si possono riassumere in quello che chiamerò il 'trilemma del naturalista (radicale)' e che si presenta come segue:

1. La rilevanza della scienza suggerisce il naturalismo filosofico (assunzione)
2. Il metafisico deve basare le sue ipotesi sulla scienza (da 1.)
3. Il dato scientifico sotto-determina le ipotesi metafisiche (fatto)
4. Non c'è modo di identificare in modo preciso le ipotesi metafisiche da preferire (da 3.)
5. Non si può sostenere che la metafisica segua direttamente dalla fisica – negazione di NR1 (da 4.)
6. La metafisica non può essere perseguita (da 2. e 5.)
7. Il naturalista non può scartare (solo) la metafisica, in quanto anche le ipotesi scientifiche sono sotto-determinate dal dato empirico – negazione di NR2.

Dal ragionamento appena esposto, sembra seguire irrevocabilmente che o i) si scartano anche le ipotesi scientifiche, o ii) si nega 7., o iii) si nega 1.

Scartare le ipotesi scientifiche (i) non è semplice: questa scelta, infatti, non implica solo l'anti-realismo scientifico, che di per sé è una

posizione rispettabile e che il naturalista potrebbe (forse) coerentemente adottare, bensì qualcosa di più radicale. Infatti, la sotto-determinazione delle ipotesi scientifiche da parte del dato empirico ha qui una portata più ampia di quella messa in evidenza dagli anti-realisti. Mentre questi ultimi accettano che le ipotesi di fatto scelte dagli scienziati siano razionalmente preferibili ma si rifiutano di prenderle per vere, qui la sotto-determinazione è utilizzata proprio per mettere in dubbio che le ipotesi prese in considerazione siano rilevanti, o addirittura che siano sensate, sulla base del fatto che non seguono dal dato empirico in modo diretto. In altri termini, si sta in questo caso utilizzando la sotto-determinazione per mettere in dubbio non la verità ma l'accettazione stessa delle ipotesi. E questo vuol dire non solo anti-realismo ma strumentalismo, se non addirittura scetticismo, rispetto alla conoscenza scientifica. Chiaramente, però, il naturalista filosofico non accetterà a cuor leggero questa conseguenza della sua posizione applicata alla metafisica.

Differenziare in linea di principio fra sotto-determinazione in fisica e in metafisica (ii) è analogamente arduo, in quanto richiede niente di meno che la soluzione del problema della demarcazione, notoriamente considerato insormontabile nella letteratura filosofica dopo i tentativi neopositivisti e quelli di Popper. Mentre è probabile che i naturalisti radicali, come ad esempio i fisici menzionati poco fa, presuppongano una separazione netta fra fisica e metafisica, tale separazione è ardua da definire con precisione. E sicuramente i tipici esempi in cui si contrappongono, poniamo, la riflessione metafisica medievale sul numero di angeli che possono stare sulla testa di uno spillo con i risultati sperimentali relativi ai vaccini, alla radiazione di fondo dell'universo o al bosone di Higgs, per quanto retoricamente efficaci, non fanno molto per mostrarci che fisica e metafisica siano radicalmente diverse. Tali esempi, infatti, sono totalmente compatibili con l'idea che fisica e metafisica siano imprese essenzialmente analoghe, e/o con l'idea che presupposizioni metafisiche siano sempre presenti nel lavoro dei fisici.¹⁷

¹⁷ Ovviamente, non si sta sostenendo che la questione sul numero di angeli e quella relativa alla radiazione di fondo dell'universo siano assolutamente sullo stesso piano: la differenza a livello di riscontro empirico e rilevanza scientifica è innegabile. Il punto è che mostrare la vacuità di *alcune* domande metafisiche non fornisce un argomento di principio per inferire dalla sotto-determinazione delle ipotesi la totale irrilevanza e inutilità della metafisica *in generale*. Quello che rimane è la mera *presupposizione* che una distinzione di principio fra fisica e metafisica di fatto si dia. Come vedremo

L'ultima possibilità (iii) non è particolarmente attraente, per ovvie ragioni: essa implica direttamente l'abbandono del naturalismo. Ma la scienza è chiaramente rilevante su certe questioni, come per esempio quella, discussa in precedenza, della natura degli oggetti materiali. Peraltro, si noti, il problema della sotto-determinazione delle ipotesi esplicative sembra persistere anche in un contesto anti-naturalista: infatti, anche ignorando il dato proveniente dalla scienza, è difficile pensare che il metafisico non si ritrovi con più spiegazioni alternative fra le quali scegliere al momento di rendere conto di certi aspetti della realtà sulla base dell'elaborazione concettuale. L'unica differenza sarà che egli, al contrario del naturalista che guarda (anche) alla scienza, sarà costretto a scegliere *solo* sulla base di considerazioni non-empiriche.

Mentre il trilemma sembra fatale per il naturalista, proprio questo riferimento ai fattori non-empirici potrebbe però condurre ad un'alternativa interessante per il metafisico che ritiene la scienza importante per la sua ricerca. Vediamo come.

3. NATURALISMO MODERATO

Se la sotto-determinazione è ubiqua, ne segue che la scelta fra ipotesi, sia in scienza che in metafisica è *abduittiva* e si basa su criteri comuni. È abduittiva perché in entrambi i casi si cerca la migliore spiegazione di determinati fatti (in questo caso relativi al mondo fisico per come ne facciamo esperienza a vari livelli) accettando fin dall'inizio che più spiegazioni alternative siano logicamente possibili; e si basa su criteri comuni perché, quali che siano le ipotesi che vogliamo considerare per spiegare le cose, se il dato empirico non basta per decidere entrano sempre in gioco i cosiddetti fattori 'pragmatici' (o 'extra-empirici' o 'teoretici'): vale a dire, oltre alla connessione col dato empirico, faremo riferimento anche alla semplicità delle nostre ipotesi, alla loro coerenza interna, alla loro compatibilità con altre credenze radicate, alla loro capacità esplicativa e di unificazione di domini indipendenti e così via. Vale a dire, a

fra poco, la differenza fra ipotesi metafisiche e ipotesi fisiche può invece essere concepita - almeno in alcuni casi - come una mera differenza di grado di prossimità col dato empirico, ed essere di conseguenza utilizzata non per scartare la metafisica, bensì per avvicinarla alla fisica.

tutte quelle virtù che – come, di nuovo, è o dovrebbe essere noto ai filosofi della scienza e, forse, agli scienziati – sono state riconosciute come determinanti per la scelta fra teorie e ipotesi alternative fin dai tempi di Kuhn (si veda, in particolare, [5]).

Ma questo porta immediatamente ad una ulteriore possibilità rispetto al trilemma del naturalista, cioè negare che 6. segua da 5. (che segue a sua volta da 1. e da 3., cioè da naturalismo+sotto-determinazione)! Vale a dire, negare che la sotto-determinazione delle ipotesi di tipo X sia un motivo per non porsi X-domande. Se, infatti, la sotto-determinazione è inevitabile nel caso del ragionamento abduttivo (e induttivo in genere), la fallibilità e rivedibilità delle nostre ipotesi sul mondo deve essere data per scontata e semplicemente accettata, e questo deve valere sempre. Da ciò, segue che la differenza fra metafisica e fisica è non di tipo ma di grado – la fisica è sicuramente più vicina al livello osservativo e sperimentale di quanto lo sia metafisica, ma questo non legittima l'idea che la seconda vada eliminata a favore della prima (o comunque ridotta ad essa). In contrasto col naturalismo radicale suggerito da NR1 e NR2, emerge allora una terza opzione. Si tratta di una forma di 'naturalismo moderato', secondo il quale fisica e metafisica si pongono (quasi) allo stesso livello, e danno vita ad una dinamica per cui:

- 1) La metafisica definisce (a priori) possibilità che poi possono essere 'testate indirettamente' sulla base della fisica
- 2) La fisica, 'mettendo alla prova' le ipotesi metafisiche, ottiene una interpretazione filosofica.

Per *testabilità indiretta* si intende qui quello che abbiamo illustrato col caso di studio relativo all'ontologia della meccanica quantistica: nozioni, ipotesi e teorie metafisiche vengono messe sistematicamente alla prova analizzando in che misura esse 'quadrino' col dato empirico, e che tipo di descrizione del mondo esse forniscano una volta congiunte con quest'ultimo.¹⁸ Per interpretazione filosofica, invece, si intende

¹⁸ Per esempio, il fatto che il Principio dell'Identità degli Indiscernibili – nella sua formulazione canonica – venga violato dalle entità quantistiche (che possono essere numericamente distinte ma avere tutte le stesse proprietà monadiche) può essere visto come una confutazione empirica di un principio metafisico. Come abbiamo visto, si può preservare il principio introducendo relazioni irriducibili o, appunto, dicendo che

esattamente la descrizione del mondo che emerge una volta che una particolare ipotesi metafisica viene ‘ancorata’ al dato empirico in questo modo e, ipso facto, la teoria scientifica viene ‘tradotta’ nei termini di categorie e nozioni tipicamente extra-scientifiche (identità, individualità, oggetto, proprietà, causalità etc.). Questo tipo di concezione è sviluppato più in dettaglio altrove (si vedano [6] e [7]): qui basterà mettere in luce due elementi.

Da una parte, la proposta appena fatta sembra in sintonia col recente sviluppo della metafisica neo-aristotelica che, in polemica con una concezione risalente a Quine, indica come obiettivo principale del filosofo non tanto quello di compilare un inventario di ciò che esiste, quanto quello di spiegare *come* le cose esistono, cosa sia prioritario e cosa sia dipendente e, più in generale, quale sia la ‘struttura metafisica’ della realtà. Come mostrato dal nostro caso di studio, per esempio, più della questione relativa all’esistenza di ‘particelle’ quantistiche, sembra essere cruciale dal punto di vista della metafisica chiedersi se le caratteristiche qualitative siano, o possano essere, più fondamentali dell’identità delle cose, o valga il contrario; oppure, se le relazioni possano, o meno, non dipendere ontologicamente dai loro relata; come si connettono considerazioni relative a ‘combinazioni’ di oggetti e proprietà e considerazioni modali; e così via.

Dall’altra parte, in questo contesto – indipendentemente dalle posizioni specifiche che si possono assumere rispetto a problemi e concetti peculiari come, per esempio, la nozione di possibilità metafisica, o le essenze e le verità necessarie a posteriori – la metafisica si presenta analoga per molti versi alla matematica. Come la matematica, infatti, essa può procedere (e di fatto procede) largamente a priori; e come la matematica, essa può, al tempo stesso, essere applicata se le sue congetture e nozioni si rivelano rilevanti. Nel caso della matematica, il lavoro a priori è più rigorosamente deduttivo e assiomatico, e l’applicazione è essenzialmente a livello di modellizzazione e calcolo; nel caso della metafisica, le ipotesi seguono criteri e metodi meno precisi, e l’applicazione non è funzionale all’applicazione nella scienza quanto alla inter-

non si applica alle entità quantistiche perché è valido solo per gli individui, o perché è semplicemente falso. In qualunque modo si proceda, ognuna di queste opzioni i) connette la metafisica al dato empirico e ii) implica una valutazione anche sulla base di fattori non-empirici.

pretazione di quest'ultima – ma l'analogia sembra comunque sufficientemente informativa.

Di questi due elementi, ad ogni modo, non possiamo parlare oltre in questa sede. Auspicandone quindi un'ulteriore elaborazione in un futuro prossimo, veniamo ora alla conclusione del presente lavoro.

CONCLUSIONI

In questo saggio, siamo partiti da una domanda su fisica e metafisica: come metterle insieme (assumendo che sia opportuno farlo)? Scartato l'anti-naturalismo, abbiamo considerato una prima forma di naturalismo 'radicale', secondo cui la metafisica emerge naturalmente dalla fisica. Come mostrato dal caso di studio relativo a identità e individualità in meccanica quantistica, questa tesi è semplicemente falsa: anche le affermazioni più diffuse su 'ciò che ci dice la fisica' sono in realtà aperte a discussione, dato che esistono sempre alternative (plausibili) rispetto alla 'risposta standard' di turno. Con i naturalisti radicali di tipo eliminativista, ci siamo allora chiesti se non sia opportuno, più semplicemente, scartare la metafisica perché sotto-determinata in linea di principio dai dati a nostra disposizione. La risposta è però negativa, dato che anche le ipotesi fisiche sono sotto-determinate, e di conseguenza solo uno strumentalismo coerente (se non un più radicale scetticismo) può permettere di seguire questa strada. Emerge allora un trilemma per il naturalista (radicale), che conduce alla proposta di un naturalismo di tipo 'moderato': una concezione secondo cui metafisica e fisica sono differenti solo per grado, e unite nel tentativo di utilizzare l'inferenza alla migliore spiegazione per formulare le ipotesi più ambiziose sulla natura delle cose.

BIBLIOGRAFIA

1. Weyl H. *The Theory of Groups and Quantum Mechanics*, Methuen and Co., Londra, 1950 (originale in tedesco pubblicato nel 1931).
2. Quine W.v.O. *Grades of Discriminability*, *Journal of Philosophy*, 1976: 73 (5): 113-116.
3. Saunders S. *Are Quantum Particles Objects?*, *Analysis*, 2006: 66 (1): 52-63.
4. French S., Krause D. *Identity in Physics: A Historical, Philosophical, and Formal Analysis*, Oxford University Press, New York, 2006.

5. Kuhn T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago, 1970 (seconda edizione con appendice, prima edizione 1962).
6. Morganti M. *Combining Science and Metaphysics*, Palgrave MacMillan, Houndmills, Basingstoke, 2013.
7. Morganti M., Tahko T.E. *Moderately Naturalistic Metaphysics*, 2017: 194 (7): 2557-2580.
8. Lewis D. *Counterpart Theory and Quantified Modal Logic*, *Journal of Philosophy*, 1968: 65: 113-126.
9. Hawking S. con Mlodinow, L., *The Grand Design: New Answers to the Ultimate Questions of Life*, London, Transworld Publishers, 2010.
10. Hawking S. *Unified Theory*, Zeitgeist Conference, May 2011, <https://www.zeitgeistminds.com/talk/60/unified-theory-professor-stephen-hawking>.
11. Norris C. *Hawking Contra Philosophy*, *Philosophy Now*, https://philosophy-now.org/issues/82/Hawking_contra_Philosophy.