

NEUROETICA E ANTROPOLOGIA

Gianfranco Basti*

ABSTRACT

In questo contributo, vengono discussi in maniera critica le due principali interpretazioni della neuroetica – quella personalista e quella riduzionista – e confrontati con i principi di una antropologia duale (materia-forma), propria dell'approccio intenzionale alle neuroscienze cognitive. Dell'antropologia duale, oltre che una fondazione metafisica, viene offerta anche una sua fondazione fisico-matematica, basata sulla distinzione energia-informazione, che definisce il vivente e l'uomo in particolare come un sistema "aperto" in continuo scambio reciproco di energia, e di generazione di informazione, con/da l'ambiente fisico e interumano. Questo fa sì che la mente e le sue funzioni superiori (intelletto e volontà) si collochino non "nel" cervello, ma nell'interfaccia del cervello col proprio ambiente, dando alla nozione di "persona" come individuo aperto alla relazione intersoggettiva una fondazione che è in grado di abbracciare in una sintesi armoniosa il meglio della scienza moderna con il nucleo delle grandi tradizioni metafisiche, al di qua delle successive distinzioni contingenti di fedi e culture.

1 INTRODUZIONE

In questo contributo affronteremo in maniera introduttiva l'ultima sfida che le neuroscienze offrono all'antropologia, quella della cosiddetta *neuroetica*. Non ci soffermeremo qui sulla vasta letteratura propriamente scientifica, nel senso galileiano del termine, che mira cioè ad individuare sperimentalmente il correlato neurofisiologico di atti volontari e, in base a tali ricerche, mira a (ri)definire i confini della responsabilità personale, sia in senso etico che, soprattutto, giuridico. È infatti in ambito giuridico che la neuroetica attrae, ovviamente, il massimo dell'attenzione da parte degli addetti ai lavori, i giudici innanzitutto. Tali ricerche, comunque, sono tanto più scientifiche e dunque rilevanti, quanto più circoscrivono e definiscono rigorosamente l'ambito, la tipologia e soprattutto la metodologia teorica e sperimentale della ricerca stessa, senza indebite estrapolazioni e ridicole presunzioni filosofiche, e men che mai ontologiche, sulla natura della mente, della volontà, della libertà. Di qui la necessità di definire rigorosamente limiti e relazioni fra scienze naturali e ontologie naturali. Vi torneremo.

Ci soffermeremo invece sulle due posizioni di ontologia della mente che soggiacciono in maniera più o meno critica e consapevole alle suddette ricerche e che hanno un comune bersaglio. L'identificazione cartesiana dell'io ridotto a una "cosificazione" dell'autocoscienza come *res cogitans*, opposta alla materialità del corpo, alla *res extensa*. Una identificazione che ha vanificato la ricchezza della riflessione antropologica medievale e scolastica sullo "io" dell'uomo inteso come *persona*, come soggetto psicofisico unico e indivisibile degli atti di pensiero e volontà, rendendo tale dottrina incomprensibile a gran parte della mentalità moderna, e derisibile – come lo è la teoria cartesiana – da gran parte degli scienziati. Queste posizioni sono riducibili sostanzialmente a due:

* Ordinario di Filosofia della Natura e della Scienza della Facoltà di Filosofia della Pontificia Università Lateranense. Da oltre trent'anni è ricercatore, oltre che di filosofia, anche nel campo dell'intelligenza computazionale (reti neurali) e delle scienze cognitive. E-mail: basti@pul.it

1. La prima è quella che si rifà a colui che può essere considerato uno dei padri delle neuroscienze cognitive, se non il padre direttamente, perché editore del primo, monumentale, manuale di neuroscienze cognitive mai pubblicato, giunto ormai alla sua quarta edizione¹, e sul quale migliaia di studenti in tutto il mondo, io compreso, abbiamo studiato le nostre prime nozioni nel campo. Purtroppo – e lo dico con dispiacere, per il legame che ho con uno dei miei maestri che ho avuto la possibilità di incontrare diverse volte in vari congressi internazionali – la sua posizione di ontologia della mente si è andata progressivamente irrigidendo – complice forse anche l’età e la polemica pluriennale con l’ottusità anti-scientifica di tanti rappresentanti del fondamentalismo cristiano americano – verso un vetusto determinismo, che poco ha a che fare con gli sviluppi attuali della ricerca. Ha così pubblicato nel 2011 un testo divulgativo sull’argomento neuroetico, dove sostiene che in nome della scienza neurale occorre rinunciare una volta per sempre alla “illusione della volontà libera”².
2. L’altra posizione è quella di un’antropologia che molto si avvicina, anche se non esplicitamente, alla posizione personalista. Si tratta del lavoro di N. Levy *Neuroethics*³, fondatore dell’omonima rivista scientifica internazionale, professore a Oxford e Direttore dello *Oxford Centre for Neuroethics*. Una posizione che per il suo equilibrio e la sua apertura anche verso la ricerca scientifica più avanzata, ha ottenuto una vasta risonanza internazionale.

Per introdurre la discussione, ci rifaremo alle tre classiche ontologie della mente proposte nel pensiero occidentale. Dopo aver brevemente commentato la posizione di Gazzaniga che – purtroppo per lui – non merita soverchia attenzione perché inficiata da una posizione epistemologica e ontologica vetero-determinista, inquadriamo la posizione di Levy nell’ambito della classica antropologia personalista. Di essa mostreremo l’attualità, sia in confronto all’ontologia della mente molto epistemologicamente raffinata e giustamente famosa che soggiace alla ricerca di un A. Damasio, sia in confronto con i più recenti risultati della interpretazione intenzionale delle neuroscienze cognitive.

2 ONTOLOGIE DELLA MENTE E NEUROETICA

2.1 ONTOLOGIA DELLA MENTE: TEORIE DUALISTE, MONISTE, DUALI

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 “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).

¹ Cfr. MICHAEL S. GAZZANIGA, RICHARD B. IVRY E GEORGE R. MANGUN , *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind (Fourth Edition)* , Norton & Co. , New York, 2013.

² Cfr. MICHAEL S. GAZZANIGA, *Who is in charge? Free will and the science of the brain* , Harper Collins Publ. , New York, 2011.

³ Cfr. NEIL LEVY, *Neuroetica. Le basi neurologiche del senso morale*, trad. di R. I. Rumiati , Apogeo , Milano, 2009.

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 sua intangibile dignità ed insieme la responsabilità individuale dei suoi atti consapevoli, sia dal punto di vista morale che legale.

Così, tre sono i diversi tipi di antropologie proposte nel pensiero occidentale, in riferimento al problema mente-corpo: le antropologie dualiste, moniste e duali. Caratteristica tipica delle prime due antropologie è che esse sono legate ad una epistemologia di tipo rappresentazionale (= oggetto della conoscenza non è la realtà, ma delle rappresentazioni di essa interne alla coscienza), mentre le ultime, quelle duali, sono legate ad un'epistemologia di tipo intenzionale. Ovvero: la conoscenza consiste in un'adequazione alla realtà a partire da azioni intenzionali (= finalizzate al soddisfacimento di scopi) del soggetto verso il reale, a partire da azioni causali della realtà sul soggetto. Vediamo più sinteticamente queste tre antropologie.

1. *Teorie "dualiste"*: come nella filosofia platonica (Cfr., *Rep.*, IV, 438d-440a; *Timeo*, 42e-44e; 69c-77c; 89d-90d; *Leggi*, X, 894e-898d), la mente, come facoltà dell'anima, e il corpo vengono considerati come due *sostanze separate e interagenti*. In tal modo si perde l'*unità della persona umana* e l'anima viene considerata come "imprigionata nel corpo", con tutte le ben note conseguenze in etica e filosofia morale (disprezzo del corpo, della sessualità, etc.). Principale rappresentante nella modernità di questa antropologia è R. Descartes, mentre nel XX secolo questa antropologia è stata difesa in particolare dal Premio Nobel J. C. Eccles, colui che per primo ha studiato e compreso i meccanismi delle sinapsi cerebrali.
2. *Teorie "moniste"*: le antropologie moniste nella modernità non sono soltanto di tipo *materialista* come nell'antichità, per esempio, era l'antropologia di Democrito ed in seguito, dopo Platone ed Aristotele, sono state le antropologie stoiche, epicuree e scettiche. L'epistemologia rappresentazionista rende di per sé disponibili anche altre due possibilità: il monismo *spiritualista* e quello *assoluto*.
 - a) *Monismo materialista*. Consiste nella riduzione della vita psichica dell'uomo ad un insieme di *funzioni neurofisiologiche del corpo*. Principali rappresentanti di questa antropologia sono tutti i maggiori filosofi empiristi della modernità, da D. Hume ai positivisti e neopositivisti contemporanei.
 - b) *Monismo spiritualista*. Consiste nella riduzione del corpo ad una rappresentazione interna della mente. Il corpo e la realtà materiale in genere altro non è che un insieme di *rappresentazioni della mente* intesa come una "monade spirituale". Principale rappresentante di questa antropologia è G. Leibniz.
 - c) *Monismo assoluto*. Infine, molto più dannose per i destini moderni dell'antropologia sono state quelle filosofie che, in nome di un *monismo metafisico assoluto* (tutti gli enti sono accadimenti (accidenti) di un'unica realtà o sostanza), hanno inteso distruggere la stessa *individualità* della persona umana, riducendola:
 - i. o ad un semplice *modo di essere* di un'unica sostanza o "natura" universale (la materia fisica col determinismo assoluto delle sue leggi) come nella filosofia monista di B. Spinoza;
 - ii. o ad un semplice *momento dello sviluppo storico di uno "spirito assoluto"* come nello storicismo dialettico di tipo idealista di G. W. F. Hegel;
 - iii. o ad un semplice *momento del divenire della materia* e della *società* (= l'uomo come "nodo" di relazioni sociali, secondo l'immagine che fu di L. Feuerbach), come nello storicismo dialettico di tipo materialista di K. Marx.

3. *Teorie “duali”*. Diversa da tutte queste antropologie dualiste o moniste è l'antropologia “duale”. Per queste antropologie ciò che il senso comune denota come “corpo”, non è solo materia, ma materia e forma che, come tali non possono esistere mai separatamente, di qui il termine *ilemorfismo* (da *ylé*, materia, e *morfé*, forma, in greco) con cui nell'antichità venivano designate. L'“anima” dunque è “forma che organizza la materia”, ed il risultato di questa relazione è il corpo vivente, ovvero un corpo auto-organizzato, o “organismo”, che si ri-organizza continuamente, tanto che la sua decomposizione o “disorganizzazione” coincide con la “morte” di quell'organismo, vegetale, animale o umano che sia. Nell'antichità greca e medievale, infatti, questa antropologia è stata sostenuta dai filosofi aristotelici e quindi dalla filosofica aristotelico-tomista del tardo medioevo.

A partire dallo sviluppo della moderna genetica, basata sulla scoperta negli anni '60 del DNA, e dell'avvio contemporaneo del programma di ricerca della cosiddetta *Intelligenza Artificiale* (IA) nello studio della mente, l'interpretazione del “principio vitale” in biologia e della mente in psicofisiologia come *informazione* incorporata negli scambi di materia-energia dell'organismo e/o del cervello, fa sì che oggi la teoria duale sia la più praticata nell'ambito scientifico, visto che ormai non esiste libro o testo di biologia o di scienze cognitive che, a torto o ragione, non usi il termine “informazione” e i concetti ad esso associati per descrivere e/o spiegare il suo oggetto.

Generalmente, però — proprio per l'erronea identificazione fra “immaterialità” dell'anima e dualismo psicofisico: anche l'informazione ha una componente non-materiale, come vedremo, sebbene sia scientificamente (empiricamente e matematicamente) studiabile! — tale uso s'inserisce nel quadro di un'antropologia monista di tipo materialista/meccanicista⁴, anche se non mancano esempi di tentativo di coniugare questo approccio informazionale di tipo rappresentazionale e dunque funzionalista allo studio della mente, con un'antropologia di tipo dualista, per esempio in Jerry Fodor⁵. Si tratta però, in ambedue i casi di usi metaforici — legati alla metafora della mente come computer e quindi alle operazioni cognitive come calcoli funzionali di tipo logico, da cui il nome “funzionalismo” per questo approccio — e non scientifici della nozione e misura d'informazione. Non sono cioè legati ad una fondazione a livello di fisica fondamentale (fisica quantistica), della “generazione di informazione” da parte di sistemi fisici, viventi e non. Non hanno quindi alcuna rilevanza ontologica per i nostri scopi. Torneremo dunque sull'approccio informazionale nelle neuroscienze cognitive, dopo aver discusso brevemente delle due interpretazioni paradigmatiche della “neuroetica” citati nell'Introduzione, quella esplicitamente riduzionista di un Gazzaniga e quella incoativamente personalista di un Levy, partendo dal comune “nemico”: il dualismo cartesiano dello “spirito nella macchina”.

2.2 LA COSALIZZAZIONE DELL'IO IN DESCARTES E LA NEUROETICA

2.2.1 *La cosalizzazione dell'io nella “res cogitans”*

Uno dei più gravi problemi dell'antropologia moderna è stato sicuramente quella oggettivazione o, se vogliamo, “cosalizzazione” dell'io al sé che a suo tempo portò G. Ryle a

⁴ Cfr., come tipici e più famosi esempi, i contributi dei coniugi Churchland, Patricia (PATRICIA SMITH-CHURCHLAND, *Neurophilosophy. Toward a unified science of the mind/brain*, MIT Press, Cambridge MA; 1986, ID., *Brain-wise. Studies in neurophilosophy*, MIT Press, Cambridge MA, 2002) e Paul (PAUL M. CHURCHLAND, *Matter and consciousness: a contemporary introduction to the philosophy of mind*, Revised Edition, MIT Press, Cambridge MA, 1999; ID., *Neurophilosophy at work*, Cambridge UP, New York, 2007).

⁵ Cfr. JERRY A. FODOR, *The language of thought (The language of thought series)*, Harvard UP, Cambridge MA, 1980; e ID., *LOT 2: The Language of Thought Revisited*, Oxford UP, Oxford, New York, 2008.).

negarne l'esistenza per la sua "sistematica elusività" proprio come lo "ora" del presente temporale⁶. La citazione di Ryle non è casuale perché il suo "comportamentismo disposizionale", di indole squisitamente neo-aristotelica⁷ è alla base della teoria matematica delle reti neurali, naturali e artificiali, e quindi delle neuroscienze cognitive. Il cambio *misurabile* dello stato disposizionale (potenziale di attivazione) del neurone, in funzione dello stato delle connessioni (sinapsi) con gli altri neuroni cui è collegato, e ciò che precede immediatamente l'attivazione/disattivazione del neurone, ed è matematicamente (algebricamente) definibile come matrice di probabilità transitive dallo stato di inattivazione a quello di attivazione del neurone o viceversa. D'altra parte, il fatto che l'io si presenti all'auto-coscienza come l'inoggettivabile "presenza a se stessi", ben evidenziata fin dall'imperituro contributo di Agostino, porta alla luce un altro e forse ancor più grave problema dell'antropologia moderna a partire da Descartes. L'aver privilegiato solo la "via soggettiva" dell'autocoscienza all'io e all'anima, abbandonando quella armoniosa sintesi con la "via oggettiva" del naturalismo che la tradizione scolastica, in particolare quella tommasiana, aveva costruito⁸. In tal modo, il pensiero metafisico moderno sull'anima è stato condannato a quel "dualismo" dello "spirito nella macchina" come risultato del meccanicismo della fisica cartesiana nelle scienze fisiche e biologiche, che l'abbandono della visione "duale" – ogni corpo è risultato della sintesi fra "forma" e "materia", ambedue effetti di una appropriata azione causale – dell'ontologia degli enti fisici aristotelico-tomista. Il risultato è che l'abbandono della visione meccanicista da parte della fisica e della biologia contemporanea in favore di una rinnovata visione "duale" della natura – l'"informazione" come la "materia" (massa-energia) sono due grandezze fisiche che entrano nella costituzione ontologica di ogni ente fisico, vivente e non – non ha prodotto ancora risultati per una visione autenticamente e costruttivamente (ovvero non-nihilisticamente) post-moderna dell'antropologia.

Il mio lavoro di ricerca e di insegnamento da decenni si pone in questa prospettiva, per cercare di sanare questo gap, utilizzando in questi ultimi anni il potente strumento della *filosofia formale* che, mediante i mezzi della *logica filosofica* come distinta dalla, ma correlata alla, *logica matematica* delle scienze, consente un più agevole strumento di dialogo interdisciplinare con le scienze e interculturale con altre ontologie e culture, nella prospettiva globale della società attuale. In particolare, per quanto riguarda la prospettiva di una formalizzazione (in ontologia formale) della visione duale in fisica e cosmologia – e quindi anche nella biologia e nelle neuroscienze –, mi permetto di rimandare al mio più recente lavoro sul tema⁹.

Nel presente contributo, invece, sia perché nel campo filosofico la filosofia formale in Italia non ha ancora raggiunto, purtroppo, quel livello di diffusione che ha ormai nel resto del mondo,

⁶ Cfr. GILBERT RYLE, *The concept of mind* (tr.it.: "Lo spirito come comportamento"), Routledge, London, 1951. Per la diretta connessione del suo comportamentismo disposizionale alla teoria aristotelica delle *dispositiones* (=qualità modificabili che quando stabilizzate divengono *abiti*) cfr. la sottosezione dedicata a Ryle nel mio GIANFRANCO BASTI, *La relazione mente-corpo nella filosofia e nella scienza*, ESD, Bologna, 1991, §3.4.4 (questo libro è esaurito da anni, per questo l'ho messo a disposizione online in http://www.stoqatpul.org/lat/materials/basti_rel_mente_corpo.pdf), e, più recentemente, la ricostruzione storico-teoretica del lungo itinerario che ha portato alla nascita delle neuroscienze cognitive in: ID., «Dal mente-corpo al persona-corpo. Il paradigma intenzionale nelle scienze cognitive», in ...*E la coscienza? Fenomenologia, psico-patologia e neuroscienze*, a cura di ANGELA ALES BELLO E PATRIZIA MANGANARO, G. Laterza, Bari, 2012, pp. 523-634.

⁷ Il cambio delle *dispositiones* della materia ad una data forma (cioè dalla potenza all'atto) è quanto, aristotelicamente parlando si può empiricamente constatare nei processi di generazione di forma.

⁸ Cfr. BASTI, *Il rapporto mente-corpo*, cit.

⁹ Cfr. GIANFRANCO BASTI, «L'ontologia formale del "realismo naturale", cosmologia evolutiva e partecipazione dell'essere», *Divus Thomas*, 2014, (In Stampa).

sia perché vorrei raggiungere il più ampio possibile livello di diffusione, innanzitutto fra gli studenti¹⁰, mi limiterò a usare in questo contributo il linguaggio ordinario. Ovvero, mi limiterò a proporre un'ontologia di tipo descrittivo dell'io e della mente, facendo vedere in che senso oggi si può e si deve parlare del recupero, post-moderno e quindi post-ideologico (o post-scolastico, se vogliamo) dell'approccio "duale" nelle neuroscienze. Un'ontologia del tutto compatibile con l'approccio scientifico e non ideologico-riduzionista alla neuroetica.

Fin da ora, comunque, sia chiaro che la fondazione causale delle forme naturali, propria dell'ontologia aristotelica e delle scienze fisiche e biologiche contemporanee (le forme come prodotto dell'azione di cause efficienti che "ordinano" la materia), fa sì che l'ineliminabile componente "spirituale" dell'anima umana, dipenda dalla necessità di un concorso causale trascendente il concorso delle cause naturali, invece sufficiente per le altre forme naturali, di corpi viventi e non. Lo "spirito" insomma non è una "cosa pensante" dentro una "cosa estesa" come Descartes ci ha insegnato (o condizionato?) a pensare, ma l'effetto perdurante di una relazione causale con un Assoluto Trascendente – che i seguaci, me compreso, delle religioni bibliche "chiamano Dio" attribuendogli per fede una natura personale¹¹. Esso, proprio per la natura trascendentale o fondazionale di questa relazione sulla forma di un corpo umano vivente, può trascendere esso stesso i limiti della "vita naturale", e rendere così il soggetto umano che ne è costituito non solo capace di "trascendere la morte" – come le religioni insegnano –, ma, più in generale, capace di trascendere i condizionamenti delle cause naturali – lo rende cioè "capace di intelligenza e libertà" – anche durante la sua vita naturale. Torneremo nelle conclusioni su questa relazione fra il Fondamento Trascendente dell'essere di ogni cosa e il Dio Personale delle religioni bibliche, *Trascendente* anch'esso la natura del cosmo sia esso costituito da uno o più universi: metafisicamente è irrilevante, ma *Immanente* per la sua causalità universale che esercita su tutte le cose, cuore dell'uomo incluso.

2.2.2 *L'inconsistenza fisica e metafisica della res cogitans e la neuroetica*

Sappiamo come la teoria cartesiana del dualismo *res cogitans/res extensa* incontrò immediatamente la critica spietata di tutti i maggiori filosofi moderni, da Gassendi a Leibniz, a Kant, a Hegel. L'autoevidenza della coscienza a se stessa non è in grado di fondare alcuna natura sostanziale, spirituale e individuale dell'anima razionale umana – comunque la si voglia etichettare –, come già Tommaso si era incaricato di dimostrare a suo tempo contro certi usi "allegri" della teoria agostiniana dell'interiorità¹². Per sintetizzare in uno efficacissimo slogan, quello posto da Hegel al termine della Prima Parte della sua opera più geniale, la *Fenomenologia dello Spirito*, "la coscienza solo sapendo se stessa sa". L'autocoscienza, cioè prova solo l'esistenza (*an est, dass*) della coscienza a se stessa e quindi di una psichicità in noi, ma per dirla con Tommaso, per definire la natura (*quid est, was*) di questa psiche, occorre una *subtilis et*

¹⁰ Li invito fin da ora, comunque, a dotarsi nel loro curriculum, dello strumento della filosofia formale, sia perché giovani, sia soprattutto per le interessanti prospettive di ricerca e professionali che la filosofia formale può aprire loro, nel campo delle scienze informatiche, innanzitutto. Cfr. la pagina al riguardo del sito della facoltà di filosofia dell'Università di Oxford, invitando nel contempo i colleghi delle facoltà di filosofia italiane a seguirne l'esempio (<http://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing/computer-science-and-philosophy>), se non vorranno, inevitabilmente, vedere implodere del tutto il numero di iscritti alle loro facoltà.

¹¹ GIANFRANCO BASTI, «Ontologia formale. Tommaso d'Aquino ed Edith Stein», in *Edith Stein, Hedwig Conrad-Martius, Gerda Walter. Fenomenologia della persona, della vita e della comunità*, a cura di ANGELA ALES-BELLO, FRANCESCO ALFIERI E MOBEEN SHAHID, Laterza, Bari, 2011, pp. 107-388; ID., «L'ontologia formale del "realismo naturale", cosmologia evolutiva e partecipazione dell'essere», *Divus Thomas*, 2014, (In Stampa).

¹² Cfr. BASTI, *La relazione mente-corpo*, cit., §5.3.

difficillima inquisitio con tutti i mezzi che l'indagine razionale può mettere a disposizione. Fisicamente, poi, come evidenzierà la critica di Leibniz alla teoria cartesiana della “ghiandola pineale” – dove la *res cogitans* interagirebbe col flusso materiale degli impulsi nervosi (gli “spiriti corporei” della neurofisiologia antica prima di Galvani) – una simile teoria viola in meccanica il “principio di conservazione della quantità di moto”, lemma di quel principio d'inerzia che Descartes – anche se definito in una forma matematicamente scorretta – aveva posto a fondamento della sua meccanica, e quindi della sua fisiologia e neurofisiologia meccanicista del corpo animale e umano. In una parola, ogni visione dualista in cui l'anima spirituale “sposterebbe particelle” – siano essi “spiriti corporei” di un flusso di vapori nei nervi, o “elettroni” di una corrente elettrica, come nella neurofisiologia contemporanea – viola la prima fondamentale legge della termodinamica, quella che garantisce che prima e dopo un evento fisico qualsiasi il bilancio energetico deve essere comunque conservato. Se dunque lo spirito fosse la sua caricatura cartesiana della *res cogitans* bisognerebbe essere tutti materialisti, come purtroppo lo sono troppi scienziati per questo esiziale *misunderstanding!*

Ora, storicamente, l'approccio della neuroetica nasce proprio da una critica nel campo delle neuroscienze cognitive alla visione cartesiana dell'io, fatta in un ormai storico saggio di A. Damasio¹³ pubblicato per la prima volta vent'anni fa' nel 1994. Il libro era il risultato di oltre vent'anni di sperimentazioni che produssero per la prima volta l'incontestabile evidenza che pazienti, intelligenti, senza difetti d'attenzione, di linguaggio, di ragionamento astratto erano sistematicamente incapaci di prendere decisioni, vantaggiose per se stessi e accettabili dall'ambiente sociale cui appartenevano, e quindi moralmente corrette, per un difetto nell'area emozionale del cervello. L'errore di Descartes (e di Kant col suo formalismo etico) è dunque quello di aver separato etica ed emozioni, per un'interpretazione esclusivamente razionalista dell'etica e della decisione morale. Naturalmente, questa scoperta è musica per l'antropologia duale d'ispirazione biblica e scolastica, tommasiana in particolare, che non oppone mai, né mente e corpo, né volontà e intelletto¹⁴, e alla fondazione intenzionale del *bonum* e dell'atto morale di decisione¹⁵, dove il “sommo bene” – e i beni intermedi necessari per conseguirlo – sono ciò che per il soggetto soddisfa il suo infinito desiderio di felicità, ovvero l'estensione potenzialmente infinita della sua volontà naturale. Essa dunque non è l'assurda, kantiana, “facoltà di desiderare in generale”, resa “buona” se “informata” dall'astratta legge morale, come nello schema razionalista kantiano, ma è l'intenzionale “facoltà di desiderare qualcosa”, un *bonum*, appunto. E la moralità dell'atto dipende dalla bontà del fine che la volontà intende perseguire mediante comportamenti adeguati, dalla capacità cioè di realizzare le potenzialità della persona.

Tutta la moralità dell'atto di decisione consiste dunque nel giudicare – di giudizio pratico – quale siano il “bene sommo” e i “beni intermedi” atti a soddisfare il desiderio di felicità, la *perfecta beatitudo* definita da Tommaso *suam perfectionem adimpleri*, “la completa

¹³ Cfr. A. R. DAMASIO, *Descartes' error. Emotion, reason and the human brain*, 1st edn, Putnam's Sons, New York, 1994.

¹⁴ Si pensi alla nozione biblica di “cuore”, la *mens* della scolastica come scaturigine unica di intelletto e volontà, inseparabile dal corpo e dalle sue emozioni nella visione tommasiana, anche se non nella metafisica e teologie scolastiche d'ispirazione neo-platonica. Cfr. i capp. 4 e 5 del mio manuale di antropologia: GIANFRANCO BASTI, *Filosofia dell'uomo*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna, 1995.

¹⁵ Cfr. GIANFRANCO BASTI, «Dal mente-corpo al persona-corpo. Il paradigma intenzionale nelle scienze cognitive», in *...E la coscienza? Fenomenologia, psico-patologia e neuroscienze*, a cura di ANGELA ALES BELLO E PATRIZIA MANGANARO, G. Laterza, Bari, 2012, pp. 523-634.

realizzazione (traduzione letterale di *perficere* e *perfectio*) delle proprie potenzialità”, che passa sempre attraverso il corpo e attraverso gli altri: “l’animale razionale” è intrinsecamente “sociale”, come insegna Aristotele: l’intenzionalità non è mai solo soggettiva, ma intrinsecamente intersoggettiva, come la fenomenologia ha evidenziato ai moderni. È insomma la persona che decide, non un’inesistente *res cogitans*!

Tornando al lavoro di Damasio il suo saggio ha innescato tutta una serie di ricerche sul ruolo delle emozioni e del loro substrato neurale nel comportamento razionale e deliberativo umano. Di fatto la sua ricerca ha aperto la strada all’interpretazione intenzionale delle neuroscienze cognitive, sviluppate in seguito, in particolare, dai gruppi di Freeman a Berkeley e di Rizzolatti a Parma. Infatti, lungi dal voler negare il ruolo della razionalità e della libertà in un senso riduzionista, Damasio tiene a sottolineare fin dall’introduzione che la sua ricerca ha teso solo a ribaltare, innanzitutto sperimentalmente, la visione razionalista cartesiano-kantiana sulla razionalità stessa e sulla deliberazione umane. In quella visione, le emozioni erano viste solo come ostacolo alla razionalità, la ricerca di Damasio ha evidenziato da neurofisiologo e non da filosofo! – non mai usato anche una sola volta il termine “intenzionale” e derivati –, che chi non è capace di emozioni e di sentimenti non è capace neanche di ragionare e di deliberare. In una parola, intelligenza e volontà sono *facoltà intenzionali*.

Di per sé il lavoro successivo di Damasio¹⁶ è ugualmente molto interessante, anche se meno scientificamente rilevante perché si tratta solo di ipotesi teoretiche senza nessun particolare o significativo riscontro sperimentale. È interessante teoreticamente il suo lavoro perché ha rimesso al centro della discussione neurofisiologica anche un’altra fondamentale distinzione propria della teoria intenzionale della mente. Quella fra 1) coscienza, intesa come “presenza a se stessi” (*witnessing self*), alla base della cosiddetta “coscienza in prima persona”, 2) quella dell’auto-coscienza come auto-oggettivazione del sé (non dell’io, come tale inoggettivabile) all’io e quindi anch’essa parte della “coscienza in prima persona”, 3) quella del comportamento osservabile che fa sì che l’osservatore esterno attribuisca coscienza a chi lo esprime, perché si comporta come l’osservatore che sa di averla. Il tentativo, interessante di Damasio di collegare il senso (1) al (3) cercandone le possibili basi neurofisiologiche e biologiche evidenziando, di nuovo correttamente, che è qui il cuore del problema – non nel senso (2) della coscienza, che ha a che fare con l’interiorità e che quindi, può interessare il filosofo morale, l’epistemologo o il mistico, ma non ha alcuna rilevanza per il problema della fondazione del comportamento libero dal punto di vista della neurofisiologia e dell’ontologia della mente. L’ultima idea fondamentale nel libro è che in questa prospettiva è la mente intesa nel senso (1) come controllo sul corpo in relazione col proprio ambiente a “contenere” il corpo e non viceversa, come nella visione cartesiana¹⁷ Si tratta quindi di un lavoro molto raffinato, ma che ha avuto un minore impatto, proprio perché non ha portato finora ad alcuna decisiva scoperta sperimentale che avvalorasse le sue tesi che possiamo quindi tralasciare. Nei quasi vent’anni che separano i due testi di Damasio le conferme sperimentali del suo modello sono state fatte dai due gruppi citati di Freeman a Berkeley e di Rizzolatti a Parma da cui è nata sia la cosiddetta *interpretazione intenzionale* nelle neuroscienze cognitive, sia il programma scientifico – non quello ideologico alla Gazzaniga – di ricerca della *neuroetica*.

¹⁶ Cfr. A. DAMASIO, *Self comes to mind: constructing the conscious brain*, 1st edn, Heinemann, London, 2010.

¹⁷ *Ivi*, pp. 89-107.

Dove va ricordato che questo vero e proprio cambio di paradigma nelle neuroscienze cognitive è molto più vasto dei limiti di questi due gruppi che per la competenza anche filosofica dei rispettivi leader e membri, non esistono a citare il termine “intenzionale” e autori come Tommaso o Merleau-Ponty. Ormai la totalità delle ricerche di neuroscienze cognitive ha abbandonato il vecchio paradigma rappresentazionale degli inizi e si parla solo di “agenti cognitivi” e dell’intrinseca componente “emozionale” di ogni atto cognitivo e/o deliberativo, seguendo l’originaria intuizione di Damasio.

I filosofi cognitivi, io compreso¹⁸, hanno definito questo cambio di paradigma dal rappresentazionale all’intenzionale come il passaggio dal problema del “mente-corpo” al problema del “persona-corpo”, dove “persona” nel senso delle neuroscienze cognitive è “il corpo in relazione”. Così si sono espressi al riguardo in un famoso saggio, pubblicato circa dieci anni fa’, il filosofo cognitivo Th. Metzinger e V. Gallese, un neurofisiologo del Gruppo di Parma:

Le persone fanno assunzioni, e i cervelli sono solo moduli funzionali sub-personali dell’intera persona. Inoltre, la dinamica rappresentazionale dei cervelli sfuggono alla distinzione fra sintassi e semantica. (...) I predicati in prima-persona o ciò che i filosofi definiscono come “espressioni intenzionali” devono essere evitati in tutti questi livelli di descrizione sub-personali¹⁹.

Che il programma di ricerca scientifica di B. Levy e del suo Centro di Ricerca per la Neuroetica, si muova su questa linea interpretativa è reso evidente da questo *collage* di citazioni che si commentano da sole, tolte dal libro che lo ha reso famoso nel mondo, *Neuroethics*, tradotto in tutte le principali lingue:

Identificare l’io con l’autocoscienza sembra quindi un’operazione inutile (...) Ma un errore analogo (...) consiste nel postulare l’esistenza di un centro di controllo, una CPU nel cervello dove tutto converge e dove gli ordini sono impartiti. (...) L’idea di un centro di controllo, una CPU nel cervello, dove tutto converge e dove gli ordini sono impartiti sembra incorrere nella *fallacia dell’homunculus*. (...) Non dobbiamo temere che rinunciare al controllore centrale comporti rinunciare alla capacità di agire, alla razionalità o alla moralità. Noi giustamente vogliamo che le nostre azioni e i nostri pensieri siano controllati da un agente, da *noi stessi* (...). Ma l’unica cosa che nel mente/cervello risponde alla descrizione di un agente è *il suo insieme* costituito da vari moduli e meccanismi sub-personali. *Ed è senz’altro l’intero agente che è il controllore dei processi controllati*²⁰.

Purtroppo le librerie, specialmente quelle online, traboccano di testi divulgativi, spesso scritti da persone che non hanno mai messo piede in un laboratorio di ricerca, in cui abbonda tutto lo stupidario riduzionista e anti-personalista, traendo in inganno non solo il grande pubblico, ma anche filosofi – studenti e professori – cui manca un’adeguata preparazione scientifica, che li

¹⁸ Cfr., BASTI, *Dal mente-corpo al persona-corpo*, cit. e l’ampia bibliografia lì citata, cui aggiungo l’ampio saggio di sintesi recentemente pubblicato da A. Clark, ora all’Università di Oxford come Levy: ANDY CLARK, «Whatever next? Predictive brains, situated agents and the future of cognitive science», *Behavioral and Brain Sciences*, 36 (2013), 181-204.

¹⁹ THOMAS METZINGER E VITTORIO GALLESE, «The emergence for a shared action ontology: building blocks for a theory», *Consciousness and Cognition*, 12 (2003), 557.

²⁰ NEIL LEVY, *Neuroetica. Le basi neurologiche del senso morale*, trad. di R. I. Rumiati, Apogeo, Milano, 2009, p.33. Cfr., per un aggiornamento, anche il monumentale *Oxford Handbook of Neuroethics*, a cura di Judy Illes e Barbara J. Sahakian, Oxford UP, Oxford, UK, 2013. Cfr. anche l’*International Neuroethics Society*, recentemente costituita presso l’Ospedale di Bethesda della George Washington University (<https://ns.memberclicks.net/>).

renda capaci di distinguere la spazzatura dalla ricerca seria. Il comun denominatore di tutti questi *pamphlet* è solo e sempre la critica al dualismo cartesiano e alla sua falsa identificazione dell'io con una mente immateriale, separata dal corpo.

Mi rifiuto, ovviamente, anche solo di citare questo tipo di pubblicazioni. Mi limito solo a citare il saggio di M. Gazzaniga, un Autore cui non manca certo la dignità scientifica di rilevanza internazionale che, come già ricordato, ne fa uno dei fondatori delle neuroscienze cognitive. La sua posizione filosofica è invece indice di una visione che non tiene conto del vero e proprio “cambio di paradigma” nella fisica fondamentale, che si è operato in questi ultimi cinquant'anni.

La sua posizione invece ancora si rifà a un determinismo di tipo newtoniano²¹, ed in base al quale non v'è spazio per il libero arbitrio, quando – differentemente da come lo stesso Newton affermava – lo si interpreti in senso ontologico. Ovvero, interpretando le leggi della meccanica e il loro determinismo, come delle leggi *causali* e non come Newton stesso le interpretava come leggi *fenomeniche*. Particolarmente rilevante per i nostri scopi è la sua sottolineatura dell'irrelevanza dell'indeterminazione quantistica, per il problema del libero arbitrio, visto il cambio di scala che esiste fra il livello microfisico degli eventi quantistici e il livello macroscopico degli eventi neurali, dove evidentemente, il determinismo newtoniano, a livello fondamentale, vale. In sintesi, libertà e responsabilità sono concetti che non hanno alcun valore a livello individuale. Essi, come la coscienza hanno una spiegazione causale a livello degli eventi neurali che li determinano, sono un loro “effetto postumo”, e qui Gazzaniga cita il solito esperimento di B. Libet²² e le sue ulteriori e più estese conferme ad opera di J. D. Haynes e il suo gruppo²³ che dimostrano che esistono dei determinanti neurali (“potenziali di disposizione immediata”) all'azione “volontaria” che precedono di qualche millisecondo, nel primo caso, e di addirittura, quasi una decina di secondi, nel secondo caso (usando tecniche di risonanza magnetica funzionale), l'espressione cosciente dell'intenzione di compiere l'azione. In una parola:

La volizione cosciente, l'idea che tu voglia che un'azione accada è un'illusione. Ma è questo il modo giusto di pensare ad essa? Comincio a credere che non lo sia (*Ivi*, p.128).

Quale sia questo “modo giusto” di pensare alla volizione libera ce lo spiega subito dopo. Sebbene, per Gazzaniga, coscienza e libertà siano fenomeni *emergenti* che richiedono un livello diverso di descrizione, *complementare* a quello neurale che li ha generati, tuttavia non esiste alcuna “causazione verso il basso” (*top-down causation*) dal loro livello verso quelli più bassi, perché non esiste alcuna “causazione all'indietro” (*downward causation*) dall'effetto a ciò che lo ha provocato. Inoltre, mentre ha senso parlare di “coscienza” come fenomeno individuale, non ha senso parlare di “libertà” e “responsabilità” se non in contesto sociale. Quindi non solo la volizione cosciente non determina l'accadere di un'azione, ma non è neanche una proprietà dell'individuo.

Come si vede bene, ciò che gli esperimenti di Libet e dei suoi succedanei dimostrano – come pure tutte le successive elucubrazioni teoriche di Gazzaniga – è *solo* l'inconsistenza dell'idea

²¹ Cfr. GAZZANIGA, *Who's in charge*, cit., pp.106-143

²² B. LIBET ET AL., «Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential): the unconscious initiation of a freely voluntary act», *Brain*, 106 (1983), 623-42.

²³ C. S. SOON ET AL., «Unconscious determinant of free decisions in the human brain», *Nature neuroscience*, 11 (2008), 543-45.

cartesiana di “io”. L’identificazione cioè – come l’ultima citazione evidenzia alla lettera – fra “volizione cosciente” e “io” (“tu”, nel caso della citazione). È il determinante neurale che precede causalmente la coscienza e la volizione cosciente, quindi non sono “io”/“tu” che decidiamo ma i rispettivi cervelli. Cioè “io”/“tu” = “coscienze”, non “= persone”.

Viceversa, ciò che il rinnovato approccio intenzionale alle neuroscienze e il soggiacente personalismo in neuroetica evidenziano molto bene “è l’intero agente il controllore dell’azione” non la sua coscienza, che come già diceva Tommaso è qualcosa che accompagna l’azione o la conoscenza non che la “causa” e tantomeno la “precede”. I neuroni e i loro potenziali sono moduli, parti sub-personali, “cause strumentali” necessarie al compimento dell’atto volontario, non “cause agenti” dell’atto. Potrei mai dire infatti di essere “libero di alzare il braccio”, se un attimo prima di decidere di alzarlo i “miei” neuroni che lo comandano non avessero raggiunto un massimo di potenziale di scarica per poter attivare il circuito che, dal cervello, stimola i muscoli del “mio” braccio”? Se ciò non fosse, vuol dire “che non sono in grado di alzare il mio braccio quando voglio”, dunque che non sono libero di farlo. In una parola, come amava sintetizzare Tommaso, dire che è la mia anima o il mio cervello a pensare e volere è altrettanto insensato come dire che sono il martello o lo scalpello gli autori della statua e non lo scultore.

Dove forse la mancanza di acribia filosofica in Gazzaniga raggiunge il suo massimo è la sua incapacità di capire il cambio di paradigma in corso in fisica quantistica dal vecchio paradigma monista-meccanicista newtoniano ad uno aristotelico duale-dinamico, in grado di giustificare a livello di fisica fondamentale nozioni altrimenti vaghe come “emergenza”, auto-organizzazione”, “complessità” che lui stesso ha usato ampiamente nelle sue riflessioni. Cos’è che infatti dà unità alle parti materiali di una totalità (corpo), dai livelli elementari dei quark nell’unità del protone e del neutrone, di questi nell’unità del nucleo, del nucleo e degli elettroni nell’unità della molecola... e poi via, via per livelli sempre crescenti di complessità fino all’unità dell’individuo umano capace di auto-determinarsi ad agire in vista di scopi? Di essere cioè un soggetto intenzionale, una “persona”? Questo cambio di paradigma è ciò che va sotto il nome di “interpretazione informazionale” della fisica quantistica, nelle sue due versioni di “meccanica quantistica” (*quantum mechanics, QM*) e di “teoria quantistica dei campi” (*quantum field theory, QFT*). Ambedue queste interpretazioni hanno dato luogo a significativi modelli nell’interpretazione dei dati sperimentali delle neuroscienze cognitive, tesi innanzitutto a spiegare il fenomeno della “generazione di informazione” in sistemi complessi – i più complessi esistenti nell’universo – quali i cervelli e quelli umani in particolare.

È stato R. Penrose²⁴ l’iniziatore di questa estensione alle neuroscienze della QM, anche se lo strumento teorico della QFT, usato da Freeman e Vitiello come vedremo subito, è molto più potente, perché è in grado di fornire una visione teorica unitaria, dalla microfisica, alla macrofisica, alla biologia, del “mistero” dell’unità dei corpi fisici in quanto composti di parti eterogenee a diversi livelli di organizzazione del suo sostrato materiale. Vediamone in sintesi la sua applicazione alle neuroscienze cognitive, come fondamento fisico di una teoria “duale” della persona umana.

²⁴ Cfr. ROGER PENROSE, *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds and The Laws of Physics*, Oxford, UP, Oxford, UK, 1989; ID., *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*, Oxford, UP, Oxford, UK, 1994. Per una sintesi aggiornata della sua posizione in fisica fondamentale, cfr. ID., «Foreward», in *A computable universe. Understanding and exploring nature as computation. Foreword by Sir Roger Penrose*, a cura di HECTOR ZENIL, World Scientific Publishing, Singapore-Hackensack, NJ-London, 2013, pp. i-xxxvi.

3 L'IO È PERSONA

3.1 INDIVIDUO BIOLOGICO E PERSONA UMANA

3.1.1 *I viventi come sistemi auto-organizzanti*

Ma chi è questo “io” che è “presente-a-se-stesso” in ogni atto cosciente, di conoscenza sia dell’altro da sé che di se stesso? È l’individuo-biologico-uomo che, proprio perché capace di auto-conoscersi, attraverso la sua relazionalità ad altri “io”, attraverso cioè il suo “essere-noi”, è capace altresì di *auto-determinarsi* – pur negli ovvi limiti della propria fisicità e della propria socialità. In questo senso l’io è *persona* e non solo “individuo”. Vediamo più analiticamente questa distinzione fra “individuo” e “persona” che spesso oggi vengono confusi.

È ben noto che solo i viventi, dall’ameba all’uomo, sono “individui” in senso proprio. Infatti due enti fisici non-viventi della medesima specie (p.es., due o più protoni (p^+), o due o più atomi d’oro (*Au*), o due o più molecole di sale (*NaCl*), etc.) non sono propriamente “individui”. Meglio, lo sono solo “numericamente” (li posso contare come unità distinte), ma non “qualitativamente”. Essi, infatti, sono *identici*, tanto che sono perfettamente, reciprocamente sostituibili senza che si produca nessun effetto, nessuna modifica delle proprietà del “tutto” di cui fanno eventualmente parte. Addirittura in fisica fondamentale, in fisica quantistica, dopo un “salto quantico”, non so e non potrò mai sapere se un protone dentro lo stesso atomo è lo stesso prima e dopo il salto. Meglio, so certamente che è lo “stesso protone”, ma non so se è “medesimo-individuo-protone”.

Niente di tutto questo per due organismi della medesima specie. Anche laddove, come nel caso degli animali superiori, fossero gemelli monozigoti, essi, al massimo, avrebbero lo stesso DNA, ma – sempre per limitarci al solo ambito biologico – avrebbero due sistemi immunitari diversi, diverse gonadi e diverse cortecce cerebrali. Non saranno mai identici e reciprocamente interscambiabili – questo con buona pace di tutto lo stupidario sulle “clonazioni”. Da dove dipende tutto questo? Dal fatto che i viventi, per definizione, sono sistemi fisici *auto-organizzanti*, capaci cioè di *generare informazione* con cui organizzarsi nel processo ontogenetico, capaci cioè di *epigenetica* e non solo dotati di *genetica* – geni che, al limite, lo ripeto, potrebbero essere identici per gemelli monozigoti, senza che lo siano assolutamente le persone che a partire da essi si sviluppano²⁵.

3.1.2 *Genetica, epigenetica e approccio informazionale nelle scienze biologiche*

A partire dalla nascita della moderna genetica, basata sulla scoperta negli anni ’60 del DNA, e dell’avvio contemporaneo del programma di ricerca della cosiddetta *Intelligenza Artificiale*

²⁵ Per essere più precisi, la nozione *fisica* di informazione come “neghentropia”, come l’inverso dell’*entropia*, l’inverso del (la misura del) “disordine” ha due componenti: 1) l’energia *libera* che bisogna comunque “dare” a un sistema fisico perché sia capace di ordinarsi, poiché l’ordinamento richiede comunque un “lavoro”, e questo supplemento di energia, nel caso del vivente, è garantito dal suo *metabolismo*; 2) l’*ordine* che “canalizza” l’energia libera, perché certe azioni piuttosto che altre vengano compiute. E’ questa, propriamente, la componente “formale” dell’informazione, ed è questa la componente “formale” che l’organismo in relazione con l’ambiente “genera”, come vedremo nel prossimo paragrafo quando discuteremo del principio del “doubling” in teoria quantistica dei campi (QFT) di tipo *dissipativo*. Sulla duplice composizione del concetto di “neghentropia” e quindi d’informazione, che si deve al magistero spesso dimenticato di un Premio Nobel della medicina (1937), A. Szent-György (1893-1986). Quando, dunque, nel resto del lavoro ci riferiremo al concetto di “informazione” per distinguerlo da quello di “energia” cui è sempre associata in fisica (come la “forma” alla “materia” nelle ontologie duali), ci riferiremo essenzialmente a questa seconda componente “formale” del concetto di neghentropia e quindi di informazione.

(IA) nello studio della mente, è invalsa la convinzione che la nozione di “forma” in biologia e in psicologia delle ontologie duali, di ispirazione aristotelica, possa avere un corrispettivo scientifico “operazionale” (= matematico e misurabile empiricamente) nella nozione di *informazione* incorporata negli scambi di materia-energia dell’organismo e/o del cervello, “dentro” e “fuori” di ciascuno di essi. Tutto ciò fa sì che oggi la *teoria duale* (= organismo costituito *inscindibilmente di materia e informazione*), in forma consapevole o inconsapevole, sia di fatto la più praticata nell’ambito scientifico, visto che ormai non esiste libro o testo di biologia o di scienze cognitive che, a torto o ragione, non usi il termine “informazione” e i concetti ad esso associati, per descrivere e/o spiegare il suo oggetto.

Uno straordinario salto in avanti in questo senso si è avuto in questi ultimi dieci anni con lo sviluppo in biologia della cosiddetta *epigenetica*, ovvero dello studio di come i livelli più alti di organizzazione dell’individuo, il suo “ambiente cellulare” interno all’organismo medesimo, durante lo sviluppo ontogenetico e oltre, retroagiscano informazionalmente, mediante cioè specifici segnali bio-chimici²⁶ sul medesimo corredo genetico delle cellule, orientando *l’espressione genica* del DNA in maniera assolutamente individuale e senza modificare il DNA stesso, ma solo attivando/disattivando segmenti di esso e quindi i relativi geni.

È dall’epigenesi e non solo dal genoma, dunque, che dipende, per esempio, sia la specializzazione individuale delle cellule embrionali toti-potenti (in grado cioè di riprodursi per costituire qualsiasi genere di tessuto) verso cellule via via più specializzate, sia la de-specializzazione di esse per ri-produrre da cellule adulte specializzate, cellule multi/toti-potenti, avendo sempre e tutte, comunque, il medesimo DNA. Ugualmente la degenerazione cancerosa delle cellule è certamente imputabile all’interazione fra meccanismi genetici ed epigenetici, come pure meccanismi epigenetici entrano nella formazione dei cosiddetti “prioni” divenuti tristemente famosi per la sindrome degenerativa del cervello della cosiddetta “mucca pazza”. Inoltre è ormai provata anche l’influenza epigenetica a livello cognitivo, per esempio, a nella formazione/degenerazione della “memoria a lungo termine” che dipende dall’interazione dinamica fra strutture sotto-corticali come l’ippocampo e strutture corticali nei lobi pre-frontali. Continuamente si moltiplicano le scoperte e le pubblicazioni al riguardo, a testimonianza della crescente importanza di questa nuova dimensione della biologia genetica, in grado ormai di rendere la biologia stessa una scienza galileiana (matematico-sperimentale) a tutti gli effetti²⁷.

Avevano dunque ragione, sia il fondatore della cibernetica, Norbert Wiener — per un banale quanto spesso dimenticato ragionamento matematico²⁸ — sia il riconosciuto attuale fondatore

²⁶ È altamente significativo che la prestigiosa rivista *Science* abbia da qualche anno istituito una nuova rivista che tratta esclusivamente di problemi di scambi d’informazione a livello bio-genetico, sia negli individui, sia fra individui, dal titolo, che è tutto un programma, *Science Signaling*. Analogamente, il gruppo editoriale *Nature Publishing Group* che pubblica l’altra rivista *Nature*, che insieme con *Science* costituiscono il Gotha dove pubblicare i più importanti risultati della ricerca nelle scienze naturali e biologiche, ha molteplici riviste dedicate a questi temi, fra cui la neonata rivista online *Nature Genetics*.

²⁷ Per un aggiornamento si può consultare il sito creato dalla rivista *Science* per gli studi epigenetici: www.sciencemag.org/section/epigenetics.

²⁸ N. WIENER, *Cybernetics. Second Edition: or the control and communication in animal and machine*, MIT Press, 1961 (2. Edition). Il ragionamento di Wiener è semplice quanto lineare: un umano adulto è costituito da centinaia di milioni di miliardi di cellule (10^{17} : 1 seguito da 17 zeri), tutte derivate da una sola cellula fecondata (lo zigote) che, dopo essersi riprodotta sempre uguale a se stessa come fosse un tumore (la morula), comincia progressivamente a differenziarsi. Ora, se schematizziamo ultra semplificando questo processo di differenziazione (epigenesi), come una sorta di albero a biforcazioni progressive con ogni biforcazione corrispondente ad una riproduzione/differenziazione cellulare, e poniamo che ci vuole almeno un bit d’informazione per porsi sulla biforcazione e almeno un altro per scegliere quale delle due strade intraprendere, ci vorranno due bit (2^1) per la prima biforcazione (differenziazione), quattro bit (2^2) per la seconda, otto bit per la terza (2^3) e così via, fino ad

dell'epigenetica, Carol H. Waddington, che riscoprì e riutilizzò questo termine aristotelico²⁹ per darle il nuovo senso con cui noi oggi l'usiamo³⁰, come chiave per un'adeguata e non ideologica comprensione dei meccanismi evolutivi, secondo i dettami di quello che Waddington stesso definiva il suo "post-neo-darwinismo"³¹. Ma, modestamente, avevo ragione io stesso che li citavo ambedue fin dalla prima edizione del mio testo di antropologia nel 1995, ben prima dell'attuale "esplosione" di studi epigenetici³², individuando nell'idea di Waddington l'idea-chiave per il futuro sviluppo della genetica. Infatti, siccome è provato che determinati meccanismi epigenetici sono trasmissibili ereditariamente senza modifiche del sottostante DNA, la vecchia polemica moderna fra *darwinisti* e *lamarckiani*, fra fattori genetici e ambientali nell'evoluzione degli organismi è ormai da archiviare come pattume ideologico. La modernità come "epoca delle ideologie" è insomma finalmente morta anche in biologia, almeno a livello dell'accademia, sebbene essa permane più virulenta che mai nella strumentalizzazione ideologico-politica della scienza, e non solo biologica, ad opera della *falsa divulgazione scientifica*. Un problema angosciante, questo della falsa divulgazione, che è parte di quella "emergenza educativa" denunciata da più parti, ormai da diversi anni, ed a cui occorre trovare una soluzione!

D'altra parte, come ho recentemente sintetizzato in due miei saggi dedicati all'argomento³³, l'approccio duale nella biologia e nelle neuroscienze ha oggi una rigorosa fondazione fisica a livello di sistemi dinamici nella cosiddetta *teoria dei campi quantistici* (*Quantum Field Theory*, QFT) che coerentemente abbraccia tutti gli ambiti delle scienze naturali, dalla fisica quantistica e dalla cosmologia, alla chimica, alla biologia, alle neuroscienze.

arrivare alla stratosferica quantità dell'ordine di 2^{10^7} bit d'informazione per la produzione del numero di cellule di cui un adulto è composto. Un numero ridicolmente incredibile. Soprattutto se lo confrontiamo col limite informazionale cosmologico che è dell'ordine di "soli" 10^{122} bit. D'altra parte, come Davies ricorda, anche le sole possibili combinazioni di aminoacidi di una proteina eccederebbero questo limite, essendo $>10^{130}$ (DAVIES, «Universe from bit», cit., p.80. Come, ricordavo nel mio manuale di antropologia con la metafora, divenuta famosa fra i miei studenti dello sviluppo "del gatto Poldo", citando una poderosa idea di Tommaso d'Aquino al riguardo, il singolo individuo, sviluppandosi, interagisce colla sua specie di appartenenza (genere naturale) modificandola sulla propria individualità irriducibile (Cfr. G. BASTI, *Filosofia dell'uomo*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna, 1995, pp. 158ss.). Non c'è dunque bisogno di alcuna *hecceitas* come, dopo Tommaso, nel Medio Evo affermeranno gli Scotisti, evidentemente schiavi di un pregiudizio pre-formista come chiunque ragiona con pre-comprensioni matematiche sui processi genetici (ai tempi di Aristotele erano Democrito e Leucippo) per garantire l'individualità del prodotto finale.

²⁹ HARRY RUBIN, «Etymology of epigenetics», *Science*, 294 (2001), 2477-78.

³⁰ «La branca della biologia che studia le interazioni causali fra i geni e i loro prodotti che portano all'esistenza il fenotipo», ovvero l'organismo sviluppato.

³¹ Cfr. CAROL H. WADDINGTON, Armando, Roma, 1971. La critica che nel mio testo facevo a Waddington, e che oggi è in pieno confermata, è quella di usare come base fisica dei meccanismi epigenetici "la teoria delle catastrofi" di René Thom, assolutamente insufficiente — come affermava lo stesso, vero, inventore della teoria: il grande fisico matematico russo, recentemente scomparso, Vladimir I. Arnol'd — a giustificare la complessità delle dinamiche epigenetiche dei viventi. I sistemi non-lineari studiati da Arnol'd infatti, sono caratterizzati da una stabilità vicina all'equilibrio, sono cioè caratterizzati da "stabilità strutturale". Viceversa i viventi sono, termo-dinamicamente, "sistemi dissipativi" o "strutture dissipative", capaci di riadattarsi continuamente alle variazioni ambientali, cioè sistemi la cui stabilità è molto lontana dall'equilibrio (solo il cadavere di un (ex-) vivente è all'equilibrio termodinamico col suo ambiente, ma proprio per questo è assolutamente instabile: sta decomponeandosi). Si deve a Ilya Prigogine che per questo è stato insignito del Premio Nobel, la scoperta di questa nuova classe di sistemi fisici complessi, conosciuti anche col nome di "sistemi caotici", che sono la chiave, peraltro, dello studio delle basi fisiche dell'intenzionalità nelle dinamiche cerebrali.

³² BASTI, *Filosofia dell'uomo*, cit., p. 138ss.

³³ Cfr. GIANFRANCO BASTI, «Dualità, epigenesi, intenzionalità: dal mente-corpo al persona-corpo», *Divus Thomas*, 115 (2012), 29-89.

Il punto di partenza di tale approccio, in grado di modificare profondamente l'ontologia moderna della realtà naturale, è l'evidenza che ad ogni realtà fisica, dal *big-bang*, alle particelle fondamentali subnucleari, agli atomi, alle molecole, ai sistemi chimici, biologici e neurali e alle loro interazioni, noi stessi inclusi, soggiace un *campo di forze irriducibile* – il cosiddetto *vuoto quantistico*³⁴ – che costituisce il sostrato comune di ogni realtà fisica. In tal modo, viene distrutta la credenza fondamentale alla base dell'ontologia fisica moderna di origine newtoniana-leibniziana che possano esistere *particelle isolate nel vuoto meccanico* — nessuna realtà è una monade, come “nessun uomo è un'isola”. In ogni caso, la condizione di “vuoto quantistico” come sorta di matrice universale da cui tutto deriva — la “materia prima” come **prwēh duhamij** di Aristotele, o il *tou wabou*, “la materia informe e vuota” del secondo versetto della *Genesi* — si caratterizza come assoluta mancanza di ordine. In tal senso ogni evento dinamico al suo livello più fondamentale consiste “nel mettere ordine nel caos”. La stessa “massa” delle particelle generata dall'ormai ben reclamizzato “bosone di Higgs” è legata ad una forma di coerentizzazione dell'energia del vuoto quantistico primordiale.

Tralasciando queste riflessioni cosmologiche, la QFT a livello di sistemi biologici ci sta aiutando a comprendere “l'anello mancante” della biochimica. E cioè come le funzioni vitali, intese al loro più fondamentale livello come sequenza ordinata e “coerente” di reazioni chimiche, non dipendono *soltanto* dagli agenti chimici e dalle loro interazioni a differenti livelli dell'auto-organizzazione della materia vivente, ma dipendono anche, e criticamente, da chi organizza “il traffico molecolare” fra i partner chimici. Infatti tutte le interazioni chimiche (p.es. le forze di van der Waals) funzionano solo *a brevi distanze*. Il fatto che una molecola arrivi nella prossimità del proprio recettore chimico, così da rendere possibile una reazione chimica, non dipende però né dalle leggi chimiche, né dai soli cosiddetti “processi diffusivi”, secondo la pionieristica ipotesi della *morfo-genesi* di Turing, di cui abbiamo da poco celebrato il centenario della nascita³⁵. Infatti, un processo diffusivo è un *processo casuale*, altamente inefficiente, dal momento che richiederebbe una dinamica temporale molto lenta e innescherebbe tutta una serie di reazioni molecolari inappropriate, perché al di fuori della sequenza molecolare necessaria a che solo una certa serie ordinata di reazioni chimiche avvengano.

Così, il solo modo per “canalizzare” in maniera efficace le molecole, ciascuna oscillante con frequenze caratteristiche che dipendono da leggi quantistiche, consiste nel sottometerle a dei campi elettromagnetici, oscillanti anch'essi secondo specifiche frequenze. In tal modo *molecole specifiche si possono riconoscere l'un l'altra anche a distanza* ed in mezzo ad una moltitudine di altre molecole³⁶. Il mezzo materiale in cui tali campi elettromagnetici di riconoscimento si attivano è *l'acqua*, che costituisce il 70% dei nostri corpi e l'80% delle nostre molecole, in cui tutte le proteine, tutte le cellule, tutti i tessuti, neuroni inclusi, del nostro corpo sono immersi, ed in cui soltanto *tutte* le biomolecole *sono attive*. Siamo insomma delle sorte di “buste di acqua salata, con altra materia sciolta all'interno”, un po' come le meduse, come qualche bio-chimico

³⁴ La nozione di “vuoto quantistico” legata al cosiddetto “terzo principio della termodinamica”. Siccome esso, in sostanza, afferma nessuna mole di materia è in grado di raggiungere lo zero assoluto, si sta in pratica dicendo che nessuna particella è immobile. Ognuna oscilla, “vibra” e, essendo carica, produce un campo di forze. Esiste dunque un campo di forze irriducibile che oscilla a qualsiasi frequenza – è dunque disordinato, senz'alcun ordine o coerenza – che unifica tutta la realtà fisica nell'universo: il “vuoto quantistico”, appunto.

³⁵ ALAN MATHISON TURING, «The chemical basis of morphogenesis», *Phil. Trans. R. Soc. London B*, 237 (1952), 37–72.

³⁶ Cfr. H. FRÖLICH, «Long range coherence and energy storage in biological systems», *Int. J. of Quantum Chemistry*, 2 (1968), 64 ff.; F. A. POPP E YU YAN, «Delayed luminescence of biological systems in terms of coherent states», *Physics Letters A*, 293 (2002), 93-97.

in vena di facezie una volta ha detto. Ora, come sappiamo dal liceo, ciò che caratterizza le molecole d'acqua e *tutte* le biomolecole è la presenza in ciascuna di un forte *campo di dipolo elettrico* (cfr. Figura 1).

Quindi, per sintetizzare, “la materia vivente può essere considerata come un insieme di dipoli elettrici la cui simmetria rotazionale (= equivalenza di tutte le direzioni, N.d.R.) è stata rotta”³⁷.

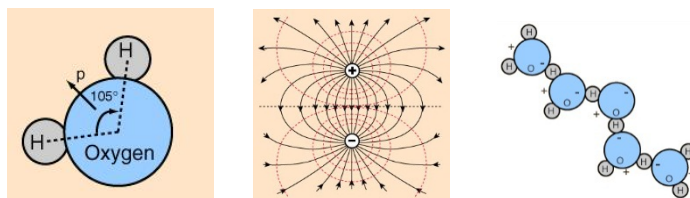


Figura 1(Sinistra) Struttura asimmetrica della molecola d'acqua con la direzione del momento di dipolo p che punta verso gli atomi di idrogeno H che creano una carica positiva. (Centro) Il potenziale elettrico di un dipolo (line nere continue) che mostrano una simmetria a specchio intorno al punto centrale del dipolo. Le linee di forza del dipolo sono ovunque perpendicolari alle linee di forza del campo elettrico (line tratteggiate rosse). (Destra). Il legame molecolare dell'acqua dipende dal momento di dipolo, a causa della distribuzione asimmetrica delle cariche di dipole in ciascuna molecola d'acqua. Da questo dipende una quantità di proprietà tipiche dell'acqua. Per esempio, la proprietà del cosiddetto “film di superficie” dell'acqua allo stato liquido (per esempio, sulla superficie sferica di una goccia d'acqua). Essa dipende dal fatto che le molecole sulla superficie del film, non avendo altre molecole al disopra, hanno dei legami molecolari reciproci molto più forti di quelli delle molecole sottostanti. Di qui la capacità di certi insetti molto leggeri di “camminare sull'acqua”. (Le immagini sono prese dalla voce: “Electric Dipole” nel sito educativo “Hyperphysics”, ospitato dal Dipartimento di Fisica e Astronomia della Georgia State University:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>).

Per capire in maniera intuitiva quanto stiamo dicendo, ogni funzione biologica è costituita da una sequenza ordinata di reazioni chimiche. Il principio di *ordinamento dinamico* di esse suggerito dalla QFT è il seguente. Il campo elettromagnetico oscillante che si propaga nell'acqua, risuonando con le frequenze appropriate di alcune bio-molecole, le avvicina reciprocamente rendendo possibile una determinata serie di reazioni chimiche. Per capirci, si tratta del fenomeno ben noto della “risonanza”, quello per cui se faccio vibrare la corda di una chitarra premendo un tasto, così da produrre una certa nota, un'altra corda che, se pizzicata produce la stessa nota, comincerà spontaneamente a vibrare. Tornando alle nostre molecole oscillanti, una volta che avendo risuonato con l'onda portante che si propaga nel mezzo acquoso, esse sono state avvicinate all'appropriato reagente così da rendere possibile una data reazione chimica, essa libererà dell'energia che, a sua volta modifica la frequenza di vibrazione del campo circostante. Tornando all'esempio musicale, la dinamica cambia nota, così che essa risuonerà con altri tipi di molecole, rendendo possibili altre reazioni chimiche, e via di seguito. Un po' come in musica, più note che suonano insieme fanno un accordo e tanti accordi in sequenza formano una melodia: la melodia – e poi la sinfonia – della vita! In altri termini, l'oscillazione coerente di campi e molecole determina nel sostrato materiale dei “domini di coerenza” (accordi e melodie) che si propagano, si diffondono, o si riducono e si dissolvono, secondo precise leggi dinamiche, determinando il “controllo fine” (*fine tuning*) delle innumerevoli reazioni e processi

³⁷ Cfr. GIUSEPPE VITIELLO, «Stati coerenti e domini coerenti della fisica del vivente (Coherent states and coherent domains of the physics of the living matter)», *La Medicina Biologica*, 4 (2010), 13-19., p. 16. Per l'apparato matematico della teoria, cfr. E. CELEGHINI, M. RASETTI E G. VITIELLO, «Quantum dissipation», *Annals of Phys.*, 215 (1992), 156-70.; GIUSEPPE VITIELLO, «Coherence and electromagnetic field in living matter», *Nanobiology*, 1 (1992), 221; E. DEL GIUDICE E G. VITIELLO, «The role of the electromagnetic field in the formation of domains in the process of symmetry breaking phase transitions», *Phys. Rev.*, A74 (2006), 022105.

fisico-chimici che costituiscono strutture (dai composti proteici, alle cellule, ai tessuti, agli organi...) e funzioni (cellulari, organiche, etc.) proprie dei viventi.

Malgrado le apparenze, questa non è una visione riduzionista della vita perché le proprietà caratterizzanti della materia vivente sono tutte delle funzioni e delle strutture *macroscopiche*, con le loro proprie leggi, che *emergono* dalla dinamica microscopica che le genera, di cui abbiamo accennato qualcosa. In tal senso, la QFT, in quanto teoria generale della materia condensata, è in grado di cominciare a fornire una precisa e matematicamente ben definita connotazione alla nozione altrimenti molto ambigua di “emergenza”. Infatti, nella QFT *l'emergenza di proprietà (strutture e funzioni) macroscopiche è data dal processo dinamico che determina l'ordinamento del sistema*. Naturalmente, ogni processo di emergenza è caratterizzato da un *cambio di scala*, nel nostro caso dal microscopico al macroscopico, così che, essendo il regime dinamico responsabile di questo cambio di natura quantistica — poiché i suoi componenti elementari hanno una natura quantistica —, il sistema risultante è di fatto un *sistema quantistico macroscopico*.

Non è vero, insomma, che le proprietà quantistiche della materia (discretizzazione dello spazio-tempo, non-località, *entanglement*, natura duale (energia+informazione) di tutti gli enti/eventi/processi fisici) sono limitate solo al livello microscopico della struttura della materia. Essi hanno anche notevoli ed evidenti manifestazioni macroscopiche³⁸. L'auto-organizzazione delle molecole organiche nei processi vitali e cognitivi è una di queste, come, a livello della materia non-vivente, lo sono la magnetizzazione nei materiali ferrosi, la superconduttività di alcuni materiali ceramici, la cristallizzazione in tutta la materia condensata...

3.1.3 Natura duale della materia fisica e biologica

I cristalli sono, appunto, tipici esempi delle prime applicazioni di successo della QFT nel campo della materia condensata non-vivente. Nei cristalli *il parametro d'ordine*, cioè la variabile macroscopica che caratterizza il nuovo livello di organizzazione della materia, è in relazione con la *distribuzione di densità della materia*. Infatti, gli atomi (o le molecole) nei cristalli sono ordinati(e) secondo posizioni ben definite che dipendono dalla legge di periodicità che caratterizza un determinato reticolo cristallino. Altri esempi di sistemi ordinati cui si sono applicati con successo i principi della QFT sono i ferro-magneti, i laser, i super-conduttori, etc. In tutti questi sistemi, le proprietà emergenti, legate ai rispettivi parametri d'ordine, non sono né proprietà dei costituenti elementari, né il risultato della loro semplice somma, ma nuove proprietà che dipendono *dai modi in cui si organizzano le oscillazioni* dei campi associati alle molecole componenti i sistemi e quindi *dalla dinamica che controlla le loro interazioni*. Così, ogni processo di ordinamento dinamico della materia, e quindi di *aumento dell'informazione*, è in relazione ad un processo di *rottura di simmetria*, la simmetria del disordine del “vuoto quantistico”³⁹, ovvero all'irriducibile moto delle particelle ed all'associato campo quantistico. Nel caso del magnete, per esempio, la simmetria rotta è la simmetria rotazionale del dipolo magnetico (non elettrico) degli elettroni e la magnetizzazione consiste nella correlazione di tutti

³⁸ Cfr. VLATKO VEDRAL, *Decoding reality. Universe as quantum information*, Oxford UP, Oxford, UK, 2010; Id., «Information and Physics», *Information*, 3 (2012), 219-23.

³⁹ In un macrostato “disordinato”, ogni microstato, qualsiasi esso sia, è equivalente e quindi “simmetrico” alla conservazione della totalità cui appartiene. Questo non è più vero quando emerge un macrostato “ordinato”: non tutti i microstati sono equivalenti per la conservazione del macrostato. Ogni ordinamento dinamico è perciò sempre in relazione a una rottura di simmetria dell'equivalenza dei microstati.

(la massima parte) degli elettroni delle molecole componenti, così che tutti “scelgano”, fra tutte le direzioni, quella propria del vettore di magnetizzazione.

Insomma, qualsiasi ordinamento dinamico fra molti oggetti implica una “relazione d’ordine”, cioè una *correlazione* fra di loro. Ciò che in QFT, a livello *macroscopico*, si denota col termine *onde di coerenza di fase* che si propagano fra le oscillazioni delle strutture molecolari e le loro interazioni, a livello *microscopico* può essere denotato come successive variazioni di distribuzione di densità di corrispondenti *quanti di correlazione*. Un po’ come un’onda d’acqua che si propaga in un lago altro non è, a livello microscopico, che successive variazioni della distribuzione di densità delle gocce d’acqua che compongono l’onda in movimento. Nel caso delle correlazioni fra campi di forze studiate dalla QFT, questi quanti di correlazione sono definiti “bosoni di Goldstone” o “di Nambu-Goldstone” dal nome di coloro che per primi li hanno studiati⁴⁰. La differenza con gli altri “bosoni” cosiddetti *di gauge* — cioè i “quanti” dei corrispettivi campi di forze: i *fotoni* del campo elettromagnetico, i bosoni W^\pm e Z del campo della forza debole (quella dei neutrini), i *gluoni* del campo della forza forte (quella dei quark), e, da ultimi, i *bosoni di Higgs*, comuni a tutti e tre i precedenti — , che sono tutti mediatori di scambi di energia e dunque *quanti di energia*, i “bosoni di Goldstone” non mediano scambi di energia, ma le *modalità* delle interazioni fra i vari campi di forze. Non sono cioè *quanti di energia* e dunque di materia, ma *quanti di correlazione* e dunque di *informazione*. La conseguenza è che quando lo stato ordinato che essi mediano (p.es., riscaldando un magnete, esso perde la proprietà di magnetizzazione), mentre l’energia e i relativi quanti si conservano (per il primo principio della termodinamica, ovvero “nulla si crea, nulla si distrugge, ma tutto si trasforma”) l’ordine e i relativi quanti di Goldstone semplicemente *svaniscono*. Questa è la base del cosiddetto, fondamentale, “teorema di Goldstone”⁴¹, alla base della QFT.

In altri termini, malgrado i bosoni di Goldstone sono “particelle reali”, osservabili con le stesse tecniche delle altre particelle quantistiche (diffusione, *scattering*⁴², etc.), non solo nella QFT della materia condensata che abbiamo esaminato finora, ma in qualsiasi settore della fisica quantistica, ovunque abbiamo a che fare “con rotture di simmetria” del vuoto⁴³, nondimeno *esse non esistono fuori dei sistemi che essi ordinano*. Per esempio, nel caso dei cristalli e dei fluidi, i quanti di correlazione relativi o “bosoni di Goldstone” si chiamano “fononi”; nel caso dei ferromagneti si chiamano “magnoni”; nel caso della materia vivente si chiamano “DWQ” (*dipole wave quanta*, “quanti di onde di dipolo”), etc.. Tutti questi bosoni di Goldstone come la forma macroscopica di ordinamento dei moti del sostrato materiale che di essi è costituita, “esistono” finché durano i relativi stati coerenti della materia. Senza stato cristallino non ci sono più fononi, senza magneti non ci sono magnoni, senza vita in un cadavere non ci sono più DWQ – che allora sono manifestazione fisica della “forma” metafisica del vivente, della sua “anima” come le

⁴⁰ Cfr. YOICHIRO NAMBU, «Quasiparticles and Gauge Invariance in the Theory of Superconductivity», *Physical Review*, 117 (1960), 648–663; JEFFREY GOLDSTONE, «Field Theories with Superconductor Solutions», *Nuovo Cimento*, 19 (1961), 154–164; J. GOLDSTONE, ABDUS SALAM E STEVEN WEINBERG, «Broken Symmetries», *Physical Review*, 127 (1962), 965–970.

⁴¹ Cfr. C. ITZYKSON E J. ZUBER, *Quantum field theory*, McGraw-Hill, New York, 1980; H. UMEZAWA, *Advanced field theory: micro, macro and thermal concepts*, American Institute of Physics, New York, 1993.

⁴² Lo *scattering*, letteralmente “deviazione” è il fenomeno per cui, nell’esperienza ordinaria, quando colpiamo una palla di biliardo (ferma o in movimento) con un’altra in movimento, ambedue vengono deviate. La meccanica quantistica ci ha già abituati al fatto che i fotoni siano particelle senza massa che deviano (e non solo vengono deviate) quando urtano altre particelle dotate di massa.

⁴³ J. GOLDSTONE, ABDUS SALAM E STEVEN WEINBERG, «Broken Symmetries», *Physical Review*, 127 (1962), 965–970.

dispositiones dell'ontologia tommasiana. È evidente che tutto questo ha senso solo in un'ontologia duale: la *forma* (come componente dell'informazione fisica), in quanto relazione d'ordine, non è meno reale e meno misurabile della *materia* (massa-energia). Quattro secoli di fisica materialistica ci hanno disabituato a quello che il senso comune ha sempre saputo al riguardo, confinando “le forme” o nell'astrattezza della matematica o nella poesia dell'arte e della religione, fuori comunque dalla scienza fisica. Ma ognuno sa che, per esempio, dopo aver modellato la creta in forma di quadrato, quando distruggiamo quella forma, essa svanisce senza lasciare traccia, ma la creta rimane nella stessa quantità di prima.

Così quando un organismo muore, la sua forma o “anima” che l'organizzava non è più presente, tanto che il corpo si decompone, ovvero, la materia di cui era fatto permane, anche se sotto forme diverse. La fisica quantistica e in particolare la QFT ci stanno dunque pian piano riabituando a considerare vecchie certezze sotto una nuova modalità di presentazione. Nel nostro caso, le forme che organizzano diverse materie, che si manifestano in modo “operazionale” (matematica+misurabile) come informazione, ovvero come “una grandezza fisica misurabile per quanto immateriale”. “It from bit” ha sintetizzato con un famoso slogan il grande fisico John Archibald Wheeler⁴⁴. Noi, come qualsiasi entità fisica nell'universo siamo fatti tutti di materia e d'informazione. E c'è un modo per conservare anche le forme e l'informazione: basta che essa possa ordinare un qualche altro sostrato materiale (un software può essere “salvato” su un altro supporto), o un altro sostrato puramente formale derivante dalla relazione con altre forme (un quadrato può essere iscritto in un cerchio o una teoria inclusa in un'altra “più potente”, la forma di una qualche entità nella forma di un'altra, etc.). Basta ricordare che comunque qui “forma” va intesa non staticamente come in geometria o nel platonismo, ma aristotelicamente come “atto” l'atto dell'informare dell'ordinare dinamicamente qualcosa che può essere in molti modi, per cui possiamo definirla “informazione” come l'astratto per il concreto, come “corsa” per l'atto del correre.

3.1.4 QFT, intenzionalità, principio di realtà e intersoggettività nelle dinamiche cerebrali

Come A. L. Perrone ed io stesso abbiamo evidenziato in molti lavori durante gli ultimi vent'anni sulle basi neurofisiologiche dell'intenzionalità⁴⁵, solo delle correlazioni a lungo raggio, che si propaghino in tempo reale in ampie aree del cervello e che si manifestino come oscillazioni aperiodiche di tipo “caotico” possono offrire *una valida spiegazione dinamica di un atto intenzionale*, che coinvolge sempre la simultanea interazione fra componenti neurali motorie, sensorie ed emozionali, localizzate in aree molto distanti fra di loro del cervello, rispettivamente nelle corteccie (aree senso-motorie e associative) e nel sistema limbico (aree emozionali: cfr. Figura 2).

⁴⁴ JOHN ARCHIBALD WHEELER, «Information, physics, quantum: The search for links», in *Complexity, entropy, and the physics of information*, a cura di WOJCIECH H. ZUREK, Addison-Wesley, Redwood City, CA, 1990.

⁴⁵ Cfr. GIANFRANCO BASTI E ANTONIO LUIGI PERRONE, «Chaotic neural nets, computability, undecidability. An outlook of computational dynamics», *International Journal of Intelligent Systems*, 10 (1995), 41-69; ID., «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*, World Publishing, Singapore, New York, 2001, pp. 239-88; ID., «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*, Springer, Berlin, London, 2002; GIANFRANCO BASTI, «Logica della scoperta e paradigma intenzionale nelle scienze cognitive», in *Quale scienza per la psicoterapia? Atti del III Congresso nazionale della SEPI (Society for the Exploration of Psychotherapy Integration)*, a cura di TULLIO CARERE-COMES, Florence Art Edition, Firenze, 2009, pp. 183-216.

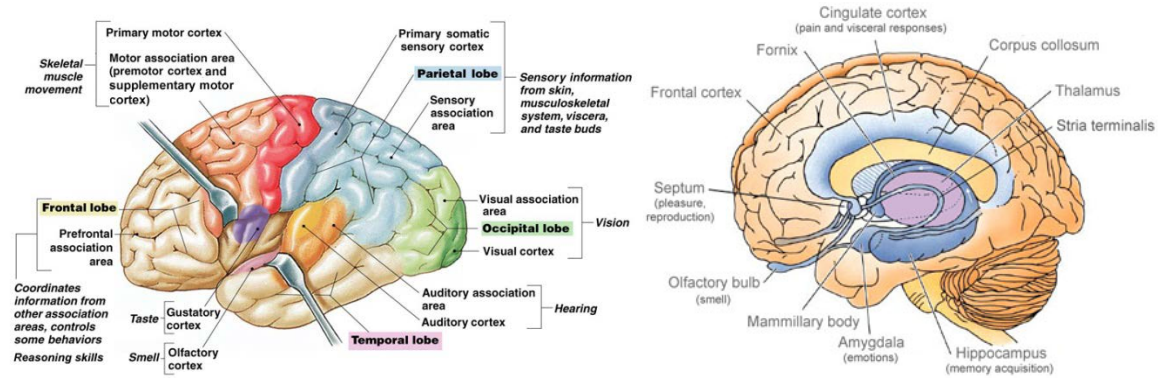


Figura 2. (Sinistra). La corteccia cerebrale costituisce gran parte di quella cosiddetta "materia grigia", formata da decine di miliardi di neuroni, che ricopre la superficie dell'encefalo umano. Tale superficie è caratterizzata dalla presenza di molte scissure, così da ampliare al massimo l'estensione ricopribile dalla corteccia medesima. Come quando si appallottola un pezzo di carta: il massimo volume, nel minimo spazio. Il resto dell'encefalo è costituito per la massima parte dalla cosiddetta "materia bianca", composta essenzialmente di mielina, una sostanza grassa con funzione di isolante elettrico fra le diverse fibre dei neuroni. Nella figura, alla "materia grigia" della corteccia sono state date diverse colorazioni, così da evidenziare in particolare la localizzazione della corteccia sensoria e della corteccia associativa nel cervello umano. Sono queste parti della corteccia infatti a svolgere la funzione di integrazione dei dati percettivi elaborati dai sensi esterni. Si può constatare inoltre la vicinanza spaziale e funzionale della gran parte della corteccia sensoria con quella motoria, così da evidenziare anche neurologicamente l'unità dell'operazione senso-motoria. Infine si può notare quella notevole predominanza della corteccia associativa sugli altri due tipi di corteccia che è tipica dell'uomo rispetto agli altri mammiferi.

(Destra). La parte colorata in scuro evidenzia quell'insieme di strutture sub-corticali che vanno sotto il nome di *sistema limbico*. A queste strutture, mediante la loro stretta interazione dinamica con quelle corticali, sono devolute le funzioni di "memoria a lungo termine" (ippocampo) per il "riconoscimento" degli oggetti percettivi e la loro "valutazione emotivo-istintiva" (amigdala) e quindi il controllo della risposta comportamentale "istintiva" alla presentazione percettiva degli oggetti. Per quest'ultima funzione è da notare in particolare il ruolo della corteccia cingolata ("dolore") e del setto ("piacere sessuale"), in stretta connessione con il sistema ghiandolare ed in particolare con la ghiandola dell'ipofisi. Dall'insieme di queste strutture dipende in gran parte il controllo ormonale del comportamento emotivo, in particolare l'aggressività (in relazione con le ghiandole surrenali) e la libido sessuale.

Una tale "coordinazione", che costituisce anche il "tessuto" di fenomeni di *memoria a lungo termine*, non possono essere spiegati nei termini dell'usuale costituirsi di reti di mutua attivazione fra assoni e sinapsi di neuroni, che richiederebbero per tali distanze tempi troppo lunghi e che quindi possono riguardare solo fenomeni di *memoria a breve termine*, come acclarato ormai nelle neuroscienze. Così, per esempio, si esprimeva negli anni '40 K. Lashley, uno dei neurofisiologi pionieri della *Gestalttheorie* applicata allo studio della neurofisiologia, e quindi delle moderne "neuroscienze cognitive":

Gli impulsi nervosi sono trasmessi da cellula a cellula a attraverso definite connessioni intercellulari. Eppure ogni comportamento sembra essere determinato da eccitazioni massive (*masses of excitation*) [di migliaia di neuroni, N.d.R.]. (...) Quale sorta di organizzazione nervosa può essere capace di rispondere a pattern di eccitazione senza un percorso di conduzione limitato e specializzato? Il problema ha valenza praticamente universale nelle attività del sistema nervoso⁴⁶.

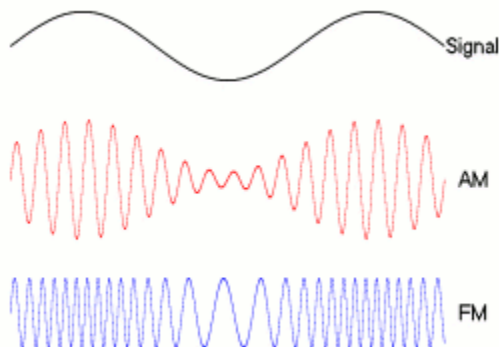
E' evidente, in base a quanto detto nei paragrafi precedenti, che in linea di principio, le nozioni della QFT dissipativa applicata alla particolare realtà biologica dei sistemi neurali celano la risposta alla questione fondamentale sollevata da Lashley. D'altra parte, Walter J. Freeman i

⁴⁶ KARL LASHLEY, *The Mechanism of Vision, XVIII, Effects of Destroying the Visual "Associative Areas" of the Monkey*, Journal Press, Provincetown, 1948, p. 223.

suoi collaboratori, in oltre quarant'anni di ricerca sperimentale presso il Neurophysiology Laboratory al Dipartimento di Biologia Molecolare e Cellulare dell'Università di California a Berkeley, non solo hanno condiviso con noi le medesime convinzioni teoriche, ma hanno osservato, misurato e modellato matematicamente proprio questi tipi di fenomeni dinamici nel cervello di mammiferi e di umani, durante il compimento di atti intenzionali motori e cognitivi. Questa mole immensa di dati sperimentali ha così trovato in questi ultimi dieci anni un'appropriata modellizzazione, a livello fisico-matematico fondamentale proprio nell'approccio della "QFT dissipativa", sviluppato da G. Vitiello e dai suoi collaboratori, in modo da originare una serie di pubblicazioni in comune fra questi due gruppi⁴⁷.

Per sintetizzare, Freeman e il suo gruppo hanno usato molteplici tecniche avanzate di *brain imaging*, come l'EEG multielettrodo, l'elettrocorticogramma (ECoG) e il magnetoencefalogramma (MEG), etc. per studiare, mediante tecniche avanzate di elaborazione dati, quello che il neurofisiologo considera come l'attività di fondo del cervello, spesso filtrandola perché considerata come "rumore di fondo", rispetto all'attività sinaptica dei neuroni cui di solito il neurofisiologo è esclusivamente interessato.

Studiando questi dati con strumenti computazionali di analisi cui i fisici, differentemente dai neurofisiologi, sono abituati, Freeman e collaboratori hanno scoperto in questi dati una massiva presenza di pattern di oscillazione coerente che manifestavano fenomeni reciproci di "aggancio di fase" (*phase locking*) sia in modulazione di ampiezza (*amplitude modulation*, AM) che di frequenza (*frequency modulation*, FM)⁴⁸.



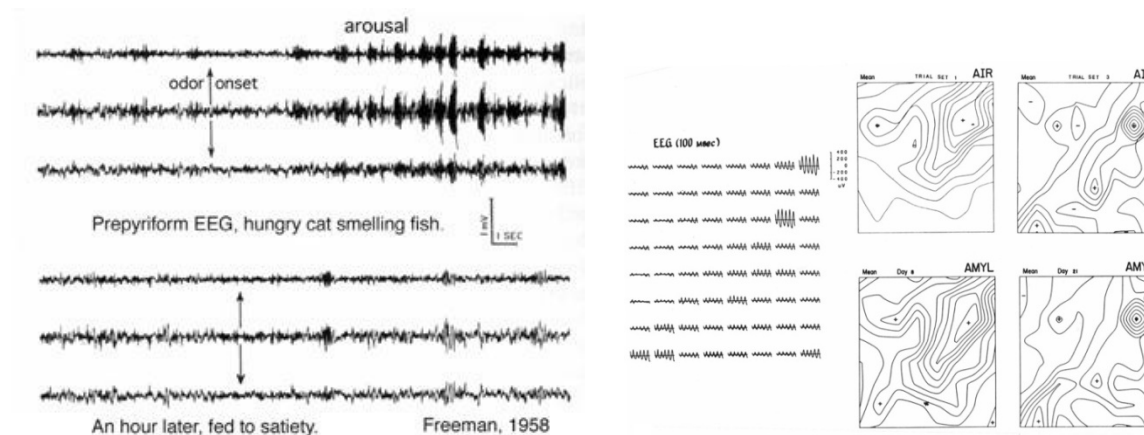
⁴⁷ WALTER J. FREEMAN E GIUSEPPE VITIELLO, «Nonlinear brain dynamics as macroscopic manifestation of underlying many-body field dynamics», *Physics of Life Reviews*, 3 (2006), 93-118; ID., «Dissipation and spontaneous symmetry breaking in brain dynamics», *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 41 (2008), 304042; WALTER J. FREEMAN, ROBERT KOZMA E GIUSEPPE VITIELLO, «Adaptation of the Generalized Carnot Cycle to Describe Thermodynamics of Cerebral Cortex», in *Proceedings of the WCCI 2012 IEEE World Congress on Computational Intelligence June, 10-15, 2012 - Brisbane, Australia*, IEEE Publishing, 2012, pp. 323-325.

⁴⁸ Sarà bene qui ricordare che con "frequenza d'onda" si intende il numero di picchi di un'onda per unità di tempo, che è inversamente proporzionale alla "lunghezza d'onda", ovvero alla distanza reciproca fra due picchi. Minore è la distanza, maggiore è la frequenza, e viceversa. Invece con "ampiezza d'onda" si intende la distanza fra il picco di un'onda e la sua corrispondente valle. Maggiore è l'altezza, maggiore è l'ampiezza. "Modulare" un'onda in frequenza o in ampiezza, vuol dire indurre delle variazioni coerenti, quindi delle "correlazioni" e perciò della "informazione", in ciascuna o in ambedue queste grandezze che caratterizzano un'onda. L'"aggancio di fase" di due onde vuol dire che le due onde si mettono a oscillare in maniera coerente l'una rispetto all'altra, ovvero al picco dell'una corrisponde il picco dell'altra. Se invece al picco dell'una corrisponde la valle dell'altra, le due onde sono in "controfase", cosicché se sommate l'oscillazione (e con essa l'eventuale informazione incorporata nella modulazione) si annulla.

Figura 3. Segnale ondulatorio (sopra); modulazione in ampiezza (AM) del segnale (mezzo); modulazione in frequenza (FM) del segnale (sotto).

Questi fenomeni erano presenti in modo intermittente sia in soggetti dormienti che svegli, come pure nei medesimi soggetti impegnati in compiti cognitivi che richiedevano interazione con l'ambiente. In questo modo, tali fenomeni possono essere descritti come caratteristiche dell'attività di fondo dei cervelli, modulata in frequenza e/o in ampiezza dallo "impegno attivo" del cervello di un soggetto intenzionale con ciò che lo circonda. Questi "pacchetti d'onda" si estendono su domini di coerenza – quelli studiati dalla QFT dissipativa, ovvero i fenomeni di risonanza e quindi gli "accordi" e le "melodie" di cui metaforicamente parlavamo in §2.1.2 – che, in tempo reale, possono coprire anche gran parte di un intero emisfero cerebrale nei conigli e nei gatti⁴⁹, oppure regioni di lunghezza lineare pari a 19 cm nel cervello umano, con una dispersione di fase praticamente nulla – quindi fortemente correlati – costituiscono insomma "un'orchestra" affiatata. Infine, sono stati osservati, da Freeman, come da molti altri neurofisiologi, fenomeni di oscillazione sincronizzata su larga scala d'insiemi di neuroni, nei regimi β e γ , negli MEG e negli EEG di cervelli umani, sia in stato di riposo, sia impegnati in compiti motori.

Dinamicamente, il riconoscimento "intenzionale" di uno stimolo da parte del cervello corrisponde all'instaurarsi istantaneo (nell'ordine dei decimi di secondo) di un "dominio di coerenza" ("melodia") in un'area estesa del cervello, ovvero al formarsi di attrattori a più bassa dimensionalità della dinamica cerebrale, mentre la fase di latenza fra un riconoscimento e l'altro, all'instaurarsi di un regime caotico fortemente rumoroso (aperiodico), per il quale Freeman ha coniato il neologismo di "caos stocastico" – nella metafora "orchestrata" la cacofonia di suoni che si crea prima del concerto quando gli orchestrali accordano ciascuno il suo strumento senza interagire fra di loro. Intuitivamente, si può immaginare anche la dinamica complessiva come l'alternarsi di un processo di condensazione in "goccioline" (attrattori caotici a bassa dimensionalità o "rottura di simmetria" del "vuoto quantistico") ed uno di rarefazione (regime caotico fortemente rumoroso o di "caos stocastico", o di "(pseudo-)vuoto quantistico") della condensa su una superficie umida sottoposta a repentine variazioni di temperatura.



⁴⁹ Cfr. W. J. FREEMAN, «Origin, structure, and role of background EEG activity. Part 1. Analytic amplitude», *Clin. Neurophysiol.*, 115 (2004), 2077–2088; ID., «Origin, structure, and role of background EEG activity. Part 2. Analytic phase», *Clin. Neurophysiol.*, 115 (2004), 2089-107; ID., «Origin, structure, and role of background EEG activity. Part 3. Neural frame classification», *Clin. Neurophysiol.*, 116 (2005), 111-1129; ID., «Origin, structure, and role of background EEG activity. Part 4. Neural frame simulation», *Clin. Neurophysiol.*, 117 (2006), 572-89.

Figura 4. (Sinistra) Carattere intenzionale della ricezione dello stimolo olfattivo nel gatto. Lo stesso stimolo (=odore del pesce) produce (sopra) o non-produce (sotto) una modulazione in ampiezza della risposta dei neuroni del bulbo olfattivo, a seconda che l'animale è affamato o sazio. Evidentemente il vecchio schema meccanicistico e passivo di interpretazione della sensazione, "stimolo-risposta" è completamente infondato. D'altra parte, è evidente che devono esistere collegamenti dinamici fra corteccia sensoria e sistema limbico per giustificare un siffatto schema intenzionale.

(Destra) Formazione di attrattori (curve chiuse a destra) come stati coerenti di modulazioni in ampiezza nell'EEG (sinistra) del bulbo olfattivo del coniglio durante la ricezione intenzionale (passiva-attiva) di stimoli olfattivi.

La caratteristica sicuramente più inaspettata e per certi versi sconvolgente di queste ricerche di Freeman e dei suoi colleghi è stata messa in rilievo dal fisico italiano Giuseppe Vitiello dell'Università di Salerno e dell'INFN, il quale, a partire dagli anni '90, ha fornito il formalismo fisico-matematico di tipo algebrico, in genere alla QFT e, in specifico, alla *QFT dissipativa* nello studio dei sistemi biologici e neurali.

In effetti, come abbiamo visto più sopra, le variabili quantistiche rilevanti nei sistemi biologici sono i modi di vibrazione dei dipoli elettrici delle macromolecole (proteine) che costituiscono tutte le cellule, e delle molecole d'acqua che costituiscono la "matrice dinamica" continuamente oscillante su molteplici frequenze/ampiezze, in cui tutte le proteine e tutte le cellule sono immerse. Questo vale anche per i neuroni, le cellule gliali e le altre unità biologiche e non — dalle membrane cerebrali, alle molecole di mediatori chimici, alle molteplici sostanze chimiche che insieme all'acqua formano il cosiddetto "liquido cefalorachidiano" in cui ciascun neurone è completamente immerso — che, nel loro insieme, "sono" i nostri cervelli. Tutte queste unità bio-chimiche e il loro contenitore acquoso vanno dunque pensate come un mare continuamente increspato da onde elettromagnetiche che si diffondono "disordinatamente" in tutte le possibili frequenze e ampiezze. Questo mare di campi energetici oscillanti senza alcun ordine è chiamato in generale dai fisici (stato di) "vuoto quantistico" della materia. Una "rottura di simmetria" in questo vuoto, vuol dire che di tutte le frequenze/ampiezze possibili, una o più di esse cominciano a propagarsi in maniera coerente (coerenza di fase), come un'onda unica (solitone) in un mare increspato di miriadi di onde disordinate. Tecnicamente, i fisici parlano di "congelamento di molteplici gradi di libertà" del sistema.

Ovvero, di tutte le indefinite modalità di oscillazione in frequenza e/o in ampiezza dei campi energetici associati ai componenti materiali del sistema cerebrale, solo alcune — al limite una — prevalgono, così da creare un "coerenza di fase", ordine e dunque "informazione" nel sistema. È questo il caso, per esempio, di un input dall'ambiente, che induce una risposta da parte di un particolare sottosistema cerebrale su cui agisce in forma di oscillazione coerente (modulata in frequenza e/o in ampiezza), e quindi induce un processo di "generazione dell'informazione", da parte del sottosistema cerebrale interessato, in risposta a quel determinato stimolo che si propaga "istantaneamente" anche a grande distanza e coinvolgendo sistemi appartenenti a vari livelli dell'organizzazione cerebrale, corticali (=senso-motori) e sotto-corticali (=emozionali), in una delle forme scoperte da Freeman, ed appena ricordate. Ciò che è rilevante è che lo stesso input (o input simili) producono sempre la stessa risposta dinamica (o risposte simili) nel medesimo cervello, cosicché lo stato coerente elicitato dall'input è di fatto una forma *dinamica* di "traccia di memoria a lungo termine".

Due sono le caratteristiche rivoluzionarie, rispetto ad altri approcci che vanno rilevate, e che sono della massima importanza anche per lo psicologo e lo psicoterapeuta, oltre che per il filosofo della mente:

1. L'informazione dall'ambiente al cervello, non è un processo di *trasmissione passiva* come quando inseriamo un programma in un computer o lo scarichiamo dalla rete. Il cervello risponde ad un medesimo stimolo *generando informazione*, ovvero stati dinamici coerenti nella dinamica cerebrale complessiva. Allo stesso stimolo, dunque cervelli diversi risponderanno in maniera diversa, avendo una diversa storia, come il *modello intenzionale e non-rappresentazionale* di operazione cognitiva richiede. La conoscenza *oggettiva e universale* cioè è una forma di *adeguamento*, di *assimilazione intenzionale* all'oggetto. Un po' come nell'aritmetica a moduli di Pitagora: se l'oggetto da riconoscere è, per esempio, il "7", per chi parte da "4" la conoscenza (=l'adeguazione al "7") significa "+3", per chi parte da "9" significa "- 2". "Universalità" non significa, come nel modello rappresentazionale platonico, "avere tutti le stesse idee in testa" (Popper diceva giustamente che il platonismo è il padre di tutti gli integralismi), ma idee diverse in teste diverse per adeguarsi tutti in modi necessariamente diversi all'unica realtà⁵⁰.
2. Tutto questo ha trovato, in maniera del tutto indipendente da considerazioni filosofiche, ma per motivi esclusivamente fisico-matematici, e per questo è ancora più significativo, una giustificazione nella modellizzazione matematica della QFT dissipativa, in generale, e quindi anche applicata al cervello, che va sotto il nome di "duplicazione dei gradi di libertà" (*doubling of the degrees of freedom*), e conseguente "duplicazione delle algebre", nella loro modellizzazione matematica⁵¹.

Infatti, come abbiamo detto più sopra, l'input dall'ambiente determina nella dinamica del sistema ricevente (nel nostro caso, un dato sotto-sistema cerebrale (neuroni+glia+ambiente cerebrale circostante)), la risposta come auto-determinazione di un particolare comportamento dinamico (oscillazione) coerente, che definiremo A , con conseguente "congelamento" di altri possibili comportamenti dinamici (=congelamento degli altri gradi di libertà). Da quel momento in poi, però, il medesimo input sarà letto sempre da quel sotto-sistema del cervello secondo quel determinato modo di risposta, ovvero come il complemento di A , e cioè \bar{A} , così da soddisfare termodinamicamente la condizione di "bilancio energetico", ovvero portare la differenza input/output sempre e comunque a "0" ($A + \bar{A} = 0$)⁵². Ad ogni "algebra" corrisponderà così la

⁵⁰ Tecnicamente, ciò si dice affermando che l'equivalenza che si crea fra le diverse concettualizzazioni "dinamiche" (transizioni di stato) del medesimo oggetto (p.es., la sostanza chimica H_2O) in contesti ("teste") diverse, non gode della proprietà di "bisimilarità". Banalizzando, la stessa " H_2O " reale produce ("etichetta") sempre in una "testa italiana" la sequenza di "transizioni-di-stato-etichettate" "a-c-q-u-a" ("*labeled transition system*" corrisponde alla nozione di "programma computazionale" in logica dinamica, cioè nella logica modale applicata alla teoria della computabilità); in una "testa tedesca" la sequenza "w-a-s-s-e-r", in una "testa inglese", la sequenza "w-a-t-e-r", in una "testa francese" "e-a-u", etc. Queste sequenze fra di loro non si sovrappongono affatto, non sono affatto "bisimilari", se prese "a due a due" fra di loro. Eppure sono fra di loro "equivalenti per referenza", perché "etichettate" dallo stesso input "reale", l'" H_2O ". Viceversa, ciascuna sequenza soddisfa una relazione di bisimilarità col proprio input, nel senso che – come il meccanismo QFT del *doubling* esemplifica, ovvero, in logica modale, come la teoria della "doppia saturazione soggetto/predicato" formalizza – nella "testa tedesca" " H_2O " ha elicitato e quindi etichetta sempre la sequenza ordinata "w-a-s-s-e-r", nella "testa italiana", " H_2O " etichetta sempre "a-c-q-u-a", etc.

⁵¹ GIUSEPPE VITIELLO, «Links. Relating different physical systems through the common QFT algebraic structure», *Lecture Notes in Physics*, 718 (2007), 165-205.

⁵² Cfr. ANTONIO CAPOLUPO, WALTER J. FREEMAN E G. VITIELLO, «Dissipation of dark energy by cortex in knowledge retrieval», *Physics of life reviews*, 5(2013); GIANFRANCO BASTI, «A change of paradigm in cognitive neurosciences Comment on: "Dissipation of 'dark energy' by cortex in knowledge retrieval" by Capolupo, Freeman and Vitiello», *Physics of life reviews*, 5 (2013), 97-98. Si tenga presente che queste grandezze sono altrettanti "bosoni di Goldstone", nella forma specifica dei DWQ (nel nostro caso DWQ[±]) della QFT dissipativa applicata alla dinamica dei dipoli elettrici, ovvero "quanti di informazione" e non di energia. La variazione che l'input induce indirettamente nel cervello, elicitando la sua risposta auto-adattiva,

sua “co-algebra”, nella modellizzazione matematica in QFT di un sistema dissipativo come il cervello. In altri termini, alla base fisica del comportamento cognitivo c’è una dinamica cerebrale coerente e complessa che “va in fase”, “si accorda” con la realtà perché è la realtà a determinare nella dinamica cerebrale il modo coerente con cui leggerla. Ciò che varia significativamente e stabilmente nel cervello stesso, dunque, nel caso di un input cognitivo, non è l’energia (materia) la cui variazione, alla fine e *necessariamente*, si annulla per la condizione di “bilancio energetico”, ma *l’informazione*, e questo con buona pace del vecchio schema meccanicista.

Vitiello e i suoi collaboratori spiegano tutto questo in termini fisici, sottolineando come l’azione dell’input, poiché ha come effetto l’induzione di uno stato coerente (“accordo”, “melodia”) di correlazione a lungo raggio dei campi elettromagnetici associati alle diverse componenti del cervello, essendo questo un fenomeno di tipo informazionale con bilancio energetico, non essendo cioè legato ad un significativo aumento di energia all’interno del cervello stesso, non modifica lo stato fondamentale energetico del cervello medesimo. In altri termini, ciò che l’input alla fine produce nella dinamica cerebrale non è una variazione globale dell’energia (=nulla), ma dell’informazione (=stato coerente). Tale stato ordinato prodotto da quell’input è stabile nel tempo – costituisce cioè una memoria a lungo termine di quel tipo di input – almeno finché il cervello resta ancorato all’ambiente esterno (cioè “è vivo”).

In concreto, dunque, per collegarsi all’usuale evidenza neurofisiologica, ogni volta che un nuovo input è ricevuto da un determinato sistema sensorio (visivo, auditivo, tattile, etc.) attiva certamente la specifica rete neurale fatta di connessioni sinaptiche cui gli ordinari studi neurofisiologici ci hanno abituato. Questo, però, avviene nell’ambito di un’attività dinamica di base dei sistemi neurali nel loro complesso, che, lungi, dal consistere in un “rumore di fondo”, costituisce invece il contesto di “memoria dinamica” a lungo-termine in cui – i gradi di libertà entro cui – interpretare il nuovo dato in arrivo. L’ambiente esterno viene, perciò, “modellizzato dal cervello”, secondo però quella modellizzazione auto-adattiva all’input, che l’input stesso ha originariamente elicitato nel cervello medesimo.

Tutto ciò appare come impressionante verifica di quanto avevo anticipato, ormai da quasi vent’anni a questa parte, modellizzando l’operazione cognitiva intenzionale, nella produzione di quello che è l’ente logico fondamentale, ovvero un “giudizio” come “asserto atomico” *Soggetto-Predicato* (p.es., “Gianfranco è prete”), come “mutua ridefinizione dinamica” Soggetto (input) – Predicato (gradi di libertà), pilotata dall’oggetto esterno, secondo la formula di “adattamento reciproco” delle differenze indotte: $\Delta S / \Delta P = 1$, il che equivale, per chi non è aduso alle formule e per collegarci al principio del “*doubling*” di Vitiello a bilancio energetico nullo, ($\Delta S - \Delta P = 0$)⁵³. Nel caso dell’esempio che mi riguarda, se è vero che il “l’essere prete” determina il “mio essere Gianfranco” (=ΔS), è altrettanto vero che “l’essere prete” viene determinato dal “mio essere Gianfranco”, nel mio modo unico e irripetibile di esserlo, trasformandolo nel “*mio* essere prete” (=ΔP).

Generalizzando, il “principio di realtà”, come capacità di una mente sana di rimanere agganciata ad essa “creativamente”, senza diventarne schiava, e “plasticamente” con una

quantitativamente corrisponde alla propagazione di una variazione di concentrazione di DWQ nei campi elettrici del cervello, che è il corrispettivo di ciò che Freeman ha osservato a livello macroscopico, della propagazione di onde di oscillazioni coerenti del campo elettromagnetico nel cervello durante compiti intenzionali. Analogamente a come un’onda ce si propaga nell’acqua, può essere letta, microscopicamente, come la propagazione della variazione di concentrazione delle goccioline che costituiscono l’onda.

⁵³ GIANFRANCO BASTI, *Filosofia dell'uomo*, cit., 1995, cap. 4.

illimitata capacità di adattamento alle sue modificazioni, trova dunque in questo approccio una impressionante giustificazione fisico-matematica, teorica e sperimentale. Per tornare alle osservazioni di Deacon da cui eravamo partiti (Cfr. §1), l'oggetto *assente*, "inesistente" nella relazione intenzionale soggetto-oggetto *coscienti*, ma da cui la relazione intenzionale dipende, è l'oggetto *reale*. E la capacità della relazione intenzionale stessa di "rimanere agganciata" alle sue modificazioni, è evidenziata dalla capacità della relazione intenzionale medesima di riadattarsi continuamente alle modificazioni stesse, così da denotare in maniera invariante l'oggetto reale medesimo.

Tutto ciò significa ancora – e questo, è di nuovo in assoluta continuità col modello intenzionale nelle neuroscienze cognitive – che quando parliamo di operazione cognitiva come "generazione d'informazione", come auto-organizzazione di un "dominio di coerenza" ("melodia") che si propaga all'interno della complessa dinamica cerebrale ("cacofonia") cervello-ambiente, questo dominio di coerenza non è solo "dentro la testa", *ma nell'interfaccia dinamico cervello-ambiente*⁵⁴. La "mente" cioè *non è dentro la testa* – né dentro il solo corpo, visto che non c'è cervello senza il corpo di cui è parte –, *ma la mente "contiene" il cervello e il corpo stesso*, come tutti i rappresentanti del modello intenzionale di mente, da Tommaso d'Aquino, a Brentano, a Husserl, a Merlau-Ponty, a Varela, a Damasio, come abbiamo visto nel cap. precedente, hanno sempre affermato, sia nella tradizione scolastica che fenomenologica⁵⁵.

Finalmente, per quanto riguarda le basi fisiche in QFT dell'*intersoggettività* è ovvio che quando parliamo di "ambiente" non intendiamo solo quello *naturale*, ma a maggior ragione, anche dell'*ambiente umano* dell'*intersoggettività*, sia a livello sociale che culturale. Anche se l'evidenza finora raccolta è solo iniziale, è ovvio aspettarsi che se il principio del *doubling* di un cervello che riadattandosi continuamente e dinamicamente "va in fase", "si accorda", con l'ambiente fisico, a maggior ragione il *doubling* accade quando a interagire sono due o più individui e quindi cervelli umani. A questo riguardo, esiste ovviamente uno stretto rapporto fra il principio del "doppio" (*doubling*) di Vitiello e del suo gruppo, e quello del "rispecchiamento" (*mirroring*) di Rizzolatti e del suo gruppo di Parma, con la scoperta dei famosi "neuroni specchio" come base dell'intenzionalità intersoggettiva⁵⁶. La differenza critica fra i due approcci, rilevata da Vitiello come da me, è che ha poco senso collegare un comportamento intenzionale a un "rispecchiamento reciproco" di attivazione di neuroni singoli o organizzati in gruppi contigui, nella corteccia motoria e/o sensoria. L'atto intenzionale con le sue molteplici componenti emozionali, sensorie e motorie richiede domini di coerenza che "correlino" dinamicamente l'attivazione di neuroni ed altre componenti del sistema neurale aree molto lontane del sistema limbico e della corteccia. Nelle parole di Vitiello:

⁵⁴ Cfr. GIUSEPPE VITIELLO, «The dissipative brain», in *Brain and Being - At the boundary between science, philosophy, language and arts*, a cura di G. G. GLOBUS, K. H. PRIBRAM e G. VITIELLO, John Benjamins Pub. Co. , Amsterdam, 2004, pp. 317-30.

⁵⁵ Cfr. GIANFRANCO BASTI, «Logica della scoperta e paradigma intenzionale nelle scienze cognitive», in *Quale scienza per la psicoterapia? Atti del III Congresso nazionale della SEPI (Society for the Exploration of Psychotherapy Integration)*, a cura di TULLIO CARERE-COMES , Florence Art Edition , Firenze, 2009, pp. 183-216; GREGORY BATESON, *Mind and nature: a necessary unity*, Hampton Press, Princeton NJ, 2002; HUMBERTO R. MARTURANA e FRANCISCO J. VARELA, *Autopoiesis and cognition. The realization of the living* , Reidel , Boston MA, 1980; ANDY CLARK, *Supersizing the mind. Embodiment, action and cognitive extension*, Oxford University Press, Oxford, New York, 2008; ALVA NOË, *Out of our heads. Why you are not your brain and other lessons from the biology of consciousness* , Hill and Wang Publishers , New York, 2009.

⁵⁶ GIACOMO RIZZOLATTI e CORRADO SINIGAGLIA, *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio* , Raffaello Cortina , Milano, 2006.

“In tale dialogo, talvolta nel conflitto tra l’io e il Doppio, si sviluppa la dinamica del sapere, del comprendere, del sentire, del vivere. Le influenze reciproche, dell’uno sull’altro, richiedono un aggiornamento continuo del loro rapporto. Ciascuno di essi è esposto allo sguardo dell’altro”. È in questo dialogo tra l’io e il Doppio, in questo *entre-deux*, che probabilmente ha sede l’atto della *coscienza* (...). In questa prospettiva, il cervello appare come esteso nella sua funzionalità oltre il limite della sua configurazione anatomica. La coscienza è come diffusa nell’ambiente in cui il cervello è immerso. Come affermato altrove, è fondamentale chiarire che il rapporto col Doppio è un rapporto dinamico, non di rispecchiamento narcisistico. Nel modello dissipativo non c’è nulla del *mirroring* di Narciso. Come osserva Desideri a proposito di certe attuali discussioni sui “neuroni specchio” (*mirror neurons*), il rispecchiamento (*mirroring*) è statico e non è occasione di apprendimento, perché l’azione osservata e l’azione compiuta sono strutturalmente equivalenti. Quello che invece si osserva in laboratorio (Freeman, 2004-2006), e fa ovviamente parte della nostra comune esperienza costituendo uno degli aspetti distintivi del modello dissipativo, è la proprietà del cervello di accumulare esperienza e costruire conoscenza, cioè di apprendere come fare ad avere “la massima presa” (*maximum grip*) sul mondo⁵⁷.

3.2 LO SPIRITO COME INFORMAZIONE: “NON DI SOLO PANE...”

Alla luce di quanto abbiamo detto, 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 dalla sua fondazione micro- e macro-fisica e delle sue diverse manifestazioni, nei sistemi fisici, biologici e cognitivi nella QFT. 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*. Già all’inizio di questo saggio ci siamo dilungati su questi sviluppi della *fisica dell’informazione* che, come ricordato, ha nell’opera di John Archibald Wheeler uno dei suoi pionieri.

Il “materialismo di fatto” ancora perdurante 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 (=intenzionali), con l’ambiente interumano circostante.

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, 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 capacità. Che dire poi del fenomeno impressionante del risveglio dal coma alla

⁵⁷ GIUSEPPE VITIELLO, «Io e il mio doppio: la dinamica coerente del cervello e l'emergere della coscienza», *Medicina biologica*, 4 (2010), p. 12.

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 dinamicamente 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 soggetti, umani e non, che costituiscono il suo ambiente culturale e fisico (Cfr. Tommaso d'Aquino, *Quaestio Disputata De Anima*, 14)⁵⁸. In termini biblici: “non di solo pane vive l'uomo, ma di ogni parola...”. L'uomo vive “di pane e informazione”. L'uomo vivente, la persona, è colui che scambia continuamente energia (materia) e informazione col suo ambiente!

4 CONCLUSIONE

Alla luce di quanto abbiamo visto, credo si comprenda, almeno intuitivamente cosa intendevamo all'inizio del nostro saggio con l'affermazione che l'autentica “cura della persona” consiste non in una cura del sé, ma dell'io autentico con la sua infinita capacità di auto-trascendimento nel noi, e quindi verso il Centro trascendente che tutti ci contiene e da cui tutti ci irraggiamo. Ciascuno di quei passi intermedi cui facevamo riferimento nello schema di Figura 6, corrispondono, se visti da questa angolazione, ad altrettanti “immagini del sé”, ad altrettanti parziali progetti di auto-realizzazione, che sono, da una parte imprescindibili, se vogliamo dare concretezza alla nostra crescita verso l'auto-realizzazione, dall'altra, hanno tutto il loro valore solo se considerati come passi che vanno trascesi, e su cui mai bisogna fissarsi, pena la morte del nostro desiderio e quindi la morte morale dei nostri io autentici.

Poi dirò a me stesso: Anima mia, hai a disposizione molti beni, per molti anni.

⁵⁸ Cfr. la mia sintesi in GIANFRANCO BASTI, *Filosofia dell'uomo*, Edizioni Studio Domenicano, Bologna, 1995, pp. 362-64..

Riposati, mangia, bevi e datti alla gioia. Ma Dio gli disse: Stolto, questa notte stessa morirai. E quello che hai preparato di chi sarà? Così è di chi accumula tesori per sé, e non arricchisce davanti a Dio (*Luca, 12,19-21*).

In questo passo sapienziale del Vangelo di Luca, è racchiuso un suggerimento fondamentale , *per credenti e non-credenti*, per non cadere nel tranello della morte morale dei nostri “io”. Se vogliamo mantenere intatta la nostra direzione verso quel Centro che ci trascende e ci contiene, se smarriamo la strada, basta prendere quella che ci avvicina e ci pone in comunione al fratello. Il noi dell’intersoggettività è la via maestra per non smarrire la direzione. Non siamo solo individui, siamo *persone*, e nessuno può realizzare il suo essere personale da solo, perché la nostra vita spirituale è respiro, è dinamismo di dare-ricevere, materiale e spirituale, energetico e informazionale, come ormai anche la fisica stessa della vita ci insegna, e chi vuol tenere la vita solo per sé, la soffoca.

Paul Claudel, il grande poeta cristiano del ‘900, così sintetizza nel suo poema sul *Padre Nostro* questa profonda verità, collegandosi alla metafora biblica dello “spirito” che abita il cuore di ogni uomo come il “respiro di Dio” che ci dà vita, in un’eterna respirazione “bocca-a-bocca” (*Genesi 2,7*) (*the kiss of life*, la chiamano gli inglesi), quel “bacio” di una vita sempre “ricevuta e donata”, con cui si apre anche il *Cantico dei Cantici* (*Cant., 1,1*) che fa sì che nessuno può tenerla solo per sé, come il respiro. Se si inspira soltanto e non si espira, si muore soffocati. Chi è così egoista da non ridonare ciò che ha ricevuto, è altrettanto ottuso quanto chi volesse tenere solo per sé l’aria che respira (“Perché chi vorrà salvare la propria vita, la perderà; ma chi perderà la propria vita per causa mia, la troverà” (*Matteo 16, 25*)).

«Nessuno dei nostri fratelli, quand'anche lo volesse, è capace di venirci meno, e nel più gelido avaro, al centro della prostituta e del più sudicio ubriacone, c'è un'anima immortale santamente impegnata a respirare e che, esclusa dalla luce, pratica l'adorazione notturna. Le sento parlare quando noi parliamo, e piangere quando mi metto in ginocchio. Io accetto tutto! Le ricevo tutte, le comprendo tutte, non ce n'è una sola di cui io non abbia bisogno e di cui sia capace di fare a meno! Ci sono molte stelle in cielo, e il loro numero sorpassa ogni mio potere di calcolarlo, e tuttavia non ce n'è una sola che non sia necessaria per lodare Dio. Ci sono molti esseri viventi, e a mala pena ne vediamo brillare qualcuno, mentre gli altri si agitano nel caos e nei vortici di un'oscura melma. Ci sono molte anime, e non ce n'è una sola con cui io non stia in comunione per mezzo di quella parte sacra in essa che dice: *Pater Noster*» (Paul Claudel).