

DALL'INFORMAZIONE ALLO ALLO SPIRITO: ABBOZZO DI UNA NUOVA ANTROPOLOGIA

Gianfranco Basti

1 TRE POSSIBILI SOLUZIONI DEL PROBLEMA MENTE-CORPO

Il problema della relazione mente-corpo ha sempre affascinato la ricerca filosofica, teologica e — nell'età moderna — scientifica, per via delle sue molteplici implicazioni. Per esempio, vi sono numerose evidenze che mirano a sostenere la convinzione di una sorta di “indipendenza” della mente rispetto al corpo:

1. L'esperienza comune ad ogni uomo di una vita interiore, legata alla capacità dei nostri “io” di distaccarsi dal proprio corpo fin quasi a poterselo oggettivare dinanzi — anche se mai completamente — in ogni comportamento di tipo consapevole (= auto-coscienza).
2. L'universale credenza religiosa in una qualche forma di sopravvivenza degli “io” umani dopo la morte.
3. La necessità di supporre la libertà individuale di ciascun uomo per poter giustificare la responsabilità individuale dei suoi atti consapevoli, sia dal punto di vista morale che legale.
4. L'unicità formale qualitativa e quindi l'ultima auto-referenzialità¹ di ogni universale logico in quanto tale (universali matematici inclusi), e quindi la natura formale, immateriale, del pensiero logico.

Un'evidenza questa, che oggi — in un'epoca in cui le menti avvezze a riflettere teoreticamente certo non abbondano — (è compresa e quindi) è ritenuta valida per giustificare l'indipendenza della mente rispetto al corpo solo da un piccolo numero di logici e matematici, Kurt Gödel prima di tutti. Viceversa da Platone in poi, quest'evidenza era nel pensiero classico la motivazione principale usata dai filosofi per sostenere la natura “immateriale” della mente umana.

¹ Ovvero, il carattere ultimamente non replicabile (non iterabile) di ogni universale logico in quanto tale, nelle sue potenzialmente infinite e quantificabili implementazioni materiali di esso, così — sotto determinate condizioni — da poter essere considerato riducibile a (equivalente a) un siffatto insieme infinito di applicazioni (= interpretazione puramente estensionale dei predicati in logica). “Universale”, infatti, significa letteralmente *unus versus alia* “unico rispetto ad altri”, ovvero “assolutamente unico”. Per esempio, vi possono essere infinite implementazioni quantitative di numeri (infinite collezioni-oggetto di “unità”, “doppie”, “triple”, ..., *n*-ple), ma le nozioni universali di “unità”, “dualità”, “trinità”, ..., “*n*-ità” sono ciascuna come tale assolutamente *uniche* e come tali irripetibili e auto-referenziali. È questa la scoperta fondamentale di Platone che caratterizza tutta la logica e matematica dell'occidente, tanto da far affermare a qualcuno che non si può essere dei veri logici o matematici senza essere “platonici” (Fraenkel 1968). Più correttamente, si dovrebbe dire che, se si vuole affermare che la logica e la matematica sono linguaggi dotati di un qualche significato, non si può non accettare questa posizione di pensiero. Ovviamente, però, si può negare che matematica e logica formale siano linguaggi dotati di significato, ma solo convenzioni linguistiche e quindi correttamente negare siffatta posizione (Nelson 2002).

Nella storia del pensiero occidentale, sono state sostenute e discusse tutt'e tre le possibili soluzioni del problema: *la dualista, la monista e la duale*. La soluzione "duale" — la mente, o, più propriamente l'anima, è "forma" che informa la materia facendone un corpo umano, così da produrre l'inseparabile unità psicofisica della persona —, si contrappone all'estremismo delle due precedenti, così da sembrare a prima vista la più ragionevole. Dal momento che, però, storicamente la soluzione duale dipende dall'ontologia aristotelica degli enti fisici, essa è stata in sostanza abbandonata nell'età moderna. In tal modo si è prodotta nella modernità la falsa dicotomia fra una soluzione dualista di tipo neo-cartesiano e la soluzione monista di tipo materialista². Al contrario, la crisi di un'ontologia fisica di tipo meccanicista, legata alla fine dell'assolutizzazione ingenua della meccanica classica di tipo newtoniano, rende obsoleta questa dicotomia. (Prigogine & Stengers, 1979; MacKay 1980; Prigogine 1981; 1999; Thom 1989). In particolare, grazie allo sviluppo della "nuova fisica", a partire dall'inizio del XX secolo, e all'attuale tumultuoso sviluppo dell'approccio informazionale nelle scienze biologiche e cognitive in quanto basate sulla costruenda teoria fisico-matematica dei sistemi dinamici stabili fuori dall'equilibrio, l'ontologia fisica "duale" di tipo aristotelico è di fatto quella oggi più usata

Se negli ultimi vent'anni del secolo appena trascorso e della sua vita, il Premio Nobel Ilya Prigogine, principale fautore nel mondo scientifico di tale riproposizione, ha preferito abbandonare questa battaglia filosofica per mancanza di seguito e di interlocutori validi, e rituffarsi nella ricerca e nella produzione squisitamente scientifiche, non è certo perché aveva posto dei falsi problemi o perché i problemi teoretici da lui sollevati abbiano trovato nel frattempo una soluzione alternativa. È semplicemente perché, nell'attuale panorama del pensiero scientifico, siamo in attesa di un nuovo Newton in grado di far compiere alle scienze fisico-matematiche un salto analogo, ma di ben più vasta portata, a quello che il grande pensatore inglese fece fare alla fisica e alla matematica di quattro secoli fa' all'inizio della modernità. In particolare, siamo tutti in attesa di una adeguata *teoria dell'informazione* per sistemi fisici che non rientrano nel paradigma dei sistemi della meccanica classica — meccanica statistica inclusa —, quali sono i sistemi dinamici non-lineari stabili fuori dall'equilibrio (sistemi caotici). Una teoria dell'informazione che sia quindi adeguata (vera) anche per tutti i sistemi biologici — sistemi cognitivi inclusi —, sotto-insieme rilevante di quelli (Kaufman 1992; 1995; 2000; Zeh 2001).

In ogni caso, per pensatori filosofici d'indole religiosa come noi, resta il problema di come rendere consistente l'ontologia duale della mente-forma-della-materia nella costituzione dell'unità psicofisica della persona umana, con la credenza religiosa della sopravvivenza di uno spirito individuale dopo la morte. Problema del tutto analogo a quello che Tommaso affrontò e risolse settecento anni fa' in un contesto sociale, culturale e politico che manifesta tanti punti di contatto col nostro. Tralasciamo dunque la soluzione monista e dualista sulla cui esposizione critica ci siamo già altrove soffermati in una precedente edizione di questo annuario (Basti 2000) e concentriamoci sulla soluzione duale.

2 LA SOLUZIONE DUALE

2.1 ONTOLOGIA FORMALE DELLA SOLUZIONE DUALE

Come ben si sa, l'originalità della soluzione duale del problema mente-corpo rispetto a quella dualista, consiste nel fatto che in tale approccio si può in linea di principio affermare la non riducibilità della mente al corpo senza supporre una "sospensione" della causalità fisica degli eventi neu-

² Di per sé esiste anche la versione spiritualista della teoria monista, quella spiritualista leibniziana che riduce il corpo, e più generalmente la materia, ad una rappresentazione dell'anima. Di questa qui non ci occuperemo.

rali soggiacenti. Questo perché tale soluzione, più in generale, suppone una critica dell'ontologia meccanicista con cui la causalità viene generalmente interpretata in fisica.

La connessione fra l'approccio informazionale al problema mente-corpo e l'ontologia duale aristotelica dei corpi può essere introdotta come segue:

1. Dato che noi cambiamo completamente la materia di cui i nostri corpi sono costituiti almeno due volte ogni anno, è evidente che la stabilità e la persistenza nel tempo di noi stessi è strettamente legata a qualche tipo di identità della struttura informazionale globale che organizza la materia dei nostri corpi (Penrose 1996). Ovviamente, la precedente discussione ci aiuta a comprendere che il cuore del problema consiste nel senso che noi dobbiamo attribuire alla nozione d'*identità* della struttura informazionale che non può essere il senso puramente estensionale cui noi siamo abituati come scienziati moderni. Infatti noi siamo *gli stessi* nel tempo perché siamo in grado di *cambiare* e di *adattare di continuo* noi stessi a condizioni che cambiano sempre. “Chi si ferma muore” è la regola fondamentale nei sistemi viventi e nella loro logica.
2. D'altra parte, come la forma e la materia in un'ontologia duale vanno sempre insieme e nessuna delle due può stare separatamente, così il *flusso informazionale* dev'essere sempre incorporato in un *flusso energetico* — un segnale è pur sempre un evento fisico —, senza essere reciprocamente *riducibili* (né identici, né equivalenti)³. Il problema dell'identità logica e dei differenti sensi (estensionali o no) che esso può assumere, appare essere il problema logico previo da risolvere per un approccio informazionale “scientifico” degno di questo nome allo studio dei sistemi biologici e cognitivi.
3. Un terzo punto qualificante la teoria duale è quello della *localizzazione della mente* rispetto al corpo (Basti 1991, 265ss.). Mentre nelle teorie dualiste e moniste si segue quello che M. Schlick definì il *principio d'introiezione* secondo il quale la mente (o anima) è localizzata *dentro al corpo*, generalmente nel cervello, nell'approccio informazionale alle scienze cognitive è *la mente a contenere il corpo*. Essendo cioè la mente localizzata nel flusso informazionale dei controlli fra i singoli organi che compongono il corpo e fra il corpo e l'ambiente circostante, un flusso di controlli contiene sempre i sistemi fisici fra cui si esercita (MacKay 1980, 1390). P. es., quando sono seduto al mio computer, il flusso dei controlli “da” e “a” il mio computer contiene me e il computer stesso che siamo due sistemi fisici distinti con due distinte fonti energetiche. È notevole che anche nell'ontologia duale aristotelica si giunga al medesimo risultato (l'anima contiene il corpo) per il medesimo motivo teoretico. Tommaso d'Aquino, infatti, interrogandosi sul problema della localizzazione di entità spirituali (Dio, angeli, anima) rispetto alle entità fisiche da esse governate (universo, sfere celesti, corpo umano) fornisce, seguendo Aristotele (*De An.*, I, 411b, 8s.) la medesima soluzione (*Summa Theologiae*, I, 52,1c; 76, 8c; etc.). La localizzazione di queste entità, essendo esse immateriali e quindi non valendo per esse una relazione contenente-contenuto in base alla posizione relativa delle loro dimensioni corporee, è relativa *all'estensione del loro potere di controllo*⁴ sulle entità corporee controllate, che in questo senso sono “contenute” dalla entità spirituale e non viceversa (Dio contiene l'universo, l'angelo la propria sfera celeste, l'anima il corpo).

³ Nella semantica dei linguaggi matematici l'identità suppone l'equivalenza, vale cioè l'*assioma di estensionalità*. Se due predicati hanno la medesima estensione, cioè sono definiti sullo stesso insieme (o classe) di oggetti, hanno il medesimo significato. Ovvero, se due predicati graficamente diversi connotano due classi *equivalenti*, ovvero che contengono tutti e solo i medesimi elementi, queste due classi sono anche *identiche*, sono la medesima classe.

⁴ Usando l'usuale “metafora cibernetica” (*ars gubernatoria*) al riguardo (cfr. nota 16), Tommaso parla dell'estensione del potere delle entità spirituali di *gubernare et regere* le relative entità corporali come chiave della soluzione del problema della loro localizzazione rispetto al mondo fisico.

Per affrontare in forma iniziale, ma adeguata la connessione fra la teoria duale del rapporto mente-corpo e le scienze cognitive, dobbiamo approfondire prima *la logica soggiacente all'ontologia aristotelica*, cioè la sua *ontologia formale*⁵. Senza questo rigore formale nell'affrontare la questione, parlare di mente o anima come “forma” del corpo diventa un equivoco *pour parler*, senza alcuno spessore teoretico e rilevanza culturale, perché per uno scienziato moderno è un linguaggio senza senso. L'ontologia formale, in quanto disciplina filosofica, è una particolare evoluzione della moderna filosofia analitica che giustamente tenta di risolvere il problema di una teoria scientifica del significato, recuperando alla logica simbolica moderna il cuore della logica formale classica (greca e scolastica): la teoria dei *diversi significati* del più fondamentale (“trascendentale”, nel senso che fonda qualsiasi altra distinzione categoriale) dei predicati: *essere*. I più importanti di questi significati sono:

1. *L'essere dell'essenza o entità*, che dice *che cosa* un dato ente è (la filosofia scolastica denotava questo senso dell'essere col termine *quidditas*, letteralmente “la checcosità”. P. es., quando dico che “il corridore è colui che corre” senza dire nulla circa l'effettiva *esistenza* di quest'oggetto⁶).
2. *L'essere dell'esistenza o essere comune*⁷, che dice *se* una data istanza individuale di un'essenza *esiste*, p. es., quando dico che “Vi è un corridore sulla strada”.

Attraverso una siffatta distinzione, l'ontologia pre-moderna era capace di fare ciò che l'ontologia moderna non è più in grado di fare: avere un'identità (= identità dell'essenza, della “checcosità” di *ciò che* un esistente è nella sua totalità), senza equivalenza (= identità della relazione tutto-parti, dato che sia “parti” che “tutto” sono *ciò che esiste*, sebbene con differenti modalità). P. es., io sono lo stesso (Gianfranco Basti) sia quando ero (esistevo come) una singola blastula nel grembo di mia madre subito dopo il mio concepimento, sia quando avevo quattro anni e pesavo venti chili, sia ora che ho cinquant'anni e peso quasi cento chili (sono soprappeso!), composto da

⁵ Per un'introduzione alla nuova disciplina dell'ontologia formale, si visiti il sito www.formalontology.it. Per un'introduzione all'ontologia di Aristotele, cfr. (Basti 2002a, cap. 5), e per una formalizzazione di essa quasi totalmente compatibile con questa trattazione, cfr. (Cocchiarella 1996; 2001).

⁶ “Entità” (*entitas*) di per sé traduce il greco *ousía* che è il termine usato da Platone per denotare le *essenze* in quanto esistenti immateriali *unici* (p.es., la “gattità”), separati dalle loro implementazioni materiali *molteplici* (p.es., i singoli gatti). Nell'ontologia duale l'entità non connota un *differente modo di esistere dell'unica essenza* (= ente immateriale) rispetto alla molteplicità materiale degli enti che la condividono come in Platone, ma un *differente modo di connotare* un ente in quanto esistente in base alla sua *specificità*, in base alla sua essenza. L'entità è cioè un “trascendentale” dell'ente. Ovvero, quando dico “ente” in riferimento ad un dato oggetto, di fatto sto connotandolo come *esistente*. Quando dico “entità” sto di fatto denotando il medesimo esistente, ma connotandolo nella sua specificità, secondo la sua modalità propria di esistere che dipende dalla sua essenza. In questo senso io, in quanto ente, sono un *esistente* come tutti gli enti (*essere comune, ens participialiter sumptum*); come entità sono un'entità umana (= *essere specifico, ens nominaliter sumptum*), anzi (specificando al massimo), *l'entità umana Gianfranco Basti*. Quando dunque si parla dell'entità come “essere dell'essenza”, non si vuol denotare un esistente (un'essenza immateriale), ma la modalità specifica di esistenza di un ente (esistente), in quanto dipende (per la sua specificità) dalla sua essenza (ovvero, nel caso di enti fisici, da un determinato concorso causale che lo fa esistere a quel modo e non in un altro). In questo senso, ogni entità può anche dirsi implementazione, realizzazione individuale, esistenziale, di un'essenza. Ovvero, con entità come connotazione di un esistente, si intende il risultato unico e irripetibile di un concorso causale che ha delle note comuni con quello che fa esistere gli enti della medesima specie (p.es., gli umani, o i gatti, etc.), ma con delle caratteristiche particolari ed uniche su cui si basa l'individualità irripetibile del singolo (Gianfranco Basti, o Poldo, etc.). Per un approfondimento, cfr. (Basti 2002a, capp. 5 e 6) e, riguardo alla formalizzazione in ontologia formale della nozione aristotelica di “essenza” o “genere naturale (natura)” come effetto non individuale di (o specifica modalità di esistenza comune a più enti derivante da) un determinato concorso causale, cfr. (Cocchiarella 2001).

⁷ L'esistenza è connotata come “essere comune” nell'ontologia scolastica, in quanto *analogato comune* di tutti gli enti, in base al principio parmenideo, fondamentale per ogni metafisica consistente, che ogni ente *esiste*. Un ente non esistente è cioè una contraddizione in termini. L'essenza è dunque ciò che connota la *modalità di esistenza* di ogni ente, ciò che lo rende una determinata *entità*, e che fa sì che l'essere si dica in altrettanti modi quante sono le essenze, rendendo la nozione di essere *analogica* e non univoca.

molti miliardi di cellule (effettivamente, un numero dell'ordine di 10^{17} , alcune centinaia di milioni di miliardi di cellule!), secondo un'organizzazione della materia del mio corpo del tutto imprevedibile dal DNA della mia blastula originaria, anche se tutte le cellule del mio corpo hanno il medesimo DNA di quella blastula, così da farne il mio identificativo individuale più attendibile. Questa limitazione della logica e dell'ontologia formali moderne dipendono originariamente dalla riduzione kantiana dell'essere a semplice copula fra un soggetto e un predicato, riduzione che fa "collassare" l'uno sull'altro i due suddetti significati, rendendoli indistinguibili, e quindi dal conseguente sviluppo di un calcolo logico esclusivamente basato sull'assioma di estensionalità, tipico della logica matematica, che caratterizza la logica formale moderna, e quindi la sua *sintassi* e la sua *semantica* formali⁸.

Applicata al nostro problema mente-corpo, la distinzione essere-dell'essenza / essere-dell'esistenza implica una critica immediata alla semantica e all'ontologia formali implicite nella soluzione monista del problema. Esemplificando rispetto alla sintetica trattazione di Quine (Quine 1989, 163), è ben vero che, come afferma Quine, seppure l'enunciato intenzionale (*I-talk*) "io penso a Vienna" non è mai logicamente riducibile a un qualsiasi enunciato osservativo (*O-talk*) su determinati processi neurali del mio cervello correlati all'atto della mia enunciazione verbale e del suo correlato stato mentale, nondimeno ciò che i due enunciati denotano al livello di *ciò che esiste* del contenuto mentale relativo all'enunciato intenzionale è un processo neurofisiologico⁹. Si tratta cioè di due *connotazioni* logicamente distinte e logicamente irriducibili di un medesimo esistente denotato. Tuttavia, se aggiungiamo alla nostra ontologia formale l'ulteriore assioma concernente la distinzione fra *essere-dell'essenza e essere-dell'esistenza*, pur rimanendo vero che l'esistente denotato è unico, si può affermare in maniera consistente che *l'entità* (essere dell'essenza) dell'esistente denotato — l'evento neurofisiologico (accidente) di un corpo umano vivente (sostanza) dotato di "mente" —, sia a livello del linguaggio intenzionale soggettivo (*I-talk*) e della sua logica intensionale (entità mentale), sia a livello del linguaggio osservativo oggettivo del neurofisiologo (*O-talk*) e della sua logica estensionale (entità neurofisiologica), ha una duplice e irriducibile componente *materiale* e *formale*. Un evento neurofisiologico non è solo materia, ma materia e forma, materia organizzata secondo una forma, come qualsiasi altro ente fisico, sia esso una sostanza (corpo) o un suo accidente (evento).

Non possiamo qui dilungarci, perché ininfluyente agli scopi di questo lavoro, sull'analisi fenomenologica degli enunciati intenzionali (*I-talk*) e del loro duplice contenuto *intensionale* (p.es., ciò che io intendo quando dico "penso a Vienna") e *estensionale* (p.es., ciò a cui mi riferisco quando dico "penso a Vienna": cfr. nota 9) e sulla duplice componente *materiale e formale* del contenuto intensionale (*noema*) di questi enunciati, in particolare in quanto enunciati di esperienza (*noema percettivo*). Per questo rimando alle analisi di fenomenologia della percezione di E. Husserl e di M. Merleau-Ponty (Merleau-Ponty, 1949) sull'argomento, che suppongo ben conosciute dal pubblico filosofico (Cfr. anche l'ottima sintesi in Dreyfus 1982, 97-124). Tali analisi sono ininfluenti perché

⁸ Esemplificazione di questo limite del calcolo logico estensionale è il senso che in logica e matematica ordinariamente si dà al predicato "esistere". "Esistere" in matematica e nella logica (calcolo) formale a base insiemistica si riduce all'uso sintatticamente corretto in un determinato linguaggio del quantificatore esistenziale applicato all'argomento x di un dato predicato P : " $\exists x Px$ ", il che equivale ad affermare in maniera consistente che l'elemento x appartiene all'insieme P : " $x \in P$ ".

⁹ Di per sé l'enunciato intenzionale "Io penso a Vienna" denota la città di Vienna. Ma, come l'analisi fenomenologica insegna, ciò che caratterizza gli enunciati intenzionali è il loro doppio denotato o doppio contenuto. Essi primariamente denotano lo stato mentale (contenuto intensionale: *Io penso a...*) mediante il quale ci si riferisce all'ente fisico extra-mentale (contenuto estensionale: *... Vienna*). Il problema è dunque quello dell'analisi dello statuto ontologico del cosiddetto "contenuto mentale". Dato per concesso che la sua entità non è riducibile a quella del correlato processo neurofisiologico, a livello di *esistente*, il contenuto mentale è un esistente separato dal soggetto (e quindi dal cervello) di chi lo pensa? O la sua modalità di esistenza è quella di accidente del soggetto pensante (cervello incluso)?

basate sulla ben nota *epoché fenomenologica* al riguardo. Dipendono, cioè, dalla sistematica “sospensione del giudizio” riguardo la cosiddetta *tesi naturalistica* (= giudizio di esistenza extramentale) sul denotato degli enunciati intenzionali, che caratterizza il metodo fenomenologico. Tale sospensione implica che l’analisi fenomenologica in linea di principio si concentra sui soli contenuti intensionali della conoscenza e del linguaggio, prescindendo sistematicamente dall’esistenza extramentale o meno degli oggetti cui si suppone tali contenuti mentali si riferiscano. Viceversa, ciò che a noi interessa qui è proprio la *tesi naturalistica*. Ovvero c’interessa sapere se la distinzione noematica intensionale, fra materia e forma della percezione, abbia un qualche “fondamento reale” a livello dell’entità (essere dell’essenza) dell’esistente denotato da enunciati osservativi delle neuroscienze cognitive. È chiaro, lo ripetiamo, che l’analisi fenomenologica *non può dare alcuna risposta al riguardo*, perché tale risposta eccede i limiti del suo metodo basato sull’*epoché*.

Viceversa, alla luce di un’ontologia formale duale dell’entità degli esistenti fisici — basata sulla distinzione materia-forma come propria e costitutiva della natura di tutti gli enti fisici —, tipica dell’approccio aristotelico in filosofia della natura, si potrebbe *in abstracto* affermare che la distinzione materia-forma che emerge dall’analisi fenomenologica dei contenuti di coscienza e degli enunciati linguistici corrispondenti ha un *fondamento reale*, oggettivo. La questione è se tale ontologia — rifiutata in nome della scienza moderna e della sua adesione ad un’ontologia meccanicista neo-democritea come l’unica consistente con i dettami della fisica newtoniana — può essere posta in continuità con gli sviluppi post-meccanicisti delle scienze fisiche, biologiche e cognitive attuali, così da rendere ri-proponibile *in concreto* all’uomo contemporaneo anche la connessa soluzione duale al problema mente-corpo come l’ontologia appropriata delle neuroscienze cognitive applicate all’uomo.

Per far questo occorre comprendere un po’ meglio cosa si possa intendere con l’enunciato fondamentale dell’ontologia duale e cioè che l’unico esistente connotato dalla duplice e irriducibile descrizione di uno stato mentale (soggettiva e oggettiva, intenzionale e scientifica) è “un’entità composta di materia e forma”, se con ciò non si vuole dire quanto afferma l’ontologia dualista. In altri termini, non si vuole affermare che materia e forma sono a loro volta due oggetti (entità) esistenti, evidentemente in contraddizione con la supposta unicità dell’entità esistente considerata. Per evitare la suddetta contraddizione è chiaro che “materia” e “forma”, in quanto referenti distinti e irriducibili di enunciati che ultimamente connotano un unico oggetto (entità) esistente vanno intesi come essenzialmente riferentesi non ad oggetti ma a *relazioni costitutive* (=cause) l’oggetto, costitutive l’essenza, la natura dell’entità esistente considerata. Più esplicitamente, il referente esistenziale di ciò che connotiamo come “materia” o come “forma” di un’unica entità esistente sono la “componente materiale” e la “componente formale” dell’unica, ma *complessa* relazione causale *mediante la quale* qualcosa esiste come una determinata entità, come un ente fisico (sia esso “sostanza”, un corpo, o “accidente”, un evento di un corpo) con una sua specifica natura (essenza) che lo distingue *realmente* e non solo *logicamente* dagli altri enti. In questo senso, si dice nella filosofia scolastica che “materia” e “forma” non sono *ens quod*, ma *ens quo*, non sono *ciò che esiste (id quod existit)*, ma *ciò mediante cui qualcosa esiste (id quo aliquid existit)*.

In sintesi, dunque, l’ontologia duale aristotelica della materia e della forma si distingue da quella dualistica platonica perché fornisce una *spiegazione causale* delle essenze mediante cui gli enti si distinguono *realmente* (e non solo *logicamente*) gli uni dagli altri. P. es., la realtà dell’essenza del gatto, la sua entità, non consiste nel fatto che tale essenza esiste come “pura forma” in un mondo delle essenze distinto da quello fisico dell’esperienza ordinaria, come nell’ontologia dualista. Ma nel fatto che “l’esser-gatto” di ciascun rappresentante di questa specie di felini dipende da un determinato concorso di cause che fa sì che i gatti possano esistere e di fatto esistono solo in una determinata “nicchia ecologica” che consente alla materia organica, comune a tutti i viventi, di essere organizzata secondo la forma di gatto. La stabilità della specie-gatto dipende dunque dalla stabilità della nicchia ecologica (del concorso di cause fisiche, genetiche ed ambientali) relativa. La specie-

dinosauro, infatti, ha cessato di esistere, quando è venuta meno in maniera catastrofica la sua nicchia ecologica, l'insieme delle cause ambientali che rendevano possibile l'esistenza di queste entità naturali. L'entità dinosauro *esiste* oggi solo come “ente di pensiero” nei testi di paleontologia o nelle molteplici *fiction* che riguardano questi animali antichissimi¹⁰.

Applicata alla meccanica, quest'ontologia implica una critica dell'ontologia meccanicista. Aristotele, infatti, criticava l'interpretazione meccanicista di tipo geometrico-deduttivo della causalità fisica data da Democrito. Secondo tale interpretazione, tutte le differenze di natura fra gli enti fisici dipendono solo dall'azione causale di forze meccaniche (urti) che modificano l'ordine e la posizione relativa degli atomi che costituiscono la materia di quegli enti. Invece, è evidente, dice Aristotele, che, nella maggior parte dei processi fisici (prima di tutto, ma non solo quelli che riguardano i corpi viventi), non è affatto vero che noi possiamo predire univocamente lo stato finale stabile di un processo considerando solo le “cause iniziali” di esso: la “causalità agente” (le forze) e il sostrato o “causa materiale” (posizione e ordine degli elementi) sul quale la prima agisce. Nella maggior parte dei processi fisici non è possibile predire univocamente lo stato finale, quasi fosse deducibile da queste cause iniziali come lo è un teorema dai suoi postulati in geometria. In molti processi fisici, secondo Aristotele, partendo da cause iniziali simili se non proprio identiche, né lo stato finale, né — dato uno stesso stato finale — il percorso spazio-temporale (nei termini della fisica moderna, la traiettoria nello spazio delle fasi del sistema dinamico considerato) per mezzo del quale il processo raggiunge lo stato finale, sono gli stessi così da essere predicibili. Quindi, secondo Aristotele, un'ontologia sufficiente degli enti fisici deve considerare anche la *componente formale* (la “causa formale”, nella terminologia aristotelica) della causalità fisica, temporalmente simultanea rispetto all'intero processo, e non soltanto le sue componenti iniziali (le cause “agenti” e “materiali”).

Come Aristotele affermava (*Phys.*, II,2,194a-27-29. Cfr. Basti 2002a, cap. 5), “la forma è sia *termine* del movimento permanente degli elementi, (...) sia *ciò-per-mezzo-del-quale* quel *termine* è raggiunto”. In termini moderni, con *componente formale* dell'unica causalità fisica Aristotele intende non solo lo stato stabile non predicibile (quindi fuori dall'equilibrio) di un processo dinamico (il *termine* del movimento), ma anche la capacità del sistema di raggiungere questo stato stabile seguendo differenti percorsi (cioè, differenti traiettorie nello spazio delle fasi). Questo è il senso dell'espressione aristotelica “ciò-per-mezzo-del-quale quel termine è raggiunto”. E' evidente perciò che interpretare l'identità di una tale “forma fisica” in un senso estensionale, puramente geometrico” e, conseguentemente, la misura d'informazione associata nel senso di una misura di entropia, è assolutamente *senza senso*. Non ha alcun senso geometrico definire formalmente identiche due traiettorie nello spazio delle fasi, che seguendo percorsi diversi hanno in comune solo l'intorno di un dato punto rispetto al quale tali traiettorie quasi si chiudono su se stesse dando origine ad un pseudo-ciclo. Ciò che è geometricamente *senza senso*, assume invece un senso ben preciso in campo *semantico-intenzionale*. Pensiamo, con un esempio banale, alle traiettorie ben diverse che facciamo percorrere alle nostre mani che impugnano una forchetta, quando dinanzi a un buffet ben imbandito di una cena fredda, riempiamo il nostro piatto di oggetti commestibili distribuiti casualmente sul tavolo. Sono tutte traiettorie distinte, composte di parti solo parzialmente sovrapponibili che hanno in comune solo l'intorno definito dalla circonferenza del piatto, in quanto punto di partenza e di arrivo di ciascuna di esse. Sono tutte traiettorie pseudo-cicliche, nient'affatto geometricamente equivalenti eppure tutte *formalmente* identiche dal punto di vista semantico. Significano tutte, infatti, la medesima cosa: *mettere cibo nel piatto!*

¹⁰ Per un approfondimento dell'ontologia aristotelica nei confronti di quella platonica cfr. (Basti 2002, cap. 5). Una formalizzazione di questa descrizione dell'ontologia aristotelica, nei suoi punti salienti del tutto consistente con la mia trattazione, può trovarsi in (Cocchiarella 2001). Una discussione critica della formalizzazione di Cocchiarella, nei suoi punti di continuità e di differenza con una formalizzazione dell'ontologia aristotelica, alla luce della sua evoluzione in Tommaso e nella scolastica può trovarsi in (Basti 2003) di prossima pubblicazione.

Questo esempio ci introduce così nel secondo punto caratterizzante l'ontologia duale aristotelica: quello riguardante la distinzione fra corpi fisici viventi e non. Riguardo ai corpi fisici *viventi*, l'ontologia aristotelica suggerisce infatti che la componente formale della causalità fisica va ulteriormente suddivisa nella componente *formale e finale*, perché nei viventi gli stati finali delle loro modificazioni fisiche in qualche modo *preesistono* ai processi fisici mediante i quali essi sono effettivamente raggiunti, sebbene seguendo percorsi (traiettorie nello spazio delle fasi) sempre differenti. Nell'esempio di cui sopra, è il pre-esistente desiderio di cibo (= fame) ciò rispetto a cui le parti materiali del suddetto comportamento motorio acquistano quell'ordinamento in pseudo-cicli prima descritto. Condividono cioè la medesima "forma" — un'identità senza equivalenza —, intesa come “ciò in causa del quale” lo stato finale pre-determinato viene raggiunto¹¹. Tali stati finali pre-determinati possono essere perciò a buon titolo connotati col termine di *fini*. P.es., nei processi di crescita di un organismo fisico, questi “fini” sono in qualche modo definiti nel genoma, anche se nel genotipo non è descritto in forma deterministica tutto il percorso (traiettoria) di accrescimento verso p.es., lo stato maturo del fenotipo. Quale percorso l'organismo effettivamente seguirà per raggiungere lo stato finale dipende da una miriade di fattori, innanzitutto ambientali, irriducibili alle cause iniziali (genetiche). Per questo, il “corredo genetico” non è assimilabile ad un programma di computer, né al processo deterministico di stabilizzazione di un sistema meccanico classico, né ad un insieme di istruzioni per il computo deterministico di una MT¹². Così due animali della stessa specie, sebbene condividano lo stesso tipo e numero di cromosomi che determinano le caratteristiche comuni del fenotipo della specie, seguono percorsi di sviluppo (ontogenesi) diversi, che non dipendono solo dall'individualità del loro DNA, e che fanno sì che non esistano mai in biologia due individui identici della stessa specie, anche nel caso di gemelli monozigoti (a differenza invece che in fisica dove due particelle della stessa specie vanno considerate a tutti gli effetti “identiche”, fino a dubitare (in meccanica quantistica) della loro stessa individualità).

Infine, rispetto agli *umani*, l'*intenzionalità* che caratterizza il nostro comportamento cosciente, fa sì che vi sia la possibilità di aggiungere consapevolmente nuovi fini a quelli biologici, così che questi “fini” possano a buon titolo assumere la connotazione di *scopi* e il comportamento che ne deriva la connotazione di *libero*.

2.2 ONTOLOGIA DUALE E NEUROSCIENZE

In questo modo, ciò che caratterizza l'ontologia aristotelica degli organismi viventi ed intelligenti rispetto a quella platonica e quindi la sua soluzione *duale* del problema mente-corpo può essere sintetizzata mediante i seguenti due principi (Cfr. Basti 1995, cap. III):

1. *La forma non agisce mai sulla materia* (contro l'interazionismo comune a tutte le soluzioni dualiste). Grazie alla distinzione aristotelica fra l'essere dell'esistenza e dell'essenza nella sua ontologia generale, può essere in maniera consistente affermata la distinzione reale e la reciproca determinazione fra componente *agente* (un'azione è sempre originata da un esistente) e *formale*

¹¹ Per questo Aristotele definiva la forma come *entelècheia*, letteralmente “ciò-che-ha-in-sé-il-fine”, una sorta di “naso” con cui uno stato finale stabile viene raggiunto seguendo percorsi evolutivi imprevedibili, costituendo così una periodicità, un “ordine”, una stabilità nell'instabilità dei processi materiali soggiacenti, raggiunta con diversi percorsi. I latini, traducendo *entelècheia* con “atto” (*actus*) hanno perso il significato etimologico del termine aristotelico, preferendo piuttosto sottolineare il fatto che questa forma edotta dalla potenzialità (instabilità) della materia è pur sempre l'effetto della causalità agente iniziale sul sostrato materiale, pur essendo da questa non-deducibile.

¹² In questo senso, il “fine” del processo di accrescimento o di adattamento in un organismo non può essere assimilato alla semplice “minimizzazione” di un'energia come “reazione” all' “azione” di uno stimolo esterno, come supposeva Buffon, alla fine del '700, nella sua prima proposta di una teoria evolutiva dei viventi, che cercava di coniugare così la visione finalistica aristotelica con quella meccanicistica newtoniana, né alla più recente teoria di W. Ashby di modellizzazione dei processi viventi mediante la nozione di “omeostasi”.

(dinamicamente, ridefinizione delle traiettorie nello spazio delle fasi; staticamente, ridefinizione della divisione parti-tutto e delle loro relazioni)¹³ della causalità fisica, senza violare alcun principio di conservazione dell'energia in fisica.

2. *Un corpo vivente è caratterizzato dalla sua capacità di auto-determinazione (= azione immanente).* Non è solo “l'anima che agisce su se stessa e quindi sul corpo” come per Platone, ma è “il corpo vivente nella sua totalità che agisce su se stesso” (= azione immanente). Ovvero, esso può operare a differenti livelli di organizzazione delle sue parti materiali un controllo interno attivo sulle sue proprie modificazioni e sui suoi comportamenti, per un'azione reciproca e gerarchica delle sue parti interne in continua modificazione, così da ridefinire continuamente la loro divisione e le loro relazioni, allo scopo di raggiungere, in un ambiente che cambia e con risorse finite, i fini globali determinati dalla sua natura specifica e iscritti nel suo corredo genetico. In questo modo, siffatte *parti* interne in continua evoluzione possono essere connotate come *strumenti* (in greco: “organi”) che la *totalità* del corpo vivente “usa” per raggiungere i propri fini. Conseguentemente la totalità di un corpo vivente può essere a sua volta connotata col termine di *organismo*.

Sulla base di questa ontologia, Aristotele poteva criticare tutte le antiche cosmologie mitologiche che assegnavano “vita” ed “intelligenza” ai movimenti geometricamente ordinati dei corpi celesti, così da farne altrettante divinità¹⁴. A causa del carattere perfettamente ciclico e logicamente reversibile (= predicabile) dei loro movimenti, essi seguono, infatti, sempre *la stessa traiettoria* per ritornare sempre *allo stesso posto*. Un tale comportamento geometrico, perfettamente *predicibile*, è sinonimo di “morte” e di “stupidità”, rispettivamente nel regno biologico e cognitivo. Cambiare il percorso per raggiungere il medesimo stato finale, o anche cambiare gli obiettivi intermedi per poter comunque raggiungere l'obiettivo finale è caratteristico delle operazioni vitali ed intelligenti. Come D. R. Hofstadter sintetizza nel suo *best-seller* sull'approccio funzionalista alla vita e all'intelligenza (Hofstadter 1977), il comportamento di una vespa che segue sempre lo stesso percorso per raggiungere la luce al di là del vetro chiuso della finestra, condannandosi a sbattere indefinitamente su quel vetro fino a morire, è sinonimo di stupidità, non d'intelligenza.

In questo modo diviene evidente perché tutte le misure della moderna teoria dell'informazione, in tanto in quanto misure d'entropia — misure della “sorpresa” indotta dal semplice discostarsi del processo fisico da un ordine geometrico e/o statistico predicibile (p.es., da una traiettoria predicibile nello spazio delle fasi) —, non solo non possono essere versioni operazionali della nozione aristotelica di “forma”, ma anche sono del tutto inadeguate a fornire una misura di quella *generazione d'informazione*, correlata a quella “generazione di ordine” (invenzione di nuove traiettorie per raggiungere gli stati finali, ovvero, più in generale, continua ridefinizione della divisione e quindi della relazione parti-tutto) in tutti i sistemi fisici “auto-organizzanti” (= stabili fuori dall'equilibrio), i sistemi fisici viventi, prima di tutto.

Per questi motivi tutte le misure entropiche d'informazione, da quella di Shannon a quella di Kolmogorov, falliscono completamente nella caratterizzazione della quantità d'informazione generata in processi fisici auto-organizzanti, quali per esempio i processi che caratterizzano i *sistemi caotici*. In questi sistemi dinamici possono darsi un numero indefinito ed imprevedibile dalle condi-

¹³ È questo l'oggetto specifico di studio di una parte significativa della teoria dei fondamenti della logica formale (teoria degli insiemi) e dell'ontologia formale che va sotto il nome di *mereologia*, sviluppata in modo particolare dalla scuola polacca di logica.

¹⁴ Ed, infatti, per garantire una simmetria alla sua cosmologia metafisica, Aristotele era costretto ad assegnare a ciascuna sfera celeste il controllo di una particolare “intelligenza separata”, un essere vivente immateriale, che diventeranno poi “gli angeli” della rilettura teologica medievale di questa metafisica.

zioni iniziali di stabilità fuori dall'equilibrio. Ovvero, “stirando” e “piegando” lo spazio delle fasi del sistema, le traiettorie in esso sono capaci di ritornare nelle vicinanze di un dato punto (così da determinare un pseudo-ciclo in esso e quindi uno stato pseudo-stabile) *seguendo percorsi sempre diversi ed imprevedibili* (Cfr. Figura 1). Nondimeno, se noi applichiamo a tali sistemi le classiche misure d'informazione, esse misureranno solo un accrescimento d'entropia, una perdita di ordine, matematicamente proporzionale a quanto le traiettorie di fatto divergono da quelle definibili a priori da simili condizioni iniziali (Cfr. Figura 1, sopra), se il sistema seguisse le leggi geometriche di evoluzione che la meccanica classica (newtoniana) prevede per lui. Infatti, queste misure sono in linea di principio incapaci di render conto della quantità d'informazione generata (e non solo dissipata) dal sistema attraverso la creazione di sempre nuovi processi di divisione e ordinamento delle parti (cioè la creazione di nuove traiettorie nello spazio delle fasi, mediante il suo stiramento/ripiegamento (Cfr. Figura 1)) per raggiungere stati stabili fuori dall'equilibrio, all'interno di un volume comunque delimitato (= attrattore) dello spazio delle fasi (Cfr. Figura 2).

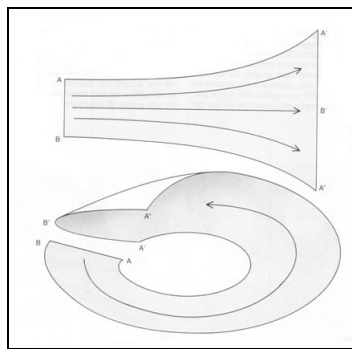


Figura 1. Il principio di “stiramento” (sopra) e di “ripiegamento” (sotto) delle traiettorie nello spazio delle fasi di sistemi stabili fuori dall'equilibrio. Attraverso la ricorrenza di punti d'instabilità dinamica (stiramento), sotto la condizione di dissipazione dell'energia (ripiegamento: il sistema non ha infinite risorse energetiche cui attingere), due punti distanti su traiettorie bi-dimensionali divergenti, possono ritornare ad essere vicini sulla terza dimensione per mezzo del ripiegamento dello spazio delle fasi. Grazie allo stiramento, abbiamo un accrescimento di entropia (perdita di “memoria delle condizioni iniziali”), ma attraverso il ripiegamento abbiamo un imprevedibile generazione di ordine. Si tratta di una sorta di “invenzione” da parte del sistema di un nuovo percorso per raggiungere una stabilità che non s'identifica con alcun punto di equilibrio del sistema. Ognuno (degli intorni) dei punti della traiettoria originale possono divenire così punti di stabilità, così da originare pseudo-cicli (non si tratterà di un vero e proprio ciclo perché il sistema non ritorna mai esattamente sul medesimo punto). Poiché il ripiegamento corrisponde ad una condizione di dissipazione dell'energia, possiamo dire che il sistema è in grado di “mangiare” energia “per produrre” ordine, ovvero arricchire la sua struttura dinamica interna (informazione strutturale). Per questa ragione, il Premio Nobel I. Prigogine ha chiamato questi sistemi *strutture dissipative*, giustamente richiamandosi ad Aristotele per caratterizzare l'ontologia di questi sistemi (Prigogine & Stengers 1978; Prigogine 1986).

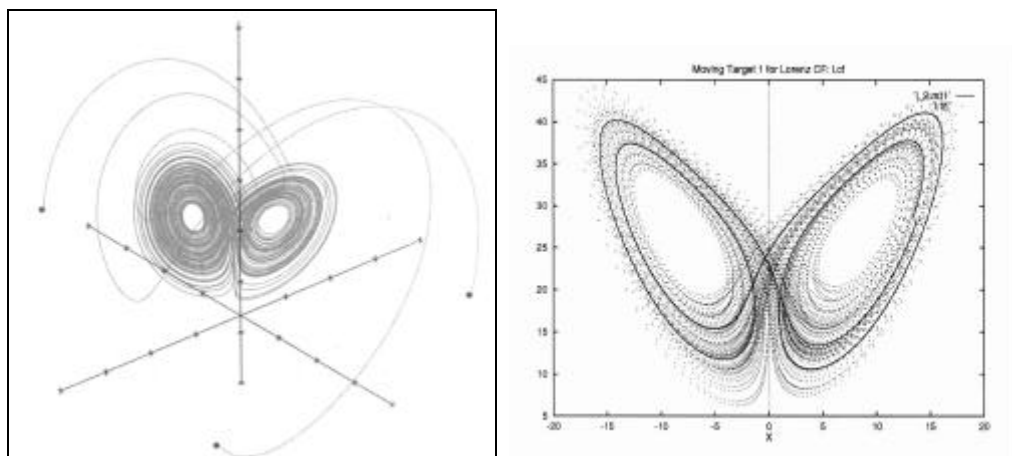


Figura 2. Grafico dell'attrattore caotico di Lorenz (sinistra) e di uno pseudo-ciclo al suo interno (destra). È evidente che uno pseudo-ciclo è composto di traiettorie sempre differenti a qualsiasi risoluzione (con qualsiasi precisione) lo si

osservi. In questo senso si dice che ha una natura “frattale”, dal punto di vista geometrico. La serie temporale di un sistema caotico è caratterizzata dalla capacità della dinamica del sistema di “saltare” in maniera imprevedibile dall’uno all’altro di questi pseudo-cicli così da generare la falsa impressione di una casualità del comportamento del sistema. Solo con un’adeguata e molto ampia statistica, grazie all’aiuto dei calcolatori, è stato possibile comprendere che, al contrario, solo una parte delimitata dello spazio delle fasi è effettivamente visitata dal sistema. In altre parole, esso ha un *attrattore* come un classico sistema dinamico predicibile, stabile all’equilibrio (p.es., un pendolo). Dalla apparentemente contraddittoria (paradossale) natura di questi sistemi, deriva il nome “caos deterministico” per connotarli. È sconvolgente notare che tutta la ricchezza informazionale (il numero praticamente infinito di pseudo-cicli di qualsiasi ordine — che connettono un qualsiasi numero di punti pseudo-stabili del sistema —) che il sistema di Lorenz è in grado in linea di principio di generare, sia derivato matematicamente da un sistema di sole tre semplici equazioni differenziali non-lineari.

Similmente, non sorprende affatto il fallimento della teoria classica dell’informazione nel render conto della proprietà di “pleotropismo” del genoma in genetica e, molto di più, dei neuroni nelle neuroscienze. Ovvero, l’impossibilità di render conto della capacità dei geni del genoma e dei neuroni nella corteccia cerebrale di *cambiare la loro funzione di codifica*, rispettivamente di proteine e di dati percettivi, secondo le differenti situazioni della *dinamica globale* occorrente¹⁵.

3 RILEVANZA METAFISICA E TEOLOGICA DELLA TEORIA DUALE

3.1 ONTOLOGIA DEI VIVENTI SECONDO LA TEORIA DUALE

Nel sintetizzare l’insegnamento aristotelico sui corpi viventi, Tommaso d’Aquino è stato in grado di distinguere i classici *tre regni dei viventi* (vegetale, animale, umano), sulla base dei *tre livelli* al quale il controllo attivo (= l’azione immanente) che caratterizza l’operazione vivente all’interno di un organismo può essere eseguita. Questa distinzione segue la re-interpretazione aristotelica della

¹⁵ Dal punto di vista della teoria del calcolo, una dinamica caotica implementa molto di più di un semplice “oracolo di Turing”, ovvero è molto di più di una MT non-deterministica, un artefatto capace cioè di qualche forma di “creatività”, intesa come pura e semplice non-predicibilità dello stato della macchina. Formalmente, una classica MT (deterministica) è un artefatto i cui k stati sono completamente determinati da altrettante quintuple T_k , ovvero relazioni a cinque posti della forma $\langle s_i, q_j \mid s_i, q_j, A \rangle$. Si definisce *non-determinista* una MT che, per la presenza di un certo grado di aleatorietà nel suo comportamento, è caratterizzata da quintuple con domini sovrapposti. Ovvero, per le stesse condizioni iniziali s_i, q_j è capace di produrre differenti stati finali $s_{...}, q_{...}, A$ con una procedura comunque reversibile, vista l’unicità degli stati iniziali. Una simile MT è cioè capace di “creatività”, ma senza nessuna garanzia di “significanza” delle soluzioni che s’inventa: si tratta insomma di quello che Turing stesso definì un “oracolo”. Fornisce sì risposte imprevedibili, ma beato chi capisce cosa ha risposto!. Viceversa, si definisce MT *irreversibile*, una MT il cui comportamento è caratterizzato da quintuple con condomini sovrapposti: è capace di arrivare agli stessi risultati, partendo da condizioni iniziali molto diverse. È chiaro che l’intelligenza intenzionale umana, nella sua capacità di inventarsi soluzioni *nuove*, sì, ma soluzioni *significative* e per giunta *logicamente formalizzabili* (= reversibili) quindi riproducibili, posto che non può essere una MT determinista la quale, come i nostri computer, non è capace d’inventarsi alcunché, è una sintesi delle altre due MT. Realmente “creativa” perché capace di escogitare nuove strade, ma strade che portano da qualche parte, che convergono in modo nuovo e imprevedibile a una soluzione, senza perdere tempo a percorrere tutto l’infinito spazio dei “pensabili”. È chiaro che uno pseudo-ciclo di una dinamica caotica possiede queste caratteristiche: implementa — mediante la divergenza delle traiettorie — la componente non-determinista di una MT e — mediante il loro ripiegamento — la componente irreversibile di una MT, convergendo a una soluzione. E (cosa molto più importante dal punto di vista logico) rendendo *globalmente reversibile*, anche se non “stupidamente” percorrente sempre le stesse traiettorie, siffatto processo d’invenzione “significativa”, creando, appunto, uno pseudo-ciclo. Tutto questo avviene senza violare minimamente il principio di causalità, dato il carattere perfettamente *riproducibile* del processo una volta che il sistema l’ha creato. Per questo motivo, le basi fisiche dell’intenzionalità cognitiva sono intrinsecamente legate alle dinamiche caotiche presenti nel cervello ed il futuro della teoria dell’informazione e della computabilità passano necessariamente per un approfondimento teorico e sperimentale delle proprietà del *caos deterministico*. Ringrazio il mio ex-studente e ora collega e amico A. L. Perrone che, per primo, ha capito tutto questo. Egli ha dedicato gran parte della sua vita — peraltro ancora molto giovane e quindi capace di ottenere tutto quel successo che ampiamente si merita — all’approfondimento sperimentale (già con ottimi ed in qualche modo definitivi risultati (Perrone 1995; 2000)), e ora necessariamente teoretico, di una simile potentissima idea.

metafora “cibernetica”¹⁶ dell’anima-timoniere, secondo la sua teoria della quadruplica componente della causalità fisica. Cioè, nella costruzione di un organismo vivente (la nave), è la componente *finale* (il timoniere) che controlla quella *formale* (l’ingegnere navale), che a sua volta controlla quella *agente* (il carpentiere) la quale agisce direttamente sulla componente *materiale* (il legno di cui la nave è fatta).

Fuori di metafora, se ciò che caratterizza un corpo vivente rispetto al non vivente è la capacità di azione immanente, la capacità cioè di auto-determinare a diversi livelli il proprio sviluppo e/o il proprio comportamento, attraverso le azioni reciproche “circolari” fra i vari organi¹⁷, i *tre livelli* a cui l’immanenza dell’azione di controllo può dispiegarsi sono i seguenti (Cfr. Basti 1995, cap. 3):

1. Al primo livello ci sono le *operazioni vegetative* (nutrizione (metabolismo), accrescimento, riproduzione), comuni a tutti gli organismi, dai batteri e dai vegetali, agli uomini inclusi. A questo livello, l’organismo è capace di controllare attivamente solo *l’esecuzione/non-esecuzione* di alcune operazioni con forme e fini delle medesime dati “per natura” (determinate dal genoma e dalla nicchia ecologica, diciamo noi). P.es., l’organismo animale è capace di scegliere automaticamente quale tipo di operazione digestiva eseguire, per differenti alimenti in differenti contesti ambientali, fra un insieme pre-determinato di strategie (forme) metaboliche, consentite dalla specie cui l’animale appartiene e quindi consentite dal suo genoma e dalla stabilità del suo ambiente vitale.
2. Al secondo livello ci sono le *operazioni senso-motorie*, che sono comuni a tutti gli animali, dai vermi e molluschi, agli uomini inclusi. A questo livello, per questo tipo di operazioni, la struttura organica dell’animale è capace di controllare attivamente non solo l’esecuzione, ma anche *le forme* di queste operazioni — non i fini, comunque, determinati per natura (geneticamente), come altrettanti “istinti”. In altri termini, nelle operazioni senso-motorie, a differenza di quelle vegetative, è consentito qualche tipo di *apprendimento*. P.es., l’animale può controllare attivamente il *pattern* (forma) di attivazione del suo sistema muscolare motorio, adattandolo continuamente al *pattern* (forma) dell’ostacolo esterno da evitare, in tanto in quanto è conosciuto dal suo apparato sensorio, al fine di soddisfare i suoi istinti di base (fame, sesso, paura). Questi a loro volta non sono controllabili dall’animale, se non nel senso molto povero di poter cambiare la gerarchia naturale di questi fini in alcuni animali superiori che, per questo, sono addestrabili. P.es., si può addestrare un animale, attraverso l’opportuna somministrazione di punizioni e ricompense a vincere la sua paura del fuoco. W. McCulloch e W. Pitts, due pionieri nello studio delle dinamiche neurali hanno parlato a tale riguardo di *eterarchia dei fini* come tipico del sistema cognitivo degli animali superiori.
3. Al terzo livello vi sono le *operazioni razionali* tipiche dell’uomo. A questo livello, l’uomo è capace di controllare i suoi istinti — localizzati da Tommaso come per noi nella parte più interna del cervello, il sistema limbico — ed anche di dare consapevolmente al proprio comportamento dei nuovi fini non determinati dalla biologia. Naturalmente, laddove un’ontologia dualista supporrebbe a questo punto un’azione dell’anima spirituale sulla materia con tutti i problemi che conosciamo, per soddisfare l’ontologia duale aristotelica, è sufficiente supporre che questo tipo di controllo attivo possa essere localizzato *fuori* del singolo organismo umano come tale, visto che riguarda l’ultimo livello del controllo organico: i fini biologici.

¹⁶ Ricordiamo che “cibernetica” viene dal greco *kybernetiké* (corrispondente al latino *ars gubernatoria*), la tecnica di guidare le navi da parte del *kybernetes* (latino: *gubernator*), il timoniere.

¹⁷ Prigogine si riferisce giustamente ai complessi “circoli di retro-azione (*feed-back loop*)” caratterizzati da forte non-linearità fra le varie strutture, come ciò che caratterizza la dinamica e la chimica del vivente rispetto a quella di corpi non-viventi.

Questo “dal di fuori” è identificato da Aristotele — come dalla maggior parte degli psicologi contemporanei (si pensi agli psicoanalisti) e degli scienziati e filosofi cognitivi (Minsky 1988; Freeman 2001; Searle 1997), fino a risalire, passando attraverso la nozione di “intersoggettività trascendentale” di Husserl, alla nozione di “spirito oggettivo” o “spirito di un popolo” di Hegel che proprio per questo amava definirsi “l’Aristotele della modernità” — in un controllo esercitato dalla *cultura* cui ogni uomo appartiene, assimilata dal suo cervello. Più che di mente individuale, allora, si dovrebbe parlare di una sorta di “società delle menti” (Minsky) o “mente collettivisticamente interpretata”. Per Aristotele — l’Aristotele della *Politica*, infatti, i Barbari, i popoli che non appartengono alla cultura e alla nazione greca, non sono dotati di anima razionale, non accedono ad un controllo culturale, intersoggettivo, delle proprie pulsioni. In questo senso è perfettamente equivalente per Aristotele definire l’uomo “animale razionale” o “animale politico”, animale membro di una *polis*. Tommaso non può accettare questa interpretazione “collettivistica” della “separatezza” della mente razionale rispetto al corpo, anche nella versione annacquata di questa teoria fornita dall’aristotelismo teologico arabo del suo tempo che, con Avicenna e Averroé, parlava di un intelletto spirituale separato *unico per tutti gli uomini*.

Al fine di garantire non solo uguaglianza fra tutti gli uomini, ma anche creatività ed insieme universalità intellettuale, nonché responsabilità individuale a livello morale e legale a ciascuna persona umana, a qualsiasi cultura appartenga — le basi della cultura occidentale nelle sue radici europee, come si vede — è necessario garantire ad ognuno una sua, individuale mente “separata”. Questa “separatezza” dev’essere intesa, dal punto di vista delle operazioni, come la capacità effettiva data ad ogni individuo di controllare non solo i suoi istinti biologici — per questo, di fatto, anche una “società delle menti”, per parafrasare il titolo della famosa opera di M. Minsky al riguardo, potrebbe essere sufficiente —, ma anche i *propri condizionamenti culturali*. Altrimenti non la singola persona, ma la sua biologia o la sua cultura sarebbero i soli attori e quindi i soli agenti responsabili, a livello morale e legale, delle azioni umane.

La natura delle facoltà razionali dell’uomo, per il controllo che “dal di fuori” del corpo debbono esercitare a livello intellettuale e volitivo sulle sue azioni, non può essere dunque di tipo esclusivamente culturale, sebbene questa ne possa essere una componente, forse non sufficientemente valorizzata dal recupero medievale tommasiano dell’antropologia duale aristotelica. Seguendo la logica interna dell’ontologia duale, l’insieme delle relazioni formali con gli altri individui della propria cultura può rendere l’uomo consapevole dei propri istinti biologici e quindi capace di controllarli, per ciò stesso dando alle proprie facoltà cognitive quella capacità di generalizzazione che è tipica dell’universalità del pensiero logico. Tuttavia, per rendere il singolo uomo davvero libero e responsabile a livello comportamentale e, a livello cognitivo, non solo capace “passivamente” di pensiero logico elaborato altrove, ma capace “attivamente” di elaborarlo, crearlo e formalizzarlo, occorre andare al di là del reticolo delle relazioni culturali.

Per risolvere questo problema di fondazione metafisica dell’individualità irriducibile della persona umana e quindi della sua capacità, come soggetto agente e non puramente recipiente, di logica e moralità, Tommaso applica all’antropologia quello che è il cuore del suo sviluppo critico dell’ontologia aristotelica. Ovvero, estendere la spiegazione causale aristotelica dell’essere dell’essenza anche all’essere dell’esistenza degli enti — e quindi a tutto l’essere dell’ente —, così da:

1. Rendere *reale* e non solo logica, perché causalmente fondata, la distinzione fra essere-dell’essenza e essere-dell’esistenza;
2. Risolvere un’antinomia intrinseca all’ontologia aristotelica, quella cioè di una non adeguata fondazione dell’essere dell’esistente singolo, così da rendere l’ontologia aristotelica esposta ad una deviazione *materialista-monista* di essa, divenuta realtà, nella filosofia antica, nelle letture

stoica e epicurea della filosofia aristotelica, e, nella modernità, nella sua lettura spinoziana. Tale antinomia consiste nel confondere l'essere dell'esistenza dell'individuo con l'essere del suo sostrato materiale (= confondere la materia come sostrato delle forme di un'essenza con la sostanza individuale (materia+forma) esistente, come sostrato degli accidenti), rendendo per ciò stesso incomprensibile a gran parte del pensiero ellenista e moderno i due punti più geniali dell'ontologia aristotelica, e cioè: a) l'educazione delle forme dalla potenzialità della materia, ad opera dell'azione causale di un altro ente fisico nella costituzione dell'esistente singolare; b) la distinzione sostanza-accidente.

3. Ricondurre ad una superiore unità la distinzione reale essere-essenza e la sua duplice spiegazione causale, mediante una *nozione di essere* più comprensiva: quella dell'*essere come atto*, come effetto, cioè, di una particolare causalità efficiente da una Causa Prima, cui la suddetta distinzione non si applica e da cui tutto l'essere (essenza ed esistenza) degli enti dipende. In tal modo, in filosofia della natura, si può interpretare l'entità del singolo individuo, la sua esistenza singolare spazio-temporalmente e causalmente determinata secondo la modalità specifica della sua essenza, come partecipazione all'essere come atto (all'effetto universale e atemporale dell'unica Causa Prima) secondo la misura della sua essenza. Ovvero, secondo la modalità determinata dal concorso delle cause seconde, tutte a loro volta, in quanto enti, dipendenti dalla Causa Prima, secondo la medesima legge ontologica della partecipazione all'essere, appena ricordata (Cfr. Basti 2002a, capp. 5 e 6).

In quest'ottica, la cosiddetta componente “spirituale” dell'anima umana individuale dev'essere intesa nella teoria duale tommasiana come fondantesi su un'ulteriore relazione causale, “ultima” perché *costitutiva della formalità individuale irriducibile e inalienabile della singola persona*, che ogni individuo umano ha con un Agente Trascendente la natura fisica, biologica e culturale (connotato come “Dio” dai credenti). Grazie a questa relazione causale, costituente la formalità irriducibile di ciascun individuo umano nella sua *totalità* e nella sua *unicità* (= l'anima razionale come forma sostanziale spirituale della materia che costituisce il corpo umano), la singola persona umana è resa capace di divenire progressivamente consapevole, e quindi di controllare in modo sempre meno parziale, l'involuppo di relazioni causali con gli altri agenti fisici, biologici e culturali che costituiscono il tessuto della sua esperienza (progressivamente) conscia e (largamente) inconscia, durante tutta la sua vita.

Sempre in quest'ottica, la dottrina teologica cristiana della creazione da parte di Dio della singola anima umana non dev'essere più intesa, come nella sua interpretazione neo-platonica, quale un atto singolare, posto esclusivamente all'inizio di ciascuna vita umana e che in qualche modo “interromperebbe” il corso deterministico della natura, ma come simultanea all'intera esistenza di ciascun individuo umano, sulla terra e oltre. Ma soprattutto tale causalità divina va intesa, non come opposta, ma bensì come *fondante la formalità* del particolare determinismo causale, logicamente (matematicamente) imprevedibile, dei processi di auto-organizzazione della generazione e crescita biologica e quindi del comportamento consapevole della persona umana. Proprio come, nella cosmologia metafisica di Tommaso d'Aquino, l'atto creativo di tutto l'universo degli esistenti — metafisicamente, la partecipazione dell'essere a tutto l'universo degli esistenti — dev'essere inteso simultaneamente all'intero corso dell'evoluzione dell'universo e non solo legato al suo inizio¹⁸. Di nuovo, va inteso come *globalmente* fondante, con un unico atto rispetto alla totalità dell'universo fisico, il

¹⁸ Per esempio, come collegato alle sole “condizioni iniziali” della dinamica del mondo, come nella dottrina cartesiana di un universo inteso come “macchina inerziale” cui l'atto creativo di Dio avrebbe dato “dal di fuori”, sia le “leggi deterministiche” di evoluzione, sia la “spintarella iniziale”.

concorso causale fisico nella determinazione dell'esistenza e dell'essenza di ciascun ente fisico, e non come "interruzione" o "sospensione" di tale concorso¹⁹.

Naturalmente, in un siffatto universo, è possibile che vengano all'esistenza — in domini limitati dello spazio-tempo dell'evoluzione dell'universo fisico — alcuni esseri intelligenti e liberi, come appunto gli uomini, sebbene anche l'esistenza di altri esseri corporei non umani (extra-terrestri), come afferma il Genesi stesso, p.es. nel cap. 4, è perfettamente compatibile con questo quadro. Condizione metafisica per l'esistenza di simili agenti intelligenti e liberi è che essi, oltre all'universale dipendenza dei *componenti materiali* del loro corpo dall'azione creatrice divina come tutti gli altri enti fisici, manifestino, diversamente da questi, un'ulteriore dipendenza dalla Causa Prima anche per la *componente formale* del loro essere (entità) e del loro operare. Altrimenti, essi non potrebbero controllare i loro condizionamenti non solo biologici, ma anche culturali — generalmente mediati dal linguaggio —, così da essere *individualmente intelligenti e, dunque, liberi e responsabili* nelle loro azioni²⁰.

3.2 SOPRAVVIVENZA DELL'ANIMA INDIVIDUALE NELLA TEORIA DUALE

È opinione sempre più diffusa fra i fisici che il futuro della loro disciplina — e delle scienze naturali in generale — è legato da molteplici punti di vista allo sviluppo di un'adeguata *teoria matematica e sperimentale dell'informazione*, a partire della sua fondazione micro- e macro-fisica e delle sue diverse manifestazioni, nei sistemi fisici, biologici e cognitivi. Il futuro della scienza fisica dipende dallo sviluppo di questa teoria, tanto quanto i suoi inizi e il suo prodigioso sviluppo nella modernità sono stati legati allo sviluppo di un'adeguata teoria matematica e sperimentale della *materia e dell'energia*.

Purtroppo, questo "materialismo di fatto" nello sviluppo, nell'interpretazione e soprattutto nella divulgazione dei risultati delle scienze naturali moderne, non rende giustizia ad un'evidenza empirica che è sotto gli occhi di tutti. E cioè che la vita psichica degli animali e, soprattutto dell'uomo, seppure sempre mediata da scambi di energia con l'ambiente, non *dipende da questi*, ma dall'*informazione veicolata attraverso questi scambi*. Si pensi, per esempio, all'importanza fondamentale che per il corretto sviluppo, sia biologico che cognitivo, del feto nel grembo della madre — o, ancora più evidentemente dei neonati prematuri costretti a trascorrere diversi mesi in incubatrice — hanno gli scambi d'informazione affettivamente significativi, con l'ambiente circostante²¹.

Correlativamente, al termine della parabola dell'esistenza umana, è fin troppo evidente che la vitalità psichica degli anziani dipende in minima misura dall'alimentazione e quindi dagli scambi di materia con l'ambiente — altrimenti tutti gli anziani soli delle nostre società opulente dovrebbero

¹⁹ Per esempio, come in certe teorie creazioniste e anti-evoluzioniste oggi tornate di moda, tutte tese a trovare dei *gap* nelle spiegazioni biologiche dell'origine delle specie, in cui inserire l'intervento del Creatore. Salvo poi doversi rimangiare la supposta "spiegazione metafisica", alla teoria biologica successiva, in grado di risolvere il *gap* della teoria precedente.

²⁰ Di per sé, a ben vedere, nei racconti delle origini del Genesi, anche questa dipendenza, della componente culturale della mente di agenti liberi umani e non dall'azione del Creatore è esplicitamente affermata nei capitoli 4-11. Si pensi solo al racconto della "Torre di Babele" di Gen. 11, per esempio. Purtroppo, la catechetica e la divulgazione dei racconti di creazione continuano invece ad identificare come "racconti delle origini" solo i capp. 1-3, evidentemente perché più affini a quella lettura neo-platonica ed eccessivamente antropocentrica della metafisica cristiana della creazione che da sempre la condiziona e la limita.

²¹ Se abbiamo compreso "la filosofia dei sistemi caotici" è chiaro che è contenuto informativo significativo solo quello legato alla ristrutturazione dello spazio di fase della dinamica, alla ridefinizione dei punti di stabilità relativa e dei percorsi per raggiungerli. Nel cervello, questo significa, agire sulle sue strutture profonde, legate alla sfera affettiva, in grado di riorganizzare le componenti superficiali, corticali, della dinamica, legate alla sfera sensoriale e alla coordinazione senso-motoria.

essere intellettualmente super-dotati —, ma, di nuovo, da scambi d'informazione affettivamente significativa con l'ambiente circostante. Non basta, cioè, per tener deste le capacità intellettuali dei nostri anziani, fargli leggere il giornale o fargli vedere la televisione: l'informazione misurabile dai *bit* non è sufficiente in questo caso, anzi spesso ottiene a lungo andare un effetto contrario, ottundente tali capacità²². Che dire poi del fenomeno impressionante del risveglio dal coma alla vita psichica per malati, sia giovani che anziani, che dipende in maniera assolutamente critica, e per il momento del tutto misteriosa, da questi scambi d'informazione affettivamente significativa?

Una volta che fosse a tutti ben chiaro, da questa come da un'infinità di altre evidenze di psicologia clinica e sperimentale, che la vita cognitiva delle nostre menti dipende criticamente da scambi d'informazione appropriata con l'ambiente circostante, quanto e molto di più la vita organica dei nostri corpi dipende da scambi metabolici (di materia e energia) appropriati con l'ambiente, la soluzione *duale* al problema teologico della sopravvivenza dell'anima dopo la morte risulterebbe molto meno sorprendente di quanto oggi ci possa sembrare. Essendo nella teoria duale l'anima razionale, non una sostanza indipendente da quella corporea, ma una parte — quella formale, organizzante la materia — dell'entità corporea individuale dell'uomo, si può capire la metafora tommasiana con cui egli giustifica metafisicamente la possibilità ontologica della sopravvivenza dell'anima. Di una sopravvivenza della sua vita psichica di relazioni, anche senza quegli scambi di materia, mediante cui era ad essa veicolata l'informazione, durante la sua esistenza come forma di un corpo umano vivente.

La metafora tommasiana affermava in sostanza che, come una parte del corpo (p.es. una mano) potrebbe sussistere provvisoriamente viva staccata dal resto del corpo — quasi fosse un corpo vivente autonomo — purché vengano garantiti artificialmente ad essa quegli scambi metabolici di materia che la sua previa appartenenza al corpo gli forniva, così analogamente per l'anima razionale di un uomo, in quanto parte formale che soprassiede all'organizzazione della materia del suo corpo (alle operazioni senso-motorie e vegetative del corpo umano). La differenza è che la vita psichica della mente, a differenza di quella organica di parti materiali del corpo, non dipende da scambi di materia, ma da scambi d'informazione con gli organi del proprio corpo che controlla e, attraverso di essi, con gli altri corpi, umani e non, che costituiscono il suo ambiente culturale e fisico (Cfr. Tommaso d'Aquino, *Quaestio Disputata De Anima*, 14; Basti 1995, 362-364).

Ciò significa che l'anima potrebbe continuare a sopravvivere di vita psichica quasi fosse una sostanza immateriale vivente autonoma, se si potesse garantire in forma artificiale ad essa quegli scambi d'informazione mediante i quali continuare ad operare anche senza il suo corpo d'origine. In siffatto “ambiente informazionale”, essa potrebbe sussistere in attesa di un suo re-inserimento in un ambiente materiale, che gli potrebbe fornire i costituenti materiali per riorganizzare un corpo umano simile a quello di partenza.

La fede cristiana ci dice che questa Sorgente Universale d'informazione appropriata per tutte le anime umane dei defunti è Dio, così da dare una fondazione teologica alla nostra convinzione di fede che le anime dei defunti sono “tutte viventi in Dio” aspettando la resurrezione finale dei relativi

²² Sempre alla luce delle basi fisiche dell'informazione biologica e neurale il perché di questo effetto contrario è fin troppo evidente. L'informazione misurata dai bit non è legata affatto alla modificazione della struttura dello spazio di fase, anzi suppone uno spazio di fase ben strutturato (informaticamente, un “codice”) per essere addirittura captata. Un anziano, alle prese con fenomeni degenerativi della sua dinamica cerebrale, trova ben poco giovamento da un'informazione che non l'aiuta minimamente a ristrutturare lo spazio di fase e quindi a “riparare i codici corrotti” della sua capacità percettiva, trovando sempre nuove strade per renderli effettivi. Per far questo, dovrebbe avere scopi ben affettivamente attraenti, che lo ripaghino della fatica, motivandolo a ristrutturarsi. Ecco perché gli anziani mostrano di gradire solo e soprattutto informazione “ridondante”, quella che li aiuta a consolidare i propri vecchi “codici” malfermi, a costo di un “impigritimento” della complessità della propria dinamica neurale. Anche se, a lungo andare, ciò risulterà esiziale per la loro vitalità cognitiva e quindi per la loro sopravvivenza biologica.

corpi che avverrà in qualche altra parte dell'universo materiale (o in qualche altro universo materiale?), quando il mondo terrestre in cui viviamo sarà distrutto — e quest'ultima, della fine della vita sulla terra e della terra stessa, oggi è non solo credenza religiosa, ma ipotesi con solide, praticamente certe, basi scientifiche²³.

D'altra parte, tutti sappiamo che la sopravvivenza metabolica, temporanea, dei nostri organi separati dai loro corpi che, al tempo di Tommaso era solo “un esperimento di pensiero” buono solo per elucubrazioni teologiche, è viceversa oggi procedura di routine nella moderna pratica chirurgica dei trapianti. Non è fantascienza ipotizzare che un appropriato sviluppo di un'adeguata teoria non-entropica dell'informazione per sistemi biologici e cognitivi, potrebbe fornirci la condizione necessaria per pensare in futuro ad una pratica medica più efficiente in campo genetico, neurofisiologico e cognitivo. Fra l'altro, ciò porrebbe termine all'unica giustificazione (pseudo-)etica della necessità di una “sperimentazione alla cieca”, in mancanza di una teoria scientifica certa in base alla quale formulare le ipotesi sperimentali, che determina l'attuale *far-west* della pratica sperimentale in questi campi delicatissimi, quali quelli della genetica e delle neuroscienze.

BIBLIOGRAFIA

- BASTI G. (1991). *Il rapporto mente-corpo nella filosofia e nella scienza*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna.
- (1995). *Filosofia dell'uomo*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna.
- (1996). Per una lettura tomista dei fondamenti della logica e della matematica. In BASTI & PERRONE (1996), pp. 23-252.
- (2000). Il problema mente-corpo, in *Annuario di Filosofia 2000, Corpo e anima*, a cura di V. Possenti, Mondadori, Milano, pp.265-318.
- (2001). Intentionality and Foundations of Logic: a New Approach to Neurocomputation, in *What should be computed to understand and model brain function?-From Robotics, Soft Computing, Biology and Neuroscience to Cognitive Philosophy*, T. KITAMURA (ED.), World Publishing, Singapore-New York, 2001, 239-288.
- (2002a). *Filosofia della natura e della scienza. Vol. I: I Fondamenti*, Lateran University Press, Rome.
- (2002b) (ED.). *Proceedings of “IRAFS'02. Foundations and the ontological quest. Prospects for the new millennium”*, Rome, Pontifical Lateran University, January 7-10, 2002. Online publication on the web site: www.pul.it/irafs/irafs.htm
- (2003). Analogia e problema dei fondamenti (In stampa).
- BASTI G, PERRONE A.L. (2002). Neural nets and the puzzle of intentionality. In: *Neural Nets. WIRN Vietri-01. Proceedings of 12th Italian Workshop on Neural Nets, Vietri sul Mare, Salerno, Italy, 17-19 May 2001*, Roberto Tagliaferri and Maria Marinaro (Eds.), Springer, London 2002, pp. 313-327.
- COCCHIARELLA N. B. (1996). Conceptual Realism as a Formal Ontology, in R. POLI AND P. SIRNOR (EDS.), *Formal Ontology*, Kluwer Academic Press, Dordrecht.
- (2001). Logic and ontology, *Axiomathes* **12**: 117–150.
- DREYFUS H. (1982). Husserl's perceptual noema. In: H. DREYFUS (ED.), *Husserl, intentionality and cognitive science*, MIT Press, Cambridge Mass.

²³ La stessa esperienza, che ben conosce chiunque assista i moribondi, e che molti rientrati dal coma profondo confermano, secondo la quale, sul limitare della vita, il moribondo vive esperienze d'incontro con le anime dei propri cari già defunti — e per i credenti, con la luce dell'amore divino — cui affidare la propria esistenza psichica, tanto da rendere molto spiacevole in alcuni casi, l'essere richiamati alla “vecchia” vita da interventi medici appropriati e di solito molto dolorosi, potrebbe essere fenomeno con molte spiegazioni neuro-psicologiche diverse e, in linea di principio, valide nella loro necessaria parzialità. Resta che, in base alla teoria duale, è di questo tipo, legata a scambi affettivamente significativi d'informazione, l'unica forma di sopravvivenza appropriata per le anime umane.

- FRAENKEL A. A. (1968). *Teoria degli insiemi e logica*, Ubaldini, Roma, 1970.
- FREEMAN W. J. (2001). *How brains make up their minds*, Columbia U. P., New York.
- HOFSTADTER D. R. (1977). *Gödel, Heschel e Bach. Un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi, Milano, 1984.
- KAUFFMAN S. (1992). *The origins of order. Self-organization and selection in evolution*, Oxford University Press, Oxford-New York.
- (1995). *A casa nell'universo. Le leggi del caos e della complessità*, Editori Riuniti, Roma, 2001.
- (2000). *Investigations*. Oxford University Press, Oxford-New York.
- MACKAY D. M. (1980). The interdependence of mind and brain, *Neuroscience* **5**:1389-1391.
- MERLAU-PONTY M. (1949). *Fenomenologia della percezione*, Il Saggiatore, Milano, 1988.
- MINSKY M. (1988). *Society of mind*, Touchstone Books.
- NELSON E. (2002). "Syntax and semantics". *Proceedings of IRAFS'02 Conference on «Foundations and the ontological quest. Prospects for the new millennium»*, Vatican City, January 7-10, 2002, online publishing: www.pul.it/irafs/irafs.htm.
- PENROSE R. (1996). *Shadows of mind. A search for the missing science of consciousness*, Oxford U.P., Oxford.
- PERRONE A. L. (1995). A formal scheme to avoid undecidabilities: an application to chaotic dynamics characterization and parallel computation. In: Andersson S.I. (Ed.), *Cognitive and dynamical systems. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 888, pp. 9-52, Springer, Berlin.
- (2000). A new approach to chaotic systems characterization and its implication for biology, *Aquinas*, **43**: 381-409
- PRIGOGINE I. (1981). *Dall'essere al divenire*, Einaudi, Torino, 1986.
- (1999). *Le leggi del caos*, Laterza, Roma-Bari.
- PRIGOGINE I. & STENGERS I. (1979). *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, Einaudi, Torino, 1999.
- QUINE W.V.O. (1989). *Quiddities. An intermittently philosophical dictionary*, Harvard U. P., Cambridge MA.
- SEARLE J.R. (1997). *The construction of social reality*, Free Press, Chicago.
- THOM R. (1989). *Semiophysics, a sketch. Aristotelian physics and catastrophe theory*, Addison-Wesley, Redwood City.
- ZEH H. D. (2001). *The arrow of time*, Springer, Berlin, 2001⁴.