



GIANFRANCO BASTI

**LOGICA III:
LOGICA FILOSOFICA E
FILOSOFIA FORMALE**

**Parte IV:
L'Ontologia Formale del Realismo Naturale (RN)
II Edizione**

Roma 2019

SOMMARIO

SOMMARIO	264
6. L'ONTOLOGIA FORMALE DEL REALISMO NATURALE. SECONDA EDIZIONE	265
6.1. PREMESSA.....	265
6.2. L'ONTOLOGIA FORMALE DI RN	275
6.2.1. <i>Semantica Modale Coalgebrica di RN Definita su Insiemi Non-Benfondati (NWF)</i>	275
6.2.2. <i>La logica modale di RN</i>	278
6.2.2.1. Variabili	278
6.2.2.2. Costanti.....	279
6.2.2.3. Collezioni.....	279
6.2.2.4. Operatori modali.....	280
6.2.2.5. Connettivi.....	280
6.2.2.6. Quantificazione	281
6.2.2.7. Assiomi modali e corrispondenze con la logica del primo ordine	282
6.2.2.8. Assiomi di esistenza propri di RN (Assiomi Ontologici di Esistenza AOE).....	283
6.2.3. <i>LM di RN</i>	295
6.2.4. <i>La LM quantificata (LMQ) di RN</i>	299
6.2.4.1. Interpretazione ontologica in RN del principio di coinduzione di NWF	299
6.3. APPLICAZIONI DEL RN A UN'ONTOLOGIA FORMALE DI UNA COSMOLOGIA EVOLUTIVA	316
6.3.1. <i>L'ontologia del tempo e della complessità nell'ontologia formale del RN</i>	316
6.3.2. <i>L'ontologia dei generi naturali nell'ontologia formale di RN</i>	320
6.3.3. <i>L'ontologia del realismo concettuale nell'ontologia formale del RN</i>	325
6.4. CONCLUSIONE	329
6.5. NOTE	332

6. L'ontologia formale del realismo naturale.

Seconda edizione

6.1. Premessa

- ◆ Forniamo qui, in forma schematica, una **seconda edizione** dell'ontologia formale del realismo naturale (RN) rispetto alla prima edizione **semi-formale** della medesima ontologia pubblicata nell'articolo di *Divus Thomas* del 2014 (cfr. Bibliografia Generale del Corso).
- ◆ Si tratta di una prima versione **formalizzata**, anche se, come per ogni teoria scientifica sempre rivedibile e migliorabile. Di sostanziale rispetto alla prima edizione semi-formale è che, essendo questa seconda edizione basata sull'**interpretazione coalgebrica della logica modale** che suppone, come sappiamo, la teoria degli **insiemi non-benfondati** (*non-wellfounded sets*, NWF sets) di Aczel, fornisce altresì una giustificazione della nozione di **equivalenza duale** (\Leftrightarrow) fra asserti definiti su

due categorie opposte, per l'applicazione controvariante di un medesimo funtore che fonda il loro **omomorfismo**.

- ◆ In tal modo, si può giustificare quella **conservazione della verità/falsità (\top/\perp) per inversione delle frecce fra co-appartenenza causale (\ni) e appartenenza logica (\in)** che non può essere giustificata nella teoria logica dell'implicazione diretta e inversa in logica modale (Cfr. §5.1).
- ◆ Ovvero, essendo le inclusioni di NWF interpretate in RN come **inclusioni causali**, si può giustificare anche nella connessa logica proposizionale modale di RN nella sua componente dimostrativa il **bi-condizionale ontologico** nella sua doppia componente ontico-logica, come delineata formalmente all'interno della logica modale di Lewis attraverso le due implicazioni strette (diretta e inversa) come delineate in §4.8.3, **ma non componibile in un unico bicondizionale ontologico** in quella logica per i motivi ricordati in §5.1.
- ◆ In una **fondazione coalgebrica della logica modale su insiemi di Aczel**, tale composizione può essere giustificata (provata) formalmente mediante **il principio di**

dualità coalgebra-algebra (cfr. §5.3.3) e la connessa **dualità coinduzione-induzione** come metodi di prova (cfr. §5.4.1.5).

- ◆ Di qui la seguente formalizzazione del bi-condizionale ontologico come connettivo logico (predicato proposizionale) fondamentale della implicazione metafisica, in una logica della metafisica naturalista, invano cercata per tutto il XX secolo, a cominciare dalla riproposizione della “filosofia della natura” – caratterizzata dalla sua rivoluzionaria “ontologia dei processi” in *Process and Reality* (1929) –, di uno dei più grandi algebristi del XX secolo, **A. N. Whitehead**, coautore con B. Russell dei *Principia Mathematica*.
- ◆ Ma fu in particolare la filosofia della natura neoscolastica, in particolare in uno dei suoi più prestigiosi rappresentanti, il compianto Padre Domenicano **A. W. Wallace**, ad approfondire invano la questione, invano perché richiedeva ben altri formalismi di quelli della logica matematica standard, e proprio nella direzione algebrica perseguita da Whitehead (Cfr., riguardo il tentativo di Wallace, il mio manuale di filosofia della natura ai capp. 4 e 5, in particolare §4.4.2 pp. 275ss. in cui questo tentativo è sintetizzato)¹.

◆ Dunque il bicondizionale **ontologico** dell'**equivalenza duale** fra enunciati predicativi definiti su categorie opposte, $(\alpha \simeq \beta)$ – ovvero una **bisimilarità** $(\alpha \Leftrightarrow \beta)$ fra strutture, **funtorialmente indotta** da una categoria \mathcal{C}^{op} (= categoria dei morfismi causali) alla sua opposta \mathcal{C} (=categoria dei morfismi logici): $\mathcal{C} \leftarrow \mathcal{C}^{op}$ – in quanto distinto dal bicondizionale **logico** dell'equivalenza fra enunciati di una medesima categoria, $(\alpha \leftrightarrow \beta)$, può giustificarsi per **coinduzione-induzione** a partire dal **morfismo limitato** $(\leftarrow \overset{\rightleftarrows}{\longrightarrow})$ – superiormente per coinduzione (\downarrow) e inferiormente per induzione (\uparrow) – nella forma seguente (Cfr. §5.4.2.2):

$$(\alpha \simeq \beta) \equiv (\alpha \overset{\rightleftarrows}{\rightleftharpoons} \beta) := \left\| (\alpha \rightarrow \beta) \overset{\rightleftarrows}{\longleftarrow} (\alpha \leftarrow \beta) \right\| \Leftrightarrow (\top / \perp)$$

come versione formalizzata della **causalità formale** cui l'Aquinate faceva riferimento per giustificare, da una parte il **nesso necessitante (ontico-formale)** “dall'effetto alla causa” $(p \leftarrow q)$ che fonda la relazione **di inclusione causale** “dalla causa all'effetto” $(p \supset_C q)$, ovvero $((p \leftarrow q) \Leftrightarrow (p \supset_C q))$: per coinduzione), e dall'altra il **nesso necessitante (logico-formale)** “dalla premessa alla conclusione” che fonda la relazione **di inclusione logico-matematica** $((p \rightarrow q) \Leftrightarrow (p \subset q))$: per induzione).

- ◆ Similmente, quando passiamo alla **semantica relazionale su modelli**, in quanto “naturalmente” definibile su strutture coalgebriche, **l’invarianza funtoriale della verità/falsità** ($\xrightarrow{T/\perp}$) può essere usata, mediante la nozione di **morfismo limitato** o **p-morfismo**, per giustificare **l’equivalenza duale** fra modelli (mondi possibili) di Kripke – quella che in Logica II avevamo definito sintatticamente “equivalenza secondaria” generata mediante la relazione euclidea e che caratterizza l’assioma **5 (o E)** del sistema modale **KD45** (Cfr. Logica II, §14.3.1.7, slide 288ss.; e §14.3.2.1 slide 308ss. sull’interpretazione ontica, in semantica ontologica, di **KD45**).
- ◆ Nella semantica modale coalgebrica della componente ontologica di RN si può giustificare l’equivalenza non estensionale fra modelli di Kripke (=equivalenza fra generi naturali, nell’interpretazione di RN) nei termini di **p-morfismi** o **morfismi limitati** (*bounded morphisms*), una nozione strettamente legata alla **stratificazione degli operatori modali (e dei quantificatori)** come caratteristica di RN fin dalla sua prima edizione, che ha nella cosiddetta “foliazione del vuoto quantistico”, propria del formalismo coalgebrico della QFT, il suo corrispettivo fisico, ma che qui, grazie all’interpretazione coalgebrica della semantica modale resa possibile da NWF, trova piena giustificazione formale.

- ◆ Il **p-morfismo**, ρ , fra modelli di Kripke, \mathfrak{M} , \mathfrak{M}' , in semantica modale così si definisce (Goranko & Otto 2007, p.259. Cfr. §5.4.2):

$$\rho := \mathfrak{M} \xrightarrow{\rho} \mathfrak{M}'$$

- ◆ La logica modale di RN si basa dunque sulla **dualità coalgebra-algebra** fra componente sintattica e semantica, secondo l'ormai classica interpretazione coalgebrica della semantica modale, basata sui NWF che libera la logica modale dalle pastoie delle **logiche del secondo ordine**, separando altresì in modo netto **fondazione della logica formale e fondazione dell'ontologia formale**. In altri termini si libera l'ontologia formale del **naturalismo** dalle pastoie del **logicismo** e del **concettualismo** e rende dunque possibile quel **calcolo** del RN, giudicato impossibile da Cocchiarella e che lo giustificava per la sua interpretazione concettualista di RN, che la nozione di **bicondizionale ontologico** enfatizza nel suo nucleo, come strumento dimostrativo fondamentale per l'implicazione metafisica.
- ◆ Per concludere, infine, un'ulteriore riprova che RN costituisca l'ontologia formale della metafisica tommasiana, può ritrovarsi nel seguente fondamentale passo del *De Veritate* (I, 2co.) di Tommaso, in cui egli giustifica la fondazione della **verità logica** come “adeguazione alla cosa” (intelletti umani “misurati” dalle cose, contro il

principio sofista dell'intelletto umano "misura di tutte le cose", ripreso esplicitamente nella modernità dal "Manifesto Scientifico" del Circolo di Vienna e del conseguente Movimento Neo-Positivista di Carnap e Neurath)² sulla **verità ontica** della dipendenza causale delle cose dalla Prima Causa (le cose "misurate" dall'unico Intelletto Divino)³:

*Sed sciendum, quod res aliter comparatur ad intellectum practicum, aliter ad speculativum. Intellectus enim practicus causat res, unde est mensura rerum quae per ipsum fiunt: sed intellectus speculativus, quia accipit a rebus, est quodam modo motus ab ipsis rebus, et ita res mensurant ipsum. Ex quo patet quod res naturales, a quibus intellectus noster scientiam accipit, mensurant intellectum res naturales, a quibus intellectus noster scientiam accipit, mensurant intellectum nostrum, ut dicitur X Metaph. sed sunt mensuratae ab intellectu divino, in quo sunt omnia sicut omnia artificiata in intellectu artificis. Sic ergo intellectus divinus est **mensurans non mensuratus**; res autem naturalis, **mensurans et mensurata**; sed intellectus noster **mensuratus et non mensurans** res quidem naturales, sed artificiales tantum.*

*Bisogna, però, sapere che le cose sono in relazione in modo diverso con l'intelletto pratico e con quello speculativo. Infatti, l'intelletto pratico causa le cose e quindi è misura delle cose che accadono attraverso di esso. L'intelletto speculativo, invece, poiché riceve dalle cose, è in qualche modo mosso dalle cose stesse, e così sono le cose a misurarlo. Dal che risulta evidente che le cose naturali, dalle quali l'intelletto nostro prende la scienza, misurano il nostro intelletto, come si dice nel X libro della Metafisica (di Aristotele), ma sono misurate dall'intelletto divino, nel quale vi sono tutte le cose, come tutte prodotte dalla mente dell'artefice. **Così pertanto l'intelletto divino è un misurante non misurato; le cose naturali, invece, sono misuranti e misurate; mentre il nostro intelletto è misurato e non misurante le cose naturali, ma solo quelle artificiali.***

- ◆ Ovviamente, Tommaso non aveva a disposizione nella cultura logica e matematica del suo tempo alcun riferimento all'algebra, introdotta nella cultura matematica occidentale solo molto più tardi, né dell'algebra delle relazioni introdotta solo nel secolo scorso e da cui la Teoria delle Categorie e le nozioni sopra sommariamente introdotte derivano.

- ◆ Nondimeno Tommaso aveva chiara in mente la dualità fra relazioni reali e logiche da cui la sua **ontologia del realismo relazionale** deriva. Questa interpretazione è confermata da un'altra citazione, del *De Veritate* (I,5co), aggiunta immediatamente dopo la precedente:

*Se [...] prendiamo quella verità inerente alle cose vere create che troviamo nelle cose e nell'intelletto creato, allora non è eterna la verità né delle cose né delle proposizioni, perché le cose stesse o l'intelletto, a cui le stesse verità ineriscono, **non sono dall'eternità**; se invece si prende quella verità delle cose vere create in base alla quale tutte le cose sono denominate vere come da misura estrinseca, cioè dalla verità prima, allora **la verità di tutto**, sia delle cose sia delle proposizioni sia degli intelletti, è eterna.*

- ◆ È chiaro dunque che le **verità ontologiche in quanto parziali** – non riguardano la totalità degli enti – sono per Tommaso **contingenti** proprio come le verità coalgebriche in quanto fondate su **insiemi aperti parzialmente ordinati** (=spazi topologici). Anche per Tommaso, dunque le verità ontologiche, necessariamente plurali (molteplici quanti sono gli intelletti e le verità: si tratta di relazioni iniettive dunque, cfr. *De Veritate* I, 4co), si distinguono dalla **verità logica e dalla verità metafisica**,

ambidue al singolare e al secondo ordine per Tommaso, come il suo riferimento alla **totalità** degli enti logici/naturali evidenzia.

- ◆ Infine, che per Tommaso, ontologicamente – non psicologicamente – la conoscenza vera consiste in quello che in base alla dualità algebra-coalgebra, si definisce in un **omomorfismo funtoriale** (corrispettivo del *dictum* aristotelico “non la pietra è nell’anima, ma la forma della pietra”, si evince da quest’altro chiarissimo passo del *De Veritate* (I,2,8,ad2):

*Ad secundum dicendum, quod cognitio quae accipitur a rebus cognitis, consistit in **assimilatione passiva**, per quam cognoscens **assimilatur** rebus cognitis prius existentibus; sed cognitio quae est causa rerum cognitarum, consistit in **assimilatione activa**, per quam cognoscens assimilatur sibi cognitum; et quia Deus potest sibi assimilare illud quod nondum est sibi assimilatum, ideo potest etiam non entis cognitionem habere.*

*Alla seconda obiezione si risponde dicendo che la conoscenza che si acquisisce dalle cose conosciute, consiste in un’**assimilazione passiva** per la quale il conoscente viene assimilato alle cose conosciute esistenti prima; ma la conoscenza che è causa delle cose conosciute (nella mente), consiste in un’**assimilazione attiva** per*

mezzo della quale il conoscente assimila a sé il conosciuto. E poiché Dio può assimilare a sé (= fare esistere: è l'Essere Sussistente in cui agire ed essere coincidono) ciò che non è ancora assimilato a sé (= non ancora esistente), perciò può avere conoscenza anche di ciò che non è.

6.2. L'ontologia formale di RN

- ◆ La logica modale proposizionale (LM) di RN è quella basata sulla dualità algebracoalgebra dove la semantica modale della teoria è quella coalgebrica fondata sulla teoria degli insiemi NWF.

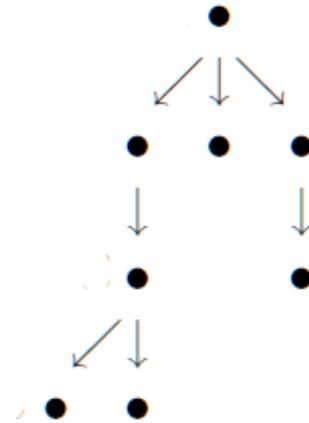
6.2.1. Semantica Modale Coalgebrica di RN Definita su Insiemi Non-Benfondati (*Non-Wellfounded (NWF) sets*)

- ◆ La semantica del primo ordine di RN è una semantica modale coalgebrica definita su insiemi NWF (Aczel 1988; Moss 1999; 2014), dove gli insiemi sono aperti e

definiti come grafi puntiformi orientati (APG), dove i nodi corrispondono a insiemi e i bordi corrispondono a inclusioni, interpretate in RN come inclusioni causali.

- ◆ In base all'assioma di anti-fondazione (AFA) che caratterizza gli NWF, sono permesse “auto-inclusioni” di insiemi, e quindi l'esistenza di “singoletti”, $x = \{x\}$, interpretati in RN come altrettanti individui.
- ◆ → Negli insiemi NWF sono perciò possibili **catene infinite di inclusioni di insiemi**, non è possibile perciò l'**ordinamento totale** fra insiemi, ma solo **ordinamenti parziali**.
- ◆ → Negli insiemi NWF non esistendo un unico ordinamento tale, la transitività delle inclusioni non segue necessariamente un unico ordinamento lineare di inclusione fra insiemi, ma è possibile che da uno stesso “super-insieme” derivi un albero di relazioni di inclusione fra sottoinsiemi reciprocamente **irriducibili**.
- ◆ È possibile cioè definire per coinduzione un numero indefinito di “alberi di insiemi aperti parzialmente ordinati” antenato-discendenti e **annidati gli uni negli altri**, senza dover supporre l'esistenza attuale di alberi infiniti per il cosiddetto “lemma di Koenig”, come nella teoria standard degli insiemi. Di qui la possibilità di dimostrare

la completezza della semantica relazionale di Kripke, dove “illimitate inclusioni di modelli di Kripke” sono consentite.



- ◆ Siccome le inclusioni di insiemi NWF in RN sono interpretate come inclusioni causali, gli alberi di insiemi aperti parzialmente ordinati antenato-discendente costituiscono quegli “insiemi causali” che invano i fisici teorici hanno cercato di provare sulla teoria standard degli insiemi, per giustificare una cosmologia evolutiva che include la stessa fondazione causale delle leggi matematiche della fisica. Tali alberi costituiranno così ontologicamente, altrettanti “inclusioni causali” genere-specie, secondo la teoria aristotelico-tomista della fondazione causale dei “generi naturali” (nature) degli enti.

- ◆ Inoltre, il potente “teorema dell’esistenza di una coalgebra finale” per i NWF, se da una parte dimostra l’esistenza di una “prima radice” di tutte le radici di alberi di insiemi NWF, dall’altra giustifica l’esistenza del principio di “coinduzione” nelle coalgebre, come duale del principio di “induzione” nelle algebre, sia per la definizione di insiemi, sia come “metodo di prova” per inferenze su tali insiemi. Nell’interpretazione causale di NR, ciò significa la possibilità di giustificare l’esistenza di un “generatore primario, Γ ” di tutti i “generatori secondari, γ ”, e quindi la possibilità di definire i due “assiomi ontologici di esistenza”, rispettivamente per “individui” e per “specie” (generi naturali) che caratterizzano NR.

6.2.2. La logica modale di RN

6.2.2.1. Variabili

x, y, \dots : variabili individuali

α, β, \dots : meta-variabili individuali

P, Q, \dots : variabili predicative

ξ, ζ, \dots : variabili meta-predicative

6.2.2.2. Costanti

a, b, \dots : costanti individuali

μ, ν, \dots : meta-costanti individuali

P, Q, \dots : costanti predicative

φ, ψ, \dots : meta-costanti predicative

$E!$ ___ predicato di esistenza

Γ : generatore primario (**GP**)

γ_n : generatori secondari (**GS**)

6.2.2.3. Collezioni

$\overset{\subset}{V}$: collezione universale [include solo individui (singoletti $\{x\}$ perché nessun sotto-dominio è definito in essa)]

V : classe universale

Λ : classe vuota

A, B, C, \dots : generi naturali [generi/specie di enti naturali...]

P, Q, R, \dots : classi logiche

6.2.2.4. *Operatori modali*

\Box/\Diamond : necessità/possibilità logica

\Box^C/\Diamond^C : necessità/possibilità causale

6.2.2.5. *Connettivi*

Sono tutti definiti e valutati su insiemi parzialmente ordinati in base al principio di dualità Algebra Universale/Coalgebra Universale (A/C) e la connessa dualità induzione/coinduzione, F_{ind} / F_{coind} , come metodi di definizione e di prova:

- ◆ $\neg, \wedge, \rightarrow, \leftarrow, \leftrightarrow$: connettivi (predicati) proposizionali
- ◆ $non, et, \Rightarrow, \Leftarrow, \Leftrightarrow$: meta-connettivi proposizionali
- ◆ $(x \supset_c y)$ vs. $(x \subseteq y)$: inclusione causale vs. inclusione logica, i.e., “x include causalmente y” vs. “y include logicamente x”. Ovvero, tutte le inclusioni fra insiemi NWF

della semantica modale coalgebrica di NR vanno interpretate come inclusioni causali. x e y vanno quindi interpretati come i corrispondenti insiemi denotati, rispettivamente, dalle variabili proposizionali p e q del calcolo proposizionale dualmente associato. Possiamo quindi aggiungere due altri connettivi in NR: in teoria della dimostrazione, il **bicondizionale ontologico**, e, in semantica, l'equivalenza fra modelli per **p-morfismo** (cfr. §5.4.2):

- ◆ $(\alpha \rightleftarrows \beta) := (\alpha \rightarrow \beta) \xleftarrow{\rightleftarrows} (\alpha \leftarrow \beta)$ (bicondizionale ontologico)
- ◆ $(\mathfrak{M} \xrightarrow{\rightleftarrows} \mathfrak{M}')$ (p-morfismo)
- ◆ $(\alpha \rightleftarrows \beta) := \llbracket (\alpha \rightarrow \beta) \xrightarrow{\rightleftarrows} (\alpha \leftarrow \beta) \rrbracket \Leftrightarrow (\top / \perp)$: meta-connettivo del bicondizionale ontologico e relative interpretazioni functoriali dei connettivi modali.

6.2.2.6. *Quantificazione*

\forall, \exists : vincolanti variabili che denotano ciò che esiste potenzialmente in senso causale

\forall^e, \exists^e : vincolanti variabili che denotano ciò che esiste attualmente in senso causale

\forall^m, \exists^m : vincolanti variabili che denotano ciò che esiste mentalmente (concetti)

$\hat{x}...$: la collezione/insieme di x tali che...

6.2.2.7. Assiomi modali e corrispondenze con la logica del primo ordine

Tutti gli operatori modali e i loro argomenti sono definiti su una logica coalgebrica. L'unica differenza è la primarietà dell'operatore di possibilità su quello di necessità, per cui: $\Box\alpha \Leftrightarrow \neg\Diamond\neg\alpha$.

N: $\langle(\mathbf{X}\rightarrow\alpha) \Rightarrow (\Box\mathbf{X}\rightarrow\Box\alpha)\rangle$ (assioma di necessitazione)

K: $\langle\mathbf{k} + \mathbf{N}\rangle$, sistema modale fondamentale, dove \mathbf{k} è il calcolo proposizionale ordinario in quanto traducibile nella logica equazionale di un'algebra di Boole con operatori.

T: $\langle\Box\alpha\rightarrow\alpha\rangle$: $(\forall x)R(x,x)$: R è riflessiva, dove R è una relazione di accessibilità fra strutture (*frames*) di Kripke, x, y, \dots

D: $\langle\Box\alpha\rightarrow\Diamond\alpha\rangle$: $(\forall x\exists y)R(x,y)$: R è seriale

4: $\langle\Box\alpha\rightarrow\Box\Box\alpha\rangle$: $(\forall x,y,z)((Rx,y) \wedge (Ry,z)) \rightarrow (Rx,z)$: R è transitiva

5 o E: $\langle\Diamond\alpha\rightarrow\Box\Diamond\alpha\rangle$: $(\forall x,y,z)((Rx,y) \wedge (Rx,z)) \rightarrow (Ry,z)$: R è euclidea

6.2.2.8. Assiomi di esistenza propri di RN (Assiomi Ontologici di Esistenza AOE)

$\forall x \left(x \subset \overset{\subset}{\mathbf{V}} \right) \leftrightarrow \hat{x}(\Gamma \rightarrow_c \{x\})$: Principio di inclusione causale di individui (enti in sé solo numericamente distinti fra di loro, o “singoletti”) nella **collezione** (non classe) **universale** $\overset{\subset}{\mathbf{V}}$, cioè:

$$(\mathbf{AOE}_1) : \forall x \left\{ \begin{array}{l} \left(\left((\Gamma \rightarrow_c \{x\}) = 1 \right) \rightarrow \{x\} \subset \overset{\subset}{\mathbf{V}} \right) \leftrightarrow \exists x \\ \text{oppure} \left(\left((\Gamma \rightarrow_c \{x\}) = 0 \right) \rightarrow \{x\} \not\subset \overset{\subset}{\mathbf{V}} \right) \leftrightarrow \neg \exists x \end{array} \right.$$

Dove $\left(\left(\Gamma \supset_c \overset{\subset}{\mathbf{V}} \right) \wedge \neg (\Gamma \subseteq \mathbf{V}) \right)$, ovvero

$$\Gamma \left| \left(\left(\Gamma \supset_c \overset{\subset}{\mathbf{V}} \right) \wedge \neg (\Gamma \subseteq \mathbf{V}) \right) \right.$$

Commento 1. In questo senso, possiamo dire che Γ **trascende** $\overset{\subset}{V}$. Se fisicamente interpretiamo $\overset{\subset}{V}$ come VQ, e metafisicamente come la **materia prima**, Γ va interpretato come **causa prima metafisica o Essere Sussistente** e la sua causalità, che definiremo subito, va intesa come **partecipazione dello *esse ut actus*** di Tommaso o **partecipazione trascendentale** di Fabro. Quindi teologicamente, “personalizzando” Γ come “Dio”, la causalità da Γ denota la ***creatio ex nihilo sui et subiecti*** della teologia – o se vogliamo delle teologie di tutte le religioni bibliche che si rifanno a *Gen 1,1*, non riguardando solo il “porre ordine nel caos” come nelle cosmogonie delle altre religioni, ma la fondazione nell’essere dello stesso caos (migma) iniziale. Ma la teoria NWF consente anche un’altra semantica ontologica. Quella di Γ come auto-inclusione di $\overset{\subset}{V}$, ovvero come $\{\overset{\subset}{V}\}$, inteso cioè come vertice ultimo di tutti gli alberi APG di inclusioni della Coalgebra Universale. In questo caso, interpretando VQ come un primitivo della QFT (VQ come espressione del III Principio: la fisica non è metafisica) e, in generale, di tutta cosmologia quantistica, la causalità da Γ altro non è che la **prima rottura di simmetria del VQ**, ovvero la “fluttuazione iniziale del vuoto”, volgarmente denotata

come “big bang”, connessa alla susseguente “espansione iniziale” del nostro universo (=inflazione cosmica), ovvero “alla prima catastrofica liberazione di energia dal ‘serbatoio universale’ di energia vincolata” (ricordiamo che ogni rottura di simmetria del vuoto, implica lo *splitting* del VQ in sistema/bagno termico (formalmente, algebra/coalgebra, nel formalismo QFT) che caratterizza dinamicamente VQ in base al III Principio della termodinamica.

Metafisicamente, questo corrisponderebbe alla **causa prima fisica**, il *primus movens* sulla materia della cosmologia aristotelico tomista, e la causalità da Γ come il primo manifestarsi del **principio di partecipazione predicamentale**, da cui le essenze di tutti gli enti e dei loro generi naturali derivano mediante dispiegamento (*unfolding*) di annidamenti successivi di alberi APG con i loro vertici (γ_n). In questo senso Γ sarebbe “causa prima” nel senso di **prima, anche in senso temporale, delle cause seconde** quindi:

$$\Gamma \Big| \Gamma = \left\{ \overset{\subset}{\mathbf{V}} \right\} = \gamma_0$$

Naturalmente, tutte queste nozioni abbisognano di una adeguata **giustificazione formale in RN** che daremo qui di seguito.

◆ Possiamo così definire un Principio di Causazione Primaria (**CP**), $\overrightarrow{R}_\Gamma$:

Def.1(CP): $\overrightarrow{R}_\Gamma := \forall x(\Gamma \rightarrow_c \{x\})$, cioè, “Ogni cosa e ogni loro relazione esiste **virtualmente** nel potere causale di Γ ”

◆ Per giustificare l’esistenza di differenze fra gli elementi ($x \neq y$) di $\overline{\mathbf{V}}$ e, in un secondo momento, l’auto-identità di ciascuno di essi ($x = x$), così da garantire la loro appartenenza alla classe universale \mathbf{V} e quindi l’esistenza **attuale** loro e delle loro relazioni, è necessario dimostrare un Lemma di Causazione Secondaria (**LCS**), in quanto **CS** è inclusa **virtualmente** in **CP**, e cioè

$$\mathbf{LCS} : \forall x, y \left[\left((\Gamma \rightarrow_c \{x\}) \wedge (\Gamma \rightarrow_c \{y\}) \wedge (\{x\} \rightarrow_c \{y\}) \right) \Rightarrow (\{y\} \neq \{x\}) \right]$$

Dimostrazione: Segue immediatamente da (**AOE₁**) e dalla regola euclidea

$\langle (\forall x, y, z)((xRy) \wedge (xRz)) \rightarrow (yRz) \rangle$ applicata alla relazione (\rightarrow_c), data l’impossibilità

di una transitività delle inclusioni in NWF, perché non totalmente ordinati.
(c.v.d.)

- ◆ Per la relazione euclidea si può fondare una relazione *transitiva secondaria* nei due sensi – e perciò anche *simmetrica secondaria* – fra v e w : $\langle (\forall u, v, w) ((uRv \wedge uRw) \rightarrow (vRw \wedge wRv)) \rangle$; quindi, per la relazione seriale si può fondare una relazione *riflessiva secondaria* per v e per w : $\langle (\forall u, v) ((uRv \rightarrow vRv)) \rangle$; in conclusione, si può fondare una relazione *transitiva-riflessiva-simmetrica (equivalenza)* per v e per w , che costituiranno così *una classe di equivalenza secondaria*, ovvero generata da u : $\langle (\forall u, v, w) ((uRv \wedge uRw)) \rightarrow (vRw \wedge wRv \wedge vRv \wedge wRw) \rangle$.
- ◆ A questo punto, possiamo definire anche un Principio di *Auto-Identità Ontologica (AIO)*, cioè di “auto-identità causalmente fondata” come versione formale dello “essere per se stesso” di ogni entità fisica attualmente esistente *in generale*, sia esso individuo o specie – nei termini della metafisica del naturalismo aristotelico di ogni “sostanza prima” (=individuo attualmente esistente) o “seconda” (=genere naturale di individui attualmente esistenti). Cioè, invece di avere, come in logica e nell’ontologia del realismo logico la classica definizione di “auto-identità” come condizione necessaria e sufficiente di **esistenza logica**:

$$(x = x) := (\forall x, w)(x \in w) \leftrightarrow (x \in w)$$

Per questo è sufficiente supporre che esista nel potere causale di Γ la capacità di causare per ogni $\{x\}$ la sua copia

◆ **Def.4(AIO):** $(x = x) := [(\forall x, \bar{x})(\Gamma \rightarrow_c \{x, \bar{x}\}) \rightarrow (\{x\} \rightleftharpoons_c \{\bar{x}\})] \Leftrightarrow \{\{x\}\} \Leftrightarrow \{\{x\}\} \in \mathbf{V}$

Dove l'uso del simbolo $\langle \{ \{x\} \} \rangle$ sta ad indicare il necessario “rispecchiamento” del singoletto $\langle \{x\} \rangle$ in se stesso, ovvero $\langle \{ \{x\} \} \rangle$.

Commento 2: Con ciò noi diamo una prima risposta per mezzo di (**LCS**), alla profonda notazione di Quine rispetto alla nozione di implicazione metafisica riportata in §4.8.1. Laddove si diceva che una soddisfacente teoria dell'implicazione metafisica richiederebbe una rigorosa definizione delle condizioni sotto le quali le “oscure” entità designate dai due asserti posti in relazione di implicazione metafisica possono essere dette “la medesima o differenti entità”. Fra parentesi, **AOE₁** ci fornisce anche una prima “illuminazione” per diradare “l'oscurità” che avvolge simili entità. Sono semplicemente gli enti fisici che “erano”, “sono” o “saranno” esistenti nell'(gli) universo(i),

nella misura in cui la loro *comune esistenza* (*esse commune*, per Tommaso) sono il prodotto di una fondamentale o “primaria” causalità (meta-)fisica che abbraccia l’(e) intera(e) storia(e) dell’(gli) universo(i), e nella misura in cui le loro differenti specie (generi naturali) sono il prodotto di cause fisiche “secondarie”, a differenti epoche di (ciascuna) storia di universo.

Commento 3: In altre parole, ogni differenza reale nell’ontologia **RN** ha una giustificazione *causale*, attraverso il **tessuto** di “cause seconde” entro un dato universo, e mai fuori di esso. Un siffatto principio rende conto ontologicamente del carattere “energeticamente aperto” di ogni sistema fisico, all’interno di ciascun universo “energeticamente chiuso”.

Quindi, sulla base di **(LCS)**, possiamo definire la nozione di Generatore Secondario **(GS)**, γ già introdotto in **(LCS)** (d’ora in poi, per evitare il moltiplicarsi di parentesi denotiamo la prima auto-inclusione $\{x\}$ con $\langle \hat{x} \rangle$) :

Def.2(GS): $\gamma := (\exists \gamma)(\forall \hat{x}, \hat{y}, \hat{z}) \left(\left[((\hat{x} = \gamma) \wedge (\gamma \rightarrow_c \hat{y}) \wedge (\gamma \rightarrow_c \hat{z})) \right] \Rightarrow (\hat{y} = \hat{z}) \wedge (\gamma \neq (\hat{y}, \hat{z})) \right)$

Possiamo definire anche un Principio di Causazione Secondaria, virtualmente in **CP**

$$\mathbf{Def.3(CS)}: \overset{\rightarrow c}{R}_\gamma := \left(\forall x, y (x = y) \Rightarrow (\gamma \rightarrow_c x) \wedge (\gamma \rightarrow_c y) \right) \wedge \\ \wedge \left(\forall w, z (w \neq z) \Rightarrow \left((\gamma' \rightarrow_c w) \wedge (\gamma'' \rightarrow_c z) \right) \right)$$

cioè, “Ogni differenza fra enti ha la sua spiegazione causale nell’appropriato generatore $\langle \gamma \rangle$ ”.

Per il principio di inclusioni fra alberi di insiemi aperti NWF, è evidente che $\langle \overset{\rightarrow c}{R}_\gamma \rangle$ è annidata entro $\langle \overset{\rightarrow c}{R}_\Gamma \rangle$. Cioè, la potenza causale sulle *nature* (essenze, generi, specie,...) dei differenti enti naturali, $\langle \overset{\rightarrow c}{R}_\gamma \rangle$, dipende ultimamente dalla potenza causale universale sull’*esistenza* di tutte le cose di $\langle \overset{\rightarrow c}{R}_\Gamma \rangle$.

In altre parole, i generatori secondari sono elementi della collezione universale $\overset{\subset}{V}$, che agiscono su altri elementi di $\overset{\subset}{V}$, per mezzo dei quali le differenze/identità fra gli elementi stessi ultimamente dipendono. In tal modo, è possibile definire una doppia,

composita, relazione di “necessitazione causale” (*causal entailment*) da $\langle \Gamma \rangle$ e $\langle \gamma \rangle$,
 cioè, $\left(\overset{\rightarrow_c}{R}_\Gamma \circ \overset{\rightarrow_c}{R}_\gamma \right)$ – o più semplicemente, definire il correlato schema fondazionale:
 $\left\langle (\Gamma \circ \gamma) \rightarrow_c _ \right\rangle$ – che definisce, rispettivamente, la condizione *necessaria* e quella
sufficiente per l’appartenenza alla Classe Universale **V**, e quindi per l’esistenza *attuale*
 di qualsiasi ente fisico.

Infatti, sulla base di **(GP)** e **(GS)**, possiamo definire anche un Principio di *Auto-Identità Ontologica (AIO)*, cioè di “auto-identità causalmente fondata” come versione formale dello “essere per se stesso” di ogni entità fisica esistente *in generale*, sia esso individuo o specie – nei termini della metafisica del naturalismo aristotelico di ogni “sostanza prima” (=individuo attualmente esistente) o “seconda” (=genere naturale di individui attualmente esistenti). Cioè, invece di avere, come in logica e nell’ontologia del realismo logico la classica definizione di “auto-identità” come condizione necessaria e sufficiente di **esistenza logica**:

$$(x = x) := (\forall x, w)(x \in w) \leftrightarrow (x \in w)$$

Avremo:

Def.4(AIO): $(x = x) \Leftrightarrow \{\{x\}\} := \left[(\forall x) \left(((\Gamma) \rightarrow_c \{x\}) \wedge ((\Gamma \circ \gamma) \rightarrow_c \{\{x\}\}) \right) \right] \Leftrightarrow \{\{x\}\} \in \mathbf{V}$

Dove l'uso del simbolo $\langle \{\{x\}\} \rangle$ sta ad indicare il necessario “rispecchiamento” del singoletto $\langle \{x\} \rangle$ in se stesso, ovvero $\langle \{\{x\}\} \rangle$.

Commento 3: In altri termini, siamo qui di fronte a una formalizzazione, in un contesto causale della proprietà di “auto-riferimento formale” che la nozione di “perseità” della metafisica classica esprime. In questo modo, se la prima auto-inclusione in dipendenza causale dal solo Γ , $\langle \{x\} \rangle$, fonda la sola inseità dell'esistenza virtuale

dell'individuo nella collezione universale $\overset{\subset}{\mathbf{V}}$ – corrispondente in QFT all'esistenza virtuale nel Vuoto Quantistico (VQ) di tutte le particelle elementari e quindi, in seconda istanza (cfr. il principio di “foliazione” del VQ in QFT) di tutti i loro composti che costituiranno lo (gli) universo(i) – la seconda auto-inclusione, in dipendenza da γ costituisce il principio di “perseità” da cui dipende l'esistenza **attuale** della particella elementare come distinta da tutte le altre. In termini aristotelici la particella esiste qui come sostanza individuale elementare “in sé e per sé”, e la doppia auto-inclusione

corrisponde dunque alla *reditio completa ad semetipsum* (si noti la doppia riflessività dell'espressione latina: non *seipsum*, ma *semetipsum*). Non per nulla, Tommaso, nel testo fondamentale in cui fa riferimento alla nozione di *reditio completa*, usa a questo proposito il neologismo di *authypostaton*, ovvero di *hypostasis* – il termine aristotelico per individuo o “sostanza” che “torna su di sé” e quindi “sussiste” (non è cioè “accidente” che esiste *in alio*)⁴.

Commento 4. D'altra parte, il fatto che la perseità sia un “rispecchiamento formale” ci riporta immediatamente, nel formalismo della QFT, al principio del raddoppio dei gradi “di libertà” (effettivamente, trattandosi di particelle elementari, un solo grado di libertà) fra un sistema x e il suo bagno termico, \tilde{x} , ovvero ($\gamma = \tilde{x}$) e quindi ($\tilde{x} \rightleftharpoons x$).

L'auto-singoletto $\langle \{ \{ x \} \} \rangle$, che esplicita la nozione di “esistenza in atto” nella LM di RN, corrisponde così, nel formalismo coalgebrico di QFT a ($\tilde{x} \rightleftharpoons x$), ovvero alla “stabilità di x ” in quanto “causalmente (dinamicamente) determinata” dalla condizione di “bilancio energetico” col suo bagno termico. Quindi, la relazione causale composta dei

due generatori, $\left(\begin{array}{c} \xrightarrow{c} \\ R_{\Gamma} \circ R_{\gamma} \end{array} \right)$, andrebbe riscritta – e lo faremo fra poco – come

composizione di due funtori, annidati, ovvero $\left(\longrightarrow_{\gamma} \rightarrow_{\Gamma} \right)$, e quindi $(\tilde{x} \leftrightarrow x)$, intesa come esplicitazione causale (dinamica) dell'auto-singoletto $\langle \{ \{x\} \} \rangle$, andrebbe coalgebricamente riscritta come il morfismo (auto-)limitato o p -morfismo: $\left(\tilde{x} \xrightarrow{\rightleftharpoons} \rightarrow_{\Gamma} x \right)$. È evidente allora che la relazione causale funtorialmente composta $\left(\longrightarrow_{\gamma} \rightarrow_{\Gamma} \right)$ è una formalizzazione coalgebrica modale in RN del principio di “rottura spontanea di simmetria del VQ”, che “separa localmente” il VQ nella **dualità** sistema / bagno termico.

◆ Possiamo così completare l'assioma di esistenza **AOE₁**, riguardante l'**esistenza virtuale** di tutti gli oggetti della teoria x nella collezione universale $\overset{\subset}{\mathbf{V}}$ con la sua seconda parte, l'assioma di esistenza **AOE₂** riguardante l'**esistenza attuale** dei medesimi oggetti, avendone fondato con il principio **AIO** la loro autoidentità $x=x$, nella classe universale **V**. E cioè:

$$\mathbf{AOE}_2: \quad \forall^e x \left\{ \begin{array}{l} \left(\left(\left((\Gamma \circ \gamma) \rightarrow_c \{\{x\}\} \right) = 1 \right) \rightarrow \{\{x\}\} \in \mathbf{V} \right) \leftrightarrow \exists^e x \\ \text{oppure} \\ \left(\left((\Gamma \rightarrow_c \{x\}) = 0 \right) \rightarrow \neg x \subset \Lambda \right) \leftrightarrow \neg \exists x \end{array} \right.$$

In tal modo, sia l'esistenza di \mathbf{V} , sia del suo complemento Λ , **la classe vuota**, è garantita, poiché nella necessitazione causale $\langle (p \rightarrow_c q) \rangle$, per $p \equiv 1$, sia $q \equiv 1$ che $q \equiv 0$ sono conseguenze vere. In altri termini l'esistenza di tutti gli enti in quanto causati è *contingente*.

6.2.3. LM di RN

- ◆ Prima di addentrarci in una completa formalizzazione coalgebrica della LM di RN anticipata nel **Commento 3**, sintetizziamo alla luce della **LM standard** i diversi tipi di assiomi e sistemi modali che caratterizzano RN.

- ◆ Effettivamente, la LM del **RN** è una logica multi-modale, causa la presenza di due operatori modali primitivi: $\langle \Box \rangle$, indicante la necessità logica e $\langle \Box^c \rangle$, indicante la necessità causale.
- ◆ In ogni caso, se l'introduzione dell'operatore modale di necessità $\langle \Box^c \rangle$ garantisce che possiamo assumere nella logica di **RN** l'assioma modale **K**, possiamo assumere anche l'assioma modale **5** vista *la relazione euclidea* (non transitiva) esistente fra i generatori annidati $\langle \Gamma, \gamma \rangle$ e tutti gli elementi di **V** che essi costituiscono causalmente. Ovviamente possiamo assumere anche una *relazione seriale* nel calcolo di **RN**, così che valga anche l'assioma modale **D**, e, finalmente, una relazione *riflessiva secondaria e transitiva secondaria* che valgano solo fra gli elementi di **V** (e quindi con l'esclusione del generatore primario $\langle \Gamma \rangle$), come vedremo subito.
- ◆ In questo modo, anche l'assioma **4** vale nel calcolo proposizionale modale di **RN**, cosicché il sistema di logica modale che costituisce la struttura sintattica fondamentale di **RN** è il Sistema **KD45**, ovvero un sistema **S5 secondario**, come viene definito generalmente in LM, ovvero un sistema **S5** in cui la relazione di equivalenza che caratterizza ogni **S5**, è in questo caso generata da altre relazioni.

- ◆ Il fatto che in RN non valga **S5** o **KT5**, ma un **S5 secondario** è perfettamente compatibile con il fatto che la LM di RN è definita su insieme **parzialmente ordinati**, ovvero, metafisicamente, con la natura **contingente dell'essenza e dell'esistenza** di ogni ente che compone l'universo fisico degli esistenti.
- ◆ Tutto ciò potrà essere reso evidente **nella semantica relazionale modale di Kripke** – usando cioè la sua semantica relazionale “a mondi possibili” – dal seguente calcolo delle relazioni, usando un universo semplificato $\{\mathbf{W}\}$ con tre soli mondi possibili $\{u, v, w\}$. Nella nostra interpretazione ontologica propria di **RN**, il mondo u rappresenta il primo generatore $\langle \Gamma \rangle$, e il sotto-insieme $\{v, w\}$, rappresenta una classe **V** a due soli elementi con i quali u è in relazione non-transitiva, non-riflessiva, non-simmetrica. La semplicissima derivazione è la seguente. Per la relazione euclidea si può fondare una relazione *transitiva secondaria* nei due sensi – e perciò anche *simmetrica secondaria* – fra v e w : $\langle (\forall u, v, w) ((uRv \wedge uRw) \rightarrow (vRw \wedge wRv)) \rangle$; quindi, per la relazione seriale si può fondare una relazione *riflessiva secondaria* per v e per w : $\langle (\forall u, v) ((uRv \rightarrow vRv)) \rangle$; in conclusione, si può fondare una relazione *transitiva-riflessiva-simmetrica (equivalenza)* per v e per w , che costituiranno così *una classe*

di equivalenza secondaria, ovvero generata da u : $\langle (\forall u, v, w) ((uRv \wedge uRw) \rightarrow (vRw \wedge wRv \wedge vRv \wedge wRw)) \rangle$.

- ◆ Tutto ciò può essere sintetizzato nei seguenti grafici di relazioni della semantica relazionale di Kripke, nell'attesa di poter dare **una giustificazione formale** di essa definendo completamente la logica modale di RN su insiemi NWF. D'altra parte il fatto che in NR $\langle \diamond \rangle$ abbia una prevalenza su $\langle \square = \neg \diamond \neg \rangle$ e quindi l'assioma **D** sostituisca l'assioma **T** è consistente con il fatto che in un'ontologia naturalista il "possibilismo" (non concettualista) preceda lo "attualismo" dell'ontologia logicista.

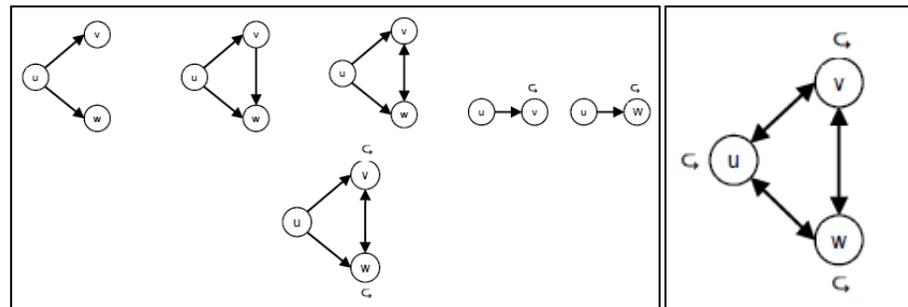


Figura 1. (Sinistra): Grafico delle relazioni con cui si genera una classe di equivalenza $\{v, w\}$ entro un sistema **KD45** $\{u, v, w\}$ (ultimo grafico in basso). (Destra):

*Grafico di un sistema **S5 (KT5)** $\{u, v, w\}$, caratterizzato da una relazione di equivalenza fra tutti i suoi membri. Come si vede, l'insieme di mondi $\{v, w\}$ di **KD45** (sinistra) corrisponde a un sistema **S5** (destra) "secondario" o "generato" da $\{u\}$, attraverso una R asimmetrica, intransitiva e irreflessiva. Da qui la denotazione di **KD45** anche come **S5 secondario**.*

- ◆ Per tutto questo, possiamo affermare che il sistema **KD45** o **S5 secondario** è la LM di **RN**. Si tratta ora di arricchire la **V** di **RN** di domini e sotto-domini. Ovvero, ontologicamente, di arricchire di generi e specie di enti diversi l'universo della teoria e, logicamente, di giustificare quale sia la LMQ di **RN**. La struttura che ne risulterà, come vedremo subito, è quella di un **KD45 annidato**.

6.2.4. La LM quantificata (LMQ) di RN

6.2.4.1. Interpretazione ontologica in RN del principio di coinduzione di *NWF*

- ◆ Ritorniamo alla **Def. 4** del principio di auto-identità ontologica, **AIO**, e per evitare di moltiplicare le parentesi graffe delle auto-inclusioni di insiemi, denotiamo con $\langle \hat{x} \rangle$ la prima auto-inclusione che caratterizza tutti gli elementi individuali $\{x\}$ che

appartengono alla collezione universale $\overset{\subset}{\mathbf{V}}$, ovvero che esistono potenzialmente nel potere causale di Γ . Nella definizione di **AIO** ci eravamo concentrati sulla costituzione causale dell'esistenza attuale di sostanze semplici o “particelle elementari”, $\{\hat{x}\}$ (p.es., quark e leptoni del modello standard). Ma ovviamente **AIO** può essere applicato anche alla costituzione di causale di esistenza attuale di sostanze composte (p.es., nucleoni (protoni, neutroni, ... composti di tre quark)), o, a ulteriori livelli di complessità strutturale, atomi, molecole, etc.. In altri termini:

$$\left[(\forall x, y, z) \left((\Gamma \circ \gamma) \rightarrow_c \{\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}\} \right) \Rightarrow \exists^e \{\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}\} \right] \Leftrightarrow \{\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}\} \in \mathbf{V}$$

- ◆ Ovvero, grazie al principio delle indefinite auto-inclusioni di insiemi NWF, in \mathbf{V} **attualmente (cfr. AOE₂)** non esistono solo singoletti, ma tutti i possibili insiemi generabili dalla loro combinazione. Nel nostro esempio del nucleone, anche la tripletta $\{\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}\}$ esiste attualmente in \mathbf{V} , mentre $\overset{\subset}{\mathbf{V}}$ è costituita dall'unione \cup di tutti gli elementi che costituiranno l'insieme potenza di tutte le loro possibili combinazioni \cap . In altri termini, per il potente teorema di Aczel della coalgebra finale per insiemi NWF, $\overset{\subset}{\mathbf{V}}$ corrisponde in NR alla **radice finale** di tutti i diagrammi ad albero di

inclusioni di insiemi NWF con le loro radici (cfr. §5.4.1, slide 252), ciascun diagramma con la sua radice corrispondendo a una sub-coalgebra (finale) della relativa algebra (iniziale).

- ◆ D'altra parte, Aczel stesso ha posto in evidenza la stretta interconnessione fra la sua nozione di radice finale e \mathbf{V} . La differenza con l'ontologia RN è che, essendo in RN le inclusioni, ovvero i bordi dei diagrammi di Aczel, **inclusioni causali** da cui l'esistenza degli insiemi dipende, l'esistenza attuale in \mathbf{V} dipendendo non solo dalla “radice causale finale” Γ , ma anche dallo “svolgimento” (*unfolding*) della sequenza delle “radici causali sub-finali” γ_{n-1} fino al livello attuale n .
- ◆ Tutto ciò significa che possiamo applicare a RN il potentissimo teorema di Aczel della dualità **induzione/coinduzione** non solo come **principio di prova** per giustificare il connettivo del bicondizionale ontologico, ma anche come principio **costruttivo diretto/inverso per la definizione di insiemi** (Cfr. §5.4.2 slide 260).
- ◆ Riportiamo qui l'enunciato del teorema dove l'endomorfismo $F_{coind}: (x \leq Fx)$ va interpretato come annidamento dei due funtori causali, ovvero, $\left(\xrightarrow{\gamma} \rightarrow_{\Gamma} \right)$, finora rappresentati semplicemente come composizione delle due fondamentali relazioni

causali, da Γ e da γ , ovvero $\left(\overset{\rightarrow_c}{R}_\Gamma \circ \overset{\rightarrow_c}{R}_\gamma \right)$ in base ai due assiomi di esistenza **AOE**₁₋₂ ,

secondo quanto già anticipato nel **Commento 4** di §6.2.3:

$$F_{ind} := \bigcap \{x \mid F(x) \leq x\} \quad \uparrow \{x\}$$

$$F_{coind} := \bigcup \{x \mid x \leq F(x)\} \quad \downarrow \{x\}$$

- ◆ Per concludere questa parte, tre sono i **fondamentali livelli ontologici di auto-inclusione** che costituiscono la contropartita ontologica dei **livelli semantici di predicazione** di Husserl (cfr. la dispensa sulla logica simbolica in Logica I, senza ovviamente la sua *epoché* sulla tesi naturalistica):

1. Primo livello $\{x\}$ corrisponde all'esistenza potenziale di tutti gli oggetti della****

teoria in $\overset{\subset}{V}$ nella potenza causale di $\Gamma \rightarrow$ utilizzo della quantificazione poten-

ziale nella LMQ di RN (\forall/\exists). $\overset{\subset}{V}$ corrisponde in logica NWF alla radice finale di tutti gli alberi di insiemi, in cosmologia corrisponde al VQ della QFT, nell'ontologia naturale aristotelico-tomista alla materia prima.

2. Secondo livello $\{\hat{x}\}$ corrisponde all'**esistenza attuale di tutti gli oggetti singoli (doppi singoletti) della teoria in V, ovvero nella potenza causale annidata di $\Gamma/\gamma_n \rightarrow$** utilizzo della quantificazione attuale nella LMQ di RN ($\forall^e/\exists^e \{\hat{x}\}$), e nel caso di costanti singolari (referenza individuale) del predicato di esistenza $E!$ $\{\hat{a}\}$. Nell'ontologia naturale aristotelico-tomista $\{\hat{x}\}$ corrisponde ad una **sostanza prima individuale, in sé e per sé esistente**, sia essa sostanza semplice (elemento) o sostanza composta (corpo fisico), in quanto la sua esistenza ed essenza dipende dall'appropriato (ordinato) concorso causale di causa prima e seconde. L'insieme di tutte le sostanze prime e delle loro relazioni costituiscono gli enti attualmente esistenti (ad un dato tempo) nel **cosmo**, ovvero nell'universo ordinato con le sue leggi.
3. Terzo livello $\{\{\hat{x}\}, \{\hat{y}\}, \dots \{\dots\}\}$, corrisponde all'**esistenza attuale di tutte le collezioni di oggetti singolari (tripli singoletti) della teoria in V, ovvero nella potenza causale annidata di $\Gamma/\gamma_n \rightarrow$** utilizzo della quantificazione attuale nella LMQ di RN su alberi di NWF stratificati in n ($\forall_n^k / \exists_n^k$) $G(\{\hat{x}_{n-1}\}, \{\hat{y}_{n-1}\}, \dots \{\dots_{n-1}\})$ dove G è una variabile predicativa. **V** corrisponde così in logica NWF all'insieme

di tutti i diagrammi ad albero di insiemi NWF in quanto progressivamente svolti (*unfolded*) da \bar{V} . Si noti che, grazie alla stratificazione degli alberi di insiemi NWF, si può garantire **la necessaria stratificazione dei livelli semantici** – e quindi la necessaria stratificazione della quantificazione sui predicati –, per cui il predicato deve appartenere a un livello superiore rispetto ai suoi argomenti senza dover accedere a logiche del secondo ordine. Ciò ovviamente dipende dal fatto che gli insiemi NWF sono solo **parzialmente ordinati a diversi livelli** (cfr. in QFT il principio della “foliazione del VQ” e dei relativi livelli di coerenza di fase dei campi quantistici).

Così, nella cosmologia della QFT, V corrisponde all’universo W in evoluzione, di enti e specie di enti fisici. Da questo punto di vista, gli alberi di NWF in RN , i cui bordi, cioè, costituiscono inclusioni causali, soddisfano alla nozione di **insiemi causali** in base ai quali formalizzare la fondazione causale delle leggi matematiche della fisica, ricercata dai fisici teorici (Penrose, Smolin, etc.). Nella ontologia naturale aristotelico-tomista, $\{\{\hat{x}\}, \{\hat{y}\}, \dots \{\dots\}\}$ corrisponde a un **genere naturale (genere-specie)** di enti V nel **cosmo**, ovvero nell’universo ordinato con le sue leggi.

- ◆ Infatti, molti altri domini e sotto-domini fra gli elementi di V possono essere “co-struiti” o *implicati causalmente*, per mezzo di una struttura annidata di generazione di specie, come procedura di *modalità iterativa* mediante *storie-di-mondi annidate* – effettivamente una struttura di sistemi **KD45** annidati. La definizione della nozione di **GS** data in precedenza esemplifica il livello di partenza fondamentale di una siffatta procedura di annidamento, cioè il livello 0. Ovviamente, a causa di **AOE₂** ogni livello $n \geq 0$ costituisce un nuovo livello di attualizzazione dell’intero uni-(multi-)verso W , ciascuno attualizzante progressivamente al livello n il potere causale di $\langle R_{\Gamma \circ \gamma_{n-1}} \rangle$, d’ora in poi, $\langle R^* \rangle$, un sottoinsieme di mondi/oggetti.
- ◆ Questa procedura coinduttiva è definita come una particolare procedura di *dispiegamento (unraveling)*, mediante la quale nuovi insiemi di relazioni di equivalenza fra mondi/oggetti – e quindi nuovi domini/sotto-domini di V – sono *stipulati ontologicamente* mediante $\langle R^* \rangle$, come risultato di particolari *storie-di-mondi (world-stories)*.
- ◆ Generalmente la procedura di dispiegamento, *unraveling (PD)* nella LM proposizionale (teoria dei modelli inclusa) e in informatica si definisce come segue:

PD: Sia (W, R) un *frame* della semantica relazionale di Kripke generato da qualche punto (oggetto) $w \in W$, dove $\{W\}$ è un qualche sotto-insieme (mondo) dell'universo $\{\mathbf{W}\}$, a qualche passo k della sua evoluzione. Lo *unraveling* di (W, R) attorno a w è il *frame* (\vec{W}, \vec{R}) dove:

(I) \vec{W} è l'insieme di tutte le sequenze finite (w, w_1, \dots, w_n) tali che $w, w_1, \dots, w_n \in W$ e $Rww_1, \dots, w_{n-1}w_n$;

(II) Se: $\vec{s}_1, \vec{s}_2 \in \vec{W}$, allora $\vec{R}\vec{s}_1\vec{s}_2$, se vi è un qualche $v \in W$ tale che $\vec{s}_1 + (v) = \vec{s}_2$ dove $\langle + \rangle$ denota la concatenazione di sequenze s .

Se: $\mathfrak{M} = (W, R, V)$ è un modello e (\vec{W}, \vec{R}) è lo *unraveling* di (W, R) intorno a w , e se p è una variabile proposizionale, allora possiamo definire una funzione di valutazione \vec{V} su (\vec{W}, \vec{R}) come segue: $\vec{V}(p) = \{(w, w_1, \dots, w_n) \in \vec{W} \mid w_n \in V(p)\}$

Il modello $\vec{\mathfrak{M}} = (\vec{W}, \vec{R}, \vec{V})$ può essere allora definito come il “dispiegamento” (*unraveling*) di \mathfrak{M} intorno a w .

In conclusione, per mezzo dello *unraveling*, ogni insieme di formule diviene *soddisfacibile* sulla base di un albero *irriflessivo, asimmetrico e intransitivo* (Cfr. **Figura 1**).

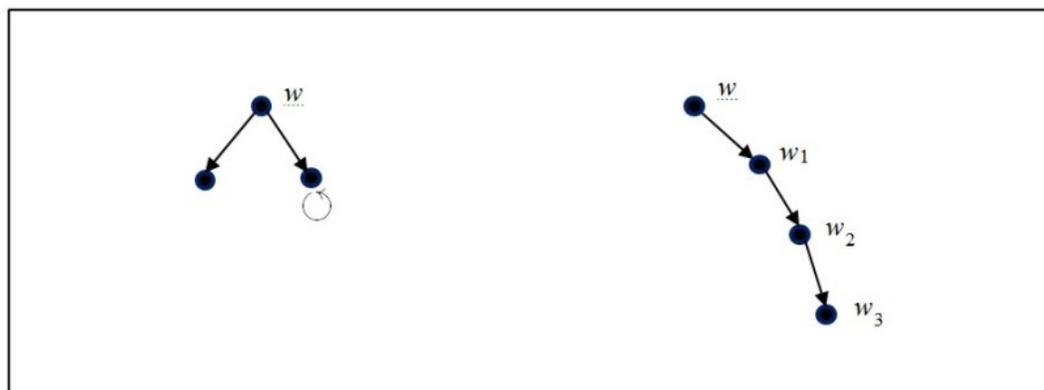


Figura 1. Destra: schema di unraveling attorno al punto di origine w .

A questo punto, possiamo definire la nozione di *procedura di stipulazione ontologica (PSO)* per mezzo della quale la relazione causale composta R^* può costruire adeguate storie-di-mondi per mezzo dell'*unraveling* – che in **RN** significa “attualizzazione” – al passo n di una data storia, di nuovi *domini* di mondi-oggetti, esistenti nel potere causale nella sequenza di generatori secondari, dal passo $n=0$ delle origini, fino al passo $n-1$, tutti (causalmente) inclusi nella potenza causale fondante del generatore primo.

Commento 1: È evidente che nella QFT ogni “attualizzazione” è relativa a una delle infinite, inequivalenti RSS del vuoto quantistico, mentre la creazione di “domini di coerenza” in QFT corrisponde alla costituzione di domini di mondi-oggetti in **RN**. Un’analogia (identità di struttura) fra i due modelli – coalgebrico (**QFT**) logico-ontologico (**RN**) – è confermata dal fatto che i domini a più di due oggetti si costituiscono nell’una e nell’altra struttura formale (ontologica in **RN** e coalgebrica in **QFT**) attraverso una moltiplicazione di relazioni di “raddoppio dei gradi di libertà”, o “rispecchiamento” (*mirroring*), essendo R , comunque e solo una relazione binaria sia in **RN** che in **QFT**, come vedremo subito analizzando la struttura di (**PSO**).

Commento 2: Abbiamo definito la relazione di generazione di domini di oggetti una **PSO** in chiaro riferimento – anche qui seguendo Hayaki – all’affermazione di Kripke che nella sua semantica relazionale i mondi possibili non sono “osservati” (supposti esistenti), ma “stipulati” (costruiti secondo regole). Come la Hayaki giustamente esemplifica è come in geometria quando stipuliamo l’esistenza di un triangolo in vista della dimostrazione di un teorema (p.es., quando diciamo “poniamo il triangolo equilatero ABC ”). Sebbene si tratti di una descrizione definita, essa non denota un singolo triangolo equilatero esistente, ma piuttosto una costruzione logica riferentesi a uno

qualsiasi di quella “specie” (dominio) di triangoli, quelli equilateri appunto che soddisfa tutte le proprietà caratterizzanti quella classe di oggetti. In **RN** la “stipulazione ontologica” non si riferisce a una procedura costruttiva logica, ma ontologica che soddisfa assiomi e leggi non di una data geometria, ma di una data ontologia, quella di tipo naturalistico-causale di **RN**, nel nostro caso. Infatti, per appartenere a (esistere come un ente di) quella data specie (genere naturale) di oggetti in ontologia, non bisogna soddisfare a un dato insieme di definizioni di proprietà come per l’appartenenza *logica* di classe, ma *soddisfare a un concorso di cause* comune a tutti gli enti di quella specie. Lo vedremo nella prossima sottosezione.

(PSO): Per R^* (di fatto: $\langle R_{\Gamma \circ \gamma_n} \rangle$), occorre soddisfare le seguenti condizioni:

1. R^* forma un albero, cioè:

a. R^* è *generata*. Ha un punto di origine $\langle \gamma_n \rangle$, in uno dei mondi attuali allo stato W_n dell’evoluzione dell’universo. $\langle \gamma_n \rangle$, è quindi R^* -relato con ciascuno dei mondi del successive più alto livello $n+1$. Il punto di origine della concatenazione è ovviamente il livello 0. I mondi immediatamente stipulati da 0 sono di livello 1, e mediamente, attraverso ciascun elemento della catena, tutti quelli successivi. Possiamo

definire perciò tutti i generatori secondari $\langle \gamma_n \rangle$, come altrettanti “antenati” di indice $n \geq 0$ denotante il livello (epoca) di storia-del-mondo, in quanto progressivamente generanti una storia-del-mondo con nuovi livelli, $n+k$, di mondi/oggetti stipulati, attraverso un’iterazione annidata della relazione euclidea R^* definita in **AOE**₁₋₂.

b. R^* è *antisimmetrica*. R^* non vale in ambedue le direzioni per nessuna coppia di mondi/oggetti distinti appartenenti a due diversi livelli. Nondimeno, R^* è simmetrica fra ogni coppia di mondi/oggetti dello stesso livello n fra cui è definita e che quindi hanno la stessa origine mediante la R^* asimmetrica con lo stesso generatore $\langle \gamma_{n-1} \rangle$. Tutto ciò conferma che l’assioma modale **5** vale per questa logica.

c. R^* è *anticonvergente*. Cioè due bracci dell’albero che mediante **PSO** si va così costruendo, una volta separate non si ricongiungono mai.

2. R^* è *non-riflessiva*. Per capire quest’altra importante proprietà, bisogna ricordare che la relazione riflessiva è generalmente garantita in LM mediante l’assioma **T**. Al contrario, in **RN** la relazione causale R^* è legata all’assioma **D** che garantisce, mediante la serialità ad esso associata che la catena delle derivazioni è sempre chiusa e quindi può fondare una relazione riflessiva *secondaria* per ciascun mondo-oggetto legato a un altro del medesimo livello mediante una R^* *transitiva e simmetrica secondarie*.

Questo conferma che in **RN** la LM che regola due livelli dell'*unraveling* è un sistema modale **KD45**.

3. R^* è *non-transitiva*. Tale condizione garantisce che ogni mondo/oggetto R^* -generato ha un antenato diretto, una condizione che una relazione transitiva non può garantire in linea di principio. Invece la transitività “debole” della relazione euclidea che lega ogni mondo/oggetto del medesimo livello al loro comune antenato causale garantisce che la causalità fisica basata su **KD45 annidato** non è quella determinista basata su **KT4 (S4)** che in letteratura è la LM di solito associata alle ontologie fisiche, ma è la causalità della “generazione di forma”, della generazione di sistemi fisici a complessità crescente, quella della “partecipazione categoriale” di cui parla C. Fabro nelle sue due famose opere sulla nozione di partecipazione in Tommaso. Infatti:
4. Fra ogni coppia di mondi/oggetti del medesimo livello n e il loro comune antenato $\langle \gamma_{n-1} \rangle$, R^* è una relazione causale euclidea. La totalità di queste coppie così ordinate costituiscono un nuovo *dominio di predicazione* caratterizzato da una relazione di *equivalenza modale senza bisimilarità fra i suoi elementi* – un nuovo *genere naturale* di enti fisici attualmente esistenti a livello n della storia dell’universo. Tutto ciò

conferma che le storie-di-mondi in **RN** hanno una struttura **KD45 annidata** (Cfr., **Figura 2**).

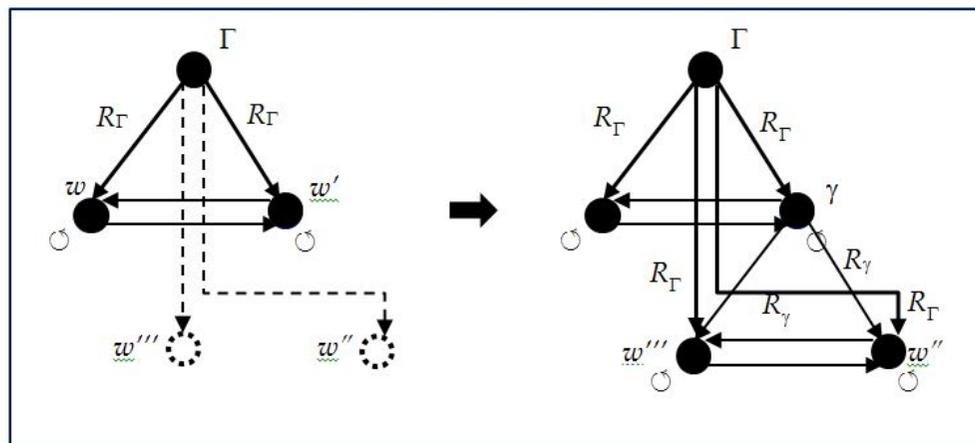


Figura 2. Schema di **(PSO)** nell'ontologia **RN**. (Sinistra): i mondi $\langle w, w', w'', w''', \dots \rangle$ attualmente (w, w') e potenzialmente esistenti (w'', w''') dipendono tutti dalla potenza causale del generatore primario $\langle \Gamma \rangle$. (Destra): dopo essere stati unraveled dal generatore secondario $\langle \gamma \rangle$ (= mondo w') i mondi $\langle w'', w''' \rangle$ divengono attualmente esistenti con tutti i loro elementi. E' evidente il carattere iterativo della procedura e annidata della struttura **KD45** risultante.

5. Infine, la LMQ “oggettualista” di **RN** – non “concettualista” come quello di **RCN** – è una versione modificata, **Q1R***, del sistema **Q1R**, dove la principale differenza è che **RN**, grazie a **(AOE₁₋₂)**, usa una LM “possibilista” e non “attualista”, non ha bisogno cioè di usare una logica libera. Ovvero in **RN**, ogni nome ha un referente, proprio per gli individui, e comune per i generi naturali di individui, essi sono o “potenzialmente esistenti” grazie a **(AOE₁)**, o “attualmente esistenti”, grazie a **(AOE₁₋₂)**.

Modello-Q1R: Generalmente è una quintuple ordinata $\langle W, R, D, Q, V \rangle$, dove:

- W è un insieme di mondi appartenenti all’universo $\{\mathbf{W}\}$;
- R è una relazione binaria di accessibilità;
- D è un dominio;
- Q è una funzione che assegna a ogni $w \in \mathbf{W}$ un sottoinsieme $D(w) \subseteq D$, cioè il dominio di quantificazione di w ;
- V una funzione di valutazione che assegna a ciascun $w \in \mathbf{W}$:
 - Un oggetto in D a ciascun termine t , incluse le variabili;
 - Un insieme di n -uple ordinate di elementi di D a ciascun predicato a n argomenti, e
 - L’insieme $D(w)$ al predicato di esistenza E .

- V deve soddisfare una condizione di rigidità sui termini t della teoria, **VRT**:
VRT: $V(t, w) = V(t, w')$ per tutti gli w, w' in \mathbf{W} .

Modello-Q1R*: per applicare a **RN** la LMQ **Q1R**, il modello non è definito sulla quintupla $\langle W, R, D, Q, V \rangle$, ma sulla sulla sestupla $\langle \gamma, W, R^*, D, Q, V \rangle$, dove le differenze sono date da:

1. è un elemento di \mathbf{W} ; e
2. R^* è quella definita in **PSO**, cioè la componente arborea non-riflessiva, non-transitiva, non-simmetrica di R^* che lega i mondi appartenenti a \mathbf{W} , essendo γ il suo punto di origine.

Infine, in **RN**, un **modello-Q1R*** deve soddisfare oltre la **condizione di rigidità VRT**, anche una **condizione di ramificazione arborea CA** (corrispondente alla condizione **SB** nella teoria di Hayaki) così definita:

CA: Se un nuovo oggetto z appare per la prima volta come attualmente esistente in un mondo w (cioè, non è attualmente presente in alcun antenato di w , incluso γ), allora z può apparire solo in w o nei suoi discendenti – anche se nei discendenti apparirà come “virtualmente” esistente.

Commento: Ovvero, l'ente z attualmente esistente al livello n esisterà come una parte-non-più-individuale, ma *distinta* dalle altre ed esercitante comunque *un'azione causale* entro la struttura ontologica degli individui discendenti attualmente esistenti a ciascun nuovo passo $n+k$ della storia-di-mondi cui appartiene. P.es., in QFT, i protoni esistenti come individui (particelle libere) nel plasma solare alcuni miliardi di anni fa, esistono oggi come quanti dei campi di forze protonici entro la struttura atomico-molecolare dei nostri corpi. In questo senso, la causalità a livello ontologico è sempre *forward and upward directed* nella teoria della complessità del RN: *backward and downward directed* è solo l'inferenza logica corrispondente. E' significativo che Tommaso nel suo opuscolo filosofico *De mixtione elementorum* difenda la stessa tesi ontologica. Una sostanza composta da elementi di specie diverse (p.es., il sale da cucina, NaCl) è ontologicamente una *in atto* perché al suo interno gli elementi esistono *non più in atto* – altrimenti non sarebbe più *una* sostanza individuale nuova, ma un aggregato di elementi come affermava l'atomismo – *né in potenza* – altrimenti sarebbero indistinti e non potrei ri-estrarli dal composto. Viceversa sono *virtualmente presenti*, mantenendo le loro qualità caratterizzanti, e perciò esercitanti un'azione causale (*virtus* vuol dire “forza causale” in latino) da cui le nuove proprietà del composto dipendono. Sebbene le

proprietà del composto (p.es., del NaCl), conclude Tommaso, non siano la “somma” delle proprietà dei componenti (dello Na e del Cl), ma qualcosa di totalmente *incomensurabile* con esse.

6.3. Applicazioni del RN a un’ontologia formale di una cosmologia evolutiva

6.3.1. L’ontologia del tempo e della complessità nell’ontologia formale del RN

- ◆ L’*ontologia del tempo* nel RN suppone chiaramente una LM temporale *aristotelica* e non *diodorea*. Infatti, quest’ultima è molto povera e soprattutto non può essere fondata su di essa alcuna ontologia della *storia*, poiché nella LM temporale diodorea “ciò che è possibile nel tempo”, cioè $\langle \diamond^t \rangle$, è limitato solo al “presente” (n) e al “futuro” ($\mathcal{F} > n$), ma non al “passato” ($\mathcal{P} < n$).
- ◆ Al contrario, la nozione di “storia” suppone un *potere attivo* del passato rispetto al presente, proprio come il presente lo ha rispetto al futuro, anche se mai viceversa in ambedue i casi. In altri termini, abbiamo bisogno di una teoria aristotelica del tempo

la cui LM è S_t5 . Cioè, è fondata rispetto a $S5$ (KT5), e non solo rispetto a $S4$ (KT4), come lo è la LM $KT_t4.3$, usualmente associato allo *unraveling*.

- ◆ Effettivamente RN è fondata rispetto a S_t5 perché ha una struttura KD_t45 annidata, compatibile anche rispetto a un'ipotesi cosmologica del multi-verso, ma dove, differentemente dalla ontologia aristotelica del tempo, non c'è bisogno di supporre un'infinità del tempo *all'interno dell'uni-(multi-)verso* – mentre il problema resta, ovviamente, indecidibile rispetto al multiverso, come Hawking ha giustamente rivendicato in tutti i suoi testi divulgativi al riguardo, ma sbagliando nel contrapporsi in questo a Tommaso. Infatti, grazie a (AOE_{1-2}) esiste entro ciascun universo un tempo $n = 0$, corrispondente al primo livello dei generatori secondari, da cui tutte le storie-di-mondi relative a uno o più universi hanno la loro origine (cfr. (AOE_1)). In questo modo, possiamo definire un **principio di ontologia temporale (POT)**, dove “ciò che è vero sempre”, $\langle \Box^t \varphi \rangle$, può essere giustificato come segue:

$$\begin{aligned}
& \diamond_k^t \varphi := (\mathcal{P}\varphi \vee \varphi \vee \mathcal{F}\varphi) \\
\text{POT : } & \square_n^t \varphi := (\neg \mathcal{P}\neg\varphi \vee \varphi \vee \neg \mathcal{F}\neg\varphi) \quad \text{dove: } \begin{cases} \mathcal{P}\varphi & \text{per } k < n \\ \varphi & \text{per } k = n \\ \mathcal{F}\varphi & \text{per } k > n \end{cases} \\
& \therefore \square^t \varphi \leftrightarrow (\neg \diamond^t \neg \varphi)
\end{aligned}$$

- ◆ Ovviamente, possiamo definire una “freccia del tempo” modale, poiché esiste una differenza fra i due operatori temporali di possibilità, $\langle \mathcal{P}, \mathcal{F} \rangle$ in **RN**. Infatti, il “passato” è fatto di cose già *unraveled*, “dispiegate” e quindi pienamente “differenziate” a qualche livello precedente $\langle n-k \rangle$ rispetto all’attuale del divenire dell’universo, quando essi sono stati attualmente esistenti.
- ◆ Dopodiché, essi continuano esistere nella storia-del-mondo non più come individui attuali, ma *virtualmente* come “parti” *distinte*, perché già *unraveled*, causalmente attive nelle nuove “totalità” attualmente esistenti, come *entità più complesse* al nuovo livello attuale n della loro storia-di-mondo. Al contrario, il “futuro” è fatto di cose non ancora *unraveled*, “dispiegate”, “differenziate” e quindi “determinate” nella

loro propria natura, cosicché non possono esercitare alcuna azione causale *all'indietro* (*backward*).

Commento: In altre parole (cfr. anche, sopra, il **Commento** alla definizione di **CA**), la direzione della “freccia del tempo” corrisponde nell’ontologia del tempo di **RN** alla direzione (verso) della “necessitazione causale” (*causal entailment*), secondo la quale “la causa precede sempre il suo effetto” (\rightarrow_c). Essa precede “ontologicamente” e quindi “temporalmente” (*forward*) – ovvero, nel caso dell’esistenza “virtuale” *simultanea* nei discendenti, “dal basso” (*upward*) – il suo effetto. In questo senso, il fatto che dietro la direzione *forward/upward* della necessitazione causale, vi sia l’opposta direzione *backward/downward* della relativa inferenza induttiva *logica* e quindi *epistemologica* della “implicazione inversa stretta” (\leftarrow), suggerisce una *definitiva chiarificazione* dell’ambiguità soggiacenti all’uso, fin troppo invalso in certa letteratura di filosofia della scienza, delle ambigue nozioni di *causazione all'indietro* (*backward causation*) “dall’effetto alla causa” e/o di *causazione verso il basso* (*downward causation*) “dal tutto sulle parti”, spesso associate alle nozioni di “emergenza” e “complessità” in fisica e biologia .

Una “chiarificazione” che fa il paio, a livello logico-ontologico, con quel

“diradamento delle nebbie” riguardo a questi medesimi concetti che la QFT sta operando a livello di fisica fondamentale (Cfr. sopra nota **Error! Bookmark not defined.**). Solo se, volendo criticare l’atomismo e il riduzionismo fisico come si fa’ generalmente in questi lavori, non abbiamo compiuto una sufficiente analisi della logica e dell’ontologia soggiacente, possiamo confondere l’ontologia della causalità con la sua logica ed epistemologia. “All’indietro” and “dal basso in alto” sono i versi logici dei *processi inferenziali induttivi* (implicazione inversa) fra proposizioni, non quelli ontologici dei *processi causali* che costituiscono il referente della inferenza induttiva (cfr. §**Error! Reference source not found.** e §6.2.3).

6.3.2. L’ontologia dei generi naturali nell’ontologia formale di RN

Secondo tutte le precedenti relazioni, possiamo definire un’ontologia dei generi naturali in **RN** che mantiene l’idea, invero molto naturalistica e di ispirazione aristotelico-tomista, del **RCN** di Cocchiarella, secondo il quale i generi naturali, in quanto referenti di nomi comuni nel linguaggio naturale, non sono oggetti, “cose”, ma collezioni di enti che condividono un medesimo *concorso causale* (*causal texture*). Differentemente dal **RCN**, però, nel **RN** la giustificazione causale dei generi naturali è *assiomatica*, non puramente *ipotetica*, evidentemente confondendo il metodo *ipotetico-deduttivo* delle

scienze matematico-naturali, con quello *assiomatico* della semantica formale e dell'ontologia formale. Questo perché l'assioma di fondazione di **RCN** è quello fregeano di “comprensione generalizzata”, tipico del *concettualismo*, mentre in **RN** vale il nuovo assioma di fondazione **AOE₁₋₂**. I principali elementi di un'ontologia formale dei generi naturali, ciascuno costituito mediante l'applicazione dell'appropriato (**PSO**), possono essere sintetizzati nei seguenti principi:

- Un principio di stratificazione per generi naturali (**SGN**):

$$(\mathbf{SGN}) : \left(\forall_n^k A \right) \left(\forall y A \right) \Box_n^C \left(E!(a) \rightarrow \left((a = y) \wedge \left((a \wedge y) \in_k A \right) \right) \right)$$

Dove A è un genere naturale (genere-specie) di enti fisici (p.es., quarks, o, per un livello n successivo, neutroni e protoni, o per livelli ulteriori, atomi, molecole, etc.), e dove l'apice k del quantificatore significa che ha per argomenti variabili predicative di generi naturali, tutti costituiti a qualche livello n dell'evoluzione dell'universo. Lo stesso k affisso al predicato di appartenenza $\langle \in \rangle$ significa che si tratta di appartenenza a un genere naturale inteso come “oggetto plurale”, o, per usare un'espressione di Russell, si tratta di una “classe-come-molteplicità” (*class-as-many*), per cui cioè non vale quella *reductio ad unum* che caratterizza i generi *logici* (universali

logici) e quindi le classi logiche. In altri termini, si tratta di una collezione di oggetti che condividono (ovvero sono causalmente inclusi dal) lo stesso “antenato” $\langle \gamma_{n-1} \rangle$.

- Un principio di stratificazione per proprietà naturali (**SPN**) che riguarda oggetti appartenenti ad un medesimo o a differenti generi naturali, appartenenti allo stesso livello n o a qualcuno dei suoi “discendenti”, aventi perciò, comunque, un “antenato” comune (p.es., la carica elettromagnetica, comune a più generi naturali di enti fisici):

$$(\mathbf{SPN}): \left(\forall_n^e F^j \right) \diamond_n^C \left(\exists_n^e x_1, \dots, x_j \right) F(x_1, \dots, x_j)$$

Dove occorre ricordare che l’indice e significa che i quantificatori a cui è affisso hanno per argomenti variabili, individuali o predicative attualmente esistenti (*unreveled*).

- Un **principio di rigidità stratificata (PRS)** che governa l’uso dei quantificatori universali nella LMQ di ordine superiore al primo di **RN**. (**PRS**) vale cioè per un generico predicato F (di genere o di proprietà) al livello n dell’evoluzione dell’universo in cui è generato all’interno di una data storia-di-mondi, e per tutti i livelli suoi “discendenti”, $\langle n+k \rangle$. Ovvero, l’uso dei quantificatori universali nella LMQ di **RN**, sia in (**SGN**) che in (**SPN**) è regolato da:

$$(\mathbf{PRS}): \square_n^c (\forall_n F) (\exists_n G) \left(\begin{array}{l} Rigid(G) \wedge \\ \wedge (\forall_{n+k} x_1, \dots, x_j) [F(x_1 \dots x_j) \leftrightarrow G(x_1 \dots x_j)] \end{array} \right)$$

Dove $k \geq 0$.

- Da tutte le precedenti regole e definizioni deriva un **principio di esistenza concreta (PEC)** per individui fisici che regola l'uso del predicato di esistenza E nell'ontologia formale del **RN**, e che può essere definito come segue:

$$(\mathbf{PEC}): (\forall^k A) (\forall y A) \square_n^c (E!(a) \rightarrow (y = a))$$

Dal che emerge che ogni ente fisico esiste come un individuo a solo come membro y di un genere naturale e quindi come risultato di una storia-di-mondi che è condivisa anche dagli altri individui del medesimo genere, all'interno della storia dell'universo.

- Infine, per gli individui biologici, vale nel **RN** un principio di individualizzazione biologica (e quindi di esistenza concreta) **(PIB)**, che è un'estensione di **(PEC)**. Esso formalizza l'evidenza biologica che non esistono due individui biologici *identici* che appartengono alla medesima specie biologica (genere naturale), differentemente da

due individui non-viventi della stessa specie (p.es., due elettroni, due atomi di ferro, o due molecole di sale) che sono identici a tutti gli effetti. I fattori di differenziazione biologica per i singoli individui sono oggi riassunti nei cosiddetti *fattori epigenetici* per mezzo dei quali il singolo organismo “individualizza per se stesso” fattori *genetici* del suo DNA comuni a tutta la specie cui appartiene. P.es., attivando/disattivando, mediante l’ambiente molecolare interno all’organismo, determinate sequenze del DNA comuni a tutte le sue cellule e alle cellule degli organismi della stessa specie/genere. Un meccanismo che, come accennato (cfr. §**Error! Reference source not found.**) ha nel principio del RGL, fra un sistema e il suo bagno termico, il meccanismo della QFT esplicativo a livello di fisica fondamentale di questi processi.

$$(\mathbf{PIB}): \left(\forall^{k_l} A \right) \left(\forall y A \right) \square_n^C \left(E!(a) \rightarrow (y \rightleftharpoons a) \right)$$

Dove l’indice l affisso all’apice k del quantificatore del genere naturale significa che si tratta di un genere naturale di viventi e il simbolo $\langle \rightleftharpoons \rangle$ sta ad indicare che il processo di “rispecchiamento”, intrinseco ad ogni **(PSO)** in **RN**, nel caso della costruzione dell’ “identità” biologica di un organismo, è senza fine. Anzi, più in generale,

in questo rispecchiamento dinamico continuo, ai diversi livelli di auto-organizzazione, del vivente è l'essenza stessa della vita.

6.3.3. L'ontologia del realismo concettuale nell'ontologia formale del RN

- ◆ Infine, per giustificare un'ontologia anche degli **oggetti concettuali** nell'ambito del **RN**, per giustificare cioè un “realismo naturale dei concetti”, **RNC**, occorre porre un assioma diverso da quello del **RCN** di Cocchiarella, ovvero diverso *dall'assioma fregeano di comprensione* su cui tutti i calcoli del **RCN** sono basati, così da giustificare che si tratta, appunto, di un “realismo concettuale” e non di un “realismo naturale” come il nostro.
- ◆ Nel caso dei più complessi ed evoluti fra i viventi, cioè gli animali e finalmente, gli uomini, l'annidamento dei sistemi **KD45** può arrivare fino alla generazione interna all'individualità dell'animale di *simulazioni cognitive* del mondo esterno. La facoltà rappresentativa degli oggetti del mondo esterno, nel caso percettivo inteso come simulazione cognitiva, può essere caratterizzato in generale come la capacità di ridefinire l'argomento generico di un predicato sull'occorrenza di un referente individuale – quello che in logica dei predicati si definisce come “istanziamento individuale” di

un generico argomento di un predicato, in quanto distinta dall'esemplificazione esistenziale di una formula quantificata universalmente.

- ◆ In base agli assiomi e alle regole finora definite in **RN**, si tratta di replicare a livello cognitivo la stessa procedura di individualizzazione che caratterizza la generazione di un individuo biologico, formalizzata in **RN** mediante il principio **(PIB)** appena illustrato. In questo modo, l'etimologia latina, cara agli aristotelici medievali, Tommaso incluso, fra *concetto* in epistemologia e in psicologia e *concepito* in biologia – ambedue resi in latino dallo stesso termine *conceptus* – avrebbe la sua giustificazione a livello di ontologia formale, a conferma della tesi fondamentale che tale neonata disciplina è la formalizzazione dell'ontologia implicita nei linguaggi naturali. In sintesi:

- Un principio di induzione cognitiva **(PIC)** vale in **RN**, così da poter essere esteso a includere anche l'ambito cognitivo della psicologia e dell'epistemologia formali:

$$\mathbf{(PIC)} : \left(\forall^m F^j \right) \left(\forall^m x \right) \square \diamond_{n+1}^C \left(\exists ! a \left((x \rightleftharpoons a) \wedge \left(F \left(x_1, \dots, x_{j-1}, a \right) \right) \right) \right)$$

Dove, l'indice m (mentale) sottolinea che siamo passati dall'ambito **naturale** delle scienze fisiche e biologiche a quello **concettuale** delle scienze cognitive, ad un livello $n+1 = m$, **astratto**, rispetto a quello dell'esistenza attuale degli enti naturali (soggetto-oggetto) coinvolti.

- ◆ Conseguentemente, x è una variabile mentale che denota un generico individuo, a è una costante individuale mentale che denota un dato individuo effettivamente esistente, ed il **doppio operatore modale causale** $\langle \Box \Diamond_{n+1}^C \rangle$ evidenzia che stiamo parlando di una “possibilità causalmente necessaria”, cioè di una **facoltà** dell'agente cognitivo – animale o uomo, per il momento non distinguiamo – in quanto tale.
- ◆ Infine, nel caso della **denotazione singolare**, è proprio della mente umana la capacità di ridefinire su un singolo individuo esistente, anche il **predicato** e non solo il suo argomento di una formula predicativa che esprime il risultato di un atto cognitivo. Si tratta della formalizzazione della capacità intellettuale dell'uomo come capacità di **adeguarsi** all'oggetto, di ridefinire la forma intellegibile di un concetto sull'occorrenza individuale di un dato percettivo. Infatti “l'istinto razionale” che guida l'agente cognitivo umano, non è quello di soddisfare un istinto biologico come nel caso animale, ma la conoscenza del “vero” inteso, epistemologicamente, come

adequatio intellectus et rei intelligibilis – “la cosa in quanto intellegibile”, dunque, mediante questa continua ridefinizione dell’universale (*a priori*) sul dato (*a posteriori*), cioè e non “la cosa in sé” dell’epistemologia kantiana.

- Tutto ciò significa che in **NRC** è valido un **principio di generalizzazione astrattiva (PGA)** – estensione della legge di “generalizzazione universale” del calcolo dei predicati, $\langle \varphi\alpha \Rightarrow \forall x(\varphi x) \rangle$ - che sostituisce in NRC il fregeano “assioma di comprensione” di NCR, per mezzo del quale è possibile costruire domini concettuali, e che si legge come segue:

$$\text{(PGA): } \left[(\exists \varphi, \alpha) \left(E! \mu \left((\mu \rightarrow_c \varphi) \wedge (\mu \rightarrow_c \alpha) \wedge (\varphi \rightleftharpoons \alpha) \right) \Leftrightarrow \varphi\alpha \right) \right] \wedge \\ \wedge \left((\varphi\alpha \Rightarrow \forall^m x(\varphi x)) \equiv \mathbf{A} \right)$$

- ◆ Dove, $\langle \varphi\alpha \rangle$ denota metalogicamente una “descrizione definita” di un individuo, caratterizzante cioè un nome proprio e la sua capacità di denotare (p.es., “Socrate” definendolo: “Socrate è *il* maestro di Platone”). Le descrizioni definite sono infatti caratterizzate dall’identità fra il predicato $\langle \varphi \rangle$ e il suo argomento $\langle \alpha \rangle$, nel nostro caso

causalmente costruita attraverso una struttura **KD45**, fornendo così un'implementazione “cognitiva” dello schema (**PSO**), dove il generatore è l'individuo attualmente esistente $\langle \mu \rangle$.

- ◆ Il termine destro della congiunzione è dunque una formulazione del “principio di generalizzazione universale” del calcolo dei predicati, e $\langle \mathbf{A} \rangle$ denota una *classe logica*, ovvero il dominio che soddisfa il predicato $\langle \varphi x \rangle$ così induttivamente costruito come “oggetto mentale *astratto*” (cfr. il quantificatore indicizzato in $\langle m \rangle$ di “mentale”).

6.4. Conclusione

- ◆ Credo che tutto questo sia sufficiente a illustrare le potenzialità teoretiche della *filosofia formale* e come possa servire, innanzitutto, a svelare l'impianto logico-inferenziale “forte” delle discipline filosofiche che ne fanno uso, restituendo ad esse a pieno titolo la caratterizzazione di *scienze filosofiche* nella post-modernità.
- ◆ E, per ciò stesso, serva a fornire una base per il dialogo interdisciplinare con le scienze matematiche e naturali, senza confusioni fra i metodi, oltre che fornire un

impianto teoretico per il dialogo interculturale e inter-religioso, incluso il dialogo fra credenti e non-credenti.

- ◆ Quelli che, naturalmente, non cedono alle facili e suicide lusinghe dell'ontoteologia, fra i primi, e quelli che, fra i secondi, rifiutano la lusinga dello “illuminismo oscurantista” dello *etsi deus non daretur*, che relega la religione e la teologia nel recinto della superstizione e dell'irrilevanza per la teoresi – moderni epigoni del Lucrezio del *De Rerum Natura* che collocava gli dei nell'irrilevanza “causale” degli *inter-mundia*. I non-credenti, cioè, che accettano la sfida dello “illuminismo illuminato” di pascaliana memoria, di essere disposti a pensare *veluti si Deus daretur* – dove l'uso della minuscola nel primo caso non è un errore di stampa¹.

¹ Cfr. BENEDETTO XVI, *L'Europa di Benedetto nella crisi delle culture*, Cantagalli, Siena, 2005, p. 61s.

6.5. Note

¹ Cfr. A.W. Wallace, *Modeling of Nature. Philosophy of science and philosophy of nature in synthesis*, Catholic University of America Press, Washington D.C., 1996, pp. 281ss.) e i due capolavori di A. N. Whitehead *Il concetto della natura*, Einaudi, Torino, 1975, pubblicato per la prima volta nel 1920 e il monumentale *Process and reality*, del 1929 e riproposto in un'edizione rinnovata nel 1957: *Process and reality. Renewed edition*, D. R. Griffin & D W. Sherburne (EDS.), McMillan Publ. New York-London, 1978. Essi hanno segnato il ritorno della filosofia della natura nell'ambito della cultura scientifica contemporanea ad opera di uno dei più grandi artefici di essa.

² “Tutto è accessibile all'uomo e l'uomo è misura di tutte le cose. In ciò si riscontra un'affinità coi sofisti, non con i platonici, con gli epicurei e non con i pitagorici, con tutti i fautori del mondano e del terreno” (citato nel mio manuale (Basti 2002, 253)).

³ Giustamente Francesco Panizzoli pone questo passo come fondamentale per una fondazione logica e ontologica della dottrina tommasiana della partecipazione. Cfr. F.

PANIZZOLI, *Ontologia della partecipazione. Verso un'ontologia formale della metafisica della partecipazione di Tommaso d'Aquino*, Aracne, Roma, 2014, §5.2.

⁴ Cfr. *In de Causis*, I. 15. Ecco il testo: *Tertiam propositionem sumamus XLIII libri eius, quae talis est: omne quod ad seipsum conversivum est, **authypostaton** est, id est per se subsistens. Quod probatur per hoc quod unumquodque convertitur ad id per quod substantificatur; unde, si aliquid ad seipsum convertitur secundum suum esse, oportet quod in seipso subsistat.* Ovvero:

*Prendiamo la terza proposizione dal suo Libro XLIII, che dice così: ogni cosa che si rivolge su se stessa, è **authypostaton** (auto-ipostasi), cioè per se sussistente (e non solo in sé esistente). Il che si prova per il fatto che qualsiasi cosa si rivolga su se stessa, si rivolge a ciò per cui è sostantificato. Quindi se qualcosa si rivolge a se stesso secondo il proprio essere, è necessario che sussista in se stesso.*

P.es., il colore non è sostanza, ma accidente (qualcosa che accade a una sostanza) perché non si rivolge su se stesso, non si auto-include, ma ad altro da sé, ovvero esiste in una sostanza, p.es. il bianco nel latte o nella neve....