

LE SCIENZE VERSO UNA TEORIA DELL'ANALOGIA?

Alberto Strumia

PREMESSA

Le considerazioni che seguono intendono soffermarsi, senza eccessive pretese, su alcune problematiche divenute di grande rilievo nell'ambito delle scienze più o meno in questi ultimi trent'anni. Si tratta di questioni che mi sembrano meritare una particolare attenzione da parte di coloro che si occupano di filosofia — e in particolare di filosofia delle scienze — provenendo da una formazione aristotelico-tomista. Potrebbe avere per motivo una sorta di distrazione il non dedicarvi tale attenzione; o forse il motivo potrebbe anche essere il proverbiale *ritardo epistemologico* della filosofia sulla scienza, di bachelardiana memoria...¹ Comunque sia è bene dedicare molta attenzione ad un momento della vita delle scienze che potrebbe passare alla storia come un tempo di svolta metodologica di notevole rilievo.

Mi sembrerebbe, tra l'altro, un lavoro più da storici che da filosofi, limitarsi oggi allo studio problemi come la conciliabilità del tomismo con il principio d'inerzia galileiano, o anche con la più moderna teoria della relatività di Einstein — che, tra l'altro, ben poco ha a che fare con il relativismo filosofico che spesso le è stato imputato essendo piuttosto una teoria degli *assoluti*, o degli *invarianti* come si chiamano in fisica — o ancora (starei per dire peggio ancora) limitarsi a spendere il tempo a disquisire sul contenuto metafisico della meccanica quantistica, che si rivela sempre più essere uno *strumento* di calcolo e di previsione piuttosto che una teoria rappresentativa di qualche realtà:² una perfetta visione da filosofi idealisti!³

In un'epoca in cui la metafisica è divenuta impensabile per il filosofo nominalista, cartesiano, kantiano, idealista, positivista, neopositivista, fenomenologo, esistenzialista, nichilista, strutturalista, ermeneuta, paladino del pensiero debole, ecc..., con una parola riassuntiva *moderno*, o se si vuole *contemporaneo* — perché è divenuto ormai impensabile il pensiero realista e oggettivo — bisogna andare alle questioni fondamentali se si vuole riflettere sulla metafisica in rapporto alle scienze e non sulle questioni di dettaglio. Quelle, se mai, si potranno affrontare dopo aver sistemato un quadro di riferimento che faccia da base per una costruzione.

¹Chi è interessato ad una breve presentazione dell'opera di G. Bachelard può trovarla anche dalla mia *Introduzione alla filosofia delle scienze*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna 1992, pp.107-127, dove è riportata anche la bibliografia disponibile in italiano. Sul problema del ritardo della filosofia sulla scienza si vedano le pp.115-116.

²I medioevali avrebbero detto una teoria *matematica* piuttosto che *fisica*, nel senso che *salva i fenomeni*, ma non dice quello che effettivamente accade in natura. A questo proposito S. Tommaso rileva come l'astronomia tolemaica non sia da ritenere necessariamente la *vera e unica* spiegazione dei moti planetari e non esclude che in futuro possa essere trovata una spiegazione diversa da quella degli antichi astronomi: «Le ipotesi alle quali essi sono giunti, non sono necessariamente vere; anche se sembra che, ammesse tali ipotesi, esse siano risolutive, non c'è bisogno di dire che esse sono vere: perché può darsi che le osservazioni astronomiche si possono descrivere in un altro modo non ancora afferrato dagli uomini. Comunque Aristotele si serve di queste ipotesi sulle proprietà dei moti come fossero vere», *Commento a «Il cielo»* di Aristotele, Libro I, lettura 17, n.2.

³È del resto ben noto come i fisici della Scuola di Copenaghen, a cominciare da Heisenberg, si dichiarassero senza troppi problemi *idealisti* sul piano filosofico.

I – PUNTI DI RIFERIMENTO METAFISICI

E quali sono i punti cardine della metafisica aristotelico–tomista che chiamiamo in causa in questo confronto filosofico con le scienze?

Direi che si ritrovano nei principali capitoli di ogni manuale classico e non c'è bisogno di fare uno sforzo particolare per ricordarseli:

— in primo luogo la teoria *potenza–atto*. In questa risiede quell'idea geniale che rende spiegabile il moto in senso lato, cioè il divenire, senza distruggere l'unità dell'essere, perché introduce una dualità di co–principi evitando la contraddittorietà di un dualismo dialettico di opposti;

— in secondo luogo la teoria ilemorfica: *materia–forma*; è in fondo l'applicazione dello schema *potenza–atto* al nostro mondo sensibile, con il vantaggio di evitare i dualismi servendosi non di due *cose* che si collocano sullo stesso piano degli oggetti fisici, ma di due *co–principi* costituiti dalle *cose* e di natura diversa da esse e tra loro;

— in terzo luogo la teoria dei *trascendentali*, e di conseguenza la dottrina dell'*analogia*, per quanto attiene la logica, e della *partecipazione* per quanto attiene la metafisica; senza l'analogia e la partecipazione non mi pare proprio concepibile una dualità che non sia dualismo.⁴

Mi fermerei solo su questi punti essenziali: altri decisivi capitoli come la teoria dell'*astrazione* nella conoscenza fanno parte più dell'antropologia e della gnoseologia, che della metafisica in senso proprio; la teoria dell'*astrazione*, in particolare, diviene indispensabile quando si voglia fare una buona teoria della conoscenza scientifica, dal momento che questa presuppone sempre e comunque una teoria della conoscenza.⁵ Ma il tema dell'*astrazione* esula da queste riflessioni e merita di essere trattato a parte in rapporto alle scienze, avendo a che fare con la formazione delle nozioni matematiche, con le problematiche inerenti al rapporto mente–corpo, e quindi anche con il problema della cosiddetta intelligenza artificiale.

Le tre teorie metafisiche a cui ho accennato sono in fondo tre applicazioni di una stessa idea: la dinamica *potenza–atto* ha la sua realizzazione tipica, nel nostro mondo, nella dinamica *materia–forma*, essendo la materia il principio potenziale e la forma quello attuale. Tutto lo schema *potenza–atto*, come quello *materia–forma*, risulta concepibile, poi, solo se si ammette, con la teoria dei trascendentali, che *ente* (così come *vero*, *uno* e *buono*) si *attuano* e si *dicono* secondo gradi e modi diversi.

⁴Crede che il discorso su potenza e atto sia squisitamente metafisico e che sia ancora prematuro parlarne rigorosamente nell'ambito della filosofia delle scienze, per questo non lo affronterò in questa sede. C'è chi ha voluto vedere nel *mare di Dirac* delle particelle virtuali presenti nel «vuoto» della teoria quantistica dei campi una sorta di *potenza* che viene posta in atto nel momento in cui queste particelle divengono osservabili, ma questo tipo di considerazione mi sembra contraddire lo spirito stesso della meccanica quantistica che non si propone se non come uno strumento di calcolo e tende a creare dei paradossi quando viene interpretata in chiave troppo realista.

⁵Popper si dichiara di avviso diverso quando sostiene che: «In luogo della domanda: Che cos'è la conoscenza? (che messa in questa forma non può, senza dubbio, condurre ad altro che ad una sterile disputa su definizioni nominali — le definizioni sono infatti sempre arbitrarie) si potrebbe innanzitutto porre quest'altra domanda rigorosa: Che cos'è la conoscenza scientifica? Poiché le conoscenze scientifiche possono essere rappresentate sotto forma di proposizioni o di sistemi di proposizioni (così che si può dire, più brevemente, che le conoscenze scientifiche sono proposizioni o sistemi di proposizioni), la questione che cos'è la conoscenza scientifica si può eventualmente trasformare nella questione che segue (e che è equivalente alla questione che precede): Quali proposizioni sono conoscenze scientifiche? Oppure: in forza di che cosa certe proposizioni vengono considerate scientifiche? O ancora, in virtù di quale criterio è possibile tracciare un confine tra la scienza e i domini extra–scientifici?», *I due problemi fondamentali della teoria della conoscenza*, Il Saggiatore, Milano 1987, p.364–366. Mi sembra una scelta riduttiva di comodo che nasconde una gnoseologia almeno provvisoria assunta implicitamente come ipotesi di lavoro, tanto è vero che poi Popper stesso si trova, nei fatti, a scoprire le carte, dichiarandosi a volte su posizioni simili a quelle di un *realista ingenuo*: «Sin dall'inizio, comunque mi sta a cuore confessare che io sono un realista: io sostengo analogamente ad un realista ingenuo, che ci sono mondi fisici e un mondo di stati di coscienza, e che questi due mondi interagiscono», *Epistemologia, razionalità e libertà*, Armando, Roma 1972, p.8.

Si attuano... Quando diciamo *si attuano* intendiamo riferirci alla realtà come essa è in se stessa; parlando di *gradi* dell'essere veniamo implicitamente ad affermare che c'è un grado di pienezza di essere di cui tutti gli altri partecipano parzialmente: ecco la teoria della *partecipazione*.

Si dicono... Quando diciamo che *ente* e gli altri trascendentali *si dicono* secondo modi diversi intendiamo riferirci a come noi pensiamo ed enunciamo ciò che riguarda l'ente che si partecipa: questa è la dottrina dell'*analogia*. Se la *partecipazione* si colloca sul piano *ontologico* l'*analogia* si colloca su quello *logico* e *linguistico*.⁶ Ma l'*analogia*, in senso proprio, presuppone una realtà partecipata da descrivere analogicamente, non è un puro esercizio mentale!

Con le considerazioni filosofico–metafisiche in senso aristotelico–tomista ci fermiamo qui. Esse ci servono come una griglia di riferimento da tenere presente in tutto il discorso successivo.

II – PROBLEMATICHE SCIENTIFICHE

Sarebbe probabilmente troppo semplicistico dire che le scienze di questi ultimi decenni stanno ritrovando l'*aristotelismo* allontanandosi da uno schema in qualche modo *platonico* — tanto per usare un modo di esprimersi che fu caro ad Alexandre Koyré — e bisognerebbe comunque documentarlo e spiegare in che senso si devono intendere i termini.⁷ Oppure sarebbe ancora più imprudente sostenere *tout-court* che, non potendo più rifondare la metafisica tradizionale su basi filosofiche, oggi è possibile tentare quest'impresa — dai più giudicata un po' nostalgica e troppo apologetica — partendo dalle nuove teorie scientifiche, un po' come tentò di fare Cartesio partendo dalle matematiche che gli sembravano essere le uniche ad avere il metodo giusto anche per la filosofia.⁸ Chissà se aveva letto l'*Opus Maius* di Ruggero Bacone!⁹

Non si tratta qui di riproporre un metodo filosofico ricalcato su quello delle scienze: questo modo di procedere ha già portato, tutto sommato, più danni che vantaggi alla filosofia perché valga la pena di riprovarci! Quello che possiamo, e credo dobbiamo, attingere dalle ricerche scientifiche più recenti è

⁶Per una trattazione storico–sistemica del problema dell'*analogia* rinvio senz'altro a T. Tyn, *Metafisica della sostanza. Partecipazione e analogia entis*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna 1991.

⁷Si veda ad esempio, A. Koyré, *Introduzione a Platone*, Vallecchi, Firenze 1973, p.167; A. Strumia, *T.F. Torrance, "Senso del divino e scienza moderna"*, Sacra Doctrina **1** (1994) 125.

⁸È ben noto questo celebre passo del *Discorso sul metodo* che così si esprime a questo proposito: «Più di tutto mi piacevano le matematiche per la certezza ed evidenza dei loro ragionamenti, ma non ne vedevo ancora l'uso migliore; anzi, considerando che esse non venivano adoperate se non per le arti meccaniche, mi stupivo che su fondamenti così fermi e solidi non si fosse ancora costruito nulla di più alto e più importante.(...) Considerando, quindi come fra tutti quanti hanno cercato finora la verità nelle scienze, soltanto i matematici sono riusciti a trovare alcune dimostrazioni e ragionamenti certi ed evidenti, non dubitai che quelle fossero le verità prime da esaminare, sebbene non ne sperassi altro vantaggio che di abituare la mia intelligenza alla ricerca fondata del vero e non su falsi ragionamenti», I,4 e I,5.

⁹Si veda ad esempio questo passo assai significativo e anticipatore: «Ora nella matematica ci è possibile giungere ad una verità completa senza errore e ad una certezza universale senza ombra di dubbio, poiché ad essa conviene procedere per dimostrazioni a priori, *per causas proprias* e necessarie. E la dimostrazione, si sa, porta alla verità. (...) Soltanto nella matematica ci sono dimostrazioni nel vero senso della parola "per causa proprias"; e perciò soltanto nell'ambito e in virtù della matematica l'uomo può giungere alla verità. (...) Perciò nella sola matematica si raggiunge la certezza piena. Per la qual cosa risulta che se nelle altre scienze vogliamo, com'è nostro dovere, arrivare ad una certezza che escluda ogni dubbio, e ad una verità, che escluda ogni errore, è necessario che la matematica diventi il fondamento del nostro conoscere, in quanto da essa preparati possiamo giungere alla piena certezza e alla verità anche nelle altre scienze», *Opus Maius*, traduzione italiana in A.A.V.V. *Grande antologia filosofica*, ed. Marzorati, vol.IV, pp.1299-1300. Vale la pena leggere anche lo studio comparato delle concezioni di scienza di Ruggero Bacone e di Alberto Magno di J.M.G. Hackett, *L'atteggiamento di Ruggero Bacone verso la scienza di Alberto Magno*, in *Alberto Magno e le scienze*, a cura di J.A. Weisheipl, Edizioni Studio Domenicano, Bologna 1994, pp.61-82.

semplicemente un certo rigore logico–dimostrativo che la filosofia sembra proprio avere abbandonato da tempo e, allo stesso tempo, lo stimolo per metterci a considerare le problematiche filosofiche che le scienze stesse sono quasi costrette a porre per poter proseguire: si tratta ormai dell'emergenza di problematiche metafisiche che giungono alla filosofia attraverso la logica e l'epistemologia.

In queste riflessioni vorremmo semplicemente rilevare come, nell'ambito delle scienze odierne si stiano affacciando delle problematiche, delle ipotesi esplicative e dei metodi dimostrativi che si presentano come, in qualche modo, imparentati con le teorie metafisiche a cui sopra abbiamo fatto riferimento. Sembra allora legittimo e doveroso domandarsi:

- se questa parentela c'è effettivamente;
- se i risultati della filosofia antica possono dare qualche utile suggerimento all'indagine contemporanea;
- e se, viceversa, i metodi attuali possano servire ad offrire una formulazione più rigorosa delle teorie antiche che assegni loro uno spazio teorico riconosciuto oggi.

Questo contributo intende appena avviare l'indagine e non è certo in grado di rispondere a tutte queste domande.

Ma poniamoci adesso domanda legittima prima di entrare nel vivo delle problematiche particolari: *perché solo ora si prendono in seria considerazione certe problematiche filosofiche inerenti le scienze?* Non erano forse presenti anche prima?

In effetti si deve rispondere che sì, alcune di queste problematiche erano già presenti nelle scienze umane, come nelle scienze biologiche, ma non sembravano toccare le scienze chimiche, fisiche e matematiche. Di conseguenza, poiché queste ultime sono sempre state considerate le *vere* scienze alle quali anche le altre si sarebbero dovute, prima o poi, conformare, ecco che non ci si è mai decisi a prendere in seria considerazione tali questioni fino a quando non sono esplose all'interno della matematica, della fisica e della chimica stesse. Perciò in questa esposizione mi limiterò alle scienze logico–matematiche e naturali, non entrando nel merito delle scienze umane, perché è sul terreno delle prime che si sta giocando veramente la questione. Ma vediamo di che cosa si tratta.

1. Il tutto e le parti: materia–forma

Un primo problema che emerge oggi nell'ambito delle scienze potremmo chiamarlo «il problema del *tutto* e delle *parti*», ovvero dell'*olismo* e del *riduzionismo*, anche se queste ultime dizioni per certi aspetti sono più ampie.¹⁰ Il problema del tutto e delle parti si può formulare all'incirca in questo modo. Consideriamo un dato *tutto*¹¹ che chiameremo *complesso* in quanto si presenta a noi molto articolato e difficile da esaminare nel suo insieme; scomponiamo¹² l'oggetto in altri oggetti che chiamiamo *parti*, che risultano più semplici da esaminare perché già noti all'indagine scientifica. A questo punto si danno due possibilità alternative:

¹⁰Infatti i termini *olismo* e *riduzionismo* possono riferirsi non solo al metodo con cui si considerano gli oggetti delle scienze, ma anche alle scienze stesse nell'ambito delle relazioni che intercorrono tra loro.

¹¹Qui la parola *tutto* sta ad indicare un oggetto di indagine scientifica, si tratti di un'osservazione da spiegare o di un problema teorico da risolvere.

¹²La parola *scomponiamo* indica una metodologia di semplificazione: approssimazione, eliminazione di alcuni aspetti del problema, riconduzione a più sottoproblemi, ecc.

— l'oggetto complesso viene spiegato esaurientemente, almeno entro certi limiti, dall'indagine sulle sue parti prese come se fossero a se stanti;

— l'oggetto complesso presenta proprietà e comportamenti che non si spiegano mediante il solo studio delle sue parti componenti.

Il primo caso costituisce l'assunzione tipica dell'approccio *riduzionistico*: il *tutto* viene spiegato completamente attraverso le sue *parti* componenti. Potremmo anche dire con una formula, che scientificamente ha senso solo se si definiscono esattamente i termini, ma che ha comunque una sua forza espressiva, che *il tutto è la somma delle parti*.

Il secondo caso evidenzia l'insufficienza o l'impossibilità dell'approccio riduzionistico rinviando ad un approccio di tipo *olistico*. Ho parlato di *insufficienza* o di *impossibilità* perché possono presentarsi queste due situazioni:

- **INSUFFICIENZA.** Il tutto complesso non risulta spiegabile sufficientemente mediante lo studio delle sue parti componenti in quanto possiede delle proprietà che potremmo chiamare *d'insieme* che sfuggono all'indagine se non si considera il tutto nel suo complesso, perché non sono rinvenibili nelle singole parti separate. Si può dire allora con una formula schematica che in questo caso *il tutto è più della somma delle sue parti*, ovvero che contiene delle informazioni nuove rispetto a quelle contenute nelle parti anche se considerate simultaneamente. Oggi si usa spesso il termine *informazione*, che ricorda il termine aristotelico *forma*, ma non è il caso di essere affrettati con le identificazioni.¹³

Nello schema aristotelico si direbbe che il *tutto* possiede una *forma* che lo rende *uno*, con delle proprietà nuove che nelle parti giustapposte non sono presenti.

- **IMPOSSIBILITÀ.** Il *tutto* complesso non è divisibile in parti più semplici in quanto ogni parte ha proprietà identiche, o comunque, dello stesso ordine di complessità del tutto, per cui la suddivisione non comporta nessuna semplificazione, un po' come una calamita che, divisa in due parti, non risulta semplificata nella sua struttura, ma dà luogo a due nuove calamite simili a quella originaria. Con una formula schematica possiamo dire che, in questo caso, *il tutto è contenuto nelle sue parti*, e in un certo senso è *replicato in tutte le sue parti*.

È interessante notare come queste *parti* non sono necessariamente identiche, ma possiedono delle somiglianze che consentono di applicare al *tutto* e alle *parti* la stessa definizione. In linguaggio filosofico diremmo che le parti hanno la stessa *natura* del tutto.

Naturalmente questa insufficienza dell'approccio riduzionistico non va spinta all'esasperazione: c'è sempre una certa legittimità nel riduzionismo, altrimenti sarebbe impossibile all'uomo la conoscenza, perché l'intelligenza umana ha bisogno di dividere e comporre per conoscere: non è sempre indispensabile studiare tutto l'universo nel suo insieme per fare scienza su una sua parte, anche se in certi casi ciò si rende necessario. Ne offre un esempio la recente tendenza a collaborare della cosmologia scientifica con la teoria delle particelle elementari quando l'indagine si spinge verso i cosiddetti *primi istanti* di esistenza dell'universo.

Ma vediamo alcuni esempi.

¹³L'avventura aristotelica ha affascinato ai giorni nostri anche matematici di grande fama, come René Thom (si veda *Esquisse d'une sémiophysique*, Parigi 1989), famoso per la sua *teoria delle catastrofi* e studiosi come T.F. Torrance, che hanno tentato interessanti aperture non senza correre il rischio di facili approssimazioni. Ciò che è significativo del periodo attuale non sono tanto i limiti di questi tentativi quanto il fatto che si avverta seriamente l'esigenza di compierli: occorre allora unire gli sforzi di chi opera in campo scientifico come di chi lavora in quello filosofico con competenze aristotelico-tomiste e preparazione epistemologica.

1.1. *Biologia*

Mi limiterò qui necessariamente solo a degli accenni. Le scienze biologiche si trovano da sempre di fronte al vivente che mostra delle proprietà che, anche dal punto di vista chimico–fisico sono nuove rispetto a quelle del non vivente. Il vivente, anche il più semplice, non è descrivibile interamente mediante l'analisi delle sue parti componenti. Un'affermazione del genere, vista nell'ottica riduzionistica era considerata con sospetto e tacciata di vitalismo perché sembrava introdurre un fattore animistico nella vita.

Ma non è questo il vero problema: il punto è piuttosto quello di vedere se, nell'organizzazione della materia, una volta raggiunto un certo grado di strutturazione organica che oggi, con una parola forse un po' abusata, si potrebbe chiamare *complessità*, la materia stessa, se opportunamente sollecitata, tenda a manifestare un livello nuovo di ordine non presente, di per sé, nei componenti presi separatamente.¹⁴ A questo livello non basta più l'analisi delle parti componenti — che è stata comunque utile e necessaria fino a questo punto — ma occorre un'indagine del nuovo livello d'insieme, del nuovo *tutto*.

1.2. *Chimica*

Anche a per la chimica mi limito ad un accenno. Fino a quando sono stati solo i biologi ad avvertire il problema del *tutto*, che non è riducibile alla somma delle sue parti, non solo le altre scienze naturali e matematiche non si sono sentite più di tanto interpellate sulla questione, ma addirittura il problema ha giocato un ruolo negativo a scapito della dignità scientifica della biologia che sembrava faticare a lasciarsi integrare nello schema chimico–fisico.

Ma ad un certo punto lo studio approfondito della molecola, più o meno complessa, così come quello dei reticoli cristallini nei solidi, o del ruolo delle impurezze ai fini delle proprietà elettriche di un intero semiconduttore (per citare solo alcuni esempi) hanno messo in evidenza come anche nella chimica del non vivente le proprietà d'insieme di una struttura composta complessa non siano del tutto deducibili dalle proprietà degli atomi componenti. L'esistenza di orbitali molecolari con elettroni completamente condivisi non permette di pensare più ad elettroni che appartengono ad un atomo singolo. In un conduttore elettrico gli elettroni di conduzione vengono condivisi addirittura tra tutti gli atomi.

Esistono, dunque, anche a livello chimico delle proprietà d'insieme che il progredire delle ricerche rivela essere sempre più significative.

1.3. *Fisica*

Nell'ambito della fisica dobbiamo tenere presenti i due classici aspetti che le sono propri: quello inerente lo *strumento matematico* in se stesso e quello relativo alla *spiegazione dell'osservazione*.

— Dal punto di vista *matematico*, dal momento che la fisica si serve sempre di più della matematica per formulare le sue leggi sotto forma di equazioni, i problemi sono esplosi come conseguenza dei nuovi risultati della matematica che ha dato risposte inaspettate ai quesiti della fisica. Ne parleremo perciò tra poco, trattando della matematica.

¹⁴Si noti come gli stessi medioevali non negavano il fatto che la vita risiedesse nelle potenzialità della materia, tanto è vero che credevano addirittura nella possibilità della generazione spontanea che avveniva quando la materia veniva sollecitata da una causa adeguata, come il calore del sole.

— Dal punto di vista dell'accordo tra ipotesi ed osservazione ci troviamo di fronte contemporaneamente ad una vasta gamma di problemi che da sempre sono stati considerati non risolti, o forse insolubili, nell'ambito della meccanica *classica*, perché ritenuti troppo complicati. Nell'ambito della meccanica *quantistica* rimangono poi quei problemi che, pur trovando in essa degli strumenti di calcolo approssimato che danno risultati attendibili, sono fonte di paradossi nella loro formulazione e comprensione.

- Nella meccanica *classica* basti pensare, ad esempio, alla complessità dei moti turbolenti nei fluidi: il classico modello di Landau¹⁵ che sovrappone più moti convettivi associati a frequenze sempre maggiori non prevede correttamente la transizione alla turbolenza che si presenta come una proprietà del tutto nuova rispetto alla convezione. Un altro dato tipico della meccanica classica dei sistemi complessi è quello dell'instabilità di alcune strutture che si modificano profondamente dopo poco tempo anche se sono state perturbate di pochissimo all'istante iniziale.

- Nella meccanica *quantistica* alcuni eventi si presentano come *non separabili* anche se avvengono a grandi distanze. Sembra trattarsi di uno di quei casi in cui il *tutto* pare trovarsi in ognuna delle *parti*. Interpretando il problema in termini riduzionistici, cioè in termini di azione di una parte sull'altra la non separabilità crea dei paradossi in quanto sembra violare il principio di causalità. Probabilmente però è lo schema interpretativo riduzionistico a non essere sufficiente piuttosto che il principio di causalità a dover essere rifiutato.

1.4. Matematica

Nell'ambito della matematica il problema del tutto e delle parti si presenta con molta chiarezza sotto entrambi gli aspetti prima accennati.

PRIMO ASPETTO. *Non riducibilità del tutto alla somma delle parti.*

I problemi legati alla non riducibilità del *tutto* alla somma delle *parti* acquistano una formulazione chiara per il fisico teorico e per il matematico quando osserva che le leggi evolutive che regolano la quasi totalità dei processi della fisica sono formulate in termini di equazioni differenziali *non lineari*. Per le nostre considerazioni basta sapere che:

— per le equazioni *lineari* la somma di due o più soluzioni (chiamiamole *parti*) è ancora una soluzione (chiamiamola *tutto*) del sistema, e viceversa, una generica soluzione (*tutto*) si può scrivere come somma di più soluzioni (*parti*); in fisica questa legge è conosciuta anche come *principio di sovrapposizione*, ben noto ad esempio nel caso delle onde che interferiscono sommando le loro elongazioni;

— per le equazioni *non lineari* la precedente affermazione non è in generale più vera, per cui si può dire, nel senso sopra indicato, che il *tutto* non è ottenibile generalmente come somma di *parti*. In fisica questo comporta il venir meno del principio di sovrapposizione. I matematici sono stati in grado di dimostrare teoremi e metodi per costruire sempre le soluzioni analitiche delle equazioni lineari, mentre le equazioni non lineari sono molto difficili da trattare e spesso bisogna ricorrere a metodi numerici al calcolatore per trovarne le soluzioni (e questo non è l'unico problema legato alla non linearità). Perciò i fisici hanno sempre cercato di lavorare con equazioni lineari e hanno cercato di approssimare quelle non lineari linearizzandole; ma oltre certi limiti le approssimazioni non sono più corrette. Non sembra proprio possibile appiattire l'universo entro l'approccio lineare!

¹⁵cfr. L. Landau e S. Lifschitz, *Fluid Mechanics*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1959.

Caos deterministico.¹⁶ La non linearità è responsabile anche di un altro aspetto che oggi ha assunto una grande importanza e che va sotto il nome di *caos deterministico*. Tecnicamente è preferibile parlare di *forte sensibilità alle condizioni iniziali*. Quando si ha a che fare con equazioni non lineari (siano esse leggi differenziali o leggi algebriche ricorsive) una piccola perturbazione sulle condizioni iniziali può comportare una grande perturbazione della soluzione nei tempi successivi: così il risultato può allontanarsi anche di molto da quello imperturbato, rendendo imprevedibile l'evoluzione del sistema dinamico. In fisica, poi, le cose sono complicate dagli errori di misura che già di per sé costituiscono una perturbazione sul dato iniziale e non saranno mai del tutto eliminabili. Il caos deterministico non sembrerebbe, a prima vista, aver a che fare con il problema del tutto e delle parti, ma non è così, in quanto il caos deterministico è strettamente legato ai *frattali*. Infatti se, ad esempio, si seziona la traiettoria di fase di un moto caotico con un piano ad essa trasversale si ottiene una *mappa di Poincaré* di tipo frattale.¹⁷

Ecco che le considerazioni che stiamo svolgendo ci conducono verso il secondo aspetto del problema. Questo accenno basti a indicare i legami tra tutti i comportamenti inerenti alle teorie non lineari e che costituiscono aspetti diversi di un'unica problematica.

SECONDO ASPETTO. *Indistinguibilità delle parti dal tutto: il tutto si ritrova in ogni sua parte, in quanto ogni parte ha lo stesso grado di complessità del tutto.*

Un esempio tipico di questo secondo aspetto ci è offerto dalla geometria frattale.¹⁸ I frattali, tra le altre proprietà, hanno quella di essere *autosimilari*, cioè di riprodurre all'infinito, in ogni loro *parte*, forme geometriche simili a quella del *tutto*; per cui non è possibile, suddividendoli in parti sempre più piccole, isolare delle forme che siano strutturalmente meno complesse del tutto. È interessante notare come la forma delle parti non è esattamente identica, ma è simile a quella del tutto e ne conserva il grado di complessità, che in questo caso, può essere quantificato mediante la cosiddetta *dimensione frattale*.¹⁹ Come vedremo l'*autosimilarità* è la visualizzazione geometrica della *ricorsività* delle sequenze di calcolo necessaria a generare delle forme frattali e la *ricorsività* delle sequenze di calcolo è il corrispettivo matematico dell'*autoreferenzialità* delle enunciazioni nella logica.

1.5. Logica

Nell'ambito della logica il problema del rapporto tra il tutto e le parti si presenta principalmente per quello che in precedenza è stato chiamato il *secondo aspetto*, quello per cui il tutto è rinvenibile, in qualche modo, come parte di se stesso. Questo discorso ha a che fare con la logica delle *collezioni*.²⁰ La collezione di tutte le

¹⁶A proposito del *caos deterministico* due letture abbastanza accessibili anche ai non professionisti possono essere J. Gleick, *Caos*, Rizzoli, Milano 1989, e, un po' più tecnico, A.A.V.V., *Il caso. Le leggi del disordine*, a cura di G. Casati, ed. Le Scienze, Milano 1991.

¹⁷H. Poincaré è stato un vero precursore nel campo dell'analisi e della dinamica non lineare e desta meraviglia il fatto che le sue indagini, giunte ad uno stadio già notevolmente avanzato, abbiano dovuto attendere fino ai nostri giorni per trovare chi fosse interessato a proseguirle. Un saggio della sua enorme opera scientifica è proposto in *Geometria e caso. Scritti di matematica e fisica*, a cura di C. Bartocci, ed. Boringhieri, Torino 1995.

¹⁸Un volume dalle tavole in un certo senso artistiche, con relativa trattazione matematica, sulla geometria frattale, ormai divenuto un classico, è quello di H.O. Peitgen e P.H. Richter, *La bellezza dei frattali*, Bollati Boringhieri, Torino 1987.

¹⁹La *dimensione frattale* di una curva frattale in un piano (o nello spazio) rappresenta una sorta di misura della frazione di piano (spazio) occupata dalla curva.

²⁰Si distingue normalmente tra *classe* e *collezione*, in quanto se si ammette che una *collezione* possa contenere se stessa come elemento non si ammette per una *classe* questa proprietà. Cfr. B. Russell, *I principi della matematica*, Newton Compton, Roma 1974, cap.X.

collezioni è il tipico esempio di una collezione che contiene se stessa come elemento: in questo caso una *parte* della collezione coincide con il *tutto*.²¹

In un primo tempo la logica delle classi, sviluppata da Russell e Whitehead ha aggirato il problema escludendo dalla definizione di classe le collezioni che contengono se stesse come elemento, per evitare le tipiche contraddizioni che possono insorgere dallo loro considerazione. È noto il paradosso di Russell che insorge quando si tenta di definire un oggetto come *il catalogo dei cataloghi che non citano se stessi*.²² Tuttavia non tutte le collezioni che contengono se stesse come elemento sono contraddittorie, come ad esempio *la collezione di tutte le collezioni*, oppure *il catalogo dei cataloghi che citano se stessi*. Sembra dunque possibile costruire una logica delle collezioni che contengono se stesse come elementi.²³

1.6. Informatica

Sembra essere stata proprio l'informatica a rendere attuali le ormai classiche problematiche di logica matematica, come quelle legate ai teoremi di Gödel²⁴ sulla coerenza e la completezza dei sistemi assiomatici, così come a rendere rappresentabili sullo schermo di un computer degli insiemi «mostro» come erano considerati gli *insiemi di Julia* prima che se ne vedesse l'eleganza anche estetica su un video a colori. Si è dovuto attendere il lavoro al computer di Benôit Mandelbrot per riaccendere l'interesse in una forma del tutto nuova intorno a questi problemi.²⁵ La geometria frattale ha incominciato a svilupparsi proprio utilizzando il computer come un laboratorio in cui fare esperimenti di matematica, un po' come più di duemila anni fa Archimede faceva esperimenti di meccanica per intravedere le proprietà geometriche delle figure; solo successivamente avrebbe cercato una dimostrazione logica di tali proprietà a partire da degli assiomi.

Le indagini sulla cosiddetta intelligenza artificiale hanno permesso di comprendere che l'informazione si può annidare a vari livelli e che esistono delle gerarchie di informazione: il livello inferiore risiede nella struttura hardware della macchina, i livelli superiori nel software; il linguaggio di programmazione, a sua volta, contiene informazioni significative per il programmatore che ricadono in istruzioni di livello inferiore eseguibili meccanicamente dai circuiti senza percepirle come significative; il programma stesso nel suo insieme

²¹Un'analisi accurata rivela che il tutto può includere una sua parte in due modi: i) in un caso la parte è un *elemento* della collezione, come nel caso della collezione di tutte le collezioni; ii) nell'altro caso la parte è da intendersi non come elemento ma come *sottoinsieme* del tutto, come nel caso dei frattali. In questo caso la parte non è identica al tutto in senso materiale, ma lo è in senso formale in quanto risponde alla stessa definizione ed ha quindi le stesse proprietà.

²²La contraddizione nasce dal fatto che un catalogo dei cataloghi che non citano se stessi dovrebbe contemporaneamente citarsi se si suppone che non si citi e non citarsi se si suppone invece che si citi.

²³Una ricerca in questo senso e con idee ancora più generali, viene svolta da E. De Giorgi e il suo gruppo, presso la Normale di Pisa, con la formulazione della *Teoria 95* e della *Teoria 96*. Allo stadio attuale esistono articoli piuttosto tecnici in proposito come ad esempio: E. De Giorgi, M. Forti e G. Lenzi, *Una proposta di teorie di base dei Fondamenti della Matematica*, Rend. Mat. Acc. Lincei, ser.9, **5** (1994) 11-22; **5** (1994) 117-128; **6** (1995) 79-92; E. De Giorgi e G. Lenzi, *La Teoria '95, una proposta di teoria aperta e non riduzionista dei Fondamenti della Matematica*, memoria presentata da E. De Giorgi il 13 novembre 1995. Un'esposizione più didattica, rivolta anche ai filosofi e cultori di scienze umane, in vista di una collaborazione sul piano epistemologico, è presentata in E. DE Giorgi, "Dal superamento del riduzionismo insiemistico alla ricerca di una più ampia e profonda comprensione tra matematici e studiosi di altre discipline scientifiche ed umanistiche", memoria presentata da E. De Giorgi, Pisa, 25-3-1996.

²⁴Un'introduzione a questa problematica con relativa bibliografia si trova nella mia *Introduzione...* già citata, al cap.2. Una lettura notevolmente ponderosa, ma estremamente gustosa è offerta da D.R. Hofstadter, *Gödel, Escher e Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi, Milano 1984.

²⁵Rinvio a B.B. Mandelbrot, *Gli oggetti frattali*, Einaudi; dello stesso autore, *La geometria della natura. Sulla teoria dei frattali*, ed. Theoria, Roma-Napoli, 1989; inoltre B. Mandelbrot, *Fractals; form, chance and dimension*, W.H. Freeman & Co., San Francisco, 1977.

contiene un'informazione di livello superiore legata allo scopo per cui è stato scritto, che risiede nella mente del programmatore e in quella dell'utente, e così via.

In tutte le scienze sembra comparire una struttura gerarchizzata di *informazioni* legate al grado di complessità e quindi di unitarietà della struttura chiamata in causa.

1.7. Conseguenze epistemologiche

Vale la pena mettere in evidenza un'importante conseguenza epistemologica inerente la stessa concezione del rapporto tra le scienze. Lo schema riduzionistico, grazie all'ipotesi che un *tutto* complesso si possa ottenere come «somma» di *parti* più semplici, autorizzava, in qualche modo a ritenere, ad esempio, che ogni problema *biologico* fosse riconducibile ad un problema *chimico* in quanto la cellula (costituente il vivente) era ritenuta riducibile ad un insieme di molecole, per quanto complesse; dunque la biologia veniva pensata come riducibile alla chimica. La chimica, a sua volta, veniva ridotta a fisica in quanto la molecola è costituita da atomi e gli atomi sono costituiti da particelle più elementari.

Dal punto di vista epistemologico, dunque, il riduzionismo vedeva tutte le scienze della natura ricondotte, in ultima istanza, alla fisica e quindi al suo modello epistemologico ideale.

Le discipline formali, come la matematica, poi potevano essere ricondotte in ultima istanza alla logica.

Lo schema secondo cui il tutto è la somma delle parti veniva così legittimato anche dal punto di vista del rapporto tra le scienze. Ora il venir meno della possibilità del riduzionismo a certi livelli di complessità mette in crisi anche la sua legittimazione epistemologica. Infatti, se nell'oggetto di ogni disciplina, considerato come un *tutto*, è presente un dato informativo che lo caratterizza nella sua unità e non è deducibile dalle proprietà delle *parti* — questo comporta, ad esempio, che l'oggetto della biologia possieda un *proprium* che non è oggetto della chimica, così come l'oggetto della chimica un *proprium* che non è oggetto della fisica — dunque neppure le discipline sono riducibili tra loro. Tutto questo richiede una nuova teoria delle scienze in cui le scienze seguono dei modelli epistemologici differenziati. Anche questa osservazione stimola ad un lavoro di confronto con la posizione aristotelico-tomista la cui concezione del rapporto tra le scienze è non riduzionistica, ma piuttosto organicamente gerarchizzata.

2. Il finalismo nelle scienze

La questione appena esaminata del rapporto tra il tutto e le parti può dare un suggerimento anche per affrontare il problema del finalismo nell'ambito delle scienze, problema antico che si sta ripresentando, esso pure, in una veste nuova. Mi limito ad accennare qui a questo problema che meriterebbe ben altro spazio di approfondimento.

Il finalismo appare escluso quando sia possibile dare una formulazione *locale* al problema matematico:²⁶ in questo caso, infatti, sembra sufficiente assegnare le condizioni iniziali di un problema differenziale di cui si conoscono le equazioni per determinare univocamente la soluzione, quando si sia dimostrato che questa esiste ed è unica. Come abbiamo visto tuttavia nei sistemi con grande sensibilità alle condizioni iniziali l'evoluzione del sistema diviene imprevedibile.

²⁶Per formulazione *locale* si intende una formulazione in termini di equazioni differenziali, che richiede la sola conoscenza di ciò che accade in un punto (condizione iniziale) per poter dedurre ciò che accadrà in ogni altro punto.

In fisica, però, esistono sistemi imprevedibili per la loro forte sensibilità alle condizioni iniziali, che tuttavia possono possedere anche soluzioni (cicli limite, attrattori) che rappresentano una sorta di condizione *finale* che viene raggiunta, dopo un certo tempo, indipendentemente (almeno entro certi limiti) dalle condizioni iniziali dalle quali si è partiti. Tali sistemi tenderanno allora a stabilizzarsi attorno ad una di queste soluzioni. In questo caso è proprio la condizione finale ad orientare l'evoluzione del sistema. Il problema del finalismo è molto più complesso di quanto queste poche considerazioni possano mostrare; esse tuttavia aiutano a comprendere come taluni aspetti dal sapore finalistico stiano entrando in gioco anche in fisica secondo modalità che non hanno e non devono avere nulla di animistico o vitalistico, ma che sono del tutto nuove. Che dire poi del *principio antropico* che, pur essendo per ora un principio fortemente filosofico, sta conquistando l'interesse di non pochi scienziati.

3. Autoreferenzialità (autoinclusività)

Alcune delle problematiche che stiamo esaminando sembrano essere sorte contemporaneamente in ambiti molto diversi e senza che vi fosse comunicazione tra coloro che le accostavano per la prima volta. Successivamente ci si è accorti che esse costituivano aspetti diversi di un'unica questione. È il caso della dinamica caotica, nell'ambito della meccanica e dell'elettronica dei sistemi, che si è ritrovava accomunata alla geometria dei frattali: ci se n'è accorti quando si è osservato che la generazione dei frattali, esaminata nella sua evoluzione temporale, segue spesso una dinamica di tipo caotico e, viceversa la sezione trasversale (*mappa di Poincaré*) di una traiettoria caotica come un attrattore strano è una figura frattale.

I frattali, poi, sono generati da operazioni ripetute per molte volte consecutive, in cui il risultato di un ciclo di calcolo viene preso come dato iniziale per il ciclo di calcolo successivo. In matematica si parla di successioni o di funzioni *ricorsive*; in informatica si parla di *iterazione* e di *nidificazione* di alcune procedure di calcolo o di grafica.

Il problema è stato risvegliato, in effetti, dall'*informatica*: il calcolatore consente, tra le altre cose, di effettuare rapidamente molte operazioni *ricorsive*. Il *feed back* era già da tempo utilizzato nei circuiti elettronici come la vecchia radio a valvole *supereterodina*, gli amplificatori *controreazionati* e molti sistemi di controllo automatici. Tuttavia il computer digitale ha consentito di tradurlo in un processo di calcolo e quindi di collegarlo ad una procedura matematica visualizzandone gli effetti.

In *matematica* già da tempo si faceva uso di leggi ricorsive per definire certe successioni, tuttavia non era possibile rendersi conto dei risultati, anche visivi, che la ripetizione di una mole enorme di calcoli avrebbe comportato sia dal punto di vista geometrico (rappresentazione del grafico alla fine del processo), sia dal punto di vista della dinamica di generazione durante il processo (rappresentazione del grafico mentre viene costruito durante l'esecuzione dei calcoli). Il computer consente, poi, anche altre operazioni più sofisticate dal punto di vista concettuale, come quelle eseguite da programmi che modificano se stessi durante il calcolo in funzione dei risultati che ottengono. Ci si sposta così un po' alla volta sempre di più verso l'orizzonte della logica delle proposizioni *autoreferenziali*.

In *logica* il problema dell'autoreferenzialità è antico quanto la famosa *antinomia del mentitore*.²⁷ In tempi recenti l'autoreferenzialità era stata utilizzata da Gödel²⁸ nei suoi famosi teoremi che hanno invalidato i

²⁷ Si può vedere in proposito E. Mendelson, *Introduzione alla logica matematica*, ed. Boringhieri, Torino 1987, p.11, nota.

²⁸ Una presentazione dei teoremi di Gödel con il relativo inquadramento storico e testi originali si può trovare in S.G. Shanker, *Il teorema di Gödel. Una messa a fuoco*, tr. it. Muzzio ed., Padova 1988. Una lettura notevolmente ponderosa, ma estremamente gustosa, inerente queste problematiche in relazione alla logica, alla matematica e all'informatica, è offerta da D.R. Hofstadter, *Gödel, Escher e Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi, Milano 1984.

programmi di Hilbert e di Russell di mostrare la completezza e la coerenza dei sistemi assiomatici della matematica, ma la cosa è rimasta una questione da specialisti fino all'avvento del calcolatore elettronico.

In *matematica* il problema dell'*autoreferenzialità* delle proposizioni è strettamente correlato a quello dell'*autoinclusività* delle collezioni, in quanto, fondandosi sul metodo della *specificazione* è possibile definire una collezione mediante una proposizione che si assume vera (o falsa) per ogni elemento di quella collezione.²⁹ Il fatto che una collezione sia elemento di se stessa, se si accetta la specificazione, risulta correlato con l'autoreferenzialità della proposizione che lo definisce.³⁰ Allora un modo per rendere indipendenti l'autoreferenzialità e l'autoinclusività, evitando contraddizioni, sembra essere quello di non richiedere la specificazione; viceversa se si richiede la specificazione occorre rinunciare all'autoreferenzialità.

Russell aveva eliminato, in prima istanza, il problema accettando l'assioma di specificazione ed introducendo la teoria dei tipi. In questo modo venivano escluse dalle *classi* le collezioni che includono se stesse come elementi e dalle proposizioni quelle autoreferenziali.

Oggi, sotto la pressione dell'informatica, sembra urgente la costruzione di una teoria più ampia nella quale trovino posto anche collezioni autoinclusive e proposizioni autoreferenziali.³¹

4. Verso l'analogia?

Finora abbiamo esposto quanto sembra emergere, al momento, dal quadro epistemologico delle più interessanti teorie scientifiche, nei diversi campi disciplinari. Indubbiamente, a chi ha insieme una formazione scientifica e una pur minima formazione filosofica aristotelico-tomista, difficilmente potrebbe non venire in mente di tentare un raffronto tra alcuni risultati della logica-matematica dedicata al problema dell'autoreferenzialità (con i vari collegamenti ai *frattali* e al *caos* nella matematica e nelle altre discipline) e la dottrina tomista dell'*analogia*. Si tratta di un semplice raffronto e non certo di un'identificazione. Il nostro modo di procedere, in ogni caso, vuole essere quello di muoverci nell'ambito delle scienze, nella direzione di una teoria scientifica. Quello che si può ottenere in questo modo sarà comunque un passo avanti nell'apertura della razionalità delle scienze partendo da uno schema riduzionistico e univoco per muovere verso uno schema organico e analogico.

Nell'ambito del quadro epistemologico precedente si può formulare una nozione che sembra simile, almeno in alcuni aspetti, a quella classica di analogia: la chiameremo «analogia» tra virgolette ritenendo abusiva ogni identificazione automatica e rilevando che, anche se tale identificazione non ci fosse, sembra essere davvero interessante questa nuova definizione e merita di essere sviluppata e applicata.

²⁹Data una proposizione $p(x)$ su un qualsiasi oggetto x si può definire A come la collezione degli x per i quali $p(x)$ è vera.

³⁰Per esempio: A è la collezione delle collezioni che includono se stesse come elementi. Possiamo definirla mediante la proposizione $p(x) = \langle x \text{ è una collezione che include se stessa come elemento} \rangle$. Allora A è la collezione degli x per cui $p(x)$ è vera.

³¹La *Teoria 95* e la *Teoria 96* costituiscono un ampliamento ancora più significativo in quanto introduce oltre all'autoreferenzialità anche le *qualità* ed altre proprietà che hanno carattere analogico. In questo modo una teoria assiomatica include elementi come gli *oggetti*, le *quantità*, le *qualità* le *relazioni* e i *siti* (mi riferisco qui alla topologia nata come *analysis situs*). Non sono forse questi gli antichi *accidenti* della metafisica aristotelica? Certo il concetto di *oggetto* non è ancora così facilmente associabile al concetto di *sostanza* e quindi non si può ancora parlare di una logica con fondamento ontologico, tuttavia non si tratta più di una logica-matematica nel senso di un'assiomatica delle sole quantità e relazioni.

Tentiamo di procedere distinguendo, secondo lo schema classico, tra «analogia di proporzione» e «analogia di proporzionalità».³²

«ANALOGIA DI PROPORZIONE». È legata all'autoreferenzialità e autoinclusività.³³

Definizione — Diremo «analogia secondo la proporzione» ogni collezione A che include se stessa come elemento senza che ciò comporti contraddizione. Diremo anche «analoghi secondo proporzione» gli elementi di *tipo* diverso che appartengono ad A .³⁴

Ad esempio la collezione degli x tali che «ogni proprietà di x è un x » è «analogia» secondo questa definizione. Filosoficamente parlando possiamo prendere come esempio quello in cui ad x sostituiamo *ente*. Otteniamo allora *la collezione di tutti gli enti*, perché per ogni ente è vera la proposizione secondo la quale «la proprietà di un *ente* è un *ente*», collezione che è a sua volta un ente, e quindi contiene se stessa come elemento. Questo può essere applicato ai *trascendentali* della filosofia aristotelico-tomista che seguono l'analogia di proporzione in senso classico. È chiaro che *ente* viene detto in modi diversi da come lo si dice della collezione stessa, dell'elemento della collezione e della proprietà dell'elemento della collezione. Anche se la definizione di «analogia» che abbiamo dato può non identificarsi con quella classica, sembra almeno contenerla come caso particolare.

«ANALOGIA DI PROPORZIONALITÀ». L'«analogia di proporzionalità» sembra più semplice da governare perché è simile ad un *isomorfismo*, ma mentre quest'ultimo consiste in una corrispondenza biunivoca che lega tra loro relazioni che coinvolgono quattro classi tutte dello stesso *tipo* (tipo nel senso di Russell: elementi, insiemi, insiemi di insiemi, ecc.), l'«analogia di proporzionalità» è una corrispondenza che richiede che solo a due a due le classi siano dello stesso tipo.

Definizione — Siano A e A' due classi (che in genere sono di tipo diverso) e R ed R' siano due relazioni tra gli elementi di A e rispettivamente di A' . Diremo che R e R' sono «analoghe secondo proporzionalità» se e solo se:

- i) esiste una corrispondenza biunivoca S tra gli elementi di A e quelli di A'
- ii) esiste un'«analogia di proporzione» tra gli elementi di A e quelli di A'
- iii) R' è l'immagine di R secondo S .

Notiamo che se le classi di partenza fossero dello stesso *tipo* l'«analogia» non sarebbe più tale divenendo un isomorfismo nel senso usuale, cioè una proporzionalità bi-univoca.³⁵

Se vogliamo azzardare un esempio preso dalla teologia classica per vedere se rientra nella nostra definizione, possiamo ricorrere all'analogia tra la paternità di Dio nei confronti del Figlio e la paternità di un

³²Si tengano sempre presenti le virgolettature! Inoltre tengo a sottolineare che non mi preoccupo qui di tutte le questioni di scuola interne al tomismo, né sto prendendo in considerazione, in questo momento, l'analogia di attribuzione; mi sto occupando solo di quelle somiglianze che oggi è possibile intravedere a partire dalle problematiche scientifiche.

³³J. Bochenski la escludeva dalla sua logica simbolica, forse per le stesse ragioni per cui Russell escludeva l'autoinclusività delle classi, cfr. J.M. Bochenski, *La logica formale*, vol.I, Einaudi, Torino 1972, pp.237-238.

³⁴La *Teoria 95* offre una possibilità ancora più ampia e significativa della teoria dei tipi in quanto introduce il concetto di *arietà* come criterio per classificare in qualche modo entità di natura diversa come le qualità, le metaqualità, le operazioni, gli elementi di una classe, ecc.

³⁵Questa definizione mi sembra sostanzialmente quella data da Bochenski per l'analogia, loc. cit.

uomo nei confronti del proprio figlio. Un padre uomo e un figlio uomo sono enti in senso partecipato e quindi analogico nei confronti di Dio Padre e di Dio Figlio, dunque sussiste un'analogia di proporzione tra gli elementi delle due classi (abbiamo già fatto l'esempio dell'ente). Inoltre esiste una corrispondenza biunivoca tra il padre uomo e Dio Padre, tra il figlio uomo e Dio Figlio. E infine la relazione di paternità del padre uomo nei confronti del padre figlio è l'immagine di quella tra Dio Padre e Dio Figlio. Allora le due paternità si dicono «analoghe secondo proporzionalità» anche nel senso appena definito, oltre che in quello classico.

Naturalmente non esiste solo un padre uomo e solo un figlio uomo, ma ne esistono tanti e sono tutti equivalenti dal punto di vista dell'«analogia di proporzionalità» che stiamo considerando; di conseguenza, se volgiamo possiamo sostituire ad ogni padre uomo e ad ogni figlio uomo la rispettiva classe di equivalenza, ogni singolo della quale può essere preso come elemento rappresentativo.

CONCLUSIONI

A questo punto occorre fermarsi. Al momento attuale non siamo in grado di dire molto di più e occorre proseguire il lavoro per approfondire la questione possibilmente insieme ad esperti del settore scientifico come di quello filosofico. Sembra che il campo che si apre sia piuttosto interessante. Uno dei problemi cruciali e più interessanti, oltre alla necessaria verifica dell'autoconsistenza delle definizioni precedenti ed una loro più rigorosa formulazione, è costituito dalla necessaria verifica della possibilità di costruire delle dimostrazioni basate sulle definizioni appena proposte. Che tipo di risultati si possono ottenere? Sono risultati scientificamente significativi? Sono risultati filosoficamente e teologicamente significativi? Se le risposte questi quesiti risulteranno affermative si sarà fatto un passo decisivo verso una riproposizione di una filosofia e una teologia sistematiche di tipo dimostrativo e non solo descrittivo. In questo caso le scienze, la filosofia e la teologia potranno disporre di una *logica* comune che offre a tutte le scienze in senso *ampio* delle regole dimostrative.

Il fatto che oggi alcuni problemi relativi ai fondamenti si muovano in una direzione che rende non prive di senso queste domande, che i problemi nascano all'interno delle scienze per una necessità fondazionale e non da tentativi più o meno apologetici di filosofi e teologi, che ormai sembrano interessati a tutt'altro che a una fondazione scientifica delle loro discipline, rende l'avventura ancora più interessante.