

ONTOLOGIA FORMALE

PER UNA METAFISICA POST-MODERNA

di Gianfranco Basti

In questo contributo vorrei prendere in considerazione, nelle sue linee principali, il percorso epistemologico compiuto dalle scienze in rapporto all'ontologia. Esaminerò tre passaggi fondamentali:

- a) La presa di distanza della scienza dalla metafisica tardo-scolastica, con il costituirsi di quella che chiamiamo normalmente "la scienza moderna" o "galileiana" (§1);
- b) Il metodo ipotetico-deduttivo e la crisi del criterio di evidenza alla base dei principi matematici sui quali si regge la scienza moderna e la nascita dei sistemi formali (§2);
- c) Il problema dei fondamenti e il costituirsi dell'ontologia formale, che sarà l'oggetto proprio di questo studio (§3).

Vedremo poi alcune rilevanti applicazioni dell'*ontologia* formale (§4).

1. Epistemologia e ontologia della scienza moderna

Vi è un'obiettiva difficoltà, da parte dell'uomo moderno, a definire rigorosamente l'oggetto e il metodo dell'*ontologia generale* e delle *ontologie speciali* in riferimento all'oggetto fenomenico e al metodo ipotetico-deduttivo delle scienze moderne. Questa difficoltà ha radici antiche che risalgono alle origini stesse della modernità e più precisamente alle origini della scienza moderna, strettamente intrecciate come sono alle intricate – per non dire contorte – vicissitudini della cosiddetta "questione galileiana" o "*affaire Galilei*", come usano definirla gli amanti della cultura anglofona.

Sintetizzando, sulla linea di Maritain (1882-1973)¹, possiamo affermare che nella modernità si è passati dalla concezione "classica" di scienza come *cognitio certa per causas*², alla concezione moderna di scienza come *cognitio certa per leges*³.

¹Cfr. Maritain 1974, pp. 44-45.

²Dove le *causae* sono intese come quelle relazioni fra entità attive e passive che determinano (cioè rendono necessaria, necessitano) l'esistenza naturale o extra-mentale di enti e/o eventi.

³Dove le *leges* sono intese come quelle relazioni che determinano l'esistenza logica (appartenenza

Una concezione, quella classica, che, legando la certezza razionale delle spiegazioni scientifiche alle determinazioni (necessitazioni) causali, riservava anche alla metafisica un carattere di “scienza”, mediante la distinzione scolastica fra cause contingenti o “seconde”, oggetto delle scienze naturali, e cause necessarie o “prime”, oggetto della scienza metafisica.

Viceversa, in base alla concezione moderna di scienza, la metafisica può assurgere a dignità di scienza solo nella sua versione idealista e razionalista; ma in questa non c'è più spazio per una metafisica “naturale” quale quella della scolastica, aristotelica e tomista.

Se dunque la distinzione fra oggetto “fenomenico” della scienza e oggetto “reale” dell'ontologia e della metafisica risale agli albori della modernità – e più precisante a Newton (1642-1727), poi ripreso da Kant (1724-1804) – la distinzione riguardo al metodo di dimostrazione – “ipotesico-deduttivo” della scienza vs. “apodittico” della metafisica – risale alla tarda modernità o, più precisamente, segna l'inizio della post-modernità nella quale noi ci troviamo a vivere.

1.1. LA MOTIVAZIONE STORICA: LA QUESTIONE GALILEIANA

Non si può non rilevare come la concezione galileiana di scienza fosse ancora abbondantemente intrisa di quell'“essenzialismo” neo-platonico – per usare un termine caro a Karl Popper (1902-1994) – che gli faceva rivendicare per le dimostrazioni matematiche, tipiche del metodo della sua scienza fisica, un carattere di apoditticità del tutto simile a quello delle dimostrazioni metafisiche. Un carattere di apoditticità che fece a suo tempo dire ad Alexandre Koyré (1892-1964) che la scienza galileiana costituiva per il suo autore una sorta di “controllo sperimentale” della veridicità di una metafisica platonica.

«Se tu reclaims per la matematica uno stato superiore, se per lo più le attribuisi un valore reale e una posizione dominante nella fisica, sei platonico. Se invece vedi nella matematica una scienza astratta che ha perciò un valore minore di quelle – fisica e metafisica – che trattano dell'ente reale, se in particolare affermi che la fisica non ha bisogno di altra base che l'esperienza e dev'essere costruita direttamente sulla percezione, che la matematica deve accontentarsi di una parte secondaria e sussidiaria sei un aristotelico. In questo dibattito non si pone in discussione la certezza delle dimostrazioni geometriche, ma l'Essere. E neppure l'uso della matematica nella scienza fisica – nemmeno gli aristotelici avrebbero mai negato il diritto di misurare ciò che è misurabile

di classe e dunque la deducibilità e/o la predicibilità) di rappresentazioni, nel caso delle scienze formali, e la predicibilità di fenomeni, di rappresentazioni quantitative (relative ad operazioni di misura) di eventi extra-mentali, nel caso delle scienze naturali.

e di contare ciò che è numerabile – bensì la struttura della scienza e quindi la struttura dell'essere. [...]

È evidente che per i discepoli di Galileo, come per i suoi contemporanei e predecessori, matematica significa platonismo. [...]

Il *Dialogo* e i *Discorsi* ci narrano così la storia della scoperta o meglio della riscoperta del linguaggio parlato dalla natura. Ci spiegano la maniera di interrogarla, cioè contengono la teoria di quella ricerca sperimentale in cui la formulazione dei postulati e la deduzione delle loro conseguenze precede e guida l'osservazione. Questa poi, almeno per Galileo è una prova "di fatto". La nuova scienza è per lui una prova sperimentale di platonismo»⁴.

D'altra parte si tratta di una metafisica neo-platonica piuttosto che platonica, se è vero, come è vero, che quelle leggi matematiche "eterno", alla cui fonte la nuova scienza fisica attingeva, con i suoi metodi sperimentali di interrogazione della natura, erano per Galilei (1564-1642) state iscritte nella natura medesima da Dio stesso. Per Galilei, dunque, la nuova scienza costituiva una via parallela alla Rivelazione biblica per conoscere il "Pensiero stesso di Dio".

Fu allora il rischio emergente di un nuovo gnosticismo, insito in questa posizione – la fede sarebbe stata ridotta ad una sorta di "rifugio per gli ignoranti" – a far rivendicare alla Chiesa, per bocca del Bellarmino (1542-1621), il carattere ipotetico delle argomentazioni della scienza fisico-matematica.

A partire dal metodo dimostrativo delle nuove scienze – ipotetico vs. apodittico – veniva introdotta nella modernità una prima distinzione fra "scienza" e "ontologia della natura". Sappiamo altresì che occorsero ancora più di tre secoli – che videro la nascita delle geometrie non-euclidee e della "nuova fisica" (termodinamica, teoria della relatività, teoria dei quanti) – perché il metodo ipotetico deduttivo della scienza moderna venisse universalmente accettato. Questo ritardo fu essenzialmente dovuto – almeno storicamente – all'interpretazione erronea che l'Inquisizione diede, rifacendosi a Gemino, delle ipotesi matematiche della scienza moderna, con cui Galilei "interrogava" il reale per ottenere da esso le risposte cercate col suo metodo sperimentale. Si trattava di un'interpretazione che attribuiva a tali ipotesi un carattere di pure "supposizioni fatte per salvare i fenomeni", mentre solo la conoscenza metafisica delle essenze della antica filosofia, col suo metodo apodittico di dimostrazione, aveva la capacità di attingere alla verità sul reale.

Lo scienziato moderno delle origini aveva dunque aperta davanti a sé solo la strada di rivendicare apoditticità – e quindi carattere di verità assoluta per i prin-

⁴Koyré 1980, pp. 160.163.167.

cipi matematici – anche per le dimostrazioni della nuova scienza galileiana. E ciò poteva avvenire attraverso due vie:

1. L'una era quella della riproposizione della vecchia pista dell'essenzialismo platonico e neo-platonico percorsa da Galilei, perfettamente sintetizzata nella appena riportata citazione di Koyré. Una via che, comunque, lasciava problematica la distinzione fra metafisica e scienza fisica e dunque proponeva la scienza moderna come una filosofia naturale alternativa a quella aristotelica della scolastica, in quanto era la conoscenza di tipo matematico ad avere accesso alle "essenze" degli enti fisici.
2. L'altra era la via fenomenista del newtoniano *hypotheses non fingo* che usava il metodo cartesiano dell'"evidenza" come un principio adatto, non tanto a raggiungere una conoscenza delle essenze, quanto piuttosto una conoscenza apodittica delle leggi matematiche, intese come semplici relazioni di tipo funzionale, per connettere fenomeni come quantità misurabili. La conoscenza delle essenze e delle cause dell'antica filosofia della natura – o, se vogliamo del fondamento reale extra-mentale delle leggi matematiche del calcolo applicato in fisica – veniva così separata nettamente dalla apoditticità del metodo matematico sperimentale, secondo il paradigma della meccanica newtoniana e delle sue tre leggi.

«I fenomeni della natura c'insegnano che siffatti principi [le tre leggi della dinamica] esistono realmente, anche se la loro causa non è stata ancora investigata. Le *leggi* di cui parliamo sono dunque *evidenti* e soltanto le loro *cause* possono dirsi *oscur*e. Gli aristotelici e gli scolastici invece hanno considerato come qualità oscure non già delle proprietà in qualche modo note, ma piuttosto altre che pensavano fossero nascoste nei corpi e costituissero la ragione sconosciuta degli aspetti visibili. Ma a questa categoria tanto la gravitazione quanto la forza elettrica e magnetica apparterrebbero soltanto se noi presupponessimo che esse derivano dalla natura intima delle cose a noi sconosciuta, cioè da un sostrato impensabile ed insondabile. Siffatte "qualità" sono indubbiamente un ostacolo per il progresso scientifico e sono quindi rifiutate a buon diritto dall'*indagine moderna*. *La credenza in essenze specifiche delle cose dotate di specifiche forze nascoste* e quindi adatte a produrre determinati effetti sensibili, è del tutto vuota e priva di significato. Derivare invece dai fenomeni due o *tre principi generali del movimento*, e spiegare come poi da essi, quali presupposti chiari ed evidenti, debbano seguire tutte le proprietà e le manifestazioni di *tutte le cose materiali*, sarebbe già un importante progresso della conoscenza scientifica, anche se le cause di tali principi rimanessero a noi completamente sconosciute»⁵.

⁵Newton 1704, p. 326. Corsivi nostri.

In questa posizione è già contenuto il cuore della *Critica* kantiana, col suo rivendicare carattere apodittico, grazie al principio cartesiano dell'evidenza alla sola conoscenza delle leggi distinte dalle cause, ovvero dal loro presunto fondamento reale extra-mentale e alla conseguente separazione fra forma logica della legge e contenuto empirico della deduzione razionale di tipo fenomenico. In sintesi, grazie al principio di evidenza e alla sua rilettura newtoniana-kantiana l'apoditticità che l'Inquisizione voleva riservare al pensiero metafisico contro il pensiero matematico della "scienza nuova" galileiana veniva garantito a questa contro le oscurità e la mancanza di certezza di quella.

Ecco due citazioni: una di Kant, dalla *Critica della Ragion Pura*, e l'altra di un fin troppo zelante, oscuro discepolo di Newton, tale Emerson citato da Cassirer nella sua *Storia della Filosofia Moderna*, che fotografano la nuova situazione del rapporto filosofia-scienza determinato dalla "rivoluzione copernicana" moderna, agli antipodi dei *desiderata* dell'Inquisizione galileiana. Addirittura Emerson arriva a dire che le "ipotesi" sono quelle della metafisica, mentre le uniche certezze apodittiche sono quelle che solo la "filosofia naturale" newtoniana è in grado di offrirci.

Kant: «Com'è possibile una matematica pura? Com'è possibile una fisica pura? Di queste scienze, poiché esse realmente ci sono, vien bene domandarsi come siano possibili, perché che debban essere possibili è provato dalla loro esistenza di fatto [In nota: Taluno potrebbe ancora dubitare che quest'esistenza l'abbia la fisica pura. Ma basta dare un'occhiata alle diverse proposizioni che s'incontrano all'inizio della fisica propriamente detta (empirica), come quelle della permanenza della stessa quantità di materia, dell'inerzia, dell'uguaglianza fra azione e reazione e così via, per convincersi che costituiscono una *physicam puram* (o *rationalem*), che merita bene di essere esposta separatamente, come scienza speciale, in tutta la sua estensione, piccola o grande che sia]. Per ciò che riguarda invece la metafisica il suo progresso è stato fin qui assai infelice, poiché di nessuna delle metafisiche fin qui esposte, per ciò che concerne il suo scopo essenziale, si può affermare che realmente esista, deve ad ognuno lasciar dubitare con ragione della sua possibilità»⁶.

Emerson: «La filosofia newtoniana, ossia l'unica vera filosofia che vi sia al mondo, è ugualmente fondata sulla meccanica... Alcuni hanno ignorantemente obbietato che la filosofia newtoniana come tutte le altre che l'hanno preceduta, invecchierà e sarà superata da qualche nuovo sistema... Tale obiezione è del tutto falsa. Nessun filosofo prima di Newton infatti adoperò mai il suo sistema. Mentre i sistemi filosofici non sono altro che ipotesi,

⁶Cfr. Kant 1971, p. 55.

opinioni, finzioni, congetture, fantasticherie, inventate a piacimento senza alcun appoggio nella natura delle cose, egli al contrario costituì da sé solo una base del tutto differente. Egli infatti non ammette se non ciò che ottiene attraverso esperimenti ed osservazioni accurate; quanto viene costruito poi in qualsiasi modo su questa base, è dedotto secondo un rigoroso ragionamento matematico»⁷.

1.2. LA MOTIVAZIONE TEORICA: ASSIOMATIZZAZIONE DELLA MATEMATICA E DELLA LOGICA

Paradossalmente (ma non più di tanto) la crisi della presunta apoditticità della matematica moderna – conseguente alla nascita delle geometrie non-euclidee – e l'affermazione del metodo ipotetico-deduttivo – ad opera dell'assiomatizzazione riemanniana delle matematiche – se da una parte segnavano la crisi irreversibile del principio moderno di evidenza nell'epistemologia delle scienze moderne, d'altra parte confermavano, con l'originaria impostazione kantiana, la sua separazione ormai totale fra forma e contenuto della conoscenza. Anzi il metodo assiomatico dava a questa separazione la sua caratterizzazione completa e rigorosa, grazie alla distinzione fra il “sistema formale” e i “modelli” che da esso possono essere derivati, dividendo nettamente tra consistenza e verità nei linguaggi formalizzati, tra sintassi e semantica.

Da questo momento in poi, la matematica cessava definitivamente di essere “scienza delle quantità” – sia nel senso classico, aristotelico, dove le quantità erano proprietà degli enti fisici opportunamente astratte dall'intelletto, sia nel senso delle “forme pure” della sensibilità tanto care al rappresentazionismo kantiano – per divenire pura scienza delle relazioni.

«Di fatto si riconobbe che la validità della deduzione matematica non dipende in alcuna maniera dal particolare significato che può essere associato ai termini o alle espressioni contenute nei postulati. Si vide così che la matematica è molto più astratta e formale di quanto non si supponesse tradizionalmente: più astratta perché, *in linea di principio si possono fare affermazioni matematiche su cose assolutamente qualsiasi, anziché su insiemi intrinsecamente circoscritti di oggetti o di proprietà di oggetti*⁸, perché la validità delle dimostrazioni matematiche riposa sulla struttura delle affermazioni, piuttosto che sulla natura particolare del loro contenuto. [...] Ripetiamo che l'unica questione riguardante il matematico puro (in quanto distinto dallo scienziato

⁷W. EMERSON, *The Principles of Mechanichs*, London 1773, tr. it. in Cassirer 1968, vol. 1, p. 444, nota 1.

⁸Si tratta evidentemente delle proprietà quantitative (nota mia).

che usa la matematica per studiare un oggetto particolare) non è se i postulati che egli ammette o le conclusioni che egli trae dai primi sono veri, ma se le conclusioni avanzate siano, di fatto, *le conclusioni logiche necessarie* delle ipotesi da cui è partito [...]. Fintantoché abbiamo a che fare col compito essenzialmente matematico di esplorare le relazioni puramente logiche di dipendenza tra le varie affermazioni, i “significati” familiari dei termini primitivi⁹ devono essere ignorati e gli unici “significati” associati ad essi sono quelli assegnati dagli assiomi in cui entrano. Questo è il significato del famoso epigramma di Russell: la matematica pura è quella scienza in cui non sappiamo di cosa stiamo parlando o se ciò che stiamo dicendo è vero»¹⁰.

Allo stesso tempo e per il medesimo motivo siffatta separazione inaugurava la stagione feconda della cosiddetta crisi dei fondamenti della matematica.

Dunque, riassumendo:

- Galilei aveva preteso neo-platonicamente il carattere apodittico di verità per la sua scienza (dalla verità delle premesse segue la verità delle deduzioni), intesa come “ontologia adeguata dell’ente fisico”, ma Bellarmino gli contestava di “non aver dimostrato la verità delle sue premesse”, in quanto una simile dimostrazione avrebbe richiesto quella che noi oggi chiameremmo una “teoria dei fondamenti”, e che allora avrebbe dovuto essere la metafisica¹¹.
- Newton rinuncia al “carattere apodittico” della fisica-matematica solo per quanto riguarda la conoscenza delle “essenze” delle cose, ma la rivendica per la conoscenza delle “leggi” (relazioni) che, in quanto formulate con la matematica hanno il carattere di chiarezza teorizzato da Cartesio (linea del razionalismo che proseguirà con Spinoza e Leibniz).
- Con Kant si creano, in certo modo, le prime condizioni per la futura assiomatizzazione della matematica introducendo la separazione tra ciò che nella conoscenza è formale (*a priori*) e ciò che è la sua applicazione empirica, quella che sarà l’interpretazione (il *modello*) della teoria formale al dato fenomenico¹².

⁹I termini con cui sono costruiti i postulati di partenza (nota mia).

¹⁰Nagel/Newman 1982, pp. 22-24.

¹¹Una posizione che riprende quella di Tommaso (cfr. *In De Caelo*, L. II, lc. 17, n. 2; *Summa theol.*, I, q. 32, a. 1, ad 2^{um}).

¹²È notevole rilevare come viene a mutare, nel linguaggio filosofico una nozione fondamentale come quella di “trascendentale”: per Kant trascendentali sono le forme a priori che costituiscono la struttura insita nel soggetto conoscente e che precedono ogni conoscenza, rendendo di fatto impossibile conoscere la realtà com’è in se stessa. Mentre il trascendentale della metafisica (*ens, unum, verum, bonum*) era ciò che è comune a tutto il reale attuandosi secondo molteplici modalità (partecipazione) e rendendo possibile le rispettive molteplici forme di conoscenza (analogia).

- La nascita delle geometrie non euclidee, però, farà “saltare” il criterio cartesiano dell'evidenza, aprendo la strada alla moderna concezione che vede nella matematica una teoria di “forme” (*sintassi*) logicamente strutturata e del tutto svincolata dai modelli, dalle interpretazioni, dalle applicazioni alla realtà, forme il cui carattere, tuttavia, non è più assoluto neppure nel soggetto, come voleva Kant, ma è del tutto ipotetico e convenzionale.

2. Il metodo ipotetico-deduttivo e la crisi del principio di evidenza

La nascita delle geometrie non euclidee¹³, facendo vedere come sia possibile, dal punto di vista logico-matematico, elaborare più di una geometria immune da contraddizioni, negando o prescindendo dal *V postulato* di Euclide, fa capire che la geometria (e quindi la matematica) non è una teoria “vera” sulla realtà fisica in quanto la matematica può essere sviluppata correttamente anche quando le sue premesse non sono evidenti. Assistiamo, così nell'ambito della scienza moderna alla fine del “principio di evidenza” come criterio fondativo di verità apodittiche: le teorie matematiche e, con esse, le teorie della scienze fisiche hanno solo un carattere “ipotetico”. Alla matematica non si chiede più di essere “vera”, ma solo di essere “coerente” (*sistema formale*). Con Riemann (1826-1866), poi, la matematica incomincia ad avere come oggetto proprio le “relazioni” piuttosto che le “quantità” legate a degli oggetti¹⁴. Questa nuova situazione, non solo separa drasticamente la matematica dalla realtà fisica, spingendola sul versante della logica, ma la separa anche dalla metafisica degli oggetti, delle sostanze, perfino della quantità (intesa come possibile proprietà di oggetti) accentuandone il carattere di scienza delle relazioni; relazioni che via via non saranno più solo tra grandezze e numeri, ma tra classi, funzioni, operatori ed entità via via sempre più astratte.

«Lobacevskij viene considerato “il Copernico della geometria” come colui che ha rivoluzionato questo campo della matematica creando un'intera branca completamente nuova [...] mostrando come la geometria euclidea non fosse quella scienza esatta depositaria di verità assolute quale era stata quella precedentemente considerata. In un certo senso, possiamo affermare che la scoperta della geometria non euclidea inferse un colpo mortale alla filosofia kantiana, paragonabile alle conseguenze che la scoperta delle grandezze incommensurabili ebbe per il pensiero pitagorico. L'opera di Lobacevskij rese necessario modificare radicalmente le concezioni fondamentali circa la natura della matematica»¹⁵.

¹³Per gli aspetti storici rinvio a Lobačevskij 1974 e a Bonola 1975.

¹⁴Cfr. in proposito e per gli argomenti trattati in questo paragrafo, Basti 2002, capp. 3-4).

¹⁵Boyer 1968, pp. 621 e sgg. (Corsivi miei).

Alla fisica-matematica si chiederà, di conseguenza, di fornire delle “ipotesi” che consentano di fare delle previsioni corrette, in quanto almeno in grado di “salvare i fenomeni” e, possibilmente anche di essere “verosimili” (Popper) non potendo sapere se sono vere. Tutto questo si può fare “applicando” le teorie matematiche – in quanto sistemi formali passibili di diverse “interpretazioni” (*modelli*) – alle varie scienze (naturali, umane, tecnologiche) in base a diversi assiomi di misura mediante cui dare un significato empirico alle teorie formali. A questo punto emerge prepotentemente, nelle scienze fisiche e applicate in genere, il problema del “controllo empirico” delle teorie. Karl Popper criticherà a fondo il classico criterio positivista e neo-positivista di “verificazione” delle ipotesi e delle teorie, sostituendolo con il criterio di “falsificazione” e altri autori¹⁶ proporranno ulteriori critiche e correttivi anche a quest’ultimo. Il bisogno, almeno psicologico, di un’ontologia rimarrà sempre, comunque presente:

- nei matematici che tendono ad essere, anche oggi, istintivamente “platonici”, cioè realisti di quel realismo “esagerato” che, affascinato dalla armonia ed eleganza dei sistemi formali, sente l’esigenza di attribuire loro un’esistenza non solo mentale, ma esterna, non certo nel mondo fisico impreciso e imperfetto, ma in un empireo, un “paradiso” che è stato prima quello di Euclide, poi quello di Cantor...
- nei fisici (e più in generale in coloro che si occupano di scienze che ricorrono anche all’esperimento) che sono portati a non negare non solo l’esistenza di una realtà esterna (realismo ontologico), ma a riconoscere ad essa un certo grado di conoscibilità e, quindi, alla loro scienza un certo grado di “verità” (realismo epistemologico), pur non apoditticamente valutabile, almeno con i loro strumenti (teorici e pratici).

In effetti, sembra di poter constatare che, quando i fisici e i matematici sono diventati convenzionalisti, soggettivisti, ecc., sono stati influenzati più dalle correnti filosofiche con le quali sono venuti a contatto che dalle esigenze del loro lavoro scientifico. Questo “istinto” psicologico verso una base ontologica/epistemologica delle discipline scientifiche ha trovato la sua base oggettiva, anticamente nella metafisica e nelle applicazioni dei suoi principi fondanti all’ente fisico e matematico. Poi, in epoca moderna, l’ha rinvenuta nel criterio cartesiano di evidenza. Infine è riemerso in tempi relativamente recenti (XX secolo) come “problema dei fondamenti” della matematica, che ha fatto riemergere all’interno dei sistemi formali, con tecniche e linguaggi rigorosi, antichi problemi di logica e di metafisica che si sono presentati come inevitabili.

¹⁶Tra i più noti basti ricordare T.S. Kuhn e I. Lakatos.

3. Logica formale, ontologia formale, ontologia formalizzata

3.1. DALLA LOGICA FORMALE ALL'ONTOLOGIA

3.1.1. *L'insorgere delle antinomie*

Al problema della “verità” della scienza viene a sostituirsi, dunque, quello della “coerenza” delle teorie formalizzate e quello della “capacità predittiva” delle teorie sperimentali¹⁷. Non è dunque un caso che la logica matematica, come pura logica simbolica che si interessa delle correttezza formale dei linguaggi e non del loro contenuto veritativo, si sia sviluppata dopo l'assiomatizzazione delle matematiche, a partire dalla assiomatizzazione della geometria iniziata da Riemann, proseguita con l'assiomatizzazione dell'aritmetica da parte di Peano (1858-1932), fino a giungere al programma di Hilbert (1862-1943). In luogo del problema della “verità” si poneva allora il problema della “certezza”: come rendere conto della coerenza e quindi della reciproca compatibilità tra le varie affermazioni di una geometria contro-intuitiva come quella non euclidea? Come mostrare che essa è immune da contraddizioni? La geniale soluzione trovata da Riemann, che fece scuola anche in seguito presso i matematici, fu quella di costruire un *modello euclideo della geometria non euclidea*, e quindi di “spostare” il problema della coerenza di quest'ultima alla coerenza della prima, le cui affermazioni sono certamente più evidenti. Si tornava, allora, a fare appello all'evidenza!

Sfortunatamente, però, quando si ha a che fare, come in questo caso, con modelli “infiniti” di un sistema formale il criterio di evidenza è passibile di incorrere in contraddizioni, oggi ben note come *antinomie logiche*. Come avevano compreso gli antichi (da Aristotele a Tommaso), e i moderni hanno dovuto infine riscoprirlo, certi oggetti (troppo) infiniti che compaiono quando si cerca di elaborare delle teorie “onnicomprendenti” sono incompatibili con i metodi costruttivi. Georg Cantor (1845-1918) se ne accorse affrontando il suo compito costruttivo con una nozione eccezionalmente semplice, quanto comprensiva per tutte le diverse scienze matematiche, come quella di *insieme*. Se, infatti, non si potevano più considerare come autoevidenti nozioni fondamentali come quella di numero, di figura, di funzione, ecc., bisognava poterle ottenere a partire da una nozione molto più semplice e comprensiva come quella di insieme. Quest'ultima si avvicinava, però, per genericità, all'antica nozione filosofica di “ente”, tanto quanto basta

¹⁷Non entrerà qui nel merito dei problemi relativi alla dinamica dei sistemi caotici, che si apre con la scoperta della forte sensibilità alle condizioni iniziali delle soluzioni instabili di certi sistemi non lineari da parte di Poincaré, sviluppatasi poi con lo studio della termodinamica dei sistemi dissipativi aperti che scambiano energia e informazione con l'ambiente, Né alle altre problematiche sorte con la nuova fisica del XX secolo. Rimando per approfondimenti e bibliografia al secondo capitolo di Basti 2002 e a Cellucci 2000.

per portare alla riscoperta della contraddittorietà del tentativo di ricondurla ad una nozione univocamente definibile. E la prima contraddizione emerse con il tentativo di introdurre nella teoria la nozione di “insieme universale”.

Se l'antinomia dell'insieme universale si presenta come legata al metodo costruttivo proprio della teoria cantoriana, l'antinomia scoperta da Russell (1872-1970), invece, si muove esclusivamente sul piano sintattico della relazione di *appartenenza* di classe e non tocca minimamente il problema dell'adeguatezza/verità o meno del predicato al suo dominio. Questa caratteristica della scoperta di Russell è importante perché rimuove un altro pregiudizio che nei secoli si era sedimentato e cioè che le antinomie logiche nascessero esclusivamente al di fuori della *sintassi* e della forma dell'argomentazione, che fossero legate cioè esclusivamente al contenuto dell'argomentazione medesima, che avessero un esclusivo carattere *semantico* e non *sintattico*.

Viene così a precisarsi la domanda sull'origine di queste antinomie: se esse hanno un'indubbia radice sintattica e non solo semantica, in che cosa consiste questa radice? La risposta – negativa! – a tale domanda verrà data solo nel secolo seguente da Kurt Gödel (1906-1978) con i teoremi di *incompletezza* dell'aritmetica formalizzata di Peano, dimostrazione estesa poi da Alan Turing (1912-1954) e Alfred Tarski (1902-1983) a tutti i sistemi formali. Da questi teoremi risulterà che il rischio di incorrere nella contraddizione è insito nella nozione stessa di “dimostrabilità formale” ed è, da questo punto di vista inevitabile in assoluto.

3.1.2. *Antinomie e metafisica*

Le antinomie emerse nell'ambito della teoria dei fondamenti della matematica hanno anche una precisa valenza di carattere metafisico. Ed è questo uno degli aspetti rilevanti che apre la strada verso l'ontologia. Si tratta del modo di considerare le nozioni di “essere” e di “esistenza”. Infatti nella teoria degli insiemi e delle classi, la contraddizione emerge non appena si cerca di affrontare in modo riduttivo la questione dell'esistenza, tentando di ridurre la nozione di “essere” (essere dell'esistenza, di un soggetto metafisico di proprietà e relazioni) a quella di “essenza” (essere dell'essenza, di un insieme di proprietà e relazioni che determinano un soggetto), senza distinguere adeguatamente fra le due, pur mantenendo la loro radicale unità e complementarietà, con una nozione più adeguata ed inclusiva di “essere” (essere come atto). Si apre così la questione della non univocità della nozione di esistenza non riducibile alla pura non contraddittorietà logica – in particolare nell'ambito della teoria degli insiemi e delle classi alla consistenza ricorsivamente dimostrabile delle relazioni di *inclusione* (Cantor) e di *appartenenza* (Frege). Se il costruzionismo cantoriano e fregeano peccava di ec-

cesso di *essenzialismo* riducendo l'essere dell'esistenza (dell'individuo) a quello dell'essenza (inclusione e/o appartenenza di un insieme e/o di una classe), l'approccio assiomatico, al contrario, pecca di eccesso di *esistenzialismo*, postulando con una sorta di atto di fede logico l'esistenza di quegli insiemi "troppo infiniti" ai quali il matematico non intende rinunciare. Garantendo in forma assiomatica l'esistenza degli "ingredienti fondamentali" della teoria con una sorta di "fideismo matematico", tale approccio rende troppo indipendente l'essere dell'esistenza dall'essere dell'essenza, frammentando il sapere scientifico in una miriade di modelli e costruzioni teoriche di cui si perde la visione e la coesione unitaria.

Dal punto di vista del *linguaggio*, poi, tutto ciò sta ad indicare l'insufficienza di un linguaggio univoco e la necessità di una teoria dell'*analogia* in ambito scientifico¹⁸. Il linguaggio e l'esperienza ordinaria sono intrinsecamente non univoci, ovvero hanno sempre un'ineliminabile dimensione semantica, e le esperienze ordinarie sono intrinsecamente intenzionali e tutt'altro che puramente rappresentazionali, come il paradigma della logica e delle semantiche formali, a partire da Kant fino all'approccio dell'*intelligenza artificiale* (IA) in informatica, suppongono. L'approccio all'analogia sembra ormai inevitabile, sia dal punto di vista di una "teoria" dei fondamenti delle scienze, che da quello "pratico" delle scienze applicate come l'ingegneria informatica e le teorie cognitive; ma anche della stessa possibilità concreta di rendere possibile un dialogo non apparente tra gli esseri umani e i popoli, in ordine ad una convivenza possibile e non distruttiva.

Basti pensare, per quanto riguarda le esigenze della tecnologia, a come i settori dell'informatica e della robotica – e dunque della logica simbolica a cui essi non possono non fare continuamente ricorso – richiedano una formalizzazione delle componenti "intensionali" del linguaggio ordinario, per costruire *robot* capaci di interagire in tempo reale con ambienti complessi, assolutamente imprevedibili (robotica di nuova generazione), e realizzare strumenti dotati di interfacce di tipo semantico. Di qui la necessità anche tecnologica, oltre che teoretica, di sviluppare un'ontologia formale anche nella sua veste tecnologica di *formal ontology engineering*.

3.1.3. *Ontologia, discipline non matematizzate, dimensione pragmatica*

La necessità di giungere ad una formalizzazione dell'ontologia non si presenta solo come un'esigenza del mondo scientifico e tecnologico, ma emerge con chiarezza anche da parte delle discipline filosofiche e teologiche e dei più diversi ambiti della cultura in genere: essa ha una valenza pratica oltre che teorica. La

¹⁸Sull'analogia aristotelico-tomista in rapporto alle scienze si veda Basti/Testi 2004.

mancanza di scientificità delle discipline cosiddette umanistiche ha portato ad un totale relativismo dei principi sui quali esse si fondano, oltre ad una mancanza di rigore logico nelle loro deduzioni, con la conseguenza di una impossibilità pratica di condurre un dialogo tra le culture, le religioni, i popoli. Gli stessi fondamenti dell'etica e del diritto sono divenuti pressoché arbitrari... Bastano questi pochi esempi per rendersi conto di quanto siano concrete le conseguenze per la vita pratica di quella teoria dei fondamenti che appare, a prima vista, appartenere solo ad una sfera così speculativa e lontana dalla vita di tutti i giorni da dover interessare esclusivamente agli specialisti. Per le discipline umanistiche e per il mondo della cultura in genere vi è la necessità di far emergere l'ontologia "spontanea", e spesso "inconscia", che esse sottintendono, rendendola "esplicita", "rigorosa" e quindi "controllabile" da chiunque, impedendo così anche pericolose manipolazioni, strumentalizzazioni e surrettizie ideologizzazioni.

Si deve rilevare come:

- da un lato, le discipline che attualmente non rientrano nel quadro delle scienze formalizzate manifestino il bisogno un certo grado di formalizzazione per divenire più capaci di rigore e quindi di comunicazione e di dialogo tra loro e tra le culture in genere; e quindi necessitino di un'ontologia formalizzata sulla quale fondarsi;
- e dall'altro il loro linguaggio, dotato sempre di significato e mai vuoto, e il loro approccio alla realtà abbiano bisogno di una teoria dei fondamenti e quindi di un'ontologia che non sia formalista o costruzionista come quella elaborata finora dalle scienze matematizzate, svincolata da ogni interpretazione semantica.

Da parte delle discipline non scientifiche, i primi segnali del disagio a cui portava una visione univocista della teoria dei fondamenti, si ebbe proprio rilevando che essa era legata ad una logica e un'epistemologia inadeguate a svariati usi del linguaggio, nelle sue forme non-scientifiche di comunicazione fra soggetti umani.

Non mancò, quindi, una reazione della *scuola fenomenologica* che difese, contro ogni riduzione formalista (indipendenza del linguaggio dal contenuto), il carattere intenzionale (sempre legato a un contenuto) di ogni atto di pensiero e/o di ogni espressione linguistica significativa, come quelle del linguaggio ordinario, della comunicazione interpersonale, della cultura in genere, per non parlare dell'arte, della religione. Riemerge l'esigenza di considerare, quando non di contrapporre, una *logica materiale* o logica dei contenuti (*Inhaltlogik*, Brentano [1838-1917], Husserl [1859-1938]) alla pura logica formale dei matematici e dei logici formalisti o costruzionisti che fossero. Non mancò neppure una reazione della *scuola semiotica* per la quale l'analisi logica o metalinguistica di un linguaggio inteso

come insieme di segni dotati di senso, può essere effettuata considerando tre classi di relazioni che le varie parti (parole, frasi, discorsi, etc.) possono avere: a) con il mittente o con il ricevente di una comunicazione linguistica, b) con altre parti del linguaggio, c) con gli oggetti linguistici o extra-linguistici cui le parti del linguaggio si riferiscono.

Riassumendo, si deve rilevare come nella ricerca dei fondamenti delle scienze matematizzate da una parte e nelle discipline non matematizzate dall'altra, siano entrati in gioco nel quadro della semiotica e nella logica ben tre aspetti (C.W. Morris [1901-1979]):

- quello della *pragmatica* che consiste nello studio dei linguaggi in riferimento alle relazioni dei diversi segni con gli agenti della comunicazione ed alla capacità del linguaggio di modificare i comportamenti (per esempio la pubblicità, la retorica, etc.);
- quello della *sintattica* che consiste nello studio dei linguaggi in riferimento alle relazioni dei diversi segni linguistici fra di loro, prescindendo sia dai contenuti che dagli agenti della comunicazione;
- e quello della *semantica* o studio dei linguaggi in riferimento alle relazioni dei diversi segni con i loro oggetti *intra-* o *extra-*linguistici (*referenti*).

Qualora si prenda in considerazione come fondante una di queste tre dimensioni si viene ad assumere una ben precisa posizione filosofico-culturale che corrisponde rispettivamente:

- al *pragmatismo*, per il quale l'utilità pratica è l'unico criterio di validità degli enunciati scientifici (C.S. Peirce [1839-1914]);
- al *formalismo*, secondo il quale la coerenza formale è l'unico criterio di validità degli enunciati scientifici (D. Hilbert [1862-1943]);
- al *realismo*, per il quale la verità (come adeguazione all'oggetto) dei linguaggi scientifici è considerata il fondamento della loro stessa coerenza formale.

Si deve sottolineare che quando nell'analisi logica dei linguaggi si tiene conto simultaneamente di tutte e tre le classi di relazioni che determinano la forma delle espressioni e delle argomentazioni corrette all'interno di ciascun linguaggio, non siamo più nell'ambito della *logica formale* (che si limita al solo studio sintattico e semantico), ma della *ontologia formale*¹⁹.

Ora nel pragmatismo il riferimento dell'ontologia alla pragmatica deriva dal fatto che ogni linguaggio, in quanto sistema di rappresentazioni, è ontologicamente

¹⁹Si tratta di una distinzione che non era ancora consapevolmente presente nella logica classica pre-scientifica come per esempio quella aristotelica o scolastica.

neutro: l'analisi logico-semantica sulla verità degli enunciati (*sentences*), sulla loro soddisfacibilità e sulla loro referenza ad oggetti è un'analisi che viene condotta a un livello squisitamente linguistico; per cui il riferimento all'ente extralinguistico (mentale o fisico che sia) non può trascendere il livello dell'ipotesi, come già Kant evidenziò con la sua teoria dell'essere come "noumeno" rispetto ad un intelletto rappresentazionale.

Con il realismo si riconosce, invece, il riferimento all'*ente*, riferimento che ha senso solo quando dal piano delle "rappresentazioni" si passa a quello delle "azioni", come già Aristotele per primo riconobbe con la sua teoria dell'unità fra *atto* e *oggetto intelletivo* (intelletto come atto). Il linguaggio, allora, anziché essere concepito come un sistema di rappresentazioni viene inteso come un insieme di atti linguistici di soggetti, in relazione attiva-passiva (*causale*) fra di loro (*comunicazione*) e con oggetti del mondo (*conoscenza*). In questo senso il problema della referenza e della denotazione extra-linguistica degli asserti (*statements*) non può prescindere dalla dimensione pragmatica del linguaggio (*ontologia*). Ed è in questo senso ogni linguaggio in quanto usato da una comunità linguistica è implicitamente un'ontologia. E di conseguenza ogni comunità linguistica si trova a condividere, oltre alle categorie logico-grammaticali del proprio linguaggio, anche determinate categorie ontologiche. Tutto ciò ci fa rendere conto, in qualche misura, di come anche una comunità scientifica, una comunità informatica si trovi a condividere una certa ontologia (spesso implicita), in quanto condivide il linguaggio della scienza e comunica attraverso di esso.

L'ontologia implicita, poi, può essere resa esplicita mediante una determinata filosofia, ovvero con una vera e propria teoria ontologica (come le diverse metafisiche nelle diverse culture o la metafisica stessa come disciplina). In quanto tali le teorie ontologiche sono espresse con i linguaggi naturali di cui sono in qualche modo primariamente costituite e possono essere oggetto di analisi logica sintattica e semantica come qualsiasi altra teoria. Ed è questo il senso del termine moderno di "ontologia formale", usato per la prima volta da Husserl nel senso di un'analisi secondo il metodo fenomenologico dell'*epoché* dei fondamenti della logica dal punto di vista della soggettività trascendentale (analisi dell'atto di coscienza pre-rappresentazionale in quanto costitutivo dei contenuti della coscienza rappresentazionale). In tempi più recenti un tentativo di un'interpretazione in chiave *realista* della stessa analisi è stato compiuto ad opera di M. Scheler (1874-1928), J. Seifert (1901-1986), K. Wojtyła (1920-2005).

Il tentativo forse più significativo del XX secolo, in campo scientifico (scienze cognitive), di elaborare un'epistemologia realista che interpreta la conoscenza come azione interiorizzata, è stato quello dell'epistemologia e psicologia genetiche

ad opera di J. Piaget (1896-1980).

L'analisi metalogica della sintassi e della semantica di una determinata ontologia può essere operata anche secondo i canoni della logica scientifica moderna, con l'attuazione di un passaggio dal *linguaggio naturale* (LN) al *linguaggio simbolico* (LS) e quindi al *linguaggio formalizzato* della logica dei predicati (L) e del calcolo dei predicati (C), giungendo così a realizzare quella che possiamo chiamare un'*ontologia formale* nel senso dell'ontologia formalizzata. Ed è questo il senso in cui noi usiamo la dizione "ontologia formale".

3.2. DIVERSI SENSI E FUNZIONI DELL'ONTOLOGIA FORMALE

L'esigenza di un'ontologia formale²⁰ è, dunque, tipicamente moderna, ed è legata alla rivisitazione leibniziana della logica in termini di *characteristica universalis*, ovvero di un universale linguaggio simbolico (*ars combinatoria*) e di un universale e completo sistema di deduzione (*calculus ratiocinator*), che siano applicabili sia al linguaggio matematico delle "nuove scienze", sia a quello ordinario della filosofia e della metafisica in particolare. Per essere adeguato a questo compito esso deve poter esplicare una duplice funzione:

- In primo luogo quella di fornire un linguaggio unico e univoco perché simbolico a tutte le scienze per il dialogo interdisciplinare;
- poi quella di offrire un linguaggio simbolico ed una metodologia logica per formalizzare le diverse ontologie del senso e del linguaggio comune.

Questa impostazione "profetica" dell'ontologia formale in senso leibniziano è quanto oggi – grazie a tre secoli di ininterrotti progressi della logica e del calcolo formali – si può e si deve realizzare in una cultura globale come la nostra, nella quale la necessità di una comunicazione con una base oggettiva si è resa, ormai, indispensabile non solo per le discipline scientifiche, ma anche per la vita ordinaria, per la cultura in genere, per il dialogo tra i soggetti delle culture, siano essi individui o interi popoli. E anche per portare ad un livello di oggettività scientifica le discipline umanistiche, filosofiche e teologiche.

3.3. DEFINIZIONE DI ONTOLOGIA FORMALE

Veniamo ora a trattare più da vicino e direttamente dell'ontologia formale. Anzitutto cerchiamo di darne una definizione "descrittiva", per quanto ci è possibile, trattandosi di una disciplina ancora in via di formazione.

²⁰Per una documentazione *on-line* sull'ontologia formale si può utilmente consultare il sito Web www.formalontology.it.

In prima approssimazione, sulla base di quanto abbiamo detto finora possiamo dire che essa consiste molto genericamente

«nell'analisi delle diverse teorie ontologiche proposte nel linguaggio comune ordinario della riflessione filosofica tradizionale, mediante gli strumenti della logica simbolica estesa alle *logiche intensionali* tipiche delle discipline umanistiche e non limitata, come la logica matematica, alle sole *logiche estensionali* proprie (anche se non esclusive) delle discipline matematiche e di tutte le scienze che usano il linguaggio matematico per formalizzare le loro procedure d'inferenza»²¹.

Una definizione autonoma rispetto alle ontologie filosofiche tradizionali (non formalizzate) ci è offerta da Nino B. Cocchiarella:

«Un'ontologia formale è sia una teoria espressa in forma logica sia una teoria della struttura metafisica del mondo. Ciò che ne fa una teoria espressa in forma logica è il fatto che le differenti categorie ontologiche o modi di essere sono rappresentate in esse da differenti categorie logico-grammaticali»²².

Un'ontologia formale è costituita dunque:

- da una *grammatica ontologica*, che è ciò che determina come le diverse espressioni di queste categorie logico-grammaticali possono essere combinate per rappresentare aspetti ontologici diversi del mondo;
- e da *leggi ontologiche*, che sono quelle che determinano le formule valide di quella grammatica, cioè come le espressioni delle diverse categorie logico-grammaticali di una data ontologia possono essere deduttivamente trasformate.

Per ambedue queste funzioni è centrale la questione di come il “nesso della predicazione” viene interpretato nel sistema metafisico che una data ontologia formale rappresenta; nesso della predicazione che determina come le espressioni delle categorie logico-grammaticali di una teoria formalizzata possono essere validamente combinate e trasformate deduttivamente.

Ora, storicamente, come è ben noto, sono state elaborate, nel corso dei secoli tre principali *teorie della predicazione*, ovvero tre *teorie degli universali*²³.

²¹G. BASTI, “Analogia, ontologia formale e problema dei fondamenti”, in Basti/Testi 2004, p. 159, nota 2.

²²Cocchiarella 1996, p. 1 (traduzione mia).

²³Per “universali” si intende ciò che può essere predicato di un nome (cfr. ARISTOTELE, *De Interpretatione*, 17a39). Le logiche estensionali moderne li identificano con le classi/insiemi di predicati.

Queste sono:

- il *nominalismo*, per il quale gli universali predicabili si riducono alle espressioni predicative di un dato linguaggio che con le sue regole determina le condizioni di verità dell'uso di quelle espressioni;
- il *concettualismo*, secondo cui gli universali predicabili sono espressioni di concetti mentali che determinano verità/falsità delle corrispondenti espressioni predicative;
- il *realismo*, per il quale gli universali predicabili sono espressioni di proprietà e relazioni che esistono indipendentemente dalle capacità linguistiche o mentali.

Il realismo, poi si è articolato in vari modi a seconda che abbia riconosciuto una realtà ontologica extra-mentale agli universali della logica e/o nella realtà fisica o meno.

Così abbiamo:

1. nel mondo logico il realismo logicista (Platone, Frege);
2. nel mondo fisico il realismo naturalista, che si manifesta secondo due tipi, e cioè come:
 - 2.1. atomismo, quando non ammette l'esistenza di "generi naturali" (Democrito, Wittengstein);
 - 2.2. essenzialismo, quando ammette l'esistenza di "generi naturali" (Aristotele, Cocchiarella).

Ogni forma di naturalismo suppone, tuttavia, anche una qualche forma di concettualismo perché né proprietà né relazioni naturali possono essere "i significati" o le "intensioni" delle corrispondenti espressioni predicative, ma queste possono darsi solo mediante i relativi concetti. E questo pone il problema della relazione fra concetti e proprietà e relazioni naturali che essi significano, questione che è oggetto della teoria della conoscenza.

Ora il dare un inquadramento di questi approcci ontologici ed epistemologici alla realtà, includendo ma non limitandosi al problema dei fondamenti della matematica, è il compito proprio di un'ontologia formale. Sarà poi compito delle scienze verificare, in certa misura, alla luce dell'empiria quale di queste ontologie sia quella più rispondente ad una descrizione e ad una spiegazione/comprendimento della la realtà conoscibile.

Questo ci impone, ora, di dire qualcosa su che cosa si intende per "teoria formalizzata" e, quindi, su come si possa formalizzare un'ontologia.

3.4. LA FORMALIZZAZIONE DELLE TEORIE

La formalizzazione del linguaggio delle teorie e delle procedure che ne caratterizzano l'uso è sempre stata la finalità della logica formale tanto classica che moderna. In particolare lo è stata riguardo al nesso di conseguenza logica che aggiunge al nesso sintattico di derivabilità la condizione della verità delle formule che costituiscono le premesse e le conseguenze della deduzione. Tutto questo rappresenta una garanzia sia di fronte alla possibilità di equivoci e fraintendimenti nella comunicazione e nella comprensione del linguaggio scientifico, e quindi delle teorie, che della possibilità di commettere errori di correttezza formale durante le deduzioni e le dimostrazioni all'interno della teoria stessa.

In epoca moderna si è aggiunta la richiesta ideale di *finitarietà*. Ovvero l'accertamento che le conseguenze dedotte in una teoria effettivamente derivino solo da un *numero finito* di premesse dichiarate nella teoria e non da una sequenza infinita di premesse, evidentemente non-dichiarate né dichiarabili, come invece spesso la mente umana è adusa a fare nell'uso dei linguaggi ordinari. La necessità di un numero finito sia di premesse che di passaggi da eseguire per giungere al termine di una deduzione è poi divenuta anche una necessità operativa, ai nostri giorni, in ambito informatico, in quanto le macchine operano mediante il calcolo, e questo deve concludersi in un tempo finito (*computabilità*).

3.4.1. Definizione formale di teoria, teoria assiomatica e assiomatizzazione

Con teoria T si intende un linguaggio che parla di un certo universo oggettuale, ovvero un insieme di proposizioni $\{\alpha\}$ che, data un'interpretazione I su quell'universo (interpretazione *standard*), risultano in essa vere. In simboli si rappresenta questo nel modo seguente:

$$(1) \quad T := \{\alpha : I \models \alpha\}.$$

Come si è appena detto, il tentativo di giungere all'assiomatizzazione di una teoria, muove dall'esigenza (o almeno dalla speranza) di *derivare* – mediante un procedimento finito di dimostrazione, basato quindi sulle regole logiche della deduzione – *tutte* le proposizioni *vere* esprimibili nel linguaggio formalizzato della teoria stessa, a partire da un insieme di proposizioni-base privilegiate o assiomi. Per questo, alla definizione generale di teoria, sopra introdotta, che si basa sulla *verità* delle proposizioni alla luce di un'interpretazione della teoria, occorre affiancare anche una definizione di teoria basata sulla deducibilità logica o *dimostrabilità* delle proposizioni (a partire dagli assiomi) che sono presenti nella teoria stessa.

Questo secondo modo di definire una teoria, sulla base della dimostrabilità, viene detto “definizione *modellistica* di teoria”. In simboli scriveremo:

$$(2) \quad T := \{\alpha : \mathcal{A}(T) \models \alpha\}.$$

Notiamo che la nozione di conseguenza logica coinvolta in questa definizione, non comporta, di per sé la finitarietà della teoria, ovvero che le dimostrazioni delle affermazioni in essa contenute possano compiersi con un numero finito di passaggi. Tuttavia è sempre possibile mostrare che la conseguenza logica, quando sussiste, è riconducibile ad un numero finito di passaggi (*finitizzazione* della conseguenza logica). Per cui possiamo rimpiazzare il simbolo \models con \vdash e ricondurci alla definizione *sintattica* di teoria, che ne esprime la *chiusura* rispetto alla conseguenza logica in termini finiti:

$$(3) \quad T := \{\alpha : \mathcal{A}(T) \vdash \alpha\}.$$

Inoltre, dopo i lavori di Gödel (1931) sappiamo anche che non tutte le proposizioni vere esprimibili con il linguaggio di una teoria sono anche in essa dimostrabili (*decidibili*) a partire dagli assiomi in termini finiti. In altri termini la teoria assiomatizzata può non coincidere con quella non assiomatizzata, ovvero le due definizioni di teoria (1) e (3), che abbiamo dato, non sono in generale equivalenti. Se T fosse anche *completa*, ovvero le sue conseguenze coprissero la totalità delle proposizioni vere in I , allora la T assiomatizzata coinciderebbe con (nel senso che equivarrebbe a) quella non assiomatizzata. In simboli una teoria assiomatizzata completa è definita nel modo seguente:

$$(4) \quad T_{ass} := \text{Dec}\{\mathcal{A}(T)\} \iff (\text{ex M})(\text{om } \alpha \in L(T)) \left[\begin{array}{l} \text{M}(\alpha) = 1 \equiv \alpha \in \mathcal{A}(T) \\ \text{M}(\alpha) = 0 \equiv \alpha \notin \mathcal{A}(T) \end{array} \right],$$

dove M indica una procedura meccanica in termini finiti che permette di decidere se una proposizione (α) esprimibile nel linguaggio della teoria ($\alpha \in L(T)$), è anche in essa dimostrabile in termini finiti ($\alpha \in \mathcal{A}(T)$) oppure no ($\alpha \notin \mathcal{A}(T)$).

Ciò che importa, in ogni caso, è che nell'ambito di una teoria assiomatizzata, anche se non tutte le proposizioni sono decidibili, quelle che sono tali devono essere dimostrabili, a partire dagli assiomi, in un numero finito di passi. Si noterà, inoltre, che la definizione di teoria assiomatizzata è una definizione finitistica che come tale non può essere espressa in un meta-linguaggio del primo ordine, ma in un meta-linguaggio del second'ordine, ovvero, che ammette come sue variabili

(ovvero come argomenti dei quantificatori) segni di funzione (o di insieme). La definizione di teoria assiomatizzata è cioè una cosiddetta definizione di Dedekind.

Ora potremo definire come *assiomatizzabile* una teoria nel modo seguente:

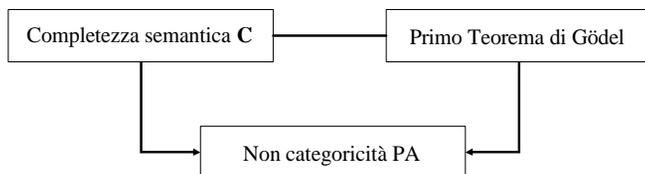
T è assiomatizzabile := esiste una teoria assiomatizzata equivalente a T .

È importante notare che se è vero che l’assiomatizzabilità di una teoria costituisce l’ideale più alto di finitizzazione di una teoria, d’altra parte non va confusa la sua assiomatizzabilità con la sua decidibilità.

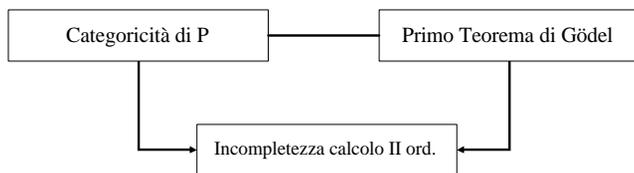
3.4.2. Limitazioni intrinseche alla formalizzazione

Ci troviamo, a questo punto, di fronte a due tipi di limitazioni intrinseche alla formalizzazione, legate alla completezza o incompletezza delle teorie assiomatizzate.

L’una deriva dal fatto che la richiesta della “completezza” del calcolo, valida per il calcolo del primo ordine, limita per principio la “forza espressiva” (*categoricità*²⁴) della teoria, in conseguenza del teorema di Skolem.



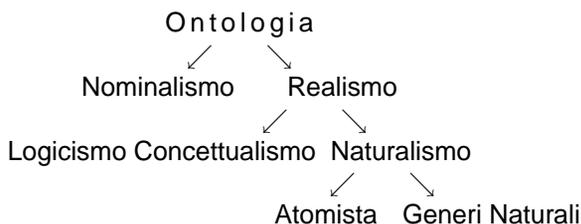
L’altra deriva dal fatto che se si fa uso di una formalizzazione “più ampia” (cioè del secondo ordine) si aumenta la forza espressiva della teoria, ma si incorre nell’incompletezza semantica in base al teorema di Dedekind e ai risultati di Gödel.



²⁴Ricordiamo che la categoricità di una teoria si definisce come: $Cat T := (\text{om } I)(\text{om } I')(I \models \mathcal{A}(T) \text{ et } I' \models \mathcal{A}(T) \implies I \simeq I')$, e che I, I' sono due interpretazioni sono isomorfe della teoria ($I \simeq I'$), quando $I \models \alpha \iff I' \models \alpha$.

3.5. LA FORMALIZZAZIONE DELL'ONTOLOGIA

Vediamo ora come si può passare a formalizzare l'ontologia. Come si è già detto tutte le principali ontologie possono essere classificate in base alla scelta fra i due tipi di formalizzazione al primo ordine (*nominalismo*) o al secondo (*realismo*), in relazione a come sono considerati gli universali nella predicazione. Possiamo allora inquadrarle secondo uno schema come quello sottostante.



Ciò che caratterizza un'ontologia formale che non sia nominalista è la distinzione fra almeno tre *sensi* del termine "essere" in formule referenziali (formule quantificate, proposizioni)²⁵.

In simboli ciò si può caratterizzare distinguendo la notazione dei quantificatori in questo modo:

1. $\exists x, \forall x$ per caratterizzare/denotare ciò che *può essere*²⁶, ma non esiste attualmente (p. es., gli enti passati o futuri rispetto a un io pensante e/o a un concorso causale),
2. $\exists^e x, \forall^e x$ per caratterizzare/denotare ciò che è *attualmente*,
3. $E! := (\exists^e y)(y = a)$ per caratterizzare/denotare ciò che è esistente come individuo concreto

Come si è già ricordato in precedenza le diverse ontologie dipendono da come, nelle formule quantificate, intendiamo il nesso della predicazione, fra il predicato cioè e il(i) suo(i) argomento(i).

- Nel primo caso, in senso puramente nominale/funzionale: gli universali non esistono, i predicati non denotano nulla (concetto o proprietà), esprimono solo relazioni linguistiche ovvero relazioni formali fra simboli (*formalismo, nominalismo*);

²⁵In questo modo ci si richiama, in certo senso, alla classica analogia dell'ente aristotelico-tomista.

²⁶In quanto logicamente non contraddittorio.

- nel secondo caso, in senso contenutistico logicista/concettualista: gli universali sono logici e/o nella mente, e i predicati denotano enti logici/concetti ed esprimono primariamente relazioni fra enti logici/concetti (*logicismo, concettualismo*);
- nel terzo caso, in senso contenutistico naturalista: gli universali esistono *in re*, e i predicati denotano proprietà/relazioni reali degli oggetti (*realismo*).

Non entreremo qui nella descrizione dei diversi tipi di ontologia e nella loro formalizzazione, ma ci limiteremo ad accennare solo quella che più ci interessa, cioè il *realismo intenzionale*, rifacendoci a Tommaso d'Aquino e ai lavori recenti di N.B. Cocchiarella.

3.5.1. *Realismo intenzionale: proprietà concettuali e naturali*

Al cuore del realismo intenzionale di Tommaso d'Aquino e, ai nostri giorni, dell'approccio all'ontologia di Nino B. Cocchiarella²⁷, troviamo la tesi dell'*analogia dell'essere* fra concetti e proprietà naturali, ovvero della doppia significazione concettuale e naturale dei predicati; proprietà che sono definibili come strutture causalmente realizzabili in natura. In formule possiamo scrivere:

$$(5) \quad \begin{array}{ll} (\forall F^j)(\exists x_1, \dots, (\exists, x_j)F(x_1, \dots, x_j)) & \text{(proprietà concettuale)} \\ (\forall^n F^j)\diamond^C(\exists x_1, \dots, (\exists, x_j)F(x_1, \dots, x_j)) & \text{(proprietà naturale)} \end{array}$$

Dove nella seconda formula l'apice "n" apposto al quantificatore universale (\forall) sta per "naturali reali", in quanto entità *causalmente* realizzabili, come denotato dall'apice "C"; anche se tali proprietà non fossero attualmente realizzate, in nessun individuo (cfr. Aristotele). Vale la pena osservare come con ciò si tenga conto anche dell'ontologia dei "futuribili", rispetto alla causalità divina, come trattata nella teologia di Tommaso, e anche, ai nostri giorni, dell'ontologia dell'evoluzione in relazione alla causalità naturale in fisica e in biologia.

3.5.2. *I generi naturali come fondamento delle classi*

Nella logica e corrispettivamente nell'ontologia aristotelico-tomista ha un ruolo fondamentale la nozione di "genere" in rapporto al problema degli universali. Ed è proprio questa nozione che, nell'ontologia formale, va posta a fondamento logico/ontologico della nozione matematica di "classe".

²⁷Cfr. Cocchiarella 1996.

I generi naturali costituiscono come dei nodi stabili (in quanto esprimono e garantiscono l'identità nel tempo) della struttura causale dell'evoluzione sia fisica²⁸ che biologica. Sulla base della simbolizzazione che abbiamo utilizzato poco sopra, possiamo caratterizzare il genere A nel modo seguente:

$$(6) \quad (\forall^k A) \diamond^C (\exists^e x)(\exists y A)(x = y),$$

in quanto l'esistenza di un individuo dipende necessariamente dal suo genere (denotato con A), fondamento causale della congiunzione di proprietà concettuali predicabili degli individui appartenenti a una data classe²⁹. La nozione scientifico/matematica di "classe" viene così, essa pure, a trovare il suo fondamento ontologico in questa caratterizzazione del "genere". Alla caratterizzazione ontologica per "generi" viene a corrispondere la caratterizzazione (meno ricca di espressività, ma più dotata dal punto di vista del calcolo) degli enti matematici per "classi".

$$(7) \quad (\forall^k A)((\forall y A) \square^C (E!(x) \rightarrow x = y \wedge x \in A)).$$

dove A è il nome comune che denota il genere ($\forall x A$ si legge "per ogni x che è un A ") e A è il corrispondente simbolo astratto per la classe intesa come congiunzione di proprietà predicabili.

4. Applicazioni dell'ontologia formale

Non ci spingiamo oltre questi accenni alla teoria e vediamo ora qualche indicazione esemplificativa di problemi ai quali applicare l'ontologia formale.

4.1. OMINIZZAZIONE E IDENTITÀ BIOLOGICA

Molto si dibatte sul problema se si debba riconoscere lo statuto di persona umana e quindi la dignità e i diritti che competono a una persona all'embrione umano, fino dal suo concepimento (*zigote*). Ma in mancanza di una formalizzazione dell'ontologia si finisce per cadere in posizioni arbitrarie e ideologiche, in quanto non si ha sotto controllo il tipo di ontologia implicita sia nell'approccio scientifico-biologico, che nella posizione di ciascuno degli interlocutori. Un'applicazione dell'ontologia formale ad un problema come questo potrebbe essere di grande utilità almeno per rimuovere troppe spurie ambiguità e rendere obiettivamente riconoscibili gli

²⁸Si può forse azzardare, pensando alla meccanica quantistica, una sorta di corrispettivo ontologico dei diagrammi di Feynman.

²⁹Cfr. Cocchiarella 2001, p. 142.

effettivi termini del confronto. Se c'è una chiarezza sul dato dell'identità biologica dello zigote, in quanto quest'ultimo presenta una propria stabilità, è dotato di capacità replicativa ordinata dalla sequenza del suo *DNA*, ecc., non c'è altrettanta chiarezza sulla sua identità di persona umana.

4.1.1. *La predicazione nelle scienze: predicazione per classe (classe vs. genere)*

Il primo aspetto che un'ontologia formale permette di chiarire riguarda il modo in cui le scienze attuano la loro "predicazione", dal punto di vista logico, con le conseguenze che ad esso si accompagnano nell'applicazione agli esseri che studiano e manipolano. Infatti il linguaggio scientifico, a modello di quello matematico, è basato sulla predicazione (univoca) per "classi" e anche la biologia (pur non essendo formalizzata matematicamente) adotta lo stesso modo di predicazione univoco/nominalistica per classi.

Ne viene di conseguenza che la nozione stessa di "uomo" è ricondotta alla definizione della "classe uomo".

1. La "classe uomo" risulta definita come congiunzione di proprietà genetiche, immunologiche e cerebrali come condizioni necessarie e sufficienti a caratterizzarla (Boniolo 2004).
2. Ne viene come diretta conseguenza che, perché un individuo appartenga alla "classe uomo" deve possedere *attualmente tutte le proprietà caratterizzanti*.

E poiché lo zigote ha solo le "proprietà genetiche", in quanto dallo zigote derivano anche delle parti (come p.es. la placenta) che non apparterranno all'organismo sviluppato, e inoltre dallo stesso zigote può derivare più di un organismo umano, ecco insorgere una seria difficoltà ad identificare "zigote umano" e "persona umana", soggetto di diritti, partendo da un punto di vista strettamente biologico.

Ora, in base a quanto abbiamo esaminato, presentando la logica e l'ontologia che sottostà alle scienze, abbiamo degli strumenti più che sufficienti per renderci facilmente conto che la situazione appena descritta, in ambito biologico, è determinata da un *duplice errore logico* che consiste nel pretendere una duplice identificazione riduttiva:

1. della *persona* (che è un ente) a un *elemento di una classe* (errore di categoria),
2. della *umanità* (che è un genere) ad una *classe* (errore di predicazione).

E come sappiamo, tra l'altro, ridurre l'ente all'elemento di una classe e il genere a una classe è fonte di paradossi nella logica, come hanno scoperto recentemente

i logici e i matematici. Il genere, poi, non è riducibile ad una congiunzione di proprietà come la classe, ma è piuttosto una congiunzione di individui.

4.1.2. La predicazione in ontologia: predicazione per genere

A differenza della predicazione per “classe”, tipica delle scienze, la predicazione in ontologia è una predicazione per “genere/specie”. Questo comporta diverse conseguenze rilevanti, tra le quali:

- la possibilità di determinare il complesso di cause necessitanti l'esistenza di uno o più individui e delle proprietà che progressivamente lo(i) caratterizzeranno;
- la possibilità di denotare con un nome di genere anche un individuo biologico che non possiede attualmente tutte le proprietà conseguenti a quella modalità di esistenza. E questo perché i generi/specie non sono “proprietà” predicabili, ma nomi denotanti “modalità di esistenza” (l'esistere-come) di collezioni di individui (*sortal names*).

A partire da una logica-ontologia, che non sia riduttiva come quella che tratta l'individuo come l'elemento di una classe e il genere come una classe (con le difficoltà e i paradossi che comporta anche per le scienze), possiamo giungere ad una soluzione corretta del problema dell'ominizzazione.

- Se intendiamo per “persona umana” l'individuo adulto che possiede attualmente tutte le proprietà che caratterizzano la sua umanità, allora lo zigote è virtualmente persona(e) cioè è “persona(e) in potenza attiva”: come tale ha diritto a svilupparsi in tutte le sue potenzialità, di acquisire attualmente tutte le connotazioni che lo caratterizzano come individuo e/o come più individui gemelli (a differenza dell'ovulo non fecondato, o dello spermatozoo, che non hanno un tale diritto perché non sono geneticamente neppure delle individualità biologiche: non hanno una sequenza completa di *DNA* in grado di auto-replicarsi per moltiplicazione cellulare).
- Se intendiamo, poi, con “persona umana” il soggetto metafisico di tutte le sue proprietà attuali o potenziali, allora dobbiamo attribuire questa denotazione a tutto l'insieme dello sviluppo della persona fin dallo stato di zigote.

Vale la pena annotare, per quanto riguarda la nozione di “individualità biologica” di cui abbiamo fatto uso che si può porre una distinzione fra individui all'interno di una specie solo in biologia (due elettroni, due atomi di ferro, due molecole di cloruro di sodio, ecc., sono distinguibili solo numericamente): la distinguibilità tra

gli individui nella specie in biologia è strettamente legata alla loro “complessità di struttura” in quanto sistemi auto-organizzanti.

4.1.3. *Lo specifico della persona e la sua fondazione metafisica*

Nella prospettiva ontologica di Tommaso d’Aquino la “persona umana” è tale in quanto è un “individuo” capace di auto-determinarsi ai tre livelli di auto-organizzazione che gli competono:

- quello biologico delle operazioni vegetative (*accrescimento, metabolismo, riproduzione*) dove forma e fine delle medesime sono geneticamente determinati;
- quello biologico delle operazioni senso-motorie dove solo i fini biologici (*istinti*) sono geneticamente determinati (*coscienza animale*);
- quello propriamente umano delle operazioni intellettive (*intelligenza e libertà*) caratterizzate da un controllo anche sui fini.

Al terzo livello entrano in gioco le influenze culturali, la capacità di controllo sui condizionamenti culturali, ecc.

La coscienza fenomenica del “sé”, poi è duplice, in quanto è in qualche misura *oggettivabile*, come immagine del sé, e in altra misura *inoggettivabile*, in quanto irriducibile presenza a se stessi del nostro io personale come soggettività consapevole. Allora risulta chiaro che l’unicità della persona si gioca a livello di questa soggettività irriducibile, sul piano del fondamento della sua esistenza individuale. Dal momento che l’essere umano è individuo esistente capace di auto-determinarsi, l’individualità della sua essenza non è riducibile a quella dell’animale.

Ma, allora, l’unica possibilità per fondare l’unicità irriducibile della persona umana è quella di “aggiungere” una relazione causante ulteriore, fondante la sua specificità singolare, al concorso causale (fisico/biologico), relazione che garantisce l’esistenza dell’uomo come soggetto in sviluppo capace di pensiero creativo e di libertà.

4.2. PARADOSSO DEL PREDICATO DI ESISTENZA

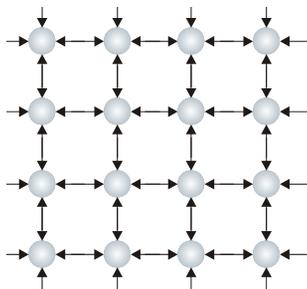
Prendiamo ora in considerazione un problema più astratto e generale, come quello del “predicato di esistenza”.

L’esistenza non è un predicato come gli altri, in quanto non denota alcuna proprietà, quanto piuttosto l’attuarsi di una proprietà. Inoltre l’esistenza si “auto-contiene” (se qualcosa esiste allora esiste) nel senso che appartiene alla totalità

che determina. Si parla, per questo di “impredicatività” dell’esistenza in un mondo segnato dalla contingenza. E questo ingenera il paradosso della spiegazione causale dell’essenza e dell’esistenza delle sostanze individuali: pur essendo *per se* e *in se* esse non sono *a se*, in quanto non hanno in se stesse il loro fondamento.

La questione del rapporto tra essenza ed esistenza può essere affrontata a partire da approcci riconducibili a due diversi schemi: quello naturalistico e quello aristotelico-tomista.

Lo schema naturalistico della causalità fisica, non conoscendo l’analogia e la partecipazione, è inevitabilmente univocista, per cui unifica indebitamente non distinguendoli, i due livelli del sostrato materiale che fondano l’essere dell’ente fisico, che sono la materia intesa come “sostanza prima” che costituisce ogni individuo in atto, con la materia come sorgente potenziale prima di tutte le forme che possono attuarla. Questa concezione univoca di materia ha indotto le scienze fisiche ad operare riduzionisticamente nel ricercare i costituenti elementari della materia come mattoni elementari della stessa natura dei corpi di cui sono i costituenti, come illustrato nello schema a reticolo sottostante.

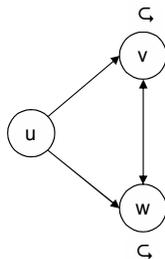


Per la stessa ragione esso rende univoca anche la *causalità*, sia come nozione che come relazione metafisica: questo ha comportato una descrizione e una sua formalizzazione di tipo meccanicistico/deterministico nelle scienze fisiche e naturali, con il conseguente insorgere dei paradossi tipici della predicazione per classi di cui abbiamo già detto. L’analogia e la partecipazione dell’ontologia aristotelico-tomista consentono, invece di superare questa limitazione in quanto pone la “causa prima” al di fuori dell’insieme delle “cause seconde”, così come pone l’ente al di fuori dei generi universali.

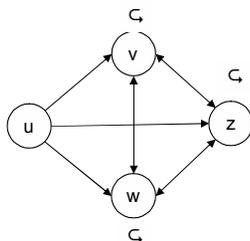
Possiamo rappresentare graficamente le relazioni tra le cause facendo ricorso ad uno schema grafico che si rifà alla semantica relazionale di Kripke³⁰ nel modo

³⁰La semantica relazionale di Kripke è un’evoluzione della semantica formale di Tarski, di tipo in-

seguinte.



In questo tipo schema, rappresentativo della semantica, vengono visualizzate bene (mediante le frecce orientate) le simmetrie e le asimmetrie delle relazioni tra u che rappresenta qui la causa prima e gli enti causati (“mondi possibili” nel linguaggio della logica modale) v, w . Infatti tra questi ultimi le relazioni di causalità sono reali, in entrambi i sensi, mentre la causa prima si colloca al di fuori dell’insieme $\{v, w\}$ e le relazioni di causalità tra essa e i suoi effetti sono reali solo da parte degli effetti (asimmetria). Uno schema che rappresenta bene l’ontologia aristotelico-tomista della causalità analogica tra la causa prima e le cause seconde e i rapporti di causalità tra queste ultime. Ci limitiamo, qui a rilevare, ancora, come risulta particolarmente significativo il sistema denotato con la sigla KD45, perché in una sua specifica variante costituisce il sistema-base anche delle logiche epistemiche. Eccone la corrispondente rappresentazione grafica.



tuizionistico in qualche modo legata, da una parte, al carattere necessariamente incompleto delle teorie (teoremi di Gödel), dall’altra all’emergere di un’ontologia evolutiva sia in fisica che in metafisica. Mentre nella semantica di Tarski, in quanto formalizzazione della semantica classica, si considera la verità delle formule come riguardante lo stato di cose di un unico mondo attuale, nella semantica relazionale la verità dipende da stati di cose in mondi alternativi a quello attuale (i mondi possibili). Si veda anche Galvan 1990.

Dal punto di vista epistemologico (teoria cognitiva) in tale schema, infatti, il mondo di partenza u può essere interpretato come il “mondo reale” di cui gli altri costituiscono l'insieme delle sue rappresentazioni possibili, che fra l'altro costituiscono una classe di equivalenza di rappresentazioni di esso, valendo per loro simultaneamente la relazione riflessiva, simmetrica e transitiva a partire dalla relazione che il mondo reale ha con ciascuna di esse, in quanto costituiva della classe stessa. In tal senso si può dire che l'insieme delle rappresentazioni si riferiscono al mondo reale, in quanto da esso costituite. La relazione di referenza appare così correttamente asimmetrica mentre la relazione opposta appare come una relazione “causale” anche se di tipo particolare.

Dal punto di vista dell'ontologia lo schema modale KD45 è uno schema valido anche per una fondazione della partecipazione dell'essere (S5 secondario), dove u è la causa prima e v, w, z sono oggetti dell'universo, in quanto identicamente enti (tomisticamente *esse ipsum* dell'esistenza comune a tutti o, in una visione a multi-versi, 3 universi). In questo modo l'analogia fra relazioni di ragione nell'atto epistemico e relazione di partecipazione dell'essere nell'atto creativo è naturalmente esplicitata.

Ora diviene conseguentemente accessibile anche l'integrazione con lo “schema teologico” e ci ritroviamo in sintonia con le parole stesse di Tommaso:

«Ciò che è creato passa all'esistenza senza alcun divenire né alcuna mutazione, perché ogni divenire ed ogni mutazione presuppongono che qualcosa esista prima. Quindi Dio, nel creare, produce le cose senza alcuna mutazione. [...] Se pertanto da una qualche azione viene sottratto il divenire, non resta che la relazione. [...] Quindi la creazione nella creatura altro non è che una qualche relazione col Creatore, come col principio del suo essere»³¹.

La creazione è allora anche indipendente dal tempo e, con l'Aquinate

«bisogna dire che il fatto che il mondo non sia esistito da sempre è qualcosa che non può essere provato in forma dimostrativa [...]. Ed il motivo è che la novità assoluta del mondo non può ricevere una dimostrazione che proceda dall'esistenza del mondo stesso [...]»³².

«È evidente infatti che il mondo conduce alla conoscenza della potenza divina creante, sia che il mondo non sia da sempre, sia che da sempre sia stato: tutto ciò che non esiste da sempre è evidente che sia causato, anche se questo non è così immediato di ciò che è stato da sempre»³³.

³¹ *Summa theol.*, I pars, q. 45, a. 3c.

³² *Ivi*, q. 46, a. 2.

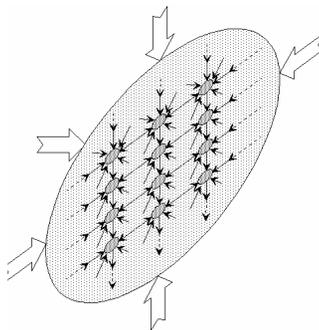
³³ *Ivi*, q. 46, a. 1, ad 7^{um}.

E questo consente anche la coesistenza di creazione ed evoluzione.

«Che il mondo abbia avuto un inizio è qualcosa oggetto di fede, ma non né dimostrabile né conoscibile [con la sola ragione]. È bene considerare e riflettere su tutto questo, affinché qualcuno, pretendendo di dimostrare ciò che è oggetto di fede, non porti a sostegno di questa sua pretesa delle motivazioni che non possono dimostrare nulla, così da offrire materia di irrisione ai non credenti che allora potrebbero pensare che noi crediamo certe verità non per fede, ma per queste false motivazioni»³⁴.

Chiarito il senso metafisico corretto del rapporto esistente fra tempo e creazione, si intuisce immediatamente come creazione degli enti da parte della Causa Prima fuori del tempo, ed evoluzione dei medesimi nel tempo da parte del concorso causale delle cause seconde, possano perfettamente convivere senza contraddizione e senza dover ammettere alcuna teleologia consatabile dall'interno dell'universo.

Possiamo allora raffigurare in questo modo lo schema teologico.



5. Conclusioni

Al termine di questo nostro lavoro possiamo raccogliere alcune rilevanti conclusioni.

Lo stato dell'arte della logica formale contemporanea ci assicura che il processo di formalizzazione o assiomatizzazione delle teorie è un processo da una parte necessario dall'altra inesauribile.

Da un lato è sempre possibile formalizzare la semantica di una teoria in una teoria più potente, ma sarà sempre una formalizzazione parziale. Anche la teoria

³⁴Ivi, q. 46, a. 2.

superiore possiede un modello in qualche modo indipendente e non-esauribile – quindi infinitario – rispetto alla teoria. Se si rinuncia a questo ricorso al carattere infinitario si pone un impossibile regresso all'infinito nelle teorie e quindi nella definizione medesima della nozione di verità logica.

Dall'altro lato il ricorso ad un calcolo logico più potente di C è anch'esso velleitario. Infatti, la maggiore espressività delle teorie legata alla possibilità della categoricità delle medesime viene pagata nei termini della perdita di forza deduttiva della teoria, per la mancanza dal second'ordine in su di un calcolo logico completo.

Anche il ricorso a teorie infinitarie, per quanto consentano di concentrare l'interesse su un modello dotato di alta specificità per l'universo di oggetti proprio della teoria, tuttavia non consentono una completa esplicitazione dei presupposti del modello e quindi ne limitano l'efficacia³⁵. La conseguenza è quindi quella di accettare che la verità in un modello è un qualcosa da “riconoscere” e non da “costruire”. Detto nei termini di Gödel *ciò che possiamo conoscere è molto più di quanto possiamo dimostrare*.

Ne derivano delle importanti conseguenze anche per l'ontologia formale.

I limiti intrinseci alla formalizzazione, almeno allo stato attuale della ricerca, non devono scoraggiare dal compito di grande rilevanza culturale per l'attuale società e cultura globalizzata della formalizzazione – per definizione sempre parziale e perfettibile – delle diverse ontologie tradizionali.

In particolare, l'uso di logiche del second'ordine per l'esame meta-logico delle ontologie e/o l'uso di procedure non-finitarie di dimostrazione è particolarmente indicato in questa disciplina, dato che allo stato attuale – ed iniziale – della ricerca in questo campo è molto meglio privilegiare la forza espressiva della teoria formalizzata, piuttosto che la sua forza dimostrativa, ovvero la completezza del calcolo logico soggiacente e/o la sua costruttività finitistica.

Lo stesso oggetto formale di queste teorie, l'*essere* nei suoi diversi sensi, sia come copula fra soggetto/predicato che come predicato di esistenza nelle sue diverse modalità, mal si adattano di principio all'ideale di una completa finitizzazione dei linguaggi formali coinvolti.

In questo senso, assume particolare rilevanza la formalizzazione della predicazione *analogica* tipica delle diverse ontologie, in quanto fondate non solo sull'intrinseca inesauribilità dell'oggetto d'indagine (l'essere e le sue rappresentazioni concettuali), ma oggi anche sulla consapevolezza del carattere intrinsecamente

³⁵Gentzen, ad esempio, ha dimostrato che mediante il riferimento alla ω -completezza è possibile una teoria formale completa dell'aritmetica, a patto però di rinunciare all'ideale di costruttività (ricorsività).

limitato di ogni formalizzazione delle semantiche.

Per i nostri scopi, in visita di una formalizzazione dell'ontologia della scolastica, assume così particolare rilevanza la possibilità di formalizzare la teoria scolastica dell'analogia di proporzionalità. In essa, infatti come già, per primo il P. Bochen-ski si accorse esiste un'identità di struttura (isomorfismo) fra i termini analogati (p. es., la nozione di "arco" in teorie geometriche, architettoniche e sulle armi da guerra). Si tratterà cioè di modelli di una medesima struttura ovvero oggetti che appartengono ad una medesima categoria logica (astratta), perché domini distinti di un medesimo predicato (o insieme di predicati), sebbene appartengano a diverse categorie ontologiche (concrete).

La medesima distinzione che può essere così introdotta fra categorie logiche e ontologiche, è uno dei primi fondamentali risultati che la formalizzazione delle ontologie consente. Basta ricordare che tale distinzione è stata spesso negata in linea di principio tanto in metafisiche realiste (p. es., in quella aristotelica le dieci categorie sono ontologiche e devono essere distinte da quelle logiche), quanto nelle metafisiche razionaliste (p. es., quella hegeliana, in cui la distinzione, stante l'identità di essere e pensiero riceve la sua più forte negazione di principio), quanto nelle ontologie esistenzialiste (p. es., quella heideggeriana in cui è invece la nozione di categoria logica ad essere screditata in favore delle categorie ontiche dei suoi famosi "esistenziali").

Viceversa, l'ontologia tommasiana è quella che in linea di principio meglio si presta ad una considerazione equilibrata del rapporto fra categorie ontologiche e categorie logiche, senza reciproche riduzioni delle une alle altre, anche se Tommaso non aveva a disposizione una logica formale sufficientemente forte per operare sistematicamente una tale distinzione.

Tale distinzione è invece parzialmente e informalmente presente nella sua teoria metafisica mediante un'esplicita e sviluppata differenziazione fra analogia di proporzionalità, tipica delle scienze logiche e matematiche e analogia di attribuzione tipica delle scienze fisiche e metafisiche, mediante la teoria della duplice significazione – logica e ontologica – dei predicati nell'analogia di attribuzione.

Spetta, fra i moderni a Cornelio Fabro, la riscoperta anche se parziale, lacunosa e nient'affatto formalizzata, della teoria della duplice e irriducibile significazione – logica e ontologica – dei predicati nell'analogia di attribuzione. Essa è stata da lui definita come la semantica propria della metafisica tommasiana, contro la significazione puramente logica della predicazione nell'analogia di attribuzione, caratteristica della lettura moderna della metafisica tommasiana.

In altri termini, per gli oggetti per cui vale l'analogia di attribuzione non si può sopporre alcun isomorfismo o identità strutturale dei rispettivi modelli assiomatici.

ci. Tale analogia è così tipica delle discipline ontologiche come l'ontologia fisica (p. es., l'impossibilità di considerare isomorfi modelli che si applicano a diversi livelli e modalità di organizzazione della materia nella costituzione degli enti fisici), metafisica e teologica (p. es., l'analogia che riguarda le diverse nozioni di essere e dei loro attributi trascendentali, come nella relazione sostanza/accidente o Causa Prima/Cause Seconde) dove invece è inapplicabile il semplice principio dell'isomorfismo o identità strutturale per giustificare la loro particolare somiglianza. Il fatto cioè di poter essere dominio non di un medesimo predicato (o insieme di predicati e quindi parti di una medesima struttura), ma di predicati a loro volta irriducibilmente analoghi³⁶.

È evidente come le moderne scienze naturali e matematiche e le loro applicazioni tecnologiche (l'informatica innanzitutto) – proprio perché autonome da considerazioni ontologiche – grazie a questi recenti sviluppi della logica formale, facciano oggi largo uso della nozione di analogia di proporzionalità (o identità strutturale), tanto che ormai la teoria dell'analogia è divenuta parte integrante della teoria dei modelli, e della più recente e oggi studiata, teoria delle categorie e dunque del calcolo semantico dei predicati.

Tuttavia l'analogia di proporzionalità, proprio per il suo carattere astratto, va invece usata con circospezione in ontologia e sicuramente in modo non esclusivo, diversamente da quanto fa lo strutturalismo, largamente diffuso nella filosofia della fine del secolo XX, che si basa proprio sulla riduzione della analogia alla sola analogia di proporzionalità³⁷.

In conclusione possiamo dire che con la nascente disciplina dell'ontologia formale ci troviamo di fronte ad almeno due nuove possibilità di grande rilievo: l'una è quella di dare una formulazione precisa e obiettiva, in quanto formalizzata, alle ontologie generali (filosofiche), e in particolare a quella aristotelico-tomista che a nostro avviso è quella che si confronta meglio di altre anche con le ontologie speciali delle scienze più recenti, oltre che con le esigenze filosofiche di una sana teologia; e l'altra è quella di far emergere esplicitamente formalizzandole, le ontologie speciali che stanno a fondamento delle scienze particolari e delle loro interpretazioni. Si ottiene, in tal modo, un ampliamento della razionalità che ha tutti i vantaggi dell'oggettività e del rigore del linguaggio formalizzato delle scienze matematizzate, senza le restrizioni di un pensiero univoco che si autolimita alla predicazione per classi. E questo comporta una straordinaria benefica ricaduta an-

³⁶Cfr. G. BASTI, "Analogia, ontologia formale e problema dei fondamenti", in Basti/Testi 2004, spec. §2.3

³⁷Materiale *in progress* sulle ricerche di cui si è trattato in questo lavoro sono reperibili *on-line* all'indirizzo Web www.stoqnet.org/afterano.html.

che sul piano pratico della comunicazione e del dialogo tra soggetti individuali e tra popoli di diverse culture, dialogo che costituisce un'esigenza la risposta alla quale non può essere rinviata ulteriormente in un mondo globale come quello in cui oggi l'umanità si trova a vivere.

Riferimenti bibliografici

- G. BASTI, *Filosofia della Natura e della Scienza*, vol. 1, Lateran University Press, Roma 2002.
- G. BASTI, C.A. TESTI (a cura di), *Analogia e autoreferenza, Marietti 1820*, Milano 2004.
- R. BONOLA, *La Geometria non-euclidea. Esposizione storico critica del suo sviluppo*, Zanichelli, Bologna 1975.
- C.B. BOYER, *Storia della matematica*, Mondadori, Milano 1968.
- E. CASSIRER, *Storia della filosofia moderna*, 4 voll, Il Saggiatore, Milano 1968.
- C. CELLUCCI, *le ragioni della logica*, Laterza, Roma-Bari 2000.
- N.B. COCCHIARELLA, "Conceptual Realism as a Formal Ontology", in R. Poli, P. Simor (eds.), *Formal Ontology*, Kluwer Academic Press, Dordrecht 1996, pp. 27-60.
- IDEM, "Logic and ontology", *Axiomathes*, vol. 12 (2001), pp. 117-150.
- IDEM, *Elements of Formal Ontology. Lectures 1-10*, given at Lateran University, Rome, 2004 (STOQ).
- S. GALVAN, *Logiche intensionali. sistemi proposizionali di logica modale, deontica, epistemica*, ISU, Milano 1990.
- I. KANT, *Critica della ragion pura*, 2 voll., Laterza, Roma-Bari 1971⁴.
- A. KOYRÉ, *Introduzione a Platone*, Vallecchi, Firenze 1980.
- N.I. LOBAČEVSKIJ, *Nuovi principi della geometria. Con una breve teoria completa delle parallele*, Borngieri, Torino 1974.
- J. MARITAIN, *Distinguere per unire. I gradi del sapere*, Morcelliana, Brescia 1974.
- E. NAGEL, J.R. NEWMAN, *La prova di Gödel*, Borngieri, Torino 1982.
- I. NEWTON, *Optice*, tr. lat. a cura di S. Clarke, Losanna-Ginevra 1704.

