

APPENDICI

- A. DIARIO DI UN APPRENDISTATO**
- B. LA SCUOLA DI FRASCATI: 28 MARZO - 31 DICEMBRE 2001**
- C. LA SCUOLA DI FRASCATI: ANNO 2002**

A. DIARIO DI UN APPRENDISTATO

A.1 Nozioni tradizionali

- A.1.1 Energia per il movimento.**
- A.1.2 Il corpo umano e le macchine.**
- A.1.3 Il movimento e le sue funzioni.**
- A.1.4 Che cos'è la mente?**
- A.1.5 Biologia molecolare e biofisica.**
- A.1.6 I tre lati del triangolo.**
- A.1.7 Che cos'è la vita?**
- A.1.8 Che cos'è la vita? 50 anni dopo.**
- A.1.9 Un triangolo interdisciplinare.**
- A.1.10 La fisica strizza l'occhio alla biologia.**
- A.1.11 La biologia *non* strizza l'occhio alla fisica.**
- A.1.12 La neuromatematica è una protomatematica?**
- A.1.13 I nuovi strumenti e la storia della fisica.**
- A.1.14 Telescopi, raggi X, spettroscopi e funzioni di Green.**
- A.1.15 La sinergetica di Hermann Haken.**

A.1.1 Energia per il movimento. La vita è movimento, l'insieme dei movimenti costituisce una prestazione. Il movimento è reso possibile da tre capacità innate del corpo umano: due di queste sono strettamente energetiche, la terza è di tipo coordinativo. Se ne deduce che il corpo è sede di tre macchine: la prima con connotazione biologica è responsabile dei processi elettrochimici che conducono alla contrazione muscolare; la seconda con connotazione fisica attua i processi di trasformazione degli alimenti ingeriti in energia disponibile per la motricità; la terza con connotazione psicologica (oggi, più appropriatamente si dice "cibernetica") regola e controlla (oggi si sente spesso dire "governa") le due precedenti attraverso processi diretti e inversi di condizionamento. In una breve e preliminare conclusione, tre sono le discipline necessarie per descrivere le prestazioni corporee: biologia, fisica e psicologia.

*movimenti
ponti ad altrove*

*fotogrammi di passato
e i movimenti miei*

movimento

scie di provenienza verso l'altrove

*le cose che intorno a circolar m'avvedo
a promuover movimento sono*

*da dentro e poi da fuori e dentro ancora
di risonar*

quanto diverso resta

è movimento

e poi dell'homo

*sono anche le braccia
che di movimentar le cose
all'uguaglianza fanno*

di traguardar d'oltre la pelle

*a movimentar le braccia
movo anche l'ambiente*

qua

dentro la tuta

che il movimento

è sua risorsa

a disegnar propriocezione

scena d'azione avverto

che poi

dell'emozione

dinamizar

parte l'azione

d'immaginar corso di scena

lo schermo mio fatto del corpo

di rispecchiar m'annuncia

ma di restare ancora qui

scena che adesso ho intorno

dentro

rende d'altro disegno

che di differenziar di stesso schermo

dal risonar distorto

trovo squilibrio

e di cader

di sfruttamento

fo passo avanti

di far presenza mia

propriocezione avverte

che poi

di doppio

son pure là

scene mentali

d'ologrammar dentro la pelle

sdoppia il mio corpo

e di crear differenziale

fa l'emozione

e il movimento innesca

ed alimenta

A.1.2 Il corpo umano e le macchine. "Il corpo umano costituisce una enciclopedia di invenzioni, un ufficio legale di brevetti e scoperte, un campionario di ingegnosi macchinari: nel suo insieme esso implica e suggerisce modelli appropriati per i più impensabili utensili. Tutti gli strumenti, gli

attrezzi di lavoro, le innovazioni ingegneristiche e i ritrovati della scienza e della tecnologia sono soltanto una estrinsecazione del modo di operare e funzionare dello scheletro, dei muscoli, della mente e dei sensi dell'uomo". (Ralph Waldo Emerson, 1803-1882)

*mente
risorsa a me sfuggita per la sua capacità di
ricordare*

spersi in un mare infinito di risorse

ma non avevo idea delle mie risorse

*struttura completa delle risorse
ma della conoscenza
no*

*che d'ignorar le mie risorse
destrezze feci
senz'esser padrone*

*non è da disprezzar l'homo che indosso
che di risorsa eccezionale e mezzo
m'è barca d'universo*

*d'utilizzar mille risorse
di coltivar le mie destrezze
navigo la vita*

*e a non capir quanto è risorsa
caleidoscopio
m'era padrone*

A.1.3 Il movimento e le sue funzioni. Le principali funzioni del movimento sono, in progressione gerarchica: (i) la conservazione dell'organismo; (ii) lo sviluppo dell'organismo stesso e, in particolare, del cervello; (iii) l'accrescimento della quantità di informazione per il cervello; (iv) l'au-

mento del potenziale espressivo dell'individuo, per esempio, la cultura motoria, l'intelligenza motoria, l'espressività motoria della mimica, della pantomima, della gestualità e infine del linguaggio. Quando si parla di movimento si fa riferimento non soltanto alla capacità di compiere movimenti ma anche alla capacità di inibirli e di assumere atteggiamenti o posture. Questi ultimi costituiscono schemi statici in cui diverse parti del corpo conservano un rapporto fisso tra di loro. Le posture sono schemi tridimensionali, cioè si collocano nelle tre dimensioni spaziali di larghezza, lunghezza e altezza. Il movimento, invece, costituisce uno schema quadrimensionale dinamico, in quanto riguarda la variazione di posture lungo un asse di durata temporale.

A.1.4 Che cos'è la mente? Nel corso del XX secolo si è venuto a creare un triangolo scientifico e culturale tra tre discipline in partenza assai lontane tra loro, le quali in una interazione reciproca che oscilla tra la totale diffidenza e una ben nascosta ammirazione hanno finito per trovare un dominio congiunto di interessi a valenza assai forte. "I biologi che inizialmente postulavano per la mente umana una posizione privilegiata nella gerarchia della natura" sostiene lo psicologo Harold J. Morowitz (*Rediscovering the mind*, Psychology Today, agosto 1980), "si sono inesorabilmente avvicinati al rigido materialismo tipico della fisica del XIX secolo". Lo testimoniamo la creazione di discipline estensive della biologia quali la biochimica, la biologia molecolare, la biofisica, la biologia informatica. Contemporaneamente, i fisici, di fronte a risultati sperimentali assai brillanti delle biologie, si sono accorti che nel grandioso e superbo parco della fisica-matematica non esistono neppure equazioni in grado di spiegare alcuni processi naturali come la stazione eretta del corpo umano (Hermann Haken, 1995), oppure la dinamica di deambulo degli animali. Sostiene in proposito Albert Einstein: "Dallo studio degli esseri viventi si può apprezzare al meglio quanto sia ancora primitiva la capacità interpretativa della fisica". E dai modelli strettamente meccanici della natura (per esempio, i gravi, il biliardo, la balistica) i fisici sono scivolati verso modelli più articolati e funzionali (per esempio, gli scacchi, il *bridge*, *eleusis*) in cui la mente dell'osservatore ha una funzione essenziale in tutte le descrizioni dei processi fisici: prime tra tutte la teoria della relatività e la meccanica quantistica, con speciale rilievo per il principio di indeterminazione. È come se biologia e fisica, riprende ancora Morowitz, procedes-

sero su due treni lanciati a grande velocità su binari divergenti, senza accorgersi dell'aumentare del *gap* culturale tra le due discipline. Questa sorta di scambio di parti tra biologi e fisici ha lasciato lo psicologo contemporaneo, cioè lo specialista che si occupa delle leggi del comportamento umano, nella scomoda posizione di chi, perseguendo la mediazione costituita dal terzo lato del triangolo, può soltanto prendere atto dei misteri eccessivi della prima disciplina e delle inutili certezze della seconda.

che azione e controazione

l'uno con l'altro

a confermar di divergenza

di paventar fuori di vita

e restar nulla

s'azzuffa violenza

spazio davanti

che di convoluzione

a sedimento

di segni sconosciuti

porge scenario

che di convoluzione

di panorama d'oltre

d'inizi sconosciuti

quando destrezza a frequentar

l'idea s'impolpa

e di sorgente emerge

quanto

di praticare

ancora non so

a strutturar la mente

sedimento cresce d'ambiente

che a risonar

specchio diviene

e della conoscenza

rende le forme

tutto è disposto

e verso tutto

che spazio senza ritorno appare

d'esserci dentro

che di smontare tutto

ora mi debbo

che d'unità che vidi aprendo gl'occhi

con altro

convoluzione avvengo

di disgiunzione a stesso tempo in corso

diversità di proiezioni

convoluzione fanno

A.1.5 Biologia molecolare e biofisica. Con l'espressione *biologia molecolare* si indica quella parte della scienza che si propone di studiare e interpretare a livello molecolare i fenomeni biologici, prendendo in considerazione struttura, proprietà e reazioni delle molecole chimiche che com-

pongono gli organismi viventi. Questa nuova branca della biologia, pur discendendo direttamente dalle scienze biologiche classiche, dalla chimica e soprattutto dalla chimica biologica, simboleggia un indirizzo realmente nuovo, malgrado il suo contenuto possa variare con lo sviluppo della materia. Nella prospettiva più ampia, essa comprende infatti la biofisica, la biochimica e la genetica; è quindi una scienza composita che attua il suo programma nel tentativo di spiegare la funzione biologica con la struttura molecolare e le sue modificazioni. Nell'ambito di tale disciplina, sono stati raggiunti negli ultimi venti anni quei risultati che forniscono un volto nuovo a tutta la biologia: la determinazione della struttura e delle funzioni delle grandi molecole (per esempio, proteine e acidi nucleici) che sono alla base dei fenomeni vitali. Forse, nessuna delle nuove discipline scientifiche, fondate o proposte negli ultimi decenni, merita la qualifica di "scienza del '900" quanto la biofisica. La ragione di ciò sta nel fatto che, a differenza di altre, la biofisica può essere definita come corpo di conoscenze organizzate e come campo di ricerca naturalistica, delimitando perfettamente una problematica sua esclusiva e individuandone metodi e strumenti concettuali. Problematica, metodi e strumenti che soltanto a partire dal quarto decennio di questo secolo si sono effettivamente potuti incontrare, permettendo il passaggio dalla generalità delle prolusioni accademiche alla concreta fondazione di una nuova disciplina.

A.1.6 I tre lati del triangolo. Lo scambio di ruoli tra biologi e fisici, sottolineato da Morowitz, ha lasciato lo psicologo contemporaneo in una posizione ambivalente. Da un punto di vista della biologia, lo psicologo studia fenomeni che sono molto lontani dal cuore della certezza, cioè dal mondo microscopico delle molecole e degli atomi. Da un punto di vista della fisica, lo psicologo si occupa della "mente", un'entità primitiva indefinita che sembra al tempo stesso essenziale e impenetrabile. Chiaramente, entrambe le concezioni contengono una percentuale di verità: e una risoluzione del problema appare essenziale per approfondire ed estendere le fondamenta della scienza del comportamento. Lo studio della vita a tutti i livelli, dal comportamento sociale a quello delle molecole, è ricorso spesso in tempi moderni al *riduzionismo*, come concetto esplicativo principale. *Che cosa significa riduzionismo?* Questo modo di procedere verso la conoscenza cerca di comprendere i fenomeni scientifici di un certo livello in termini di concetti relativi a un livello *inferiore* e presumi-

bilmente più fondamentale. In chimica, le reazioni a livello macroscopico sono spiegate esaminando il comportamento delle molecole. Analogamente i fisiologi studiano l'attività delle cellule viventi in termini di processi svolti da organelli e da altre componenti subcellulari. In fisica, l'analisi della pressione che un gas esercita verso il coperchio a pistone del suo contenitore viene *ridotta* allo studio degli urti delle molecole del gas contro le pareti del recipiente. In geologia, le formazioni e le proprietà dei minerali sono descritte ricorrendo alle caratteristiche dei cristalli costituenti. Tutti questi casi rappresentano essenzialmente una ricerca di spiegazioni nelle componenti strutturali e nelle attività soggiacenti. Nel momento in cui le varie scuole di psicologia tentavano di ridurre la loro scienza alla biologia, altri studiosi della vita erano in cerca di livelli di spiegazione più fondamentali. Il loro punto di vista viene esemplificato dagli scritti di un noto portavoce della biologia molecolare, Francis Crick. Nel libro *Uomini e molecole*, Crick afferma: "Lo scopo ultimo dell'indirizzo biologico moderno è in realtà quello di spiegare *tutta* la biologia in termini di chimica e fisica". Egli continua precisando che per chimica e fisica intende il livello atomico, dove la nostra conoscenza è solida. Usando il corsivo *tutta*, esprime la posizione del riduzionismo radicale, che costituisce il punto di vista dominante di una intera generazione di biochimici e di biologi molecolari. Le parole di Crick sono una vera e propria dichiarazione programmatica di un tentativo di gettare un ponte tra biologia e scienze atomiche e molecolari. È necessario, a questo punto, un *flash-back* su questa architettura di ponteggi tra le discipline in gioco. Cominciamo dal primo, o più correttamente dal *più famoso*, tentativo di colmare il baratro esistente tra biologia e fisica. Si tratta di una serie di conferenze tenute da Erwin Schroedinger a Dublino, durante la seconda guerra mondiale.

A.1.7 Che cos'è la vita? *What is Life?*, saggio di Erwin Schroedinger, premio Nobel per la fisica, costituisce uno dei grandi e classici scritti sulla scienza del XX secolo. È stato concepito per la divulgazione, ma con il passare degli anni ha dimostrato di essere una pietra filosofale per la nascita della biologia molecolare e la susseguente scoperta del DNA. *What is Life?* compare spesso insieme a *Mind and Matter* (Mente e Materia), saggio del fisico austriaco che indaga sulla relazione che ha spesso eluso e incuriosito i filosofi fin dai tempi antichissimi della disciplina. Schroe-

dingen aveva accettato la proposta di condurre una serie di lezioni universitarie pubbliche: erano state programmate per il febbraio 1943 al Trinity College di Dublino. Aveva deciso di preparare alcuni argomenti scientificamente attraenti ma con una forte connotazione divulgativa su un argomento biologico, vale a dire la mutazione indotta dall'azione dei raggi X sulla mosca della frutta, la *Drosophila Melanogaster*. Schroedinger sapeva che l'assorbimento di un quanto di radiazione X era in grado di produrre una mutazione *in loco* in un cromosoma. Forse ricordava ancora questo risultato da alcune discussioni avute con Max Delbrück nel 1933 a Berlino. Alla fine di settembre di quell'anno, Schroedinger aveva realizzato che, conoscendo l'intensità assoluta dei raggi X assorbiti e il tasso di mutazione che erano in grado di indurre, poteva calcolare dall'area del *target* (bersaglio) le dimensioni effettive del centro di informazione del cromosoma, il gene. Schroedinger aveva menzionato il problema a Paul Ewald e costui, in risposta, gli aveva inviato una copia dell'articolo estratto dal *Goettinger Nachrichten* del 1935: era firmato da Max Delbrück, Timofeef-Ressovsky e Karl Zimmer. Si trattava del famoso *three-man paper* (articolo dei tre), spesso soprannominato *the green pamphlet* dal colore delle copertine dei *reprint*. Questo lavoro aveva anticipato le sue stime dell'area del *target* e suggerito per la prima volta che una mutazione viene causata da un cambio di posizione spaziale di una molecola. Erwin cominciò a pensare all'evento biologico e ai suoi collegamenti e vincoli in termini di termodinamica statistica, cinetica chimica e meccanica quantistica. C'era materiale così abbondante per una singola conferenza che Schroedinger decise di organizzarlo in tre conferenze successive sotto il titolo generale di *What is life?* (Che cosa è la vita?).

A.1.8 Che cos'è la vita? 50 anni dopo. *What is Life?* il libro di Erwin Schroedinger ha avuto una tremenda influenza sullo sviluppo della biologia molecolare, stimolando scienziati come Watson e Crick ad esplorare le basi fisiche della vita. Molto del fascino culturale dell'opera di Schroedinger risiede nell'approccio ai problemi centrali della biologia - l'ereditarietà e come gli organismi usano l'energia per mantenere l'ordine - secondo la prospettiva di un fisico. Al Trinity College di Dublino, un numero di scienziati fuori dell'ordinario, provenienti da una vasta gamma di discipline, si è riunito per celebrare il cinquantesimo anniversario (1945-1995) di *What is Life?* Seguendo lo spirito e l'esempio di Schroedinger,

costoro hanno presentato i loro punti di vista sui correnti problemi centrali della biologia. I partecipanti comprendevano celebrità come Jared Diamond, Manfred Eigen, Stephen Jay Gould, Hermann Haken, J.A.S. Kelso, John Maynard Smith, Roger Penrose, Walter Thirring e Lewis Wolpert.

A.1.9 Un triangolo interdisciplinare. Se ora combiniamo il riduzionismo psicologico con quello biologico e supponiamo che essi si sovrappongano, otteniamo una sequenza esplicativa che va dalla mente all'anatomia e alla fisiologia, alla fisiologia cellulare, alla biologia molecolare fino alla fisica atomica. Tutto questo *corpus* di conoscenze, inoltre, poggia su una solida comprensione delle leggi della meccanica quantistica, la teoria più recente e completa delle strutture e dei processi atomici. In questo contesto, la psicologia diventa una branca della fisica, risultato che può causare qualche disagio tra gli studiosi di entrambe le discipline.

voce primordia (*vita vegetativa)*

*che quanto di più antico del mio corpo
fa da strumento*

*di quanto m'è disposto
poco conosco
che al funzionar di quanto
resto in balia*

*a rimbalzar là sotto
torna emozione
che quanto d'antico
è del mio corpo
fa riflettore*

*di visceral cablaggio
d'antico
è lo strumento
che di trovar d'eccitazione fatta d'idee
m'è divenuto astratto*

che la coscienza mia

faccio di mente

*e a non considerar quanto d'antico porto del
corpo*

trovo dentro i vulcani

di scene a ragionar

scorro evocati

che congiunzione faccio

d'emozione

che di primordia mente (*vita vegetativa)*

l'eredità completa

del corpo mio

fa parte

d'accumular primordio umore (*di vita
vegetativa)*

ad isolar di fondo bianco

di trasparenza (*figurazione evocativa)*

rendo netta la vista

<i>che poi</i>		<i>primordia chimica del corpo</i>
<i>di complementarità raggiunta</i>		<i>che d'avvertir quello che viene</i>
<i>dissolvo e passo</i>		<i>d'estremo nulla</i>
<i>all'altra trasparenza* appresso</i>	(*figurazione	<i>inonda di pensiero</i>
<i>evocativa)</i>		
<i>che di primordia* voce</i>	(*della vita vegetativa)	<i>che quei primordi cicli umorali</i>
<i>son l'emozioni e i sentimenti miei</i>		<i>di rifornir madre natura</i>
		<i>fece a salvezza</i>
<i>umor primordio*</i>	(*della vita vegetativa)	<i>e il corpo mio</i>
<i>inventa il presente</i>		<i>ch'è d'animale</i>
<i>ed a caderci dentro</i>		<i>d'eredità</i>
<i>lo fo concreto</i>		<i>cicli umorali</i>
		<i>di quanto a contrastar scene mentali</i>
<i>che primordiale*</i>	(*vita vegetale)	<i>a me</i>
<i>a figurar</i>		<i>con essi</i>
<i>rende il sapore</i>		<i>fa d'avvertire</i>

A.1.10 La fisica strizza l'occhio alla biologia. Esiste una interfaccia tra fisica e biologia, comunemente denominata fisica biologica oppure, più brevemente, biofisica. I fisici tendono a considerare la fisica biologica come fisica ispirata dalla biologia e la biofisica come biologia rivelata attraverso metodi fisici. Come si diceva una volta, nella favole raccontate alla radio, *per farla breve*: i quesiti sono due. Al di là delle etichette, che cosa può fare la fisica per la biologia? E che cosa può fare la biologia per la fisica? Una considerazione, prima di tentare di rispondere a queste domande. I biologi pretendono di possedere una visione più ampia rispetto ai fisici. Perché? Cellule e organismi devono conoscere intrinsecamente bene la fisica, almeno tanto bene quanto la biologia perché esse si sono evolute malgrado l'esistenza di vincoli fisici di natura quasi terroristica. Si ricordi ancora, per un attimo, l'onnipresente stillicidio (altro che *thriller* cinematografici!) della postura eretta nell'*homo sapiens*. In questo modo la biofisica include la fisica padroneggiata dagli esseri viventi. Parte di questa fisica è nota ai fisici, parte non lo è. Tuttavia, per tornare un attimo a cellule e organismi: quanta fisica è loro nota e in quale maniera? Nel caso della stazione eretta *et similia*, quanta fisica resta ancora da cono-

scere? Quanta fisica può essere appresa studiando gli esseri organici invece che i materiali inorganici? Proviamo a pensare alla fisica di oggi, come se fosse la chimica inorganica di una volta, senza il suo controaltare fondamentale costituito dalla chimica organica. Si può pensare alla biofisica come a una specie di fisica *organica*. Quando sono sottoposti alla luce delle sopraccitate domande, i fisici si sentono maltrattati come criminali: costretti davanti al bagliore accecante di interrogatori di terzo grado da un branco ignorante di biologi da strapazzo che denigrano i benefici apportati dai metodi fisici ai problemi biologici. È vero. L'impatto di tali metodi in biologia è stato rilevante e imponente. Il trionfo più cospicuo è costituito probabilmente dalla determinazione delle strutture biologiche attraverso la diffrazione con raggi X (*cf*r J.M. Thomas, *Nature*, **364**, 478, 1993). Altri metodi fisici largamente usati in biologia sono ormai talmente diffusi da essere presi per scontati: microscopia ottica ed elettronica, centrifugazione, elettroforesi. Ci si meraviglia ancora delle novità più recenti eppure così esotiche: determinazione delle strutture attraverso risonanza magnetica nucleare e *nuclear resonance imaging*, tomografia a emissione di positroni, magnetoencefalografia, *laser optical trapping*, *scanning tunneling spectroscopy*, *atomic force microscopy* e *characterization of ion channels by patch clamping*. Nella stanza a fianco eppure in linea e/o in tempo reale, il fedele calcolatore numerico ad alta velocità, essenziale come un maggiordomo per la tempestiva distribuzione delle portate. Metodi fisici significa anche modelli fisici di pensiero. La variazione tematica e l'enfasi spostata da un centro attento ad un altro sono, per esempio, alla base del contributo di Francis Crick, fisico, allo storico e riuscito inseguimento della struttura del DNA, nel lontano 1953. La virata *dagli* studi della natura biochimica delle cellule *alla* maniera in cui le cellule stesse raccolgono e immagazzinano informazione si è rivelata fondamentale nel promuovere la rivoluzione della biologia molecolare, come racconta l'autobiografia dell'autore Francis Crick (*What a Mad Pursuit*, Basic Books, 1988).

A.1.11 La biologia non strizza l'occhio alla fisica. È anche vero che molti progressi della biologia moderna sono basati su metodi chimici che sono di natura sorprendentemente semplice. Questi ultimi includono il taglio e il ricongiungimento del DNA, il marcare il DNA con sonde fluorescenti e radioattive, l'amplificazione del DNA nelle cellule attraverso il

clonaggio oppure in tubi di prova attraverso la reazione a catena della polimerasi e, il progresso più importante di tutti, il sequenziamento del DNA. Deve a questo punto essere chiarito un punto molto importante. Se la rivoluzione avviata dalla scoperta della struttura del DNA fosse un grande film della storia del cinema, il ruolo del "bravo ragazzo" andrebbe senza dubbio attribuito a James D. Watson (Gunther Stent, autore di una notevole rivisitazione critica del testo *La Doppia Elica* di Watson lo chiama *Honest Jim*), quello del cattivo (i francesi lo chiamano *vilain*) spetterebbe a Francis Crick. È questo il motivo, forse soltanto *metastorico*, per cui la rivoluzione del DNA ha finito per avere una ricaduta quasi nulla sulla fisica. Paul Berg e Maxine Singer, eminenti genetisti molecolari, hanno scritto un magnifico libro (*Dealing with Genes*, University Scientific Books, 1992), dedicato alla descrizione dei problemi della genetica all'uomo della strada. Nella prefazione gli autori sottolineano come la fisica sia in massima parte inaccessibile ai biologi dato che costoro non sono stati istruiti a digerire concetti matematici astratti, mentre la biologia è a sua volta in massima parte inaccessibile ai fisici perché costoro rimangono interdetti dalla complessità e dalla novità dei meccanismi biologici. Berg & Singer hanno completato parte del loro libro presso l'*Institute for Advanced Study* a Princeton. "Curiosamente" scrivono, "la nostra abilità di lavorare senza interruzioni di sorta a Princeton è stata garantita dalla quasi totale mancanza di interesse da parte di fisici e matematici dell'Istituto a parlare con biologi". Grossa evidenza sperimentale di una specie di muro di Berlino, di amara memoria, tra le due aree di interesse! Un'altra rivoluzione sta emergendo dai bassifondi nascosti della biologia comportamentale. Questa include lo studio dei trasduttori sensoriali: come cellule, organelli e organismi ricevono, interpretano e agiscono di conseguenza a segnali provenienti dall'ambiente esterno. Anche i più semplici batteri che vivono nel nostro intestino sono squisitamente sensibili a mutamenti nel loro *habitat* chimico e possono muoversi secondo scopi significativi. Organismi superiori rispondono a un più ampio raggio di stimoli (chimici, termici, meccanici, ottici, elettrici e magnetici) usando dispositivi che lavorano assai vicini ai limiti di sensibilità imposti dalla fisica. Per comprendere il funzionamento di questi dispositivi, lo studioso è costretto a imparare sia la fisica sia la biologia, cominciando in tal modo ad abbattere la barriera di cui si parlava in precedenza. Uno degli oggetti più complessi di tutta la biologia è costituito dal cervello umano. John J. Hopfield, uno dei padri

fondatori del connessionismo, lancia un mandato esplorativo sull'argomento (*Neurons, Dynamics and Computation, Physics Today, February 1994*). Egli si pone la semplice ma decisiva domanda: "Il cervello è stato a lungo paragonato a un calcolatore biologico: ma quale tipo di calcolo realizzano gli insiemi di neuroni?" Un cervello come quello umano, con una massa compresa tra 1 e 1.5 kg, acquisisce un'intelligenza che è assente in sistemi nervosi di più ridotte dimensioni, per mezzo di reti neurali altamente connesse. È possibile adottare modelli fisici semplici della dinamica delle reti neurali che descrivano il nocciolo del suo funzionamento oppure il grande numero di dettagli della neurobiologia risulta insormontabile?

A.1.12 La neuromatematica è una protomatematica? Tema: Le quattro operazioni dell'aritmetica. Svolgimento: le tre operazioni della matematica sono due: l'addizione.

Chiunque abbia lavorato con i prototipi dei moderni calcolatori numerici, che venivano forniti dalle case costruttrici completamente nudi di qualsiasi dotazione di *subroutines* già preparate e assemblate, ricorda bene come al calcolatore in oggetto fosse necessario "insegnare" soltanto l'operazione di addizione. La fisica dei solidi, la chimica fisica e la fisica nucleare possono essere tutte e tre assimilate a una descrizione delle relazioni che intercorrono tra la struttura della materia e le proprietà che ne derivano. Esse hanno in comune una matrice culturale, la fisica statistica, vale a dire la teoria delle probabilità calata nel contesto del mondo fisico. Nondimeno la teoria delle probabilità non costituisce soltanto una culla materna comune ma qualcosa di più e di più importante: tutte le materie citate traggono le equazioni caratteristiche del loro modo di operare da un comune linguaggio matematico. Alla base di questo linguaggio sta il cosiddetto *principio del bilancio dettagliato delle probabilità*, non a caso noto in chimica fisica come *Master Equation*. Questa altisonante denominazione di rimembranza quasi biblica ha una sua ragione di essere: tutte le equazioni, deterministiche e stocastiche, che descrivono il comportamento dei quattro stati di aggregazione della materia (solido, liquido, gas, plasma) sono deducibili da medie, più o meno raffinate, della equazione del *bilancio dettagliato della probabilità*. L'equazione di Boltzmann, l'equazione della diffusione, le equazioni di Navier-Stokes, le equazioni della dinamica (certamente, anche l'equazione di Newton!), i due principi della termodinamica, le equazioni della cinetica delle popolazioni in demografia,

genetica, biochimica e enzimologia, le equazioni della meccanica ondulatoria di Schrodinger (il famoso "atomo di idrogeno"), le equazioni della meccanica quantistica di Dirac, le equazioni di Vlassov per i plasmi, il teorema di Ehrenfest che riconduce Schroedinger a Newton, sono tutte deducibili dalla *Master Equation*. In una breve e affrettata conclusione, si può affermare che la *Master Equation* è l'addizione della fisica aritmetica del mondo che ci circonda, una sorta di protoaritmetica. Non si può non notare che la sola operazione presente nella *Master Equation* è l'addizione (c'è anche la moltiplicazione, ma ormai sappiamo come essa sia un'addizione velocizzata). È noto inoltre come, per le probabilità, le sole operazioni praticabili siano addizione (probabilità totale) e moltiplicazione (probabilità composta).

A.1.13 I nuovi strumenti e la storia della fisica. Thomas Kuhn, autore del famoso volume *La Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche*, epistemologo e filosofo della scienza, è fermamente convinto che la storia della fisica sia punteggiata e motivata da nuovi concetti e non da nuovi strumenti. La sua idea di rivoluzione scientifica in fisica teorica è basata su un unico esempio, avvenuto negli anni '20 del XX secolo, con l'arrivo della meccanica quantistica. Certamente essa offre una idea magnifica di rivoluzione indotta da un nuovo concetto. Il libro di Kuhn è scritto in maniera così brillante da diventare un classico di storia e filosofia della scienza dalla sera alla mattina. Tuttavia, il prezioso scritto dimentica con elegante noncuranza un fatto scientifico: le rivoluzioni scientifiche sono spesso pilotate da nuovi *strumenti* e non da nuovi *concetti*. "Anche se a volte si tratta di nuovi *strumenti concettuali*" precisa il grande fisico inglese Freeman Dyson, in occasione del bicentenario della nascita di George Green (1793-1841), matematico e fisico che ha inventato e applicato con grande successo all'acustica e all'elettromagnetismo le funzioni di Green. Esse rappresentano la risposta del sistema in studio a una eccitazione impulsiva E prosegue. Le rivoluzioni guidate da nuovi concetti attraggono l'attenzione degli specialisti e l'interesse un po' mondano del pubblico nei confronti della scienza. Tuttavia sono assai rare. Negli ultimi 500 anni, possiamo contare 6 rivoluzioni guidate da nuovi concetti, da affiancare alla meccanica quantistica presa a modello da Kuhn. Esse sono associate ai nomi di: (1) Copernico, secondo cui il nostro sistema planetario non è geocentrico ma eliocentrico; (2) Newton, per il quale le forze inducono gli spostamenti;

(3) Darwin, secondo cui il mondo vivente non è antropocentrico ma si evolve secondo una selezione naturale; (4) Maxwell, per il quale ottica, elettricità e magnetismo possiedono comuni connotazioni ondulatorie; (5) Einstein, per cui la velocità della luce è la vera costante dell'universo, indipendente da qualsiasi sistema di riferimento; (6) Freud, secondo il quale la mente umana vive in un sistema cosmico che non è nè quello macroscopico dell'universo planetario nè quello microscopico delle molecole e dell'atomo. Durante il medesimo mezzo millennio, si sono verificate almeno 20 rivoluzioni pilotate, causate o indotte da nuovi strumenti, forse non attraenti e brillanti per attenzione del grande pubblico, ma altrettanto importanti per il progresso della scienza.

A.1.14 Telescopi, raggi X, spettroscopi e funzioni di Green. Non è questa la sede per discutere neppure superficialmente quali siano state le rivoluzioni "strumentali", ma alcuni esempi non guastano. Essi riguardano l'uso del telescopio in astronomia da parte di Galileo, l'uso della spettroscopia per individuare i salti quantici degli elettroni da orbita a orbita nell'atomo di idrogeno di Niels Bohr, l'uso della diffrazione dei raggi X da parte di Crick & Watson per determinare la struttura delle grandi molecole in biologia. L'effetto di una rivoluzione *concettuale* è quello di spiegare antiche visioni in nuove prospettive. L'effetto di una rivoluzione *strumentale* è quella di scoprire nuovi fatti che devono essere spiegati. L'uomo ha collezionato più successi nello scoprire nuovi eventi che nello spiegare vecchi processi. "La grande scoperta di George Green" ci ricorda ancora Dyson, "quella delle funzioni che portano il suo nome, è uno strumento matematico piuttosto che un concetto fisico. Non ha fornito al mondo una nuova teoria dell'elettricità e del magnetismo o una nuova rappresentazione del mondo fisico". Ha lasciato in eredità al mondo una borsa di manoscritti e di trucchi matematici, utili per spiegare le conseguenze di teorie appena formulate e per prevedere l'esistenza di nuovi fenomeni all'inseguimento dei quali gli sperimentali hanno iniziato quella particolare caccia alla volpe che è la ricerca. "La funzione di Green - continua Dyson - è stato uno strumento di ricerca, come il telescopio e il microscopio, ma mirato a formulare modelli matematici e teorie invece che puntare alla calotta celeste e alla muffa sul vetrino". L'invenzione della funzione di Green ha condotto allo scoperto una rivoluzione *strumentale* in fisica matematica, simile in carattere alle più famose rivoluzioni strumentali

causate dall'invenzione dei calcolatori elettronici, 150 anni dopo nella storia del progresso scientifico. Sia la funzione di Green sia l'elaboratore hanno aumentato il potere delle teorie fisiche, in particolare nei settori dell'acustica, dell'elettromagnetismo e dell'idrodinamica. La funzione di Green e il computer sono esempi primari di *strumenti intellettuali*. Sono strumenti che aiutano a vedere chiaro. Ci hanno messo in condizione di pensare con maggior chiarezza fornendoci la possibilità di calcolare con maggiore precisione.

A.1.15 La sinergetica di Hermann Haken. Cominciamo con alcune osservazioni tipiche della nostra vita quotidiana. Quando portiamo un corpo freddo a contatto con un corpo caldo, avviene un fenomeno di scambio termico tra i due corpi, i quali dopo un certo tempo si trovano alla medesima temperatura, intermedia tra le due temperature iniziali. Almeno macroscopicamente, il sistema è diventato termicamente omogeneo. Il processo contrario (un corpo viene separato in due parti, una delle quali si riscalda mentre l'altra si raffredda) non accade mai in natura. Il processo di scambio termico avviene soltanto in una direzione. Quando in un contenitore a due stanze, delle quali soltanto una ripiena di gas mentre l'altra è vuota, viene rimossa la porta di intercomunicazione, il gas andrà a riempire tutte e due le stanze. Come nel caso dello scambio termico, il processo opposto (la porta di separazione del contenitore a due stanze viene chiusa e tutte le molecole di gas vanno a riempirne una delle due) non ha mai luogo in natura. Secondo Hermann Haken, tutti questi fenomeni possono essere descritti da una nuova disciplina, che l'autore battezza con l'etichetta di *Sinergetica*. La sinergetica è la scienza che studia i fenomeni di non-equilibrio inerenti alle transizioni di stato e all'auto-organizzazione in fisica, chimica e biologia. Si tratta di fenomeni in massima parte transitori, descritti nella dinamica temporale di evoluzione e coinvolgenti popolazioni di individui, particelle, molecole, atomi, nuclei, cellule, geni, neuroni e così via. L'aspetto interessante della trattazione di Haken è costituito dall'alto grado di isomorfismo: vale a dire, dalla identità formale della struttura matematica delle equazioni coinvolte, qualunque sia il fenomeno e l'*habitat* disciplinare sotto studio e analisi. Altrettanto interessante e ambizioso è l'obiettivo lontano, in termini matematici potremmo dire *asintotico*, che lo studioso tedesco si prefigge. Nelle parole dello stesso Haken, "la sinergetica, campo di ricerca interdisciplinare, si occupa della coope-

razione che parti individuali di un sistema che, nel suo insieme macroscopico, produce strutture funzionali, temporali o spaziali. Essa tratta processi sia deterministici sia stocastici sia combinatori tra le due nature appena citate. La sinergetica, a differenza di biologia fisica e psicologia prese separatamente, dovrebbe essere la scienza in grado di descrivere la vita oppure la mente, come insieme di fenomeni di transizione di stato verso forme di auto-organizzazione, che trasformano "disordine in ordine" e "ordine in nuovo ordine".

A.2 Le tante scienze della mente

- A.2.1 La biologia informatica.
- A.2.2 La mente e la fisiologia del lavoro.
- A.2.3 Specializzazioni: il lavoro delle mani e la locomozione dei piedi.
- A.2.4 Lavoro e azioni motorie.
- A.2.5 Linguaggio, pensiero, invenzione.
- A.2.6 L'origine motoria della fantasia creativa.
- A.2.7 Dal canto alla poesia, dalla scultura alla pittura.
- A.2.8 Educazione manuale e mentale, salute fisica e psichica.
- A.2.9 Psicologia: il terzo angolo del triangolo.
- A.2.10 Tempi fisiologici e tempi di reazione.
- A.2.11 La metodologia di misura introdotta da F.C. Donders.
- A.2.12 Wilhelm Wundt e la psicologia scientifica.
- A.2.13 Hebb: un attento lettore di K.J.W. Craik.
- A.2.14 Perché Hebb è un precursore del connessionismo.

A.2.1 La biologia informatica. Tra gli anni '50 e '60, la biologia ha trovato con le nozioni di codice genetico, di messaggio ereditario e di errore di duplicazione, la chiave per comprendere alcuni dei più rilevanti aspetti della vita. Con la successiva nascita della biologia molecolare le cognizioni descritte hanno trovato una loro classificazione fenomenologica di grande rigore scientifico. Grazie ai rapidi progressi dell'immunologia, della genetica umana, dell'endocrinologia e della cancerologia indotti dalla biologia molecolare, queste cognizioni hanno navigato fino ai porti della medicina convenzionale con forti contributi anche da parte della farmacologia. Tuttavia, il mutamento più sostanziale è stato di natura culturale. L'organismo vivente è diventato una sorta di rete di unità in comunicazione reciproca, attraversato da flussi di segnali, accessibile ai traccianti specifici, suscettibile di delicate correzioni al livello di singole cellule oppure, in taluni casi, di singole molecole. La centrale operativa, la sala di controllo per dirla con il linguaggio degli ingegneri di sistemi, è il cervello, la rete primaria per eccellenza. Al *boom* della biologia si è accompagnata l'esplosione della neurobiologia. Si sono scoperti i meccanismi di formazione e trasmissione dell'impulso nervoso, si sono isolati e identificati i messaggeri chimici che si diramano nelle reti nervose, i cosiddetti *neurotrasmettitori*. Si stanno oggi

costruendo complessi modelli matematici che descrivono con successo il funzionamento e la crescita delle reti nervose. Non è improbabile che presto, oltre alla neurochimica e alla neurofarmacologia, si possano sviluppare discipline quali la neurofisica, quando non la neuromatematica. Un libro (*Neurophilosophy*, MIT Press 1986) di Patricia Churchland, filosofa della scienza e neurobiologa, sostiene una dura tesi materialistica. Sono destinate a scomparire, sostiene la Churchland, nozioni e concetti ingenuamente "mentalistici" come quelli di volere, credere, supporre e pensare.

*scene globali e scene globali
che a richiamar funzione a intorno
è il loro nome*

*ma poi
come le spore
del contenuto
al trapassar della membrana
d'ognuno insetto
d'autonomia è la vita*

*nome di gruppo
che a richiamar d'effetto a intorno
di sé fa i segni
d'organismo*

*di far l'ingresso d'oltre confine
mille confini
ancora ho intorno*

*che mille organismi
di un dentro e un fuori
a far di differenze scambio
sono decisi*

*fronti diversi
che l'uno con l'altro incontra
dei differenti
crea la membrana
e da lontano
un nome a sé richiama*

*che quanti nome esiste
segna solo il confine*

*che al trapassare d'esso
dall'attenzione mia scompaie
e a divenir pietra miliare
segna il percorso fatto
e il ritrovare*

La mente è null'altro che una raccolta di *stati neuronici*, e di processi di elaborazione eseguiti dalle reti nervose. Come si vede la biologia moderna diventa sempre più una *biologia informatica*. Le mitiche forze vitali, da tempo scomparse nella biologia vera e propria ma ancora affioranti in alcuni settori delle scienze neuropsicologiche, si presentano a noi sotto nuove vesti e mutati paramenti di impulsi, segnali, codici, configurazioni molecolari e cellulari molto specifiche. Queste nuove e astratte entità stanno alle

forze e ai campi della vecchia biologia come un segnale di *stop* sta a un dosso chiodato. Ambedue sono progettate e destinate per fermare un veicolo: tuttavia i due meccanismi sono profondamente diversi. I chiodi bloccano materialmente il veicolo danneggiandolo nelle sue potenzialità di moto, il segnale di *stop* induce al contrario il conducente ad arrestarsi prima di compromettere la funzionalità del veicolo che sta guidando. Un segnale non è una forza meccanica, esso costituisce un indirizzo astratto, un simbolo di minaccia, una forma di persuasione occulta, una potenzialità di danno. Il dosso chiodato agisce meccanicamente sul veicolo, il segnale agisce psicologicamente sul guidatore. Il primo "causa" conseguenze, il secondo "avverte" soltanto sulla eventualità delle medesime. Tra i sistemi viventi così come sono concepiti ai giorni nostri e come erano intesi soltanto mezzo secolo fa c'è la medesima differenza che intercorre tra gli eventi che si presentano su un tavolo di biliardo e il tessuto connettivo di intelligenza di una partita di bridge, a partire dal momento in cui vengono distribuite le carte. Chi ha sperato di ridurre l'universo a un tavolo di biliardo, entro il quale tutto è meccanicistico (urto, rimpallo e carambola) ha ottenuto risultati assai limitati. Il gioco, di cui indovinare le regole, è di natura assai più complessa.

cognizione

ovvero

concepimento oramai avvenuto

di concepir la parte

è solo una parte

ed il supporto mio vacilla

se mi reggessi solo d'essa

concepir nella memoria è l'esercizio

e facoltà m'è data

e quindi posso

quanto nella mia pelle emerge

quanto da intorno invade

quanto con la mia mente concepisco

davanti a me

terra senza ringhiere

ch'è un vedutoio

e lo spiccar del volo

è a concepir nuove ragioni

tra la mia pelle e me

c'è la mia mente

che ancora va

pigliando e rilasciando

quanto d'allora ho ragionato e incontro

e avverte e s'aggroviglia

e nuovo concepir capacità d'armonizzare

conduce

e a divenir memoria

concepimento

rese futuro

L'attività probabilistica di individuare e decifrare codici è diversa da quella deterministica di calcolare le traiettorie delle biglie. "Il gioco della vita", secondo l'espressione del premio Nobel tedesco Manfred Eigen, è un gioco di codici in continua evoluzione. La sua regola principale, intravista già da Darwin e ora scritta in dettaglio attraverso i modelli matematici di Eigen si lascia così formulare: "tra i vantaggi dagli errori, trattieni quello che funziona, rigetta quello che non funziona". Le regole del gioco biochimico, le norme del gioco genetico, le strutture del gioco ecologico e le logiche del gioco comportamentale, descritte da una nuova e assai agguerrita etologia, si stanno oggi combinando.

A.2.2 La mente e la fisiologia del lavoro. In un suo famoso libro Friedrich Engels, descrivendo i primordi della vita, ha messo dovutamente in rilievo la parte che ha assunto l'attività motoria dell'uomo nel processo di umanizzazione, vale a dire di evoluzione dalla scimmia all'*homo erectus*. Il libro è intitolato *Dialettica della Natura* ed è stato scritto tra il 1873 e il 1883 e pubblicato postumo nel 1925. In esso, l'autore analizza l'evoluzione storica delle scienze e mette in luce il carattere dialettico delle leggi scientifiche e dei fatti naturali che esse interpretano. Di particolare interesse sono le pagine sulla materia e l'energia, sul darwinismo, sull'infinito matematico, sul caso e la necessità, sul lavoro e sulla sua importanza sulla formazione della specie umana. Engels ha riassunto questo processo di graduale evoluzione dalla motricità preumana a quella specifica dell'uomo, attraverso l'esempio dell'organo più importante del lavoro, cioè la mano. Ecco le sue parole: "Perché si arrivasse al momento in cui il primo ciottolo è stato lavorato dall'uomo fino a essere trasformato in coltello, possono essere trascorse epoche di durata tale da fare apparire insignificante l'epoca storica a noi familiare. Tuttavia il primo passo decisivo era compiuto: la mano si era dimostrata autonoma e poteva ora acquisire crescente destrezza. La maggiore scioltezza così acquisita si trasmise e continuò a crescere, di generazione in generazione. La mano non è quindi soltanto l'organo del lavoro, è anche il suo prodotto. La mano dell'uomo ha raggiunto il suo alto grado di perfezione, sulla base del quale ha potuto compiere i miracoli dei dipinti di Raffaello e Leonardo, delle statue di Thorvaldsen e Canova, della musica di Bach e Paganini soltanto attraverso il lavoro. L'abitudine all'esecuzione e nuove operazioni via via più impegnative, la trasmissione ereditaria del particolare sviluppo dei muscoli e delle arti-

colazioni connesse sono gli altri elementi che hanno composto e permesso il progresso. Tuttavia la mano non era isolata. Essa era soltanto un singolo membro di un organismo completo, estremamente complesso. *E ciò che era acquisito dalla mano era acquisito anche da tutto il corpo, al servizio del quale la mano lavorava*”.

*realità aggregate
e copie caotiche*

*d'esser la forma in loco
ad infestar di sé
riflesso manda
e d'aggregar d'altri riflessi
a un solo specchio
di risonar
di suo infestato
riflesso anch'esso rende*

Nel processo di umanizzazione non soltanto la mano, ma anche il piede ha dovuto imparare a svolgere nuovi e difficili compiti. Camminare, correre, salire, scendere, saltare in posizione eretta richiedevano prestazioni molto più impegnative, per mantenersi in equilibrio, come anche una notevole elasticità delle articolazioni del piede, del ginocchio e delle anche. Nella caccia e nella guerra, il risultato di ogni lancio, di ogni getto, di ogni salto dipendeva dalla precisa valutazione ottica della distanza la quale, a sua volta, presupponeva lo sviluppo del campo visivo e una corretta anticipazione dell'obiettivo, fisso o in movimento.

A.2.3 Specializzazioni: il lavoro delle mani e la locomozione dei piedi.

B.G. Ananiev (*Psychologie der sinnlichen Erkenntnis*, 1963) fa osservare significativamente che attraverso il lavoro si sono specializzate le funzioni degli arti superiori e inferiori, conducendo l'uomo a importanti nuove formazioni sensoriali. Gli arti superiori si sono specializzati in vere e proprie azioni lavorative (da qui la definizione di lavoro "manuale") mentre gli arti inferiori si sono specializzati in forme assai elaborate di locomozione (di qui la definizione di lavoro come movimento degli organi di "loco", vale a dire i piedi). L'assunzione della posizione eretta ha provocato lo sviluppo

di nuove sensazioni sia statiche sia dinamiche nonché cambiamenti nell'ampiezza e nella direzione del campo visivo. In tale modo, attraverso la coordinazione diretta oculo-manuale, l'occhio *diventa l'allievo principale della mano, dotandola in tal modo di vista.*

A.2.4 Lavoro e azioni motorie. Anche le forme principali del movimento, camminare, correre, saltare, salire, arrampicarsi, lanciare, scagliare, colpire, gettare, dondolarsi, stare appesi, strisciare, nuotare, trascinare, spingere e così via si sono formate nel multiforme processo di contrapposizione attiva con l'ambiente, collegandosi in varie combinazioni, determinate dallo scopo dell'azione motoria. In definitiva, le forme principali della motricità si sono formate durante il processo lavorativo, si sono create durante la sua esecuzione concreta. Questo lungo periodo evolutivo di apprendistato è comunque stato oggetto di un continuo travaglio, oggetto di esercizio ripetitivo, nel quale *la mano ha appreso dalla mente e la mente ha appreso dalla mano.* Come afferma Engels, l'evoluzione della motricità del lavoro e delle capacità motorie è stata contemporanea allo sviluppo della mente e dei suoi strumenti immediati, gli organi di senso, con particolare importanza per quelli della vista e del tatto. Questi ultimi sono collegati con i cosiddetti analizzatori cinestetici. Essi costituiscono una serie di operatori preposti alla ricezione, alla decodificazione, alla trasmissione e alla prima rielaborazione delle informazioni provenienti dall'apparato locomotore. Gli stimoli vengono recepiti attraverso i cosiddetti propriocettori che si trovano nei muscoli, nei tendini, nelle articolazioni. Questa concomitanza di stadi sensoriali è fondamentale per la formazione di una "coscienza". Le circostanze descritte possono oggi essere osservate nel bambino, il quale, fino dai primi anni di vita, nel rapporto quotidiano con gli oggetti del suo mondo, attraverso la manipolazione tattile e "afferrando" gli stessi, si rende conto gradualmente delle loro caratteristiche specifiche: duro/morbido, pesante/leggero, freddo/caldo e così via. Oggi sappiamo che senza movimenti di prensione e di tatto non può crearsi il linguaggio infantile e conseguentemente il mondo dei concetti e delle idee: quanto più è ricco e multiforme il contatto sensomotorio del bambino con l'ambiente esterno, tanto maggiore è la sua attività cerebrale e di pensiero. Vediamo come e perché.

A.2.5 Linguaggio, pensiero, invenzione. Già nel primo stadio dell'evoluzione, si è rivelato decisivo il contributo della *continua informazione di*

ritorno sul risultato del lavoro compiuto: vale a dire dell'effetto motorio ottenuto, dalla periferia, per esempio dalla mano che lavorava, dal sistema nervoso centrale e così via. P.K. Anochin (*Psychologie und Kybernetik*, 1958) afferma come "la legge generale della *reafferenza*, vale a dire dell'informazione di ritorno, ha segnato la direzione dell'evoluzione dell'uomo". Fin dall'inizio, tanto la fabbricazione e l'uso, come il successivo perfezionamento degli strumenti di lavoro, sono stati possibili soltanto attraverso la collaborazione di molti individui. L'utilizzazione degli strumenti di lavoro in cooperazione e in comunità hanno necessariamente condotto al bisogno di trovare forme espressive di comprensione e di trasmissione di esperienze. Questa necessità ha finito con il creare la sua specifica funzione nel *linguaggio articolato*, una forma di comunicazione completamente nuova, tipicamente umana. Il linguaggio, a sua volta, costituisce la base materiale del pensiero. La lingua umana deve essere quindi vista come un sistema di segnali verbali che retroagisce sul sistema motorio e che rende possibile sia l'anticipazione, sia la programmazione dei movimenti. Gli animali, che non posseggono il linguaggio, ottengono il risultato della loro azione attraverso il cosiddetto metodo del *trial & error* (tentativo & errore). Solo attraverso il linguaggio, l'uomo è collegato al passato come al futuro, mentre l'animale, privo del linguaggio, rimane prigioniero dello stimolo sensoriale immediato del momento. L'acquisizione del linguaggio da parte degli esseri umani ha permesso non soltanto uno scambio di esperienze nell'attività lavorativa, ma anche che queste siano accumulate e trasmesse di generazione in generazione, come già si operava con la conoscenza tecnica del funzionamento degli attrezzi di lavoro. Il passo dall'abbreviazione del processo di apprendimento alla pianificazione di nuovi strumenti di lavoro viene sicuramente incoraggiato dal linguaggio. È così che dalla scoperta casuale di strumenti innovativi avviene una transizione verso l'*invenzione* di utensili e procedure, favorita dalla crescente conoscenza dei ruoli operativi necessari, dal ragionamento, dal confronto, dalla valutazione e dall'anticipazione del risultato possibile. Siamo già all'uomo moderno, siamo già alla ricerca & sviluppo.

A.2.6 L'origine motoria della fantasia creativa. Abbiamo visto come le forme principali di attività motoria fossero inizialmente di natura produttiva per la soddisfazione di bisogni umani di sopravvivenza. In un secondo tempo, alcune di queste azioni motorie hanno perso la loro funzione

iniziale e sono divenute prima movimenti di addestramento alla guerra e poi movimenti generalizzati, da inserire nelle procedure educative dei giovani. In particolare, i movimenti lavorativi di natura ciclica venivano ritmati dalle cadenze di esecuzione dei gesti motori: questa esigenza di ottimizzazione del lavoro e di mitigazione della fatica a favore degli esecutori ha condotto all'uso della percussione acustica. Il suono dei tamburi segnava, coordinava e facilitava gli sforzi di molti uomini che lavoravano in gruppo e che, rispondendo con la voce e con i movimenti cadenzati, hanno finito con l'incentivare lo sviluppo della fantasia creativa del canto e della danza. Ancora oggi, nel patrimonio delle danze popolari di molti popoli, si rispecchia la radice dell'attività produttiva di tali gesti e il grande senso di comunità che essa crea per la sopravvivenza delle genti. Come osserva intelligentemente G. Lehmann (*Phantasie und künstliche Arbeit*, 1966): "La base più profonda della fantasia è la motricità della pratica".

A.2.7 Dal canto alla poesia, dalla scultura alla pittura. Dal movimento del lavoro e dai giochi motori a carattere coreografico-musicale che ne sono stati estratti, oltre alle danze propiziatorie dell'umanità preistorica, sono derivabili anche i primi elementi della poesia e delle prime arti figurative: la scultura e la pittura. Come sostiene ancora Lehmann, il gesto del lavoro non è diventato forma soltanto nelle danze mimetiche della società primitiva. In ultima analisi, anche le radici della scienza razionale stanno nella motricità delle operazioni lavorative dell'uomo primitivo, nell'uso pratico di attrezzi, strumenti ed utensili. Scrive, in proposito, John Desmond Bernal: "Fabbricando e usando utensili elementari, l'uomo cominciò a esplicitare sulla natura la propria volontà cosciente. Fu quella l'origine della *meccanica razionale* come acquisizione delle leggi che presiedono all'impiego pratico della leva, dell'arco, del *boomerang*, della *bola*. Lo sviluppo del pensiero razionale ha origine nell'interazione tra l'uomo e l'ambiente fisico. Mediante un'invenzione elementare come la leva, è possibile sapere in anticipo che cosa succede ad un estremo quando se ne mette in moto un altro. In base al nesso occhio-mano si è sviluppata in origine la meccanica in quanto scienza razionale.

A.2.8 Educazione manuale e mentale, salute fisica e psichica. Nell'artigianato e nella manifattura, l'attività lavorativa non rappresentava soltanto un mezzo di produzione, ma, contemporaneamente, serviva anche

all'uomo per acquisire e ad addestrare le qualità e le abilità motorie necessarie alla vita e le capacità sensomotorie che vi erano collegate. La multiforme attività manuale, svolta nell'agricoltura e nell'artigianato, si dimostrò anche una fonte per l'acquisizione di nozioni e l'arricchimento delle conoscenze.

A.2.9 Psicologia: il terzo angolo del triangolo. La psicologia studia i fenomeni mentali in rapporto all'esperienza diretta che possediamo di essi. Rispetto alla biologia, che studia i fenomeni come a sé stanti, cioè astraendo da chi li percepisce e li interpreta, la psicologia tiene sempre presente che la percezione è un fatto soggettivo. Essa costituisce cioè scienza particolare in quanto rappresentata dall'attività stessa del soggetto che percepisce, da cui deriva il concetto che essa sia basata soprattutto sull'esperienza immediata. Il suo modo di indagine fondamentale è rappresentato dall'introspezione, ma poiché questa è sempre un fatto soggettivo, occorre un'esperienza esterna che la integri. Per questo motivo, all'introspezione si aggiunge una metodologia oggettiva, basata sul concetto che tutti gli uomini posseggono una medesima organizzazione psicologica, naturalmente relativa all'ambiente sociale in cui vivono. Ne deriva che l'osservazione è basata su due aspetti fondamentali: storico o sociale e fisiologico o individuale. Notevole importanza a questo fine ha avuto la psicologia scientifica, formata da quattro correnti: animale (tendenze, reazioni e così via), infantile e relativa ai popoli primitivi (apprendimento, rapporti interpersonali, socialità e così via), ereditarietà e comportamenti mentali patologici. Attualmente alcune scuole psicologiche sono al lavoro per chiarire ulteriormente i problemi inerenti all'attività mentale. Ne ricordiamo due che hanno origine nel XIX e XX secolo e rimangono tra le maggiori. La prima è costituita dalla cosiddetta scuola psicofisica, che applica la psicologia sperimentale, fondata da Gustav T. Fechner (1801-1887) e descritta in un suo testo (*Elemente der Psychophysik*, 1860) che si basa soprattutto sullo studio dei rapporti intercorrenti tra fenomeni fisici e riscontri mentali. Lo scopo (140 anni fa!) è quello di determinare localizzazione e intensità degli stimoli in rapporto alla sensazione corrispondente. In tal senso, essa ha potuto stabilire alcune leggi di applicazione pratica. Questa metodologia è basata sui *test* che forniscono dati sensoriali motori e mentali, i quali vengono poi confrontati statisticamente per mezzo di indici di correlazione e dell'analisi fattoriale. Esiste in

proposito una legge psicofisica di Fechner, la quale stabilisce una dipendenza tra intensità di uno stimolo e sensazione fisica. Quando lo stimolo cresce in progressione geometrica, la sensazione cresce in progressione aritmetica. Se ne deduce che i sensi umani, in particolare l'occhio, rispondono logaritmicamente all'intensità dello stimolo. La seconda è costituita dalla cosiddetta scuola sovietica, fondata da Ivan P. Pavlov (1849-1936), ed è basata sullo studio dei riflessi condizionati, che si occupa particolarmente dell'attività nervosa superiore e ritiene che il condizionamento sociale sia determinante sulla psicologia individuale. In particolare si definisce psicometria la scienza o il metodo di misurazione della durata e dell'intensità dei fenomeni psichici.

A.2.10 Tempi fisiologici e tempi di reazione. A metà del XIX secolo, alcune osservazioni sperimentali di studiosi di varia origine e professionalità avevano condotto alla conclusione che i tempi fisiologici di risposta degli individui nei confronti di stimoli esterni risultavano fortemente personalizzati. La scienza psicologica, sempre segretamente affascinata da tutti quei problemi che parevano ricondurla sulle tracce della fisica, si appropriò assai volentieri della problematica e cominciò a ingegnarsi per trovare soluzioni intelligenti. Un fisiologo olandese, Frans Cornelis Donders, dette un contributo alla soluzione del problema che aveva, nel frattempo, cambiato denominazione, diventando la tematica dei *tempi di reazione*. Nelle sue ricerche, Donders si era ispirato a un elaborato ma geniale utilizzo dei tempi di reazione escogitato da Hermann von Helmholtz, per rilevare la velocità di conduzione delle fibre nervose. L'esperimento originale di Helmholtz consisteva nella seguente procedura. Egli somministrava a un paziente uno stimolo, per esempio un lieve *shock* elettrico, in un punto di un arto: il soggetto in studio doveva premere un pulsante non appena percepiva tale stimolo. Successivamente Helmholtz somministrava un altro stimolo in un punto diverso dello stesso arto e registrava un secondo tempo di reazione. Se il primo stimolo era stato applicato alla radice dell'arto e il secondo all'estremità del medesimo arto, il secondo tempo di reazione risultava più lungo del primo. La differenza tra i due tempi di reazione costituiva quindi una misura indiretta del tempo occorrente allo stimolo per viaggiare dall'estremità dell'arto alla sua radice. Secondo Helmholtz, quindi, era sufficiente calcolare il rapporto tra la distanza metrica tra estremità e radice dell'arto e la differenza tra i due

tempi di reazione per determinare la velocità dell'impulso nervoso. Il ragionamento di Helmholtz era apparentemente ineccepibile sul piano teorico, ma non teneva conto di molti fatti circostanziali, primo tra tutti, che la velocità di un impulso nervoso dipende anche dal diametro della fibra e non possiede quindi un valore invariante. Il fatto è noto oggi: non lo era intorno al 1870.

A.2.11 La metodologia di misura introdotta da F.C. Donders. Tuttavia ciò che colpì Donders di questo esperimento di Helmholtz fu l'impiego del metodo sottrattivo tra tempi di reazione. Secondo Donders, che era oltre che fisiologo anche oculista, ciò che impediva alla psicologia di diventare scienza era l'impossibilità di fornire misurazioni oggettive dei processi mentali, vale a dire attraverso l'adozione di parametri con significato rigorosamente fisico. Con la collaborazione dell'allievo De Jaager, Donders produsse idea, progetto e realizzazione di un interessante esperimento. Aveva infatti escogitato tre condizioni in cui rilevare i tempi di reazione. La prima condizione (a) comprendeva l'invio di uno stimolo a cui doveva essere fornita risposta. La seconda condizione (b) comprendeva più stimoli a ognuno dei quali corrispondeva una risposta diversa. La terza condizione (c) comprendeva più stimoli, soltanto a uno dei quali doveva essere fornita risposta. Donders poté così constatare che in ordine di durata temporale crescente il *ranking* delle tre risposte vedeva quelle relative ad (a) seguite da (c) e infine da (b). Come poteva essere spiegata la differenza tra tali tempi? Secondo Donders, la differenza (c-a) indicava il tempo occorrente al soggetto per discriminare tra gli stimoli e scegliere quindi quello cui occorreva rispondere; la differenza (b-c) indicava invece il tempo necessario al soggetto per discriminare tra le risposte. Tali tempi di discriminazione corrispondevano appunto a quei processi puramente psicologici di scelta cui veniva finalmente fatto corrispondere un indice di misurazione di natura rigorosamente fisico. (Riccardo Luccio, *Origini della psicologia* da Paolo Legrenzi, *Storia della psicologia*, Laterza 1992)

A.2.12 Wilhelm Wundt e la psicologia scientifica. Il metodo sottrattivo di Donders suscitò un notevole entusiasmo e venne tra l'altro impiegato ampiamente da Wundt, alla nascita della psicologia scientifica, nel suo laboratorio di Lipsia. Wundt sperava, attraverso esperimenti più com-

plici, di poter dimostrare con la sottrazione dei tempi di reazione l'esistenza delle fasi in cui si riteneva si articolassero i processi mentali. Soltanto dopo la seconda guerra mondiale si è verificata una riscoperta del metodo sottrattivo il quale, sotto punti di vista completamente innovativi, viene ancora considerato uno dei metodi più fecondi per lo studio dei processi cognitivi. Per introdurre la tematica della psicologia scientifica come contributo derivante dalla interazione tra fisiologia e psicologia, è necessario accennare al problema dell'arco riflesso. Il concetto di arco riflesso avrà una importanza determinante per la psicologia. Ricordiamo brevemente che cosa sia l'arco riflesso. Stimolando alcuni recettori sensoriali, si provocano risposte automatiche, cioè senza l'intervento della volontà del soggetto, vale a dire senza che gli impulsi innescati dagli stimoli passino per il cervello. Si parla di "arco riflesso", in quanto il substrato nervoso è composto di una parte "afferente" (il recettore sensoriale e il nervo sensoriale che dal ricettore pilota l'impulso nervoso al centro) e da un ramo "efferente" (la fibra motoria che dal centro conduce agli effettori periferici). Al centro, per esempio nel midollo spinale, ramo afferente e ramo efferente sono a contatto più o meno diretto. In tal modo, l'impulso nervoso proveniente dalla stimolazione sensoriale si scarica direttamente sul ramo efferente, senza dover passare a livelli più elevati che coinvolgono la volontà dell'individuo, vale a dire senza dover necessariamente transitare per il cervello. Per illustrare un esempio familiare, è questo il meccanismo del riflesso rotuleo, per cui la stimolazione della rotula con il martelletto provoca per via riflessa la contrazione del quadricipite femorale, con la conseguente estensione della gamba.

A.2.13 Hebb: un attento lettore di K.J.W. Craik. Uno psicologo canadese, D.O. Hebb, pur muovendosi in una ottica ancora classica di comportamentismo, aveva iniziato una profonda rivoluzione soprattutto nel modo di concepire il ruolo del sistema nervoso centrale in rapporto al comportamento. Sintetizzando all'estremo, Hebb si era posto il problema di quei processi che hanno luogo all'interno dell'individuo e che erano stati introdotti come "costrutti ipotetici" per spiegare tutti i fenomeni che non potevano essere interpretati direttamente come semplice corrispondenza tra stimolo e risposta. Hebb, in particolare, era interessato ai processi di "mediazione", che non consentono all'individuo di rispondere immediatamente allo stimolo che gli viene presentato, ma che, creando strutture

interne al sistema nervoso dell'individuo, fanno in modo che questo possa comportarsi avendo a disposizione "modelli ipotetici" di risposte a eventuali stimoli esterni. Si tratta chiaramente di strutture disposte all'interno del sistema nervoso a formare non una ipotesi ma una realtà strutturale elettrochimica che opera da vero e proprio simulatore della vita esterna, basato su dati raccolti dinamicamente in un lontano e prossimo passato. Se per i neocomportamentisti le cosiddette "variabili intervergenti" erano soltanto costrutti ipotetici, senza una base realistica e con funzione puramente logica, con Hebb il discorso assume un carattere profondamente diverso. Hebb infatti concepiva queste strutture interne, indispensabili ai processi di mediazione, attribuendo un ruolo totalmente nuovo al sistema nervoso centrale. Secondo lo studioso canadese, si poteva immaginare che i neuroni, le cellule componenti del sistema nervoso, si organizzassero in "assemblaggi cellulari", vale a dire strutture di neuroni formanti circuiti prefissati in cui circolavano per qualche tempo le informazioni all'interno del sistema nervoso. Alcuni assemblati, corrispondenti alla base neurale dei comportamenti particolarmente semplici, sarebbero già presenti alla nascita; altri si sarebbero formati attraverso l'apprendimento, nel corso della vita dell'individuo. Il circolare della informazione negli assemblaggi costituiva di fatto il processo di memorizzazione. La capacità di impiegare più assemblaggi, ognuno dei quali corrispondente a un comportamento semplice, in una sequenza di fasi differenti, consentiva di spiegare i comportamenti più complessi sulla base dell'apprendimento di comportamenti semplici. In conclusione, questo approccio cumulativo consentiva l'esplicarsi di comportamenti apparentemente nuovi, al di fuori delle condizioni di apprendimento originali, circostanza che aveva sempre posto in imbarazzo i comportamentisti ortodossi. (Riccardo Lucio, *Origini della psicologia* da Paolo Legrenzi, *Storia della psicologia*, Laterza 1992)

A.2.14 Perché Hebb è un precursore del connessionismo. L'opera di Hebb segnava una decisa rottura con il neocomportamentismo e cominciava a porre le condizioni per lo sviluppo di una cultura psicologica nordamericana fuori dalle angustie dei modelli stimolo-risposta. Hebb non è ancora un cognitivista e tanto meno un connessionista. Tuttavia la sua produzione scientifica si distacca notevolmente dalla tradizione comportamentista. Per la prima volta con Hebb, infatti, l'interesse si rivolge ai processi

che hanno luogo all'interno dell'individuo, non più sul piano del puro costrutto ipotetico, ma su quello del modello logico dello svolgimento dei processi mentali. Il modello di Hebb si riferisce, forse, a un ipotetico schema di funzionamento del sistema nervoso ma possiede due requisiti di contatto con la realtà fenomenologica di altri processi potenzialmente affini a quelli che si ipotizzano per il sistema nervoso. In primo luogo, vengono assunti i più recenti risultati della ricerca neurofisiologica: alla base degli assemblaggi cellulari vi doveva essere, secondo Hebb, una struttura analoga a quella dei cosiddetti "circuiti reverberanti", messi in luce nel decennio precedente dal neurofisiologo Lorente de No. In secondo luogo, viene rifiutata una identificazione reale del suo modello con il vero sistema nervoso, essendo sufficiente una corrispondenza calzante sul piano logico. Viene così introdotta in psicologia una tipica modalità di concettualizzare i fenomeni che sarebbe poi diventato uno dei tratti caratteristici e peculiari del cognitivismo. Tale modalità consiste appunto nella creazione di modelli che, di volta in volta, possono fare riferimento a una idealizzazione del sistema nervoso o ai circuiti di un elaboratore. La preoccupazione non è quella di identificare realisticamente gli elementi del modello, ma quella di considerare il modello come uno schema valido sul piano puramente logico. Il modello viene accettato o respinto se il comportamento in studio può essere simulato dal modello oppure sulla base del funzionamento del sistema nervoso, almeno nella porzione in cui esso è noto, oppure sulla base del funzionamento di un elaboratore elettronico programmato in modo da riprodurre tutte le funzioni previste dal modello. Tuttavia, in entrambi i casi, il fatto che la simulazione fornisca risultati positivi non conduce assolutamente ad accettare una identificazione realistica degli elementi del modello con quelli fino allora noti del funzionamento del sistema nervoso o di un elaboratore. Che la presenza delle tesi di Hebb abbia rappresentato una rottura con il passato diventa comprensibile soltanto oggi quando si inquadrano figure come quelle di Craik e di Hebb nell'ambito delle nuove discipline sorte durante e appena dopo la seconda guerra mondiale. La cibernetica, la teoria della comunicazione, la teoria della decisione in presenza di incertezza sono le nuove scienze che hanno profondamente mutato il volto della fisiologia e della psicologia, aprendo il varco alle odierne neuroscienze.

A.3 I lati del triangolo: le discipline miste.

- A.3.1 Che cos'è la psicobiologia?**
- A.3.2 Il cervello è un organo dedicato.**
- A.3.3 I meccanismi neurobiologici delle cellule cerebrali.**
- A.3.4 I rapporti tra i due emisferi cerebrali.**
- A.3.5 Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza.**
- A.3.6 I due emisferi della mente.**
- A.3.7 Un simposio sulla coscienza.**
- A.3.8 La plasticità del sistema nervoso.**
- A.3.9 Storia naturale e storia culturale.**
- A.3.10 La massa critica sociale.**
- A.3.11 Psicologia contemporanea: il cognitivismo.**
- A.3.12 Cognitivismo ecologico e scienza cognitiva.**
- A.3.13 Modularismo e connessionismo.**
- A.3.14 La fisica: fine della certezza.**
- A.3.15 La mente: fine della certezza.**

A.3.1 Che cos'è la psicobiologia? La psicobiologia è uno dei rami più recenti delle scienze biologiche, forse uno degli aspetti più affascinanti degli studi rivolti alla comprensione dei sottili meccanismi che sono alla base del comportamento umano. Come scienza, essa rappresenta una sorta di ponte tra la biologia e la psicologia, in quanto analizza i meccanismi cerebrali correlandoli con aspetti comportamentali di base, aspetti che rappresentano altrettanti mattoni con cui vengono edificate categorie più vaste e articolate. Il comportamento conoscitivo del neonato e della prima infanzia, l'apprendimento, la memoria, l'emotività, le reazioni agli *stress*, il sonno e il sogno sono soltanto alcuni degli aspetti che hanno basi biologiche ben precise comuni ad altre specie animali, di cui è possibile cogliere il significato evuzionistico e i fondamenti neurobiologici. Se volessimo rintracciare le origini della psicobiologia moderna, dal punto di vista concettuale, potremmo risalire alla filosofia spiritualista di Cartesio (1596-1650). Egli indicava come i fenomeni biologici in generale, come la vita degli animali e degli uomini, obbedissero alle leggi fisiche della materia e come gli organismi viventi potessero essere descritti come macchine simili a quelle prodotte dall'industria. Cartesio, pur rafforzando una concezione dualistica del corpo e della mente che incontra ancora oggi

entusiasti sostenitori, poneva anche le basi di un orientamento meccanicistico che avrebbe ispirato filosofi e naturalisti. (Alberto Oliverio, *Che cos'è la psicobiologia*, Prometeo 1, 113, marzo 1983)

A.3.2 Il cervello è un organo dedicato. Nell'ambito del suddetto indirizzo, circa un secolo più tardi, Voltaire (1694-1778) riteneva più probabile che "noi pensiamo con il cervello né più né meno che camminiamo con i piedi". Nel XIX secolo, Georges Cabanis (1757-1808) medico e filosofo francese, scriveva che "il cervello deve essere considerato come un organo specialmente destinato a produrre pensiero, così come stomaco e intestino operano la digestione e il fegato è addetto, tra le altre funzioni, al filtraggio della bile". Qualcosa di analogo, e di maliziosamente laico, veniva proposto verso la fine del XIX secolo dal grande fisiologo Claude Bernard (1813-1878). Costui, indicando ai suoi allievi come la pelle e il sistema nervoso abbiano origine comune nello sviluppo embriologico, affermava che "il cervello secerne pensiero come la pelle del rospo secerne il suo veleno". Questo tipo di approccio materialistico-riduzionista, che accomuna l'uomo agli animali, diede luogo a una psicologia comparata, basata sulle teorie evoluzionistiche darwiniane. Essa tendeva infatti a individuare elementi di continuità tra i rappresentanti di una medesima linea evolutiva. Ovviamente molti studiosi, filosofi e scienziati si sono opposti a questa visione unitaria del comportamento e hanno cercato di tracciare una netta linea di demarcazione tra uomo e animale, sostenendo che le esperienze mentali, la coscienza e la consapevolezza sono attività esclusive della nostra specie. Negli anni '50, un filosofo della scienza americano, Roger Brown, scriveva: "La maggior parte delle persone civili è decisa a mantenere una posizione fermamente negativa sulla questione degli animali. Concedete loro la capacità di compiere riferimenti linguistici ed essi avanzeranno la pretesa di una mente e di un'anima. L'intera scala filogenetica entrerà a frotte in paradiso per chiedere l'immortalità per ogni girino e ippopotamo. Meglio essere irremovibili oggi e chiarire che soltanto l'uomo può usare il linguaggio e operare riferimenti. Una differenza qualitativa di mentalità ci separa dagli animali". L'atteggiamento di Brown è chiaramente provocatorio e problematico in termini di sottile umorismo. A sua volta, Ludwig Wittgenstein (1889-1951) affrontava la medesima questione adottando uno scetticismo socratico che lasciava una porta socchiusa al problema dell'esistenza della coscienza animale. "Si può im-

immaginare che un animale sia contrariato, impaurito, infelice, felice, allarmato. Ma fiducioso? E perché no? Un cane crede che il suo padrone sia alla porta. Possono sperare soltanto quelli che sanno parlare?" (Alberto Oliverio, *ibidem*)

A.3.3 I meccanismi neurobiologici delle cellule cerebrali. La psicobiologia è scienza recente che ha raggiunto una "massa critica" soltanto a partire dagli anni '60. In questi ultimi decenni, essa si è occupata di studiare il comportamento secondo una prospettiva filogenetica, cercando di inquadrare le modificazioni che hanno luogo quando si passa dallo studio delle forme animali più elementari allo studio delle forme animali più complesse. La logica di questa scienza osserva come, nelle varie classi dei vertebrati, si è verificata un'espansione del sistema nervoso: essa ha condotto a una progressiva estensione della corteccia cerebrale nei mammiferi superiori e in particolare nei primati. Nell'ambito di questo approccio evuzionistico, lo psicobiologo analizza i comportamenti risalendo ai meccanismi fisiologici che hanno luogo nel cervello, ai meccanismi neurobiologici che si svolgono a livello delle singole cellule cerebrali: studiando quindi gli effetti che le modifiche indotte dalla variazione dell'ambiente oppure prodotte dagli psicofarmaci esercitano sull'emotività e/o sull'apprendimento. Alcune recenti scoperte della psicobiologia si basano su studi a livello comparato, cioè animale, in quanto essi permettono di chiarire in laboratorio correlati biochimici, ormonali e neurofisiologici di numerosi comportamenti. Per esempio, proprio partendo dall'analisi di dati sperimentali ottenuti sull'animale, sono stati chiariti molti dei meccanismi che fanno capo al processo di memorizzazione: in particolare, della memoria a *breve durata*, affidata a fenomeni bioelettrici e della memoria a *lunga durata* o stabile, affidata invece a un codice biochimico che ricorre agli acidi nucleici e alle proteine. Sempre a livello animale, sono state chiarite le basi fisiologiche del sonno e del sonno *rem* (*rapid eye movement*, a movimento rapido degli occhi), fase del sonno in cui si verificano i sogni. (Alberto Oliverio, *ibidem*)

A.3.4 I rapporti tra i due emisferi cerebrali. Sono stati anche analizzati il ruolo dell'esperienza precoce, la plasticità del sistema nervoso e la sua capacità a modificarsi in rapporto a un ambiente stimolante o, al contrario, in rapporto a un ambiente povero di stimoli. È stata studiata la

capacità di comunicare tra le scimmie facendo uso di codici astratti e di schemi mentali che implicano meccanismi qualitativamente simili a quelli del linguaggio umano. Lo studio della comunicazione animale, unitamente ad altre ricerche giunte a dimostrare come anche gli animali ricorrano a mappe mentali che implicano modelli di astrazione, anticipazione e consapevolezza, hanno permesso di collocare sul medesimo arco continuo animali e uomo. Essi non appaiono più separati tra loro da una rigida linea di demarcazione, come sostenevano invece i fautori di un netto dualismo tra il corporeo e il mentale. In sostanza, la psicobiologia si è rivolta allo studio di alcuni grandi capitoli del comportamento che comprendono: (i) le basi organiche della memoria; (ii) la questione dei comportamenti geneticamente programmati spesso definiti come "istintivi"; (iii) la materia di studio dei comportamenti acquisiti, per esempio, apprendimento, esperienza precoce e *imprinting*; (iv) il tema dei rapporti tra eredità e ambiente, quindi tra innato e acquisito; (v) la funzionalità dei due emisferi cerebrali. Nell'uomo il punto (v) sembra attribuire all'emisfero sinistro attività linguistiche e razionali, mentre a quello destro vengono affidate la percezione delle forme e degli umori. Questa visione è stata in passato estremizzata fino al punto di ipotizzare due diversi tipi di coscienza in continua, e per altro misteriosa, interazione reciproca: quella che ha sede nell'emisfero sinistro, deputata dei processi logici e razionali e quella situata nell'emisfero destro, presidio del comportamento inconscio e primitivo. Si sono così volute vedere nella prima l'*Io* e nella seconda l'*Es*, fonte impersonale delle manifestazioni della vita istintiva.

A.3.5 Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza.

Harold J. Morowitz cita recenti ipotesi sull'improvviso emergere di un genere particolare di autocoscienza nell'evoluzione, una discontinuità nello sviluppo dei nostri antenati remoti. La più audace esposizione di questa tesi, sostenuta con argomenti assai ingegnosi, è sicuramente costituita dal volume di Julian Jaynes (*The Breakdown of the Bicameral Mind and the Origins of Consciousness*, Houghton Mifflin 1976). In esso si sostiene che il genere di coscienza che noi conosciamo, tipicamente umano, è un fenomeno recentissimo, i cui albori risalgono a tempi storici e non a ere di evoluzione biologica.

A.3.6 I due emisferi della mente. "Ah, sì, Julian Jaynes" sorride una

graziosa assistente libraria dagli occhi dolci, in un famoso *bookshop* del centro di Londra. "Ha provato nel settore delle *scienze alternative?*". Così apre una recensione del più noto e discusso libro di Jaynes, arrivato alla sua terza edizione (17 luglio 1993) per i tipi della Penguin Press, scritta da Mike Holderness, critico letterario della rivista *New Scientist*. Il libro in oggetto è *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, pubblicato per la prima volta nel 1976, tradotto in italiano *Il Crollo della Mente Bicamerale e l'Origine della Coscienza* e pubblicato nel 1984 per conto della casa editrice Adelphi. "Si tratta di uno dei libri più mordentemente razionalisti che abbia mai avuto il piacere di incontrare nelle mie letture" continua Holderness. La sua proposizione centrale sostiene che la moderna coscienza è sorta soltanto dopo la divulgazione dei racconti orali dell'*Iliade*: è una ipotesi che ha causato reazioni di oltraggio da parte di tutti gli studiosi classici.

*a contemplare fui dall'inizio
ma ad evitare d'esser lasciato là
ch'essi s'andava
presi a vantare le imitazioni
fino a sfruttare senza sapere
di creatività quella risorsa*

*ad imitar parenti
della saggezza loro
dentro di me
produssi l'antro*

*che a registrar la scena
e mille altre scene
della diversità
s'emerge il tempo*

*e d'esser presente
sempre lo stesso
e d'inforcar le mille azioni
di repertorio avvengo
mille diversi*

In sostanza le domande critiche sono riassumibili così: la coscienza può essere sorta come un "io" metaforico, cioè come effetto collaterale di una narrazione personalizzata? La religione è soltanto una forma di nostalgia per una mente divisa (bicamerale) del passato? Quanti studenti di scienze cognitive hanno letto questo libro profondamente non-alla-moda sotto le coperte, prima di addormentarsi? A leggerlo devono essere in molti, se la Penguin ha deciso di stampare una terza edizione in uno spesso *paperback* di 491 pagine.

"Devo confessare - continua il critico del *New Scientist* - che da tempo un libro di filosofia non mi divertiva tanto: mi ha indotto a ordinare in libreria una mezza dozzina di libri di 50 e passa anni fa. Devo confessare - aggiunge Holderness - che persino i titoli di questi libri, così copiosamente citati da Jaynes, erano a me completamente sconosciuti". Sfidare le argomentazioni di Jaynes richiederebbe una conoscenza enciclopedica della letteratura e della cultura dell'antichità: con particolare riguardo alle tanto discusse traduzioni dell'*Iliade* e di *Gilgamesh* e dalle loro validità e attendibilità così combattute e controverse. Le conclusioni di Holderness sono assai simpatiche: "Leggete questo libro: ci sono sorprese per tutti. Se non scientifiche, per lo meno stilistiche".

A.3.7 Un simposio sulla coscienza. Quella che segue è la prolusione di Julian Jaynes al *Simposio sulla Coscienza*, organizzato dalla Canadian Psychological Association, tenuto ad Halifax (Canada) nel 1985, i cui atti sono stati stampati dalla rivista *Canadian Psychology*, April 1986, volume 27 (2). "Pochi problemi hanno vissuto una traiettoria intellettuale così interessante attraverso la storia come quello della mente e del suo ruolo nella natura. Prima del 1859, anno in cui Charles Darwin e Alfred Wallace hanno proposto, l'uno indipendentemente dall'altro, la selezione naturale come base dell'evoluzione, questo argomento, noto anche sotto la forma di un conflittuale e oscuro dualismo corpo/mente (ricordi infantili: chi è più forte, il corpo o la mente? Come se si trattasse di un incontro di pugilato tra pesi massimi), ha occupato l'intelletto di studiosi e pensatori con le sue varie e ponderose (ancora?) soluzioni.

*del corpo mio fatto di mente
e d'avvertir quanto gli gira
resto soggetto*

Dopo quel glorioso periodo, calmatosi il tifo più rovente, la tematica si è trasformata in un più tranquillo dibattito sulla coscienza e le sue origini in relazione alle evoluzioni biologica. Quello della coscienza è argomento accessibile all'uomo della strada: talmente accessibile da non creare problemi. Paradossalmente, è problema *assai arduo* per filosofi, psicologi e neurofisiologi, i quali sono immersi in linguaggi e procedure di pensiero assai diversi tra loro. Quello che vogliamo spiegare è il contrasto, così ovvio e scontato per un bambino, tra il mondo interno di immagini, ricordi e pensieri e il mondo esterno.

*il corpo mio fatto di mente
d'autonomia si scorre
e in volo
monta anche le storie*

*pezzi s'è registrato
che poi
d'autonomia
ad evocar nella palestra
montaggio compie
e scorre*

*di storie a simular
d'autonomia
il corpo mio fatto di mente
m'espone*

*d'anticipar si tratta
che il corpo mio fatto di mente
scene soggetti e storie
ad incontrar d'ambiente
lampo mi veste*

*il corpo mio fatto di mente
ed il reticolar degli ologrammi*

*mille ritratti compie
il corpo mio fatto di mente
che di lavagna e di nascita
adopra sé stesso*

*che il corpo mio fatto di mente
di quei ritratti
vividescenti rende
dentro sé stesso*

*di quanto fuori
ad ingressar dei segni
nel corpo mio fatto di mente
della lavagna
spazio s'allarga
e mille luoghi e mille itinerari
fanno presente*

La teoria dell'evoluzione spiega con grande dovizia estetica l'anatomia delle specie, ma come si passa dalla materia, dalle molecole, dalle mutazioni, dalle anatomie a questa ricca esperienza interiore che ci accompagna durante il giorno e ci delizia e/o impaurisce durante la notte? Questa è la materia che vogliamo trattare in questo simposio.

A.3.8 La plasticità del sistema nervoso. Nel corso degli ultimi anni, le ricerche e le discussioni sulla cosiddetta "plasticità" nervosa sono aumentate in modo vertiginoso: non passa quasi giorno senza che qualche studioso affermi che le sinapsi, il cervello, il comportamento sono plastici, cioè dotati di qualche capacità di modificarsi sulla base di stimoli ambientali e di richieste dell'organismo. Le suddette modificazioni sono dovute alle stesse dinamiche che si verificano nell'ambito delle reti nervose e dei complessi rapporti che si instaurano tra i diversi nuclei del cervello e le diverse aree della corteccia. Plastici sono i cambiamenti cui va incontro il numero delle sinapsi nervose nel corso dello sviluppo; plastici sono i mutamenti cui può andare incontro la complessa e intricata "chioma" di un neurone; plastici sono i fenomeni di compensazione che consentono al cervello di sopperire agli effetti di alcuni danni subiti, riorganizzando la propria funzione e compensando, in tale modo, gli effetti della minorazione conseguente al danno. In passato, il concetto di plasticità, e quindi lo stesso concetto di sistema nervoso, era ben più restrittivo. Con questo termine ci si riferiva prevalentemente ad alcuni fenomeni di recupero che potevano manifestarsi, in seguito ad alcune carenze o danni, come effetti compensativi di una lesione subita dal sistema nervoso. E si riteneva che questi fenomeni plastici riguardassero esclusivamente un cervello in via di sviluppo, vale a dire il cervello infantile: con una netta preclusione per quelli dell'adulto o dell'anziano. Oggi, invece, si guarda alla plasticità con un'ottica nuova: un'ottica secondo cui il cervello non è un organo statico, rigido, immodificabile.

*e di realtà
tutto l'ingresso
resta segnato
che a completar man mano
disegno storie
e repertorio s'accresciuto*

*che quel che innesco prende da fuori
e quel che dentro s'accresce
poi
ad allargar l'immaginato
avverto unitario*

*che poi
d'attraversar di verticale
a risonar
di variazioni
uso si fanno
tra loro*

Esso sembra invece dotato di una notevole capacità di "riorganizzarsi" nella sua struttura fine e quindi nella sua funzione. Dal linguaggio delle neuroscienze il termine "plasticità" è così entrato a fare parte di un linguaggio più vasto: quello della mente. Gli studiosi di neuroscienze ritengono che il cervello sia un organo in continuo e progressivo "equilibrio dinamico"

*a partir dalle foglie
d'ologrammar
la mente
s'accresce tutta la pianta*

*di risonar d'accrescimento
dentro
so' l'ologrammi*

capace di ospitare importanti cambiamenti plastici i quali, se opportunamente compresi e modulati, possono coinvolgere enormi progressi nella terapia dei processi involutivi e degenerativi del sistema nervoso. (Alberto Oliverio, *La plasticità nervosa*, Psicologia Contemporanea, 106, 25-31, Luglio-Agosto 1991)

A.3.9 Storia naturale e storia culturale. Mente e cervello, spirito e materia, umanità e animalità, ragione e sensi altro non sono che i diversi termini di una contrapposizione dualistica che tende a separare nettamente la sfera spirituale da quella materiale. Si è sempre sostenuto che, nell'ambito delle stesse attività psichiche e quindi del cervello, esista un residuo inaccessibile all'analisi umana, in quanto la mente, spesso indicata come anima, guida il corpo-cervello dall'esterno, come essenza impalpabile e immateriale.

*di mondo animale
che corpo mio s'è fatto
e d'accresciuta mente
a risonar di scene memoria
fino a crear nuove
le scene*

*d'esser completo
il corpo mio fatto di mente
d'autonomia
di farne parte
m'affaccia all'universo*

*che di restar centrale
del corpo mio fatto di mente
sono ch'assisto*

Cavallo di battaglia per molti secoli di moralisti e filosofi dualisti, oggetto di diatribe rinascimentali tra monisti aristotelici e dualisti platonici, la separazione tra un cervello materiale e una psiche immateriale appare oggi come un arduo esercizio filosofico, necessariamente avulso dalla odierna realtà scientifica. Oggi la biologia evuzionistica su un estremo e le scienze del comportamento sull'altro estremo delimitano una tematica difficilmente interpretabile in termini dualistici: ai nostri giorni, la biologia e la psicobiologia propongono spiegazioni unitarie della mente e del cervello, della psiche e del corpo.

La scienza sembra indicare che non esiste alcun residuo insondabile, ciò che gli anglosassoni indicano come *the ghost in the machine*, lo spettro che tira i fili della macchina cerebrale. A volte, però, una realtà che diventa troppo chiara può essere recepita come banale e piatta, in quanto riduce sempre più il numero degli angoli oscuri in cui la fantasia può rifugiarsi e sperare.

In questi casi, la contrapposizione tra monisti e dualisti, tra spiegazioni materialistiche e interpretazioni metafisiche, tende via via a diventare più vivace e a ridursi spesso in un duello ravvicinato tra quanti accettano la scienza nella sua interezza e quanti ritengono che una parte di noi sia inaccessibile all'indagine umana. Come tale, il dualismo tra spirito e mate-

ria può essere interpretato come la necessità di preservare il mistero e l'eccezionale dall'intrusione del razionale, come un segno di paura di fronte alle spietate analisi del razionale. (Alberto Oliverio, *Cervello e mente*, Prometeo, 6, 38-47, giugno 1984)

A.3.10 La massa critica sociale. Secondo Paul MacLean, studioso di evoluzione del cervello e del comportamento, il cervello dell'*homo sapiens* contiene, sotto le pieghe della neocorteccia civilizzata, un cervello atavico rettiliano insieme a un cervello paleomammaliano. Questi tre cervelli in uno operano come tre *computer* biologici interconnessi: ciascuno con una sua specifica intelligenza, una sua soggettività, un proprio senso del tempo e dello spazio, una propria memoria. Alla neocorteccia sono assegnate le funzioni più specificamente umane: il pensiero astratto, l'intuizione, il ragionamento.

Il *cervello paleomammaliano* risiede nel sistema limbico, sede delle emozioni, ed è preposto alle funzioni vitali: l'alimentazione, la lotta, la fuga, il sesso. Il sistema limbico reagisce alle emozioni secondo una elementare scala di valutazione che oscilla tra il piacere (valore positivo) e il dolore (valore negativo). L'antico *cervello rettiliano*, quasi del tutto incapace di trarre insegnamento dall'esperienza, opera su basi ossessivamente ripetitive, nel rispetto di arcaici schemi comportamentali. La sola analisi dell'evoluzione biologica non è tuttavia in grado di spiegare l'evoluzione del comportamento umano.

voce primordia (*vita vegetativa)
che quanto di più antico del mio corpo
fa da strumento*

*che da primordio strato
uno sull'altro
d'evoluzione
sono accresciuti*

che di primordia mente (*vita vegetativa)
l'eredità completa
del corpo mio
fa parte*

*fisicamente gira
primordia* mente vegetale (*vita
vegetativa)
che poi
reticolar di specchio
d'attraversar per dromo
s'è riprodotta d'oltre*

*di sedimento a far la mente
le mille storie
col corpo mio a supporto
fanno ologrammi*

Se il problema della mente viene considerato in termini di sviluppo di attività razionali, di capacità di reazione e previsione, di produzione di cultura, una interpretazione neurobiologica è insoddisfacente.

Infatti, lo strumento che produce cultura, sede della mente, vale a dire il cervello, non opera fuori del contesto in cui è inserito: basti pensare che l'uomo di Neandertahl possedeva uno strumento per pensare, cioè un cervello, non molto dissimile come potenziale da quello dell'uomo attuale.

Eppure sono state necessarie decine di migliaia di anni perché la storia culturale dell'*Homo sapiens* conoscesse una brusca accelerazione, quando, circa diecimila anni or sono, l'uomo si trovò a fare parte di una massa critica sociale.

*ma che ragione c'era
per l'uomo
d'organizzar la vita
a partir dall'animale*

*ma d'incontrar ch'incontro
massa m'appiglia
che di cacciare oppur d'avvicinare
m'affido
solo al palato*

*ad incontrar ch'incontro
di semovenza entrambi
sopra le cose
siam sovrapposti*

*che d'interferir gl'appostamenti al dopo
toni e distoni
a far babele
siamo gl'autori*

Essa era tale da permettere complesse forme di agricoltura e di allevamento del bestiame che dovevano sfociare in un superorganismo collettivo di lavoro, le prime città: con esse le prime civiltà svilupparono il linguaggio e la scrittura e ci tramandarono le prime tracce di una storia scritta. In questo modo le generazioni umane successive appresero in maniera molto più rapida di quelle precedenti. Da quel momento in poi, le interazioni tra individui hanno consentito un uso "nuovo" del cervello, producendo una mente diversa.

A.3.11 Psicologia contemporanea: il cognitivismo. "Al termine della seconda guerra mondiale, la psicologia sperimentale era saldamente in mano al comportamentismo" scrive Riccardo Luccio (1997) dove con questo termine si intende quindi lo studio della risposta dell'organismo agli stimoli fisici esterni. "Tuttavia una nuova corrente psicologica avrebbe in breve tempo dominato il campo". Il cognitivismo è movimento difficile da definire, in quanto contrario alle grandi teorie: oggetto di studio di questa branca della psicologia sono i processi cognitivi (pensiero, linguaggio, percezione). Forse il primo nome da ricordare in tale ambito è quello di Kenneth Craik che ha concepito per primo l'uomo come servomeccanismo in un articolo intitolato *Theory of the human operator in control systems* (1947). Craik aveva puntato la sua attenzione sui tempi di correzione in un compito di *tracking*, una sorta di gioco di "pista" su cui mantenere fisso un puntatore: ciò gli aveva fatto ipotizzare l'esistenza di un meccanismo di autocorrezione automatica. Gli altri nomi di rilievo sono quelli di David Broadbent, autore del volume *Perception and Communication* (1958), il quale avanzava l'ipotesi che l'attenzione della mente svolga un ruolo sul versante percettivo dell'elaborazione dell'informazione. Tale modello di

filtro poggia la sua validità sull'esistenza di un unico canale di elaborazione, idea suggerita inizialmente da Welford nel 1952. Le informazioni che penetrano nel sistema nervoso vengono temporaneamente immagazzinate in una memoria a breve termine in base alle loro caratteristiche elementari: modalità sensoriale, colore, forma, tessitura.

*ad inmescar cervello
da fuori e da proietto
a rigirar flussi alla mente
fanno ologrammi*

*lampi
che ruota di mente
d'evocazione
a me rende ologrammi*

*d'evocazioni è fatto il faro
che a proiettar di trasparenza
di mille trasparenze
sempre più forte
faccio ologramma*

*che poi
di trasparenza fino ad opaco
è tutto intorno*

Quindi interviene un filtro che permette l'accesso alle successive tappe soltanto a un numero ristretto di informazioni. Esse vengono trattenute o respinte in base alle loro caratteristiche elementari. La selezione viene detta *precoce* in quanto interviene molto presto nel processo elaborativo: alla memoria a lungo termine accedono soltanto le informazioni selezionate. Ancora di questi anni sono i fondamentali lavori di Allen Newell, J.C. Shaw e Herbert A. Simon sui primi veri modelli matematici di pensiero. La corrente cognitiva acquista in tal modo un suo *status* affermato e rispettabile. *Cognition* è la rivista più prestigiosa sull'argomento e il libro *Cognitive Psychology* di Ulrich Neisser viene pubblicato nel 1967. Il paradigma, enunciato da questo autore, viene sintetizzato dall'acronimo HIP (*Human In-*

formation Processing) si avvia a caratterizzare tutta la prima fase del cognitivismo. In altri termini, oggetto di studio di questa fase della psicologia cognitivista sono sostanzialmente i processi mentali. È una psicologia che non si interessa di contenuti o di comportamenti ma di processi. In tale senso è chiaro che si pone sui sentieri della fisica: è una psicologia mentalista.

A.3.12 Cognitivismo ecologico e scienza cognitiva. A metà degli anni '70, si apre in ambito cognitivista una riflessione critica profonda. Si assiste a un diffuso rifiuto di *micromodelli* e all'affacciarsi di sostanziali perplessità nei confronti dell'analogia tra uomo e calcolatore ovvero dell'uomo concepito in semplici termini di elaboratore di informazioni. Il succo di questa riflessione è raccolto da un nuovo libro di Neisser, *Cognition and Reality*, pubblicato nel 1976.

Tre sono le obiezioni critiche che Neisser muove contro la psicologia cognitivista di prima maniera: (i) l'eccessiva attenzione al laboratorio e la sistematica sottovalutazione del mondo esterno alla mente, quello della vita quotidiana; (ii) la ricerca e la sperimentazione creano e mettono in opera situazioni troppo particolari tali da insinuare il dubbio che possano essere genuinamente produttive; (iii) le "informazioni" che la mente elabora sono intrinseche all'ambiente in cui l'uomo vive, sono da ricercare nel suo *habitat*, è l'ambiente stesso che le offre.

Nella nuova concezione di Neisser, l'individuo possiede nella sua struttura le potenzialità che gli consentono di cogliere il messaggio contenuto nell'ambiente esterno e che costituiscono il legame fondamentale tra percezione e pensiero.

*scene di sempre e scene d'adesso
che a condensar luminescenza
d'unico appare*

*a divenir luminescenti
del risonar
soltanto quello
che tutto il resto
seppur s'esiste
resta in sordina*

*d'unificar dentro la pelle
so' mille volte
che l'evocar mentale
luminescenze somma*

Si afferma in tal modo, grazie a specifici contributi di James J. Gibson, il cosiddetto *cognitivism ecologica*. l'autore muore nel 1979 proprio nell'anno in cui viene pubblicata la sua opera più importante e di più durevole influenza: *The ecological approach to visual perception*. Per Gibson, le informazioni sono già presenti nella stimolazione così come si presenta direttamente al soggetto e possono essere colte direttamente (si allude a una forma di *percezione diretta*) senza dover ricorrere a procedure computazionali, flussi informativi, strutture rappresentazionali. E hanno senso per l'organismo che le coglie dall'ambiente in relazione al valore evolutivo che hanno per l'organismo. Nella medesima direzione ma in verso opposto della tendenza ecologica si sviluppa una nuova ramificazione che prende il nome di *cognitive science*. Schank, Collins & Charniak fondano una nuova rivista con questo titolo, il cui programma viene enunciato da Collins nel primo numero. Esiste un insieme di problemi comuni, che riguardano intelligenza naturale e artificiale per studiosi provenienti da discipline tanto differenziate quanto psicologia cognitivista e sociale, tecnologie dell'educazione, linguistica computazionale, epistemologia. I problemi su cui possono incontrarsi sono costituiti dalla rappresentazione delle conoscenze, dalla comprensione del linguaggio, dalla comprensione delle immagini, dalle risposte alle domande, dall'inferenza, dall'apprendimento, dalla soluzione dei problemi, dalla pianificazione. Nel 1979, gli studiosi di *scienza cognitiva* fondano una società, il cui primo congresso si tiene a La Jolla, nel mese di agosto dello stesso anno. Nell'occasione, Norman (*Twelve issues for cognitive science*, 1980) stabilisce in dodici punti le aree di indagine della disciplina: (1) sistemi di credenze, (2) coscienza, (3) evoluzione, (4) emozione, (5) interazione, (6) linguaggio, (7) apprendimento, (8) memoria, (9) percezione, (10) prestazione, (11) abilità, (12) pensiero.

A.3.13 Modularismo e connessionismo. I due paradigmi che hanno dominato in questi ultimi 20 anni il campo della scienza cognitiva sono quelli del *modularismo* e del *connessionismo*. Le due opere che hanno imposto all'attenzione degli specialisti questi due paradigmi sono, rispettivamente, un

libro di Jerry A. Fodor (*Modularity of the Mind*, 1983) e un articolo di John J. Hopfield (*Neural Networks and Physical Systems*, 1982). Vediamo di riassumere in breve le linee di svolgimento di queste due tendenze. Il *modularismo* prevede una struttura cognitiva a gerarchia verticale nella quale ogni modulo, a partire dal modulo direttamente interconnesso con i segnali provenienti dall'esterno, trasmette le sue elaborazioni al modulo sottostante. Le catene di moduli sono specializzate per ciascun tipo di stimolo esterno e presentano una connotazione *seriale* di operazione. Il *connessionismo* prevede un'architettura cognitiva senza gerarchie precostituite, con caratterizzazione fortemente parallela, con elevata numerosità di collegamenti tra le diverse unità di elaborazione. Le strutture di elaborazione, che ramificano secondo schemi probabilistici, sono ottimizzate per ciascun tipo di stimolo esterno. Ovvi sono i riferimenti, per entrambe le correnti, alle architetture computazionali degli elaboratori elettronici.

A.3.14 La fisica: fine della certezza. Mentre compivano costanti progressi nella riduzione delle loro discipline alle scienze fisiche, biologi e psicologi erano tuttavia in parte ignari dell'emergere di nuove prospettive, nella fisica, che proiettavano una luce completamente nuova anche sulle loro concezioni. Alla fine del XIX secolo, la fisica presentava un quadro molto ordinato del mondo, fondato su solide basi di certezza. Gli eventi si svolgevano in modi caratteristici e regolari, in conformità alle equazioni di Newton nella meccanica puntuale e celeste e alle equazioni di Maxwell per l'elettromagnetismo. Questi processi si svolgevano inesorabili e indipendenti dallo scienziato, al quale spettava il ruolo di semplice osservatore. Molti fisici consideravano la loro disciplina sostanzialmente compiuta. A partire dall'*annus mirabilis* del 1905, quando Einstein introduce la teoria della relatività, il già descritto quadro idilliaco viene sconvolto senza alcun ritegno e moderazione. La nuova teoria postula che osservatori situati in sistemi diversi in moto reciproco percepiscano il mondo (e il moto) in maniera diversa.

*e delle scene intorno
sono presente
che di ricostruzione dentro
d'immaginar son me l'originale*

*neutralità di uomo
che di colore dentro
assume le vesti
e griglia parlante esprime*

*e d'altrettanto
che la presenza mia
d'essi diviene*

L'osservatore entra così in versione partecipe della specificità del mondo fisico. Il mondo osservato diviene il risultato di una interazione tra lo scienziato (e i suoi strumenti di misura) e il mondo esterno. La realtà oggettiva smette di esistere (o semplicemente di sollevare interesse di studio) in quanto non percepibile dall'osservatore. Lo scienziato perde il ruolo di spettatore per acquistare quello di elemento attivo all'interno del sistema studiato. Con lo sviluppo della meccanica quantistica, il ruolo dell'osservatore diviene una componente ancora più fondamentale della teoria fisica, una componente essenziale per definire un evento. La mente dell'osservatore si rivela un elemento necessario della struttura della teoria. Le implicazioni del paradigma che si sta sviluppando sorprendono molto i fisici quantistici e li inducono a studiare epistemologia.

A.3.15 La mente: fine della certezza. Se, in fisica relativistica e quantistica, l'osservatore diventa partecipe connaturato nella specificità del mondo fisico, la dichiarazione fenomenologica può essere ribaltata, in una sorta di dualismo o complementarità. La mente dell'essere umano smette di essere soltanto una realtà neuronica e diventa riflesso del mondo esterno che con i suoi processi fisici perturba lo stato chimico-fisico in un continuo divenire dinamico.

*arca di mente
di riproiettar memoria
trasfonde d'essere in scena*

*che il guscio mio
fatto di carne
a interpretar quanto dalla memoria torna
della commedia
parte s'inebria*

*ad imbastir d'ambiente
e a collocar le cose
e il corpo mio
resto di scena*

In altre parole, siamo ciò che percepiamo e/o abbiamo percepito in un lontano e prossimo passato. Sorge immediato un accostamento alla problematica gnoseologica in Luigi Pirandello, definito come padre putativo del teatro psicologico, il primo autore ad avere messo in scena la scienza di Sigmund Freud. Tuttavia, se l'accostamento delle tematiche del grande uomo di pensiero siciliano alla filosofia spazio-temporale della relatività di Einstein appare pertinente, una sorta di identificazione con l'impossibilità di una conoscenza oggettiva (e obiettiva) delle persone umane e dei fenomeni stessi della vita avvicina le tematiche pirandelliane a un altro grande assunto della fisica moderna: vale a dire al *uncertainty principle* (principio d'incertezza), meglio noto in italiano come *principio d'indeterminazione*. Infatti, il contributo più rilevante che lo scienziato tedesco Werner Heisenberg ha donato alla fisica e alla storia del pensiero umano, è questo ormai famoso principio. L'enunciato di questa esaltante deduzione afferma che "è impossibile determinare in maniera esatta e simultanea la posizione e la quantità di moto di una particella." Non solo: le precisioni delle due determinazioni sono in mutuo conflitto. Più esatta è la prima, meno esatta è la seconda e viceversa. L'enunciazione di questo principio, che attraverso un lento procedimento di osmosi logico-filosofica invaderà nel corso degli anni tutte le discipline scientifiche e sociali e si trasformerà nella ardita affermazione dell'*impossibilità di una conoscenza oggettiva del mondo che ci circonda*, varrà a Heisenberg il premio Nobel del 1932. Non a caso, Pirandello riceve il prestigioso alloro soltanto due anni più tardi. Altre versioni più o meno equivalenti del principio sono espresse dallo stesso Heisenberg: "Ciò che osserviamo non è la natura in sé stessa ma la natura esposta ai nostri metodi d'indagine";

*che lì giacenti
dentro il cervello
a flautar spazio di mente
d'ologrammar di chiari e scuri
sono d'immerso*

*spazio e risorsa
me che nell'homo
sono d'immerso*

*e fin da sempre
ad inseguir l'immaginare
preda inseguita
fui d'altro immaginato*

e dal fisico italiano Eduardo Caianiello: "Nel nostro secolo, la meccanica quantistica ha fatto intervenire un concetto interamente nuovo: che l'osservazione di un fenomeno disturba il fenomeno stesso, e questo non si può considerare soltanto come un errore che una maggiore precisione sperimentale può addirittura eliminare, bensì un fatto intrinseco. Eventi ed entità fenomenologiche non possono essere conosciute senza interferire con loro".

*il concreto esistere delle cose
lo specchio della mente
a me raccoglierne i riflessi*

*ricordi
suggerimenti
sedimenti che emergono virtuale a coprire
ogni segno che mi invia il concreto*

*reciprocar di specchi
e ad incrociare i flussi
biunivoca i proietti*

*biunivocar s'è fatto il giogo
che a riversar reciproco
tra dentro e fuori e dentro
rende il suo modo*

Sostiene in proposito il cibernetico Heinz von Forster che il principio in esame compie un fondamentale cambiamento di riferimento nella proble-

matica gnoseologica: si passa infatti dal socratico "so di non sapere" (cioè la consapevolezza dell'incertezza) al quantistico "non so di non sapere" (cioè l'inconsapevolezza dell'incertezza).

*se il petto fosse lavagna
fino da sempre
ho scritto*

*il corpo mio fatto di mente
e quante storie scritte*

*il corpo mio fatto di mente
e quanto ancora non ho scritto*

*il corpo mio fatto di mente
e quanto a crear
di storie nuove*

In effetti, John Archibald Wheeler, grande ed eclettico astrofisico e ideatore delle teorie dei buchi neri, ammette in qualche modo l'esistenza di una realtà fuori di noi, ma le rifiuta una conoscibilità completa da parte della scienza in quanto vittima dell'interazione tra osservatore e osservato ovvero alterata dalla presenza stessa dell'osservatore. Non si tratta, in altre parole, di una visione (come quella di Kant) che distingue tra ciò che conosciamo e ciò che è ma di una visione che attribuisce un'importanza fondamentale all'osservazione. "Pensavamo una volta con Einstein - sostiene Wheeler - che la natura esista là fuori, indipendentemente da noi; poi abbiamo scoperto, grazie a Bohr e Heisenberg, che non è così". Lo stesso concetto è spiegato con grande chiarezza dagli studi sulla percezione di Vernon Mountcastle (*The View from Within: Pathways to the Study of Perception*, 1975), neuroscienziato del sistema somatosensoriale tattile: "Ognuno di noi vive nell'universo del proprio cervello. Da esso si proiettano in gruppi verso l'esterno milioni di fragili fibre nervose sensoriali, adattate in modo unico a prelevare campioni degli stati energetici del mondo che ci circonda: calore, luce, forza e composizione chimica. Questo è quanto possiamo mai avere di conoscenza diretta: tutto il resto è inferenza logica soggettiva".

A.4 Il ritorno della fisiologia.

- A.4.1 L'inferenza logica soggettiva di Vernon Mountcastle.
- A.4.2 Il pentalogo della somatoestesia.
- A.4.3 Un possibile approccio matematico al modello connessionistico.
- A.4.4 L'inventiva umana.
- A.4.5 Le voci della mente.
- A.4.6 Risolutore di enigmi umani.
- A.4.7 La formazione culturale di Freud nella Vienna positivista.
- A.4.8 La scuola sovietica di fisiologia delle azioni motorie umane.
- A.4.9 Impulsi afferenti e impulsi efferenti.
- A.4.10 La fisiologia dell'attività umana.
- A.4.11 La filosofia e la scienza della mente.
- A.4.12 Domande, domande, domande.
- A.4.13 Qual'è la natura ultima dell'uomo?
- A.4.14 Un grande dilemma della mente.

A.4.1 L'inferenza logica soggettiva di Vernon Mountcastle. Il termine *somatoestesia*, ovvero sensibilità somatica, serve a indicare le sensazioni prodotte dalla stimolazione di tutti i tessuti del corpo, con l'eccezione di quelle specifiche della vista, dell'udito, dell'olfatto e del gusto. Si usa chiamare *modalità sensitiva* ogni classe di sensazioni qualitativamente simili e facilmente distinguibili l'una dall'altra. Un normale osservatore è in grado di identificare molte di queste qualità primarie della somatoestesia: la meccanorecezione (ovvero tatto e pressione), la sensazione di caldo, di freddo, di dolore, della posizione e del movimento degli arti. Esistono poi altre sensazioni somatiche che, pur appearing all'esperienza soggettiva assolutamente diverse dalle altre, tuttavia sono evocate da variazioni quantitative e dinamiche degli stimoli appartenenti all'una o all'altra delle modalità sensitive primarie. Il sistema nervoso riceve dal mondo esterno, per mezzo delle fibre nervose sensitive, informazioni astratte e codificate. L'immagine della realtà risulta distorta a causa delle trasformazioni che avvengono sia a livello delle fibre nervose, sia a ogni stadio della catena di eventi nervosi che danno luogo alla percezione. Inoltre questa immagine della realtà è condizionata dall'interazione tra l'informazione in arrivo e quella ricevuta in precedenza e conservata: infatti si può affermare che le percezioni dipendono in parte dalle esperienze prece-

denti e in parte da quanto queste ultime condizionino le aspettative delle esperienze in arrivo.

*e quanto d'idea
che di riferir feci fin qui
ora non più
che sedimento d'ologramma riproietta
e di rientrar di stesse vie d'originale ingresso
torno presente*

*che la mia mente
spugna s'è fatta
che di riproiettar quanto s'è presa
qui dentro sono assediato*

*e di qualsiasi storia
luce riflessa
memoria emerge
che di riproiettar figure
son circondato*

*cerchio si chiude
ch'evocazione dentro che sorge
d'attraversar le membra
plasma l'ambiente
fino a copiare d'eco che torna
di stessa evocazione a sovrapporre*

In definitiva, le nostre cognizioni dei meccanismi fisiologici della sensazione e della percezione sono molto più complete per gli eventi periferici che non per quelli del sistema nervoso centrale. Vale la pena di ricordare come gli aspetti filosofici del problema relazionale tra sensazione, percezione e meccanismi cerebrali risale ai secoli scorsi e ha appassionato intensamente i filosofi fin dai tempi di Cartesio, e prima ancora.

A.4.2 Il pentalogico della somatoestesia. (1) I termini *recettore sensitivo*, *terminazione* e *organo* sono usati scambievolmente dai fisiologi dei sensi,

ma le vere terminazioni sensitive sono le terminazioni periferiche delle fibre nervose afferenti. (2) Le terminazioni nervose sensitive possiedono una *soglia*, vale a dire che esse sono eccitate se l'intensità degli stimoli è sufficientemente elevata. (3) Una *unità sensitiva* è costituita da una singola fibra nervosa afferente primaria e da tutte le sue diramazioni periferiche e centrali. (4) Un *campo recettivo periferico* è l'area del corpo entro il quale gli stimoli hanno effetto su una entità sensitiva. (5) Le diramazioni periferiche di unità sensitive adiacenti sono intrecciate tra loro.

A.4.3 Un possibile approccio matematico al modello connessionistico.

Le architetture dei modelli matematici di reti neurali sono assai numerose, in senso rigoroso infinite. Un esempio può essere rappresentato da una cosiddetta rete *feedforward* (anticipatrice) con apprendimento attraverso *back-propagation* (retropropagazione). La rete è composta da tre stadi: un ingresso, una struttura nascosta, una uscita. Per citare con correttezza le fonti bibliografiche, riportiamo *ad litteram* le parole di Riccardo Luccio, autore già citato in altra parte di questa trattazione. "I tre stadi sono collegati da legami, che presentano "pesi" che possono essere variati durante il periodo di apprendimento. Questi pesi altro non sono che coefficienti i quali, dato un legame tra uno stadio a monte e a valle, trasformano per moltiplicazione l'uscita dell'unità a monte nell'ingresso dell'unità a valle.

*quando a sequenziar degl'ologrammi
con altro sequenziar d'altri ologrammi*

d'interferir

differenziali emerge trasversi

che a divampar

amplificando invade

e poi progetto

e poi l'azione

e nacque il premio

che di differenziale

tra quanto dentro e quanto fuori

a coincider

quiete diveniva

ed ogni volta

poi

feci d'attesa

il fine

che di dovunque vada

pronto s'emerge degl'ologrammi suoi

che d'approntar su quello specchio

con quanto giunge da fuori

differenziale passa

*che tante cose ho fatto
ma son partito sempre
a seguitar differenziale*

*che pezzo per pezzo
differenziale
rende emozione*

*lampi s'espande
che ad evocar quanto m'incontra
con quanto atteso
differenziale monta*

che di primordi suoni (*della vita vegetativa)
differenziale* emerge (*nella vita evocativa)*

*di ritrovar differenzial materia
calce fa malta
e non solo la ghiaia*

*che a cementar sasso con sasso
fa la scultura*

differenziale scocca (*tra evocali)*

*che poi
d'azione parto*

che carica umorale (*suoni dello strumento
vegetale provocati dai differenziare evocativi)*

è carica all'azione

*di scivolar differenziale
a ricercar sono arrivato
del paradiso*

il vello

*storia s'accesa
e di differenziali
fin li*

s'accresciuta

Durante il periodo di apprendimento, viene proposto un ingresso ed un obiettivo (*target*) che corrisponde all'uscita desiderata. Se l'uscita della rete non corrisponde al *target*, esso viene modificato forzandolo dall'esterno, ma questo provoca a ritroso (per *back-propagation*) una modificazione di tutti i pesi a monte, in modo che siano compatibili con l'uscita della rete così modificata".

A.4.4 L'inventiva umana. Che cosa hanno fatto gli uomini per diventare così differenti dal resto degli animali? Questa è una domanda che non avrebbe mai avuto ragione di essere se Darwin non avesse mostrato che le nostre differenze dagli animali si sono evolute. Non siamo stati creati differenti dagli animali.

Invece, con il trascorrere del tempo, ci siamo progressivamente diversificati dagli altri esseri viventi. Fino ai tempi più recenti, la questione di come sia avvenuta questa mutazione apparteneva alle esclusive province della paleontologia e dell'anatomia comparata.

*l'attimo della mia presenza nel tempo
lunghissimo dell'evolversi della materia*

tratti di vita

*in sella all'evoluzione
non trovo altro riscontro che dia me
giustificato*

produrre l'oltre

*d'esser vivente
che creatività d'evoluzione
materia rende*

*e il corpo mio stesso
che dell'evoluzione
d'adesso il risultato
senza sapere nulla
d'animazione ho dato e rendo*

*delle risorse fatte
m'ho ritrovato circoscritto
e d'esse attraversando
giunsi alle cose
ed esse giunsero a me*

ma come si fa a guidare

Ai nostri giorni, suggerimenti e approfondimenti arrivano come inondazioni da molte altre sorgenti come la biologia molecolare, la linguistica, la psicologia cognitiva e persino la storia dell'arte. Come conseguenza, il problema dell'evoluzione dell'inventiva umana comincia ad assomigliare a un quesito dotato di qualche solubilità. È sicuramente una delle maggiori sfide della biologia odierna. Definiamo quindi i requisiti della nostra unica e rara inventiva: ci aiuta Jared Diamond (*The evolution of human inventiveness*, University of California Medical School, 1995) definendone alcune

forme assai singolari: (1) diversamente dagli animali, gli uomini comunicano attraverso una lingua parlata e libri scritti; (2) diversamente dagli animali, conserviamo documenti scritti degli eventi del passato; (3) diversamente dagli animali, gli esseri umani dipendono esclusivamente da strumenti e macchine per la sopravvivenza; (4) diversamente dagli animali, noi produciamo forme originali d'arte che gratificano la vista, l'ascolto e altri sensi; (5) diversamente dagli animali, gli uomini fanno uso della loro inventiva per costruire macchine di genocidio, droghe che creano tossicodipendenza, strumenti di tortura di altri esseri umani nonché sistematiche di distruzione di migliaia di specie viventi; (6) diversamente dagli esseri umani, nessuna specie animale compie quanto è stato descritto nei punti dall'(1) al (5). Conseguenza immediata di quanto esposto, le leggi di tutte le nazioni del pianeta insistono sul fatto che, legalmente e moralmente, gli esseri umani non sono animali.

A.4.5 Le voci della mente. Le soluzioni precedenti erano state illusorie. Una delle più difficili ma storicamente interessanti, associata a filosofi come Ralph B. Perry (1876-1957) e Alfred N. Whitehead (1861-1947), era costituita da una vaga analogia cui venne dato il nome di neo-realismo. Esso sosteneva in sintesi che se le interazioni con la materia potevano essere ricondotte a relazioni matematiche, così come le nostre percezioni e i nostri rapporti interpersonali, la coscienza prendeva origine quindi nella natura della materia stessa. Sfortunatamente, questa nozione eccessivamente astratta sta godendo oggi di una improvvisa *renaissance*, in maniera leggermente modificata, dovuta ai fisici, in particolare Wigner (1972), a causa di alcuni risultati straordinari nell'ambito della meccanica quantistica. Un'altra nozione a carattere popolare è dovuta a Darwin stesso. Nell'ultimo paragrafo della sua *The Origin of Species* (1859), egli implica che Dio ha creato mente e corpo nei primi organismi primitivi e che quindi entrambi si siano evoluti in parallelo, come dire, a braccetto.

*padre nostro che sei d'immenso
che a perturbar d'inizio
creasti universo*

*un albero emergente dall'universo
incurante del tempo*

Quest'affermazione ha fatto precipitare il problema in puro *habitat* metafisico: si realizzò immediatamente che debba esistere almeno qualche criterio di coscienza. Sembrò ovvio nel clima empirico dei tempi che il criterio dovesse avere le basi nell'apprendimento. In tal modo il problema divenne: quando ha avuto origine l'apprendimento durante l'evoluzione? Molti addetti e non-addetti ai lavori non realizzarono che la ragione per cui tanti psicologi studiavano l'apprendimento negli animali, per esempio in esperimenti con topi all'interno di labirinti, nei due primi decenni del XX secolo, era per analizzare la coscienza animale a livello primitivo per potere poi rintracciare la sua evoluzione nel tempo. Questo è stato davvero il fuoco della mia attenzione lavorativa per molti anni, che ora vedo con grande chiarezza non avere alcuna attinenza con la coscienza. Questo errore, credo, sia da imputare a John Locke e al suo empirismo. La mente è uno spazio dove si trovano idee libere e galleggianti: questa è la coscienza. Quando percepiamo eventi o processi in contiguità oppure in contrasto oppure in quel che chiamiamo leggi di associazione, le corrispondenti idee si coagulano insieme. Quindi, mostrando l'apprendimento in un animale, si può affermare che l'associazione delle idee implica coscienza. Questo ragionamento risulta alquanto paludoso. Esistono naturalmente altre soluzioni. Quella cosiddetta della coscienza come "spettatore impotente" di Huxley (1896) in cui essa osserva il comportamento dell'uomo senza potere intervenire.

*ho scimmiettato l'uomo apparecchiandomi a
pensare
ma le coniugazioni della scimmia mi hanno
convinto
ora devo capire chi sono*

*germogliato al centro del mio petto
sono
unico spettatore di un teatro che proietta
viventi i miei pensieri*

*e sono qui
il mio corpo intorno fino alla pelle
ed attraverso oltre
quanto mi torna a illuminarmi quinte e fondali
e di movenze popolato il palco
unico spettatore assumo soggetto
e mi ritrovo dentro quanto di me all'esterno
non esisto*

*e me che resto fermo
primo spettator di scena
siedo in platea
che d'evocati e dell'azioni
animator distingo d'animato*

*d'essere spettatore
racconto scrivendo
che a divenir risorse
utilizzo*

*d'incongruenza
sceno e poi risceno
e a ricercare il vero
provo e riprovo*

*e di tornar da spettatore ogni volta
che panorama dentro
mi passa
e a rispecchiar continuazione
cerco su schermo*

*che di paniere dentro la pelle
cerco all'intorno
quanto d'entrar
memoria rende vivente*

*quanto mi scorre dentro
che di filmato
scene di vita
assisto*

*di fluttuar d'ambiente e delle azioni
son spettatore
e poi
anche cocchiere*

*da spettatore
di quel ch'avverto dentro
e a spasso porta*

*e a progettare l'andare
ed a configurar le scene ed i copioni
di virtualità
tra immenso ed universo
di strutturare ponti
faccio utilizzo*

*e spettatore senza spettacolo
in fossa senza l'orchestra
poi mi ritrovo*

*scatola magica è spenta
e sono al buio*

Se questo è vero, per quale scopo esiste una tale coscienza? Per sollevarci da questa visione pessimistica, è nata poi la soluzione della coscienza come "evoluzione emergente": è stata sviluppata da Lloyd Morgan (1923), anche se l'idea risale al XIX secolo.

Un suo semplice esempio è fornito dall'acqua. L'idrogeno è un gas, l'ossigeno anche: da dove nasce la liquidità dell'acqua? La liquidità costituisce una proprietà emergente.

Quando nell'evoluzione si incontra un tessuto cerebrale, allora all'improvviso compare la coscienza. La coscienza è una grandezza emergente, che non deriva da alcun composto precedente.

*è il manto nebbioso del nulla che vittorioso
alle illusioni riavvolge serrando l'orizzonte
ogni passo cade nel tempo e scompare
annichilendo nel turbine della sua
dimensione*

*due spazi
movimento d'esser concerto
e la dimensione precedente*

*elaborati di una macchina che ha cominciato a
sognare
un logico androide dalla propria dimensione
finita
sogno di macchina
io*

*colmo della scena a navigarne i volumi
corridoi di spazio a scovare forme
immersioni
universi racchiusi e volarci dentro
dimensioni che a me dalla mia mente*

*un vaso che conosco solamente dall'interno
la mia esistenza*

*strano mondo che emerge dentro
gemme lucenti s'accendono
dimensioni s'aprono moltiplicando l'oriente*

*da dentro le idee
navigare le mie idee
dimensioni e dimensioni
ed oltre
i fondali*

*e della dimensione
che fisicità galleggia
senza toccare
e d'incapacità
farne l'idea*

*di gran strumento
che la mia lente
fatta di mente a diramar nel corpo
che a rilevar d'ogni dimensione
reticolar m'è dato*

*d'esser miscelato a tutto
che a distillar le parti
m'accingo*

*che d'unico volume
di dimensione emergere
l'idee*

*vestibolo è quel luogo
di dimensione mia fin d'ora
ma d'esser da questa pelle circondato
con gl'occhi suoi vado a ficcar lo sguardo
e nulla trovo*

*e l'idee ch'ho concepito
a rimaner viventi
che dimensione parallela esisto
nel giorno dopo la morte del mio corpo*

*di doppia dimensione
una nell'altra
sono
e tutto intorno*

*e di reticolar cervello
s'avviene espanso
che stessa dimensione a far la carne e l'ossa
mie
scene distacca a illuminar la mia presenza
dentro la pelle*

*ma l'invenzione resta
che dimensione nega sé stessa
e poi
cerca riparo
che dimensione mia fin qui
è navigar l'evocazioni*

Questa è una soluzione che sta vivendo un nuovo rinascimento negli scritti dei neuroscienziati moderni. Non genera alcuna ipotesi, non ci dice nulla a proposito dei processi coinvolti. L'evoluzione emergente costituisce una etichetta che fascia la nostra ignoranza.

A.4.6 Risolutore di enigmi umani. Eminente storico della cultura e studioso di psicoanalisi, l'americano Peter Gay, titolare della cattedra di Storia alla prestigiosa Università di Yale, ha raccontato, per gli specialisti e il grosso pubblico, la vita e l'opera di Sigmund Freud, il padre della psicoanalisi, in un contesto scientifico e psichiatrico che Freud ha mutato in maniera definitiva. "Sigmund Freud, il grande risolutore degli enigmi umani, crebbe tra misteri e confusioni sufficienti a stimolare l'interesse di uno psicoanalista": con queste parole abilmente autoreferenziali Peter Gay si propone di analizzare l'inventore dell'analisi, l'esploratore dei meandri planetari della nostra mente. Risulta assai istruttivo scoprire Freud prima di Freud: aiuta a comprendere in quale contesto nascono gli studi sulla coscienza umana. Non ancora ventenne, il giovane Sigmund confessa che "il desiderio più grande è quello di un laboratorio e tempo a disposizione oppure una nave sull'oceano con la strumentazione necessaria a un ricercatore": è palese, nell'elaborazione di questa fantasia, la presenza dell'ammiratissimo Darwin, che tanti anni aveva trascorso in giro per il mondo sulla *Beagle*. Freud sceglie come "padre putativo" nella scienza Ernst Brücke, un fisiologo 40 anni più anziano di lui, grande docente ed esaminatore temuto. La filosofia della scienza propugnata da Brücke è stata per Freud non meno formativa della sua professionalità. Brücke era un positivista per temperamento e per convinzione. Il positivismo non rappresentava tanto una scuola di pensiero organizzato quanto un atteggiamento diffuso nei confronti dell'uomo, della natura e dei vari metodi di indagine. I suoi adepti speravano di introdurre una vera e propria pro-

grammazione delle scienze naturali, con le relative scoperte e metodologie, nell'indagine del pensiero umano nel suo complesso nonché nell'azione pubblica e privata. È caratteristico di questa *forma mentis* che Auguste Comte, il profeta del positivismo nella sua forma estrema, attivo ai primi del XIX secolo, ritenesse possibile porre lo studio dell'uomo nella società su una base stabile, inventasse il termine "sociologia" e definisse questa ultima una sorta di fisica sociale. Nato nel secolo dei lumi, avverso alla metafisica in modo solo marginalmente meno reciso che alla teologia, il positivismo era prosperato nel XIX secolo in seguito agli spettacolari successi della fisica, della chimica, dell'astronomia e della medicina. Brücke ne era il rappresentante più eminente a Vienna.

A.4.7 La formazione culturale di Freud nella Vienna positivista. Brücke aveva importato il suo stile sicuro e ambizioso da Berlino. Qui, intorno al 1840, ancora studente, si era unito a un brillante collega, Emile Du Bois-Reymond, nel relegare nell'immondezzaio della superstizione ogni panteismo, ogni mistica della natura, qualsiasi discorso di forze occulte divine che si manifestano nella natura. Il vitalismo, questa romantica filosofia dell'esistenza allora in voga tra i naturalisti, con il suo vago e poetico discorso di misteriose potenze innate, scatenava la loro opposizione e il loro spirito polemico. "Nell'organismo agiscono soltanto le comuni forze chimico-fisiche" sostenevano. I fenomeni che non si spiegano vanno affrontati soltanto "con il metodo fisico-matematico", oppure, assumendo che esistano forze nuove, insite nella materia, esse devono essere riducibili alle componenti elettriche o planetarie dell'attrazione e della repulsione. Il ricercatore ideale è per loro, nelle parole di Du Bois-Reymond, il naturalista "libero da preconcetti teologici". Quando a Brücke e a Du Bois-Reymond si aggiunse Hermann Helmholtz, un protagonista del rinascimento ottocentesco che acquisterà fama mondiale con i suoi contributi nei campi più disparati (dall'ottica all'acustica, dalla fisica alla biologia) la "scuola" fu completa. Il suo influsso si diffuse rapidamente e in modo irresistibile: membri e seguaci occuparono cattedre prestigiose nelle principali università e determinarono il tono delle riviste scientifiche. Nel periodo in cui Freud studia a Vienna, i positivisti controllano la situazione.

A.4.8 La scuola sovietica di fisiologia delle azioni motorie umane. Fisiologo sovietico e fondatore di una scuola di fisiologia della coordina-

zione e di fisiologia dell'attività motoria. Nato a Mosca, figlio di un rinomato psichiatra, Bernstein ha rappresentato un raro caso di scienziato che ha dedicato l'intera esistenza a un singolo problema: il meccanismo fisiologico dei movimenti umani e delle azioni motorie. Uomo di eccezionali abilità, ha iniziato il suo lavoro, all'età di 20 anni, con studi sui movimenti umani (analisi del passo, dei gesti motori tipici dei lavori in fabbrica e nei campi e così via). L'invenzione di un metodo preciso per la registrazione dei movimenti, vale a dire un sistema di luci fotografiche assicurato alle estremità degli arti superiori e inferiori interrotto da un disco rotante dotato di fessura, rese possibile non soltanto identificare la traiettoria statica del movimento ma anche registrare le variazioni di velocità nel percorrere le traiettorie stesse. Queste osservazioni hanno condotto Bernstein alla convinzione che i movimenti umani posseggono strutture e, anche se non rigorosamente ripetitive nella forma, conservano sempre il loro *schema* fondamentale.

Le medesime osservazioni hanno condotto il grande studioso sovietico all'affermazione che questo *schema* (chiaramente visibile nei movimenti della scrittura) rimane inalterato, indipendentemente dagli organi umani coinvolti nella sua produzione. Questi iniziali studi sui movimenti dell'uomo sono stati seguiti da un'attenta analisi del processo di sviluppo delle abilità motorie. In questo contesto l'abilità deve essere intesa come somma di conoscenza e destrezza.

Bernstein ha osservato come le principali abilità umane attraversano per lo meno due fasi fondamentali di sviluppo. Nella prima fase, l'azione motoria si risolve a volte in un movimento inadeguato il quale viene corretto in seconda istanza. Nella seconda fase, queste correzioni secondarie diventano correzioni primarie, quando viene elaborato dal sistema nervoso centrale uno schema adeguato del movimento globale, il quale non richiede più ulteriori correzioni degli errori nello svolgimento dei gesti motori. Per quanto riguarda il meccanismo di regolazione e di coordinazione alla base delle abilità motorie, Bernstein concludeva che queste ultime sono comandate da un apparato assai complesso di muscoli e articolazioni, dotato di un numero assai elevato di gradi di libertà, i quali mutano da istante a istante in armonia con i cambiamenti della posizione e della densità dei muscoli. (Alexander Romanovich Luria, voce *Nikolai Bernstein* in "The Oxford Companion to the Mind" edited by Richard L. Gregory, Oxford University Press 1987)

A.4.9 Impulsi afferenti e impulsi efferenti. Tale complessità non può essere controllata soltanto da impulsi efferenti: essa richiede un sistema permanente di impulsi afferenti, i quali forniscono segnali continui provenienti da parte delle estremità in movimento e garantiscono le basi per un sistema autoregolatorio di movimenti. Questa assunzione, formulata da Bernstein nel 1935, getta le fondamenta per lo sviluppo di una teoria dei sistemi motori in equilibrio dinamico e dei differenti livelli nella loro organizzazione. Questa teoria costituisce il contributo sovietico originale alla scienza cibernetica e anticipa la cibernetica inglese di Craik (1943) e quella nordamericana di Wiener (1948). Si scoprì infatti che i "campi afferenti" potevano essere organizzati a differenti livelli del sistema nervoso: a cominciare dall'arco riflesso, una sorta di corto circuito tra stimolo e risposta, passando poi per il livello talamo-striato, chiamato anche livello di coordinazione, per finire con i livelli corticali impegnati nei movimenti mutevoli nello spazio, condizionati dalla presenza di oggetti e simbolicamente determinati. Questi livelli di organizzazione dei movimenti sono stati descritti da Bernstein nel volume intitolato *On the Construction of Movements* (1947) che guadagnò allo studioso uno dei massimi premi dell'URSS. L'ultima parte del lavoro di Bernstein lo condusse verso problemi molto più complicati. Come fisiologo, egli era interessato a studiare movimenti reattivi ben determinati. Tuttavia rimaneva aperto il problema di quali fossero le rigorose basi scientifiche per lo studio dei movimenti attivi: lo scienziato moscovita si chiedeva infatti se "fosse possibile o meno una fisiologia dei processi attivi". (A.R. Luria, *ibidem*)

A.4.10 La fisiologia dell'attività umana. Bernstein dedicò il resto della sua vita al problema di creare una "fisiologia dell'attività umana". Egli avanzava l'ipotesi che i meccanismi di reatroazione (*feedback*) costituissero soltanto una parte del sistema di regolazione: si avvertiva l'esigenza di una presenza di meccanismi di anticipazione (*feedforward*). Bernstein cercò di spiegare le origini di tali meccanismi e il loro ruolo nell'organizzazione dei movimenti. Ogni movimento nasce con un obiettivo (in inglese, *goal*) e quell'obiettivo costituisce un modello del risultato futuro, laddove la posizione presente costituisce la condizione di partenza e, successivamente, la posizione intermedia istante-per-istante. L'intera sequenza dei movimenti, richiesti per arrivare all'obiettivo finale, emerge dal confronto tra quella istantanea e quella finale. La sequenza reale dei movimenti

viene quindi guidata dal desiderio di minimizzare lo scarto esistente tra le due. I tentativi di Bernstein di creare una "fisiologia dell'attività" rappresentano soltanto i primi passi in questo campo, le prime iniziative per spostare la fisiologia dalla teoria elementare dei processi passivi (o reattivi) a una teoria dei processi umani attivi. Il contributo di Bernstein a questi studi ha trovato grande accoglienza non soltanto in scienziati di altre nazionalità ma anche un notevole riscontro e influenza che tende a crescere invece che diminuire con il trascorrere del tempo. (A.R. Luria, *ibidem*)

A.4.11 La filosofia e la scienza della mente. Negli ultimi decenni la "scienza della mente" ha spiccato il volo. Per effetto di fortunate e sorprendenti innovazioni, i molteplici campi della ricerca scientifica connessi a vario titolo con lo studio della mente e delle sue funzioni cognitive degli organismi biologici e artificiali hanno avviato una vera e propria rivoluzione concettuale. Nel suo *Introduzione alla Filosofia della Mente* (La Nuova Italia Scientifica 1997), Michele Di Francesco così descrive questo complesso panorama culturale e scientifico: "Psicologia, linguistica, filosofia, neuroscienze, scienze dell'informazione sono tra i nomi delle discipline coinvolte, mentre cognitivismo, funzionalismo, connessionismo, intelligenza artificiale sono soltanto alcune delle etichette sotto cui sembra opportuno raggruppare complessi programmi di ricerca interdisciplinari, accomunati da un intento di esplorazione del planetario mentale". L'autore suggerisce l'uso dell'espressione "scienza cognitiva" per definire questo campo di indagine, senza dimenticare alcuni settori di ricerca affini come l'antropologia e la paleontologia, che a loro volta hanno assimilato i nuovi sviluppi. Non stupisce che il dibattito filosofico sulla natura della mente, già vivo ai tempi di Democrito e di Platone per restare nell'ambito della tradizione del pensiero occidentale, abbia fin da principio accompagnato una serie di questioni che sono al centro della scienza cognitiva contemporanea.

A.4.12 Domande, domande, domande. Il ricercatore William G. Lycan ha compilato un'eccellente antologia (*Mind and Cognition. A Reader*, Basil Blackwell, Oxford 1990) di scritti che introducono e illustrano le principali tematiche. Tra le questioni più scottanti scientificamente ma più sentite anche a livello popolare spiccano le seguenti: (i) Che cosa è la mente?

(ii) Come può la materia (il cervello) pensare? (iii) Esistono strutture e/o idee innate? (iv) Che cosa è la coscienza? (v) Da dove deriva la capacità della mente di rappresentare il mondo esterno? (vi) Esistono limiti o vincoli alle nostre conoscenze?

Si tratta soltanto di alcuni semplici esempi delle questioni che sorgono nel tentativo di adeguare la nostra visione dell'uomo alle nuove teorie sulla percezione, sull'immaginazione, sulla competenza linguistica, sulla memoria, sulla coscienza e così via. Il dibattito filosofico sulla mente presenta una pluralità di proposte, una variabilità di temi, di metodi e di indagini da costringere lo studioso di fronte a due stati d'animo nettamente contrastanti: un grande entusiasmo per la vitalità della scienza cognitiva e, contemporaneamente, un profondo scontento per la vastità del campo e le difficoltà di una sistemazione organica e razionale per lo meno delle aree di interesse. In poche discipline come nella scienza cognitiva è infatti percepibile il peso e l'influenza che assumono l'adesione a particolari modelli, analogia e visioni della realtà. Il campo della *filosofia della mente* è determinato dall'incontro tra annose conflittualità filosofiche quali la metafisica, l'epistemologia, la filosofia del linguaggio e la filosofia della psicologia da un lato e, dall'altro, da recenti aree disciplinari quali neuroscienze, scienze cognitive, intelligenza artificiale. Per riassumere in poche e concise parole, le problematiche create dalla volontà di costruire forme artificiali (non organiche) di pensiero, le quali possano progressivamente sostituire le attività umane, hanno condotto a chiedersi quanto siano valide le attuali conoscenze di studiosi e ricercatori a proposito della biologia, della fisica e della psicologia della mente e delle sue funzioni. Le implicazioni ontologiche, epistemologiche e, soprattutto, etiche sono evidenti ancora prima di addentrarsi nel merito delle tematiche. "Con tutte le sue molteplici complicazioni" prosegue Michele De Francesco "l'indagine sulla mente si rivela certo un campo molto affascinante, nel quale il filosofo di orientamento scientifico si trova più a suo agio che in altri settori, dato che in essa egli collabora in una impresa *comune* con psicologi, neuropsicologi, linguisti, informatici e studiosi di intelligenza artificiale, lavorando fianco a fianco nel tentativo di rispondere a una serie di domande fondamentali per la filosofia". Si tratta di problemi di grande difficoltà, per la cui soluzione si è sviluppata una serie di programmi di ricerca filosofici alternativi, a vario titolo intrecciati con quelli, scientifici, sopra citati. L'uso dell'espressione "programma di ricerca" non è casuale e

segnala un problema che ci accompagnerà per tutta la nostra esplorazione: l'impossibilità di isolare le tematiche filosofiche dal contesto scientifico, in cui esse si collocano e da cui traggono il proprio senso.

A.4.13 Qual'è la natura ultima dell'uomo? Il grande filosofo scozzese David Hume (1711-1776) scrisse, nel suo *Trattato sulla natura umana*, che esistono questioni di primaria importanza per gli esseri viventi. Esse possono venire riassunte nelle domande che seguono: (i) come funziona la mente? (ii) qual'è il fine ultimo dell'uomo? In un suo scritto, dal titolo quasi assonante con il trattato di Hume, il grande sociobiologo Edward O. Wilson, massima autorità vivente in tema di biodiversità, sostiene che "ci accostiamo a questo argomento con un senso di esitazione e persino di timore". Perché? Wilson è assai brusco e conciso nella sua risposta: la dichiarazione che "siamo entità biologiche e il nostro spirito non può spaziare liberamente" appare come una grave ammissione di impossibilità di realizzare il "conosci te stesso" socratico.

*l'ambiente
di sola forma giunse
e di continuar la dimensione
bastò la pelle

che fino a qui
d'occupazione a intorno
d'oblio del corpo dentro la pelle
ero a cercare

e di trovar forma co' intorno
resto fatto di pelle
che oblio del corpo dentro
d'attimo
perdo l'assillo*

*del corpo tuo
comunità col mio
del grande vuoto
al risonar contatto
trovo sostanza

ruota di mente
che dei sospesi
a riproporre gl'argomenti
porta sul fronte

che se la ruota è già nel tondo
quanto è fruscio
di storia mossa
vie' catturato

e sto volando
che ruota di mente
in processione
manda ologrammi*

*storia di dentro e cose che fuori
che d'ordinar
fo coincidenza*

*corpo su in cielo
e braccia alla terra*

*scena di stelle
lampade al suolo
e faccio lo specchio*

*di tutto questo
dov'è che mi ritrovo
che macchina scrive
e cronaca scorre*

*per far rimbalzo
serve qualcuno
che d'essere in mezzo
nutre quel posto*

*e quante volte
che a ricercar la posizione mia
di dare forma
fuoco dei raggi
ad indicar divengo*

*e a divenir quanto ricevo
raggera m'ho invertito
e son fantasma*

*che di scambiar d'indizio
messaggio so' divenuto*

*di risonar sé stesso il fronte
a comparir le parti
disgiungo e poi disgiungo*

*di gran strumento
ruota di mente
era a corredo
che poi
d'abdicazione
divenni condotto*

*che lui e che me
siam sempre gli stessi
ma ruota di mente
d'ologrammar la trasparenza
rende diversi*

*e dio mi venne incontro
che dimensione d'oltre m'offriva
poi fu solo un racconto*

*e nostalgia m'assale
di quando a quel tempo
di transitar soltanto
era la vita*

*che senza più l'appoggio
vado a cercarmi
ed ogni volta
torno in garitta*

*poi scopro il silenzio
e sono d'oltre la vita
dentro la vita*

E Wilson incalza infatti: "se il genere umano si è evoluto attraverso la selezione naturale darwiniana, sono il caso genetico e la necessità am-

bientale che hanno creato la specie". E quindi anche la mente. Per quanto si tenti di ammorbidire tale cruda conclusione con metafore e immagini, segrete speranze e promettenti illuminazioni, essa rimane l'eredità filosofica dell'ultimo secolo di ricerca scientifica. *Non sembra possibile evitare questa conclusione di certo poco attraente.* Essa costituisce la prima ipotesi essenziale per qualsiasi seria considerazione sulla condizione umana, in quanto si riferisce ai due cardini ontologici oltre che temporali della nostra vita: perché siamo nati e quale è lo scopo della nostra esistenza? La risposta alla prima sembra essere una sorta di variazione di soggetto nella celebre frase cesarea al passaggio del Rubicone della guerra civile d'epoca: *vita iacta est*. La risposta alla seconda sembra essere che nessuna specie, la nostra inclusa, possiede uno scopo al di là degli imperativi categorici creati dalla nostra storia genetica. In questo secondo caso la citazione è di estrazione più recente e riposa nel titolo di un magnifico libro di Richard Dawkins, intitolato appunto *Il gene egoista*. Senza queste due ultime prese di coscienza o consapevolezza preliminari, Wilson sostiene con solare e fastidiosa chiarezza che "le discipline umanistiche e le scienze sociali si riducono alla descrizione dell'aspetto superficiale dei fenomeni, come sarebbe per l'astronomia senza la fisica, la biologia senza la chimica e la matematica senza l'algebra". Inutile quindi dedicarsi alla scienza? Wilson non è di questa idea e svela qualche apertura programmatica: tenendo conto di questi vincoli inevitabili e di queste puntigliose condizioni al contorno "si può scoprire la natura umana come oggetto di una completa ricerca sperimentale e la biologia può essere posta al servizio di una educazione liberale" con la conseguenza incoraggiante che la "concezione di noi stessi può essere notevolmente arricchita".

A.4.14 Un grande dilemma della mente. Se il nuovo naturalismo suggerito da Wilson è vero, sembra altrettanto vero che perseguirlo crei almeno un grande dilemma spirituale e riguardi direttamente la mente umana. Le specie possono infatti disporre di un vasto potenziale per il progresso sia materiale sia mentale, ma sono prive di qualsiasi scopo immanente o di una guida da parte di entità estranee al loro ambiente immediato o anche di una meta evolutiva verso le quali la loro architettura molecolare le guidi automaticamente. Credo che la mente umana - prosegue Wilson - sia costruita in una maniera che la blocca entro questa limitazione fondamentale e la costringe a operare scelte con uno strumento puramente biologico.

Se il cervello si è evoluto attraverso la selezione naturale, persino le capacità di scegliere particolari giudizi estetici e credenze religiose devono aver avuto origine dal medesimo processo meccanicistico. Esse quindi sono (i) o diretti adattamenti ad ambienti passati in cui le popolazioni umane ancestrali si sono evolute oppure, al massimo, (ii) costruzioni prodotte in un secondo tempo da attività più profonde, meno visibili, che una volta erano adattative in questo senso biologico più stretto. L'essenza di questo ragionamento è dunque che il cervello esiste perché esso favorisce la sopravvivenza e la moltiplicazione dei geni che dirigono la sua organizzazione. La mente umana è uno strumento per la sopravvivenza e la riproduzione e la ragione è soltanto una delle sue varie tecniche. Il fisico Steven Weinberg ha sottolineato che la realtà fisica rimane così misteriosa persino ai fisici a causa dell'estrema improbabilità che essa sia stata costruita per essere compresa dalla mente umana. Wilson sostiene che "possiamo capovolgere questa intuizione per sottolineare che l'intelletto non è stato costruito per comprendere gli atomi o anche per comprendere se stesso, ma per favorire la sopravvivenza. Chi riflette sa che la sua vita è guidata in qualche modo incomprensibile attraverso un'ontogenesi biologica, un ordine più o meno prefissato di stadi vitali". Che cosa fare allora? Chiediamo aiuto, in proposito, a Michael Faraday (1791-1867). Costui risponde con un messaggio che sostiene come la ricerca scientifica non conosca soste e come sia necessario "osservare, meditare, rifinire e divulgare".

B. LA SCUOLA DI FRASCATI: 28 MARZO - 31 DICEMBRE 2001

B.1 C'erano più di 37°C di temperatura all'ombra intorno alla piscina per *acqua-jogging* del Circolo Arrone: stavamo correndo dentro l'acqua da una quarantina di minuti. Improvvisamente mi scusai, raggiunsi rapidamente la scaletta a bordo vasca e, dopo pochi passi sul pontile in legno, addentai un uovo sodo e mezzo toast dalla mia borsa sportiva.

Carlo Manna mi guardò interdetto e disse "Nicola, hai preso un colpo di sole? Proprio tu ti metti a mangiare nel mezzo di uno sforzo fisico?"

"Lascia perdere, ora ti spiego" risposi con calma. E per una buona mezz'ora lo assillai, mentre continuavamo a correre in acqua, con una delle mie interminabili lezioni-prediche sulla fisiologia dell'esercizio muscolare nello sport e nel lavoro.

"A Frascati c'è un ricercatore dell'ENEA che parla proprio come te, per quel poco che riesco a capire!" mi confidò Carlo più tardi, mentre, distesi al sole, recuperavamo dopo la lunga seduta di allenamento al suono delle canzoni di Frank Sinatra ed Ella Fitzgerald degli anni '50. "Si chiama Antonio Botticelli."

immaginazione

quanto è diverso il luogo al quale posa i

contorni

un uomo è come l'altro anche se veste abiti

diversi

la scena è la stessa

i personaggi sono gli stessi

ma i copioni tracciano storie diverse

B.2 L'incontro tra Antonio e il sottoscritto è avvenuto il 28 marzo 2001, un giovedì. Tuttavia, prima di questo evento, erano accaduti diversi episodi in una sorta di processo di avvicinamento progressivo alle tematiche varie che coinvolgono oggi i due suddetti in un gruppo di lavoro denominato "Teoria e Prassi della Conoscenza".

il tempo

il suono di un intervallo di conoscenza

*affacciato al confine delle conoscenze
guardo oltre ad attecchire nuove radici*

*tutto già esiste
ed è comunque in atto
che di scoprir
fa conoscenza*

*sguardo su nulla
finché
di conoscenza
faccio la luce*

*ad allargar la conoscenza
dell'ologrammi
sono nel campo*

*che d'ologrammi
monto la fila
e a conoscenza eleggo*

*“noi vogliamo capire, e per capire bisogna
prima avere un'idea, trasferirla al gruppo,
produrre un piano, distribuire i compiti,
eseguire rigorosamente le azioni,
raccolgere le impressioni ed i dati
emergenti, coniugare un risultato,
riapplicare per verificare, enunciare e
descrivere un procedimento ripetibile.”*

Il *deus ex machina* della situazione è stato Sandro Taglienti. Tra i tanti ricercatori, conosciuti sia in Italia sia in USA, Sandro è uno dei pochissimi capace di ascoltare in silenzio e con estrema pazienza il parere degli altri, emettere giudizi molto acuti ed essere in grado di esercitare l'uso dello *understatement* meglio di un docente di Cambridge, *Old England*. Avevamo avuto occasione di lavorare insieme a metà degli anni '70 nell'am-

bito di esperimenti, misure e modelli matematici su fenomeni di emissione acustica da collassamento di bolle di sodio liquido ad alte temperature. All'inizio degli anni '80 il progressivo dissolversi del programma nucleare italiano aveva condotto Sandro e me su strade diverse e lontane.

B.3 Una delle tante intraprese da Sandro riguardava l'innovazione tecnologica, con particolare rilievo per la robotica industriale, perseguita con gruppi di ricercatori sia in Casaccia sia a Frascati. Le vicende, sempre a detta di Carlo Manna durante un'altra seduta acquatica al club di Lillo Sedola, erano state, dopo la metà degli anni '90, anche narrate sulle pagine scientifiche dei quotidiani e onorate dai titoli di testa dei telegiornali. "Ho preparato una bozza di un articolo di rassegna da pubblicare sulla rivista dell'ENEA: si intitola *L'uomo cibernetico e il robot umanoide* e riassume le attività svolte da Antonio Botticelli e dal suo gruppo di Frascati.

*e macchina perfetta
saprei anche rifare
che di materia organizzata è fatta*

*che macchina si move
se di motivazione è mossa*

*macchina ferma
che di pensiero solo
m'ho sostenuta in moto*

*d'alimentar scena di fondo
materia in flusso
macchina apporta
e a divenir d'appoggio al resto
fa condizione*

*macchina disposta e quanto dei ricordi
che di tornar viventi
dentro
prima che fuori
d'abbrivo mi ritrovo mosso*

Vorrei che lo leggessi". Mi chiese Sandro all'inizio del 2001, che per altro compariva come unico autore del rapporto scritto con ampio respiro sia filosofico sia tecnico. Ricordava ancora (con mio malcelato piacere!) due collane, redatte tra la metà e la fine degli anni '70 dal gruppo REDSTAR (Ricerche ed Esperienze di Diagnostica e Sicurezza Tramite Analisi di Rumore) e come consuntivo dagli organizzatori dei seminari SCOPE ("Seminars for COntinuing Participant Education"). Le collane trattavano tematiche di statistica neutronica, teoria della probabilità, processi stocastici markoviani e via dicendo, cui Andrea Colombino, Francesco Norelli, Raffaele Mosiello ed io avevamo fortemente contribuito, in veste di autori.

*e di costume nasce sentenza
che denominator comune
al condiviso
emerge archivio
e a premonir le mosse
si fa l'andare*

*premonizioni
o semplici contrasti
al profilar futuro*

B.4 L'articolo di Sandro era praticamente ineccepibile. Da parte mia, avanzavo qualche proposta di aggiunta. Un paragrafo intitolato "L'approccio probabilistico ai problemi cognitivi" e contenente alcune citazioni di scienziati famosi.

Pierre Laplace (1819) è rimasto celebre per l'affermazione "la teoria della probabilità non è altro che buon senso ridotto a calcolo". James Maxwell (1850) ribadiva quindi che "la vera logica di questo mondo è il calcolo delle probabilità, che tiene conto dell'incertezza presente nella mente umana". Era il turno di Erwin Schroedinger (1944) a sostenere il ruolo dei metodi statistici e del calcolo delle probabilità in biologia, chimica, fisica, astronomia e meteorologia. Infine il paleontologo Stephen Jay Gould (1994) affermava che "la mancanza di comprensione del ragionamento probabilistico costituisce il maggiore impedimento di carattere generale all'alfabetismo scientifico".

B.5 Tutte le voci citate operavano per rinforzare la speranza che anche in tema di robotica e intelligenza artificiale si trovasse l'occasione e l'opportunità di adottare modelli matematici (perché no? stocastici) per una comprensione più completa dei fenomeni in studio. Sandro, in un paio di sedute nel suo ufficio, approvò gli *addendae* la volta successiva mi restituì la copia dell'articolo, dove aveva aggiunto al suo il mio nome e cognome "in stretto ordine alfabetico", cioè con me come primo autore. Si rivelò del tutto inutile che gli spiegassi di non avere l'abitudine di firmare articoli non scritti di mio pugno.

P.S. Avevo proposto a Sandro un solo emendamento per il titolo dell'iniziale articolo: sostituire *umanoide* con *androide*. Tuttavia lui fu assai fermo e insistette: anticipava già i processi circolari più tardi scoperti sul libro di Gregory Bateson?

B.6 "Da quando è stato sei mesi in India, Antonio non è più quello di prima". "Sembra un incrocio tra l'anarchico Bakunin e Padre Pio in versione *hippy*". "Ha cacciato via dalla stanza a male parole alcune fra le più belle menti accademiche dell'università italiana". "È dotato di una sorta di ipnotismo magnetico nei confronti delle donne di tutte le età". "Dappertutto lo chiamano *maestro*". "A partire dalle 7:30 della mattina in poi, emergono da una stanza del primo piano le note un po' criptiche e un po' dolci di un pianoforte: il solista? Antonio". "Quando il Botticelli apriva il suo tavolo di consultazioni presso questa o quella fabbrica del Nord Italia, file lunghissime di tecnici specializzati arrivavano con problemi insolubili e andavano via con soluzioni esecutive geniali e inaspettate, dopo aver ascoltato Antonio e i suoi suggerimenti". "Antonio è un po' Socrate e un po' Maia, ma sempre e totalmente imprevedibile", sintetizzava infine Carlo Manna.

B.7 Arrivò così il fatidico 28 marzo 2001.

La stanza di Antonio era un incrocio tra la camera di Archimede Pitagorico disegnata dal grande artista anti-disneyiano Carl Barks e una copertina dei primi dischi di musica rock della fine degli anni '60.

Graffiti murali, fotografie autobiografiche scattate lungo tutto il corso della sua vita, uno scheletro, la scritta Kenneth Craik 1943, disegni dappertutto, libri di poesie, macchinette per il caffè, mazzi di chiavi, montagne di carta bianca, centinaia di cassette video, migliaia di cassette audio.

*una casa di piccoli ciaffi che mai nessuno mi
chiederà*

a nessuno servono quei piccoli ciaffi

*dire ciò che non sembra perché divenga
raccontare di essere*

*l'orizzonte del tempo che diviene solido
movimento*

Sembrava più una camera di artista di Bleecker Street al Greenwich Village di New York che la stanza del piano di sotto della superlinda Direzione del Centro di Frascati. Antonio parlava con voce sommessa, quasi soffiata, e dava del "tu" subito a tutti. Dette un paio di libroni di disegni ad Armando Guidoni, suo collega d'avventura, dall'aspetto di un ispettore di polizia inglese. Costui mi condusse nella sua stanza e mi parlò per due ore e mezza di "risonanze", "destrezze", termini tecnici da officina meccanica, una macchina di nome "visio", un programma denominato "giasone", citando una volta Church, una volta Searle e una volta Turing. Rimasi assolutamente sbalordito. Dove sono capitato, mi chiedevo ripetutamente? Mi resi conto di non aver capito praticamente nulla.

B.8 Tuttavia, lo stesso Armando, che era entrato a fare parte del gruppo nella seconda metà del 1995, aveva descritto con attenzione e lucidità sulla sua rivista "Controluce" i dettagli del progetto "Giasone". Esso mirava, nelle parole dello scrivente, "a riprodurre, in una macchina, l'intelligenza dell'uomo". Si trattava di nove articoli tutti composti da Armando, l'ultimo dei quali in collaborazione con Tommaso, un laureando in Ingegneria della Informazione che aveva lavorato a lungo sulle procedure di saldature laser su grandi lamiere. L'intreccio poliziesco si stava lentamente chiarendo come i pezzi di un enorme *puzzle* da cui emergeva l'evoluzione progressiva delle attività dei vari gruppi di lavoro, pubblici e privati, che orbitavano intorno alla figura maieutica di Antonio. Le applicazioni industriali costituivano una sorta di embrioni successivi verso la costituzione della "intelligenza" cui aveva accennato Armando, nelle sua cronache dalla galassia Antonio. Erano macchine utensili "transfer" a 44 assi, macchine laser ad alta potenza (Fincantieri e Riva Techint), macchine di manipola-

zione per montaggio e formatura (Ibs, Giuliani), sistemi di controllo ambientale attraverso una visione sintetica ("visio") per siti archeologici e musei (Stacchiotti Impianti), dispositivi di visione percettiva per non vedenti e così via.

B.9 "Nei mesi scorsi - scriveva ancora Armando Guidoni sul sito "Giasone" - le pagine scientifiche dei quotidiani e dei periodici specializzati hanno riportato a grandi titoli la notizia della realizzazione, da parte del "Gruppo di Frascati", del dispositivo "visio". Esso consente a un non-vedente di "percepire" ovvero di riconoscere a distanza gli oggetti che si trovano nel suo spazio di movimento". I coordinatori dell'impresa sono stati Antonio Botticelli (ENEA) e Gianfranco Turchetti (Oberon). L'architettura funzionale dell'invenzione è simile a quello della visione umana. In quest'ultima, attraverso una lente (il cristallino dell'occhio) e un sensore (la retina), il fronte luminoso viene organizzato e inviato alle terminazioni del nervo ottico e da qui al cervello. Nel dispositivo di nuova invenzione, attraverso l'obiettivo di una microtelecamera poggiata su una montatura di occhiali, la sua elettronica e la sottoretina artificiale ("visio"), il fronte di luce viene organizzato e inviato in due dimensioni alle terminazioni nervose della pelle, per esempio, nella zona immediatamente superiore all'ombelico. Su quest'area arriva una rappresentazione per contorni degli oggetti contenuti nel fascio di luce, una specie di disegno a fumetti realizzato su un tappetino di aghi metallici opportunamente elettrizzati. Luciano, che è stato uno dei primi sperimentatori *in persona* del dispositivo, sosteneva con accattivante sintesi: "Quale delizia *vedere* gli oggetti venire a me, senza che io debba necessariamente andare da loro per percepirli".

B.10 Ero sicuro soltanto di un fatto. Le macchine, progettate e realizzate dal Gruppo di Frascati e dai vari partner industriali esterni, avevano del prodigioso. Non si possono costruire prototipi tecnologici ad alto contenuto innovativo senza essere in possesso di una "cultura" scientifica superiore. Questo costituiva un dato concreto e sicuro. Tuttavia, perché il loro linguaggio risultava così incomprensibile? Sandro propose che il gruppo si incontrasse a Frascati per lo meno una volta alla settimana, il mercoledì mattina, che Antonio tenesse un seminario informale in una sala riunioni con tanto di lavagna e registratore audio, e che lui e io cer-

cassimo di investigare, all'interno della mastodontica letteratura a disposizione su Internet, le tracce di quanto Antonio aveva esposto in maniera alquanto eterodossa. Parlavamo a lungo di controlli convenzionali ed avanzati, di fisica, di cibernetica, di biologia, durante il doppio tragitto in macchina, dalla Casaccia a Frascati e ritorno. Discutevamo a lungo della possibilità di trasformare la singola unità-guida (denominata "visio", vedremo in seguito perché) dei tanti robot industriali in un emulatore della mente. L'idea appariva affascinante.

*e di fantasticar l'incontro
e di prototipar quanto mi cerco
tra "chi" e "chi"
d'esser dentro la vita*

B.11 Durante uno di questi trasferimenti su quattro ruote, chiesi a Sandro di aprire un fronte di guerra lampo sulla psicologia: ero entrato in possesso del "Manuale di Psicologia" a cura di Paolo Legrenzi e Sandro mi imprestò volentieri la garzantina (1239 pagine!) di "Psicologia" a cura di Umberto Galimberti. Venne in qualche modo stabilito che il primo provvisorio "poligono della mente" poteva essere articolato in un triangolo i cui vertici fossero rappresentati da biologia, fisica e psicologia. Aiutò molto in proposito un magnifico articolo di rassegna critica di Harold J. Moskowitz, pubblicato all'inizio degli anni '80 su *Psychology Today*. Tuttavia i problemi di comunicazione con Antonio non mostravano alcun segno di progresso: i suoi seminari erano vere e proprie *brainstorms* (tempeste mentali, con il sostantivo operante sia in senso meteorologico sia in valenza letteraria, vedi *Sturm und Drang* tedesco). Ne uscivo sempre come un naufrago malconco.

*son gli ologrammi
che di contemporaneità agl'occhi di dentro
a discrepar la via diviene
e d'armonia perduta
la pace sfuma*

*scontro d'abbrivi
e a discrepare i fronti
emergono emozioni*

B.12 Una mia particolare sensazione di doloroso disappunto era fornita dall'impressione che quasi 40 anni di matematica scolastica, universitaria e modellistica, usata sia in indagini e studi teorici sia nell'interpretazione di dati sperimentali, fossero completamente inadeguati (al limite, forse inutili) per la comprensione di fenomeni riguardanti le neuroscienze. Avvertivo lo spiacevole sospetto che Antonio Botticelli andasse fiero dell'unicità delle sue elaborazioni mentali, proprio perché esse non contenevano il marchio di infamia della matematica superiore. Per comprendere quanto questa sensazione fosse una mia deformazione depressiva e non il risultato di un atteggiamento intenzionalmente voluto da Botticelli, decisi di saperne di più sul suo conto andando a leggere con attenzione il contenuto di un suo libro intitolato *Momenti 1972-1997* e pubblicato nel gennaio 2000. Si trattava di un bel volume compatto, donatomi dallo stesso Antonio durante la prima visita, rilegato con grande cura in bianco e viola cangiante, che raccontava brani di vita (un quarto di secolo!) vissuti da Antonio "gruppo di frascati". Il libro era lì per indicare, a chi le stava cercando, le molle segrete che vibrano e motivano l'esistenza di Antonio. Cinque infiniti di verbi in apertura: *fuggire, lasciare, morire, passare e dire*. Assenza praticamente totale di aggettivi: *se, secondo Roland Barthes, "l'aggettivo costituisce il dire del desiderio"*, Antonio non aveva alcuna intenzione di rivelarsi, principalmente agli altri. La sua solitudine consiste, come tutti gli uomini saggi, dalla circostanza nella quale *estranei prendono da me per poi offrire agli altri*.

B.13 *Momenti* è un diario, un insieme di versi, un romanzo, una sceneggiatura. Uno scritto è come uno specchio: tutti lo sanno. Ma che cosa significa *leggere uno scritto*? Secondo me è come saltare all'interno dello specchio. In un istante, ci si trova dall'altra parte del vetro e del mercurio, tra persone e oggetti che hanno un aspetto familiare: soltanto l'aspetto, dal momento che non li avevamo mai visti prima. A loro volta, i fatti e le persone del nostro mondo sono fuori e diventano riflessi: improvvisamente non hanno nulla da dirvi. A questo punto, siamo pronti a giurare che l'arte è vita e la vita è soltanto un riflesso: anzi, i più maligni arriveranno a parlare di specchi deformanti. Questa illusione assurda e ostinata che si chiama vita. Antonio vive la sua dentro le pagine di *Momenti*, al di là dello specchio introdotto all'inizio di questo paragrafo. Come la vita, il libro non ha titoli: come la vita, salta da argomento ad argomento, all'im-

provviso, senza preavvisi.

Ecco il suo criptico contenuto, in un ancora più misterioso contesto: (i) *e se nulla accadesse / muoverò le mie gambe e le mie braccia / muoverò la mia mente ad inventare / l'avvenire*; (ii) *vado portando merci a un mercato che non le prevede*;

*qualunque cosa accada
sarò spettatore
sarò protagonista
e se nulla accadesse
muoverò le mie gambe e le mie braccia
muoverò la mia mente ad inventare l'avvenire*

*vado portando merci ad un mercato che non le
prevede*

Vale la pena di citare in proposito le parole di uno dei più grandi divulgatori scientifici di tutti i tempi, H.G. Wells (*The Science of Life*, in cooperation with Julian S. Huxley e G.P. Wells, Doubleday, 1929-30-31): "Gli esseri umani non sono inclini a conoscere e imparare. Sono paurosi e ostili nei confronti di tutto ciò che non conoscono e cercano di impedire che il sapere raggiunga altri individui.

*spettatori della propria vita
difensori del non fate l'onda*

La mente umana è assai più tortuosa e indiretta di quanto voglia consciamente ammettere, spesso non riesce neppure a comprendere le proprie motivazioni.

*ed è d'oscuro
che prima d'idee
trovo memoria*

*asteroidi
ammassi oscuri della mia mente
sconosciuti interni del mio spazio*

*d'oscurità che intorno ho disegnato
scene d'oblio
d'inseguir
sempre ho cercato*

Dal grande rinascimento del lavoro scientifico del XVI secolo, si è innescato un fenomeno stabile e sotterraneo di disprezzo e di antagonismo nei confronti della cultura, una corrente che spesso si identifica con processi di ostruzionismo e oppressione.

*ma a suggerir è solo mente
e dell'oscuro è anche l'autore
poi d'ignoranza i tratti
paura offende a vendetta*

L'autogratificazione degli ignoranti ha chiesto e imposto che l'uomo di scienza venga rappresentato, nei testi e sui palcoscenici, come una caricatura, un essere ridicolo, incapace e con la testa tra le nuvole.

*quindi l'oscurità che dentro a lui si nasce
spazio ai fantasmi rende*

La letteratura anglosassone infierisce e sputa sulla sua sorella più colta. Dedicare la vita alla scienza e al servizio della verità significa implicitamente rinunciare alle glorie e alle soddisfazioni dell'esistenza per finire nelle 'braccia' di un'amante dura, esaltata, senza gaiezza e avara di lodi.

*e a uscir dal gioco
per sempre
son solitario*

*solo davanti all'infinito
spiragli che aprono le pareti*

Tuttavia, mentre la pompa e i piaceri di ogni altro mestiere sfumano e scompaiono nel nulla, il crescere della scienza è un continuo divenire nell'ambito culturale, una testimonianza che ciascuno di noi affida ad una

staffetta che corre verso l'immortalità."

*voglio la luce perché m'appartiene
tutta la luce d'uomo perché sono uomo*

I *seminari* del gruppo di Frascati (voci soliste Antonio Botticelli, Armando Guidoni e altri ospiti vari) rappresentano ormai una tradizione stabilizzata di evento culturale, la cui *audience* possiede una forma di partecipazione, composizione e aggregazione ancora più eterogenea, se possibile, dei contenuti umanistici e scientifici dei seminari stessi.

*d'essere insieme a concertar la conoscenza
che poi
d'oltre confine
espande*

Quando i redattori di questo quaderno hanno deciso di frequentarli con atteggiamento interattivo, è scaturita una scrittura mentale e poi lessicale sotto forma di *appunti* di rivisitazione degli argomenti ascoltati che valeva la pena di essere conservata. Accadeva però che gli appunti invitavano ad un approfondimento dei temi principali, la cui conquista era possibile attraverso *letture* complementari di scritti eccellenti di autori di grande fama. Questa miscela di seminari, appunti e letture vede ora la luce di una pubblicazione sotto forma di quaderno e rappresenta di fatto il *diario di un apprendistato* reale da parte dei redattori e di apprendistato potenziale per tutti coloro che si sentono attratti dalle tematiche che spaziano tra le neuroscienze e la robotica.

*cenacolo s'è fatto
che ancora insieme
d'evolvere l'idee
è vita d'uomo*

B.14 Il primo punto di contatto si verificò sul nome di Kenneth Craik e sul suo contributo alle scienze cognitive. Entrando nella stanza di Antonio, in alto sulla destra, quasi vicino alla finestra, c'è un cartoncino su cui è stampata la scritta Kenneth Craik (1943).

*d'interferir le differenze
a risonar le note
fa mille sentimenti*

La data rappresenta l'anno di pubblicazione del libro *The Nature of Explanation* di Craik e l'anno di nascita di Antonio Botticelli. Chi abbia pensato e realizzato lo strano, ma assai legittimo accostamento, non è rimasto nei registri della storia: o, almeno, nella memoria di Antonio. Vale la pena allora di spendere poche parole sullo scienziato inglese, psicologo ma anche ingegnere aeronautico. K.W.J. Craik, in polemica con i fondamenti del comportamentismo vigenti all'epoca, sosteneva che convinzioni, finalità e passi di ragionamento costituiscono valide componenti di una teoria dei processi di apprendimento umano in stretta analogia con alcune variabili di stato della termodinamica dei gas. Per esempio, pressione e temperatura costituiscono grandezze operative e misurabili nello studio dei gas, a dispetto del fatto che le molecole costituenti l'aspetto microscopico del gas non siano descrivibili dalle grandezze fisiche macroscopiche suddette (pressione e temperatura). Craik sosteneva che la mente umana funziona nei seguenti tre passi conoscitivi:
(i) lo stimolo esterno deve essere tradotto in una rappresentazione interiore;

*d'indizio
so' penetrato*

(ii) questa rappresentazione viene elaborata da processi mentali al fine di derivare nuove rappresentazioni interiori;

*d'indizio solamente
l'intero ambiente espande
che qui
dentro la pelle
diviene*

(iii) queste ultime sono, a loro volta, ritradotte in azioni.

*scene che mente emerge
e poi seguendo e precedendo
ad uguagliar conduce*

*ad evocar le parti
del sequenziar dei quadri
traguardo appresso a traguardo
ad uguagliar concreto
move le braccia*

In una visione complessiva e globale, la concezione di Craik e i processi mentali di Antonio rappresentano una sorta di formulazione duale, vale a dire complementare, del principio di indeterminazione di Werner Heisenberg, uno dei padri della meccanica quantistica.

*le mille scene ad incontrar nella mia mente
che a concertar di sentimento
della realtà
rende alla pari*

*di mille scene
sono d'intento
che poi
non ho deciso niente*

*e mille scene
e mille storie
e mille vesti
e di volar d'esser soggetto
a colorar di dentro
di volta in volta
sono diverso*

B.15 Secondo quest'ultima, e in netto contrasto con la fisica classica, l'osservatore entra in versione partecipe della specificità del mondo fisico. Il mondo osservato diviene il risultato di una interazione tra lo scienziato (e i suoi strumenti di misura) e il mondo esterno.

La realtà oggettiva smette di esistere (o semplicemente di sollevare interesse di studio) in quanto non percepibile dall'osservatore.

Lo scienziato perde il ruolo di spettatore per acquistare quello di elemento attivo all'interno del sistema studiato.

*il riverbero della realtà
e non mi accorgo del racconto della mia
immaginazione*

*storie che ognuno
d'interpretar si vive
che della realtà è solo l'idea*

Con lo sviluppo della meccanica quantistica, e in particolare con il principio di indeterminazione di Heisenberg, il ruolo dell'osservatore diviene una componente ancora più fondamentale della teoria fisica, una componente essenziale per definire un evento.

La mente dell'osservatore si rivela un elemento necessario della struttura della teoria.

*tabula rasa e scatole cinesi
che al divampare d'esse
fuori di spazio
dentro lo specchio
del simulacro
faccio movenze*

Qui entra in gioco il "modello della mente" secondo Craik. Se, in fisica relativistica e quantistica, l'osservatore diventa partecipe connaturato nella specificità del mondo fisico, la dichiarazione fenomenologica può essere ribaltata, in una sorta di dualismo o complementarità dello stesso principio.

B.16 La mente dell'essere umano smette di essere soltanto una realtà neuronica (oggi diremmo "connessionistica") e diventa riflesso del mondo esterno che, con i suoi processi fisici, perturba lo stato chimico-fisico in un continuo divenire dinamico.

In altre parole, noi esseri viventi siamo ciò che percepiamo e/o abbiamo percepito in un lontano e prossimo passato.

In conclusione, la mente è rappresentata in gran parte dal nostro cosiddetto "vissuto".

*nel confine della mia pelle
ed il tempo decade
divengo altrove
teatri ed autori
interpreti e comparse
altrove
ma il mio corpo è qui
tempo che vivo adesso
dalla mia mente
scie che mi precedono istigandomi in vivide
 commedie
soffro insulti e pregi
mi allontanano e non mi accorgo
dissentito e sento quando nessuno è intorno
scene che scene incontrano
il corpo mio
e la maldestra capacità di pensare*

Questo non trascurabile risultato ha rappresentato una pietra miliare, il primo passo della vera cooperazione e collaborazione con il Gruppo di Frascati. Una base comune sulla quale cominciare a lavorare per costruire un futuro tuttora ancora inimmaginabile.

*spazio ch'attende
creare il dopo

e vivo attuale
che a rigenerare il prima
genero il dopo*

Dopo questo evento di "docking", il seminario del mercoledì mattina smise magicamente di diventare un duro dovere di metà settimana e cominciò a rappresentare anche per me (per Sandro lo era già da un pezzo) un ginnasio o una palestra di esercizio mentale: uno stimolo e uno sprone a trovare materiale di repertorio da condurre sotto gli occhi di Antonio per dimostrare come le sue intuizioni fossero in linea con le avanguardie del resto del mondo.

*che d'alveare
fa sodalizio
che ognuno a ognuno
fa da vedetta
e poi commilitone*

*di sodalizio
e non di numerosità
si fa l'impresa*

B.17 Tuttavia, Antonio non ama leggere. Peggio ancora, Antonio non gradisce assolutamente venire a conoscenza del fatto che alcune sue affermazioni sono state già pensate, formulate e scritte da altri autori. Se è di cattivo umore per motivi contingenti e ambientali, sottolineare che i suoi pensieri sono validi perché corroborati da alcune grandi figure di scienziati viventi e passati può condurlo sulle soglie della volontà di distruggere Sansone (lui) e tutti i filistei (noi). Un lungo e paziente lavoro diplomatico di intermediazione, alla Dag Hammarskjold, da parte di Sandro servì a sanare la lacerante controversia che io avevo ingenuamente provocato, pensando di fare operazione gradita ad Antonio. Si stabilì che la citazione di pensatori illustri, in materia di argomenti trattati durante il seminario del mercoledì, sarebbe stato motivo di onore e non di demerito.

B.18 Olocontrollo emulativo, intelligenza sintetica, le tate, i flauti, la benzina, la autonomazione, le piazzole, il sistema di sviluppo, la pergola, le forze gravitazionali e così via.

Una delle maggiori difficoltà nella comprensione delle parole di Antonio è di carattere lessicale: costui fa infatti uso di vocaboli a dire poco non ortodossi e di neologismi in contesti completamente eterogenei rispetto ai contenuti fino a quel punto espressi. Si percepiscono in tal modo salti e discontinuità che ricordano le pellicole di una volta nei cinema di periferia dove, per accorciare la durata degli spettacoli pomeridiani, veniva lasciato fuori metà o un intero rullo.

Il filo logico della trama veniva assolutamente compromesso quando non assassinato, risultando incomprensibile anche al più attento risolutore di giochi linguistici ed enigmistici. Per coloro che assistevano ai seminari di Antonio la sindrome era quella delle case a molti piani costruite con le

carte da gioco: quando si era ormai affermata una metafora costruttiva di interpretazione personale della trama esposta da Antonio, la comparsa di un "bradisismo lessicale" dello stesso Antonio gettava al vento l'utopico sogno proibito eretto a comprensione di una intera parte del seminario. Tuttavia le solide motivazioni, l'entusiasmo fresco e giovanile, la grafica aggressiva ma sempre convincente disegnata con i gessi colorati sulla lavagna, la costante pertinacia di Antonio vincono sistematicamente la gratitudine e la fedeltà degli ascoltatori delle più diverse estrazioni culturali. Si esce sempre dai seminari con la convinzione, quanto mai veritiera, di avere imparato molto. E il sottoscritto può confessare di non avere mai letto tanto in vita sua, quanto nel periodo innescato dall'inizio dei seminari di Antonio.

Sempre alla ricerca di qualche grande protagonista della storia del pensiero scientifico in grado di mettere sotto la lente del microscopio il materiale trattato *a ferro e fuoco* da Antonio durante le due ore (dalle 10 alle 12) nella sala riunioni del mercoledì mattina.

B.19 Lo schema di pensiero e di apprendimento, ideato da Antonio, fa uso intensivo e assai originale del concetto di "realtà virtuale". Al di fuori e al di là del banale ruolo edonistico di un virtuale che tende a materializzare i leciti e gli illeciti desideri dell'uomo e del suo tempo libero, la fisiologia del "virtuale" messa in operazione da parte di Antonio ha connotati strettamente esecutivi e strategici.

Il modello virtuale di Antonio costituisce infatti la connessione tra la realtà esterna, in altre parole l'ambiente, con il "modello mentale" di rappresentazione di tale ambiente.

*d'argilla ho fatto ambiente
ma d'esser dentro a modellare
dimentico
l'uscita*

*che di formarsi dentro
nella mia pelle
a modellar presente
pezzi d'antico
collando stampo*

*di prospettar l'intera storia
che quel che faccio adesso
a modellar la scena
parte ne faccio*

*ad inventar bugie
so'nati progetti
che poi nel tempo
opere son divenute*

*e d'animar bugie mi presi d'allora
ch'adesso scopro d'esser progetti
e a disegnar l'isole mancanti
isole creo*

Achille (la mente) insegue la tartaruga (l'oggetto del desiderio) senza potere mai raggiungerla, pur essendo dotata potenzialmente di una maggiore velocità di base, come dichiarano in gergo gli specialisti dell'atletica leggera. In questi termini, la vita è caratterizzata staticamente da alcuna forma di "essere", è invece un continuo "divenire". Non acqua, non aria, non terra: ma fuoco, come trasformazione chimico-fisica di materiali, presenti a un certo istante e poi scomparsi per sempre in altri stati di aggregazione.

*io voglio scorrere come l'acqua
la mente vuole gelarsi come cristallo
il sole mi dà ragione
le nuvole torto*

scene nelle quali mi trovo scorrere

*lo scorrere della mia mente
gioco che mi lascio vivere come un regalo*

B.20 Il secondo punto di contatto tra il mondo intellettuale autonomo di Antonio e la grande tradizione della scuola cibernetica si è verificato sul concetto di "differenza" e sul suo contributo informatico alle scienze

cognitive. La nozione più fondamentale della cibernetica è infatti quella di "differenza", sia a proposito di due oggetti riconoscibilmente differenti, sia di una grandezza che muta con il trascorrere del tempo.

*e nacque il premio
che di differenziale
tra quanto dentro e quanto fuori
a coincider
quiete diveniva*

*virtualità e virtualità a confronto
che di differenziar
fanno gl'umori*

*che di girar
ruota di mente
porta messaggi
e di differenziar polarità
d'effetto
fa notazione*

*che del differenziar scene evocate
a strumentar del vegetale
scorre concerto*

*a partir ragionamento
scena è scomposta
che di differenziar* d'addendi (*vita
evocativa)
mille piccoli umori* (*vita vegetativa)
fan nuvolaglia*

*storia s'accesa
e di differenziali
fin lì
s'accresciuta*

All'alba l'oscuro cielo notturno si trasforma in azzurro cielo diurno in presenza della luce solare. Siamo in presenza di un cambiamento, di una mutazione. Al tramonto l'azzurro cielo diurno si appresta a diventare l'oscuro cielo notturno. Siamo in presenza di un cambiamento inverso al precedente, di una mutazione che scambia lo stato iniziale in stato finale, nel primo caso, e lo stato finale in quello iniziale, nel secondo caso. Quando ogni elemento dello stato iniziale è presente, anche se in ordine differente, nello stato finale e viceversa, allora la trasformazione presenta la proprietà cosiddetta di *chiusura*.

B.21 Quasi tutte le realizzazioni tecnologiche ideate, progettate, realizzate e messe in funzione da Antonio sono basate su un dispositivo originale denominato "visio". Il sistema è sostanzialmente autocorrettivo: l'autocorrezione implica un procedimento, per tentativi ed errori, di minimizzazione della "differenza" tra due opportune grandezze. Come si articola questo procedimento? Un approccio può essere ottenuto tramite monitoraggio continuo della "differenza" tra ciò che sta accadendo (A) e un criterio di riferimento di ciò che dovrebbe accadere (B). La discrepanza tra le due grandezze fisiche appena menzionate alimenta un controllo di retroazione che conduce verso una riduzione della "differenza" numerica.

*a favillar le differenze
d'interferir di scene
fa germi di moto*

*che differenza avviene
tra adesso e là
e debbo aggiornare*

Si è già detto che le macchine, progettate e realizzate dal Gruppo di Frascati, avevano del prodigioso. Tuttavia, dietro la loro brillante concezione, esse nascondevano ancora due gemme creative del lavoro di Antonio: (i) tutte le realizzazioni, così diverse nelle finalità e differenziate nella tipologia (saldatrici laser, stent endocoronarici, macchine di ausilio a non-vedenti, gru anti-oscillazione e così via), avevano il *medesimo* strumento-guida; (ii) contrariamente a tutte le tecniche di controllo automa-

tico, caratterizzate da quantità macroscopiche di software esecutivo, le macchine di Antonio non contemplavano l'uso di software.

B.22 La chiusura del glorioso anno 2001 è stata festeggiata il 28 dicembre (a nove mesi dal fatidico 28 marzo) nella casa *in fieri* di Antonio a Montecompatri. C'era il gruppo quasi al completo. Sandro Taglienti, più taciturno che mai, in una fredda mattinata durante vacanze appena post-natalizie caratterizzate da uno strano connubio tra matrimoni e visite di musei dell'antica Roma in zona campana. Armando Guidoni, *master of ceremony* nella sua Montecompatri, salutato e riverito da tutta la popolazione, era giulivo e gaio, qualche nota più in alto del suo abituale pentagramma esistenziale. Marco Battaglia, progettista elettronico, insonne (*Bohemia after dark*) chitarrista elettrico di R&B, sensibile ed agitato tifoso di una Roma calcistica sempre alle soglie di diventare grande. Consuelo Zampetti, che invece da grande vorrebbe diventare una biologa come la sua amatissima Helena Curtis autrice di uno dei più famosi testi universitari sulla materia oppure una cantante di blues come la sua sorella di sangue Janis Joplin. *Last but not least*, la casa di Antonio che procede a stadi successivi come, da sempre, i suoi versi, la sua musica e le sue elucubrazioni scientifiche: essendo per Antonio, le tre attività assolutamente inscindibili. Tra la solita, folle abbondanza di caramelle, cioccolatini, torte e dolci vari, l'anno si chiudeva in allegria sincera e grandi propositi: esistevano tutte le premesse per un 2002 di impegnativo lavoro.

Epilogo. I primi due mesi del 2002 avrebbero poi regalato notevoli scoperte e gratificazioni bibliografiche. La lettura di due libri di Gregory Bateson sulla mente e di un trattato introduttivo alla cibernetica di W. Ross Ashby decretavano infatti il successo ufficiale della politica scientifica di Antonio sia nel caso del "modello mentale" sia di quello della "differenza". I dettagli del ritrovamento e della attinenza di questi importanti reperti della archeologia bibliografica del pensiero neuroscientifico sono riportati in altra sede. Qui, è importante sottolineare come le problematiche di Antonio avevano non soltanto affrontato e messo a fuoco autonomamente questi grandi temi, rintracciabili soltanto, e con qualche astuzia degna del miglior Heinrich Schliemann, nella più che specialistica ricerca bibliografica, ma proposto e, a volte realizzato, anche soluzioni di tipo pratico, tecnologico e industriale.

C. LA SCUOLA DI FRASCATI: ANNO 2002

C.1 Otto giorni in una soffitta: le mie letture preferite. Ho sempre adorato le antologie, fino dai miei primi libri scolastici. Una antologia non è un libro, è tanti, molti libri. È quasi un libro che contiene tutti gli altri libri. Se ci pensate, tutti i grandi libri della storia della letteratura sono una sorta di travestimento camuffato di una antologia di brani preferiti dall'autore del compendio stesso.

*che d'esperienza
letta nel tempo
ad evocar
si scorre totale*

*diversi fiori per lo stesso stelo
ad unico ritratto*

La constatazione vale per i libri di storia delle religioni (Bibbia, Talmud, Corano), delle creature viventi (Fedro, Esopo, Cervantes), per le enciclopedie della scienza (*Naturalis Historia*, *De Rerum Natura*, *Liber Abaci*), per i sommi poemi lirici ed epici (Iliade, Odissea, Eneide), per il teatro (Shakespeare, Goldoni, Pirandello) e per il cinema (Pastrone, D.W. Griffith, Eisenstein), per la radio e la televisione. L'antologia funziona come esercizio della memoria, prolungamento delle sensazioni, elasticità delle emozioni, collegamento fuori dallo spazio e dal tempo tra personaggi di epoche diverse. È come se il compilatore di un particolare brano scrivesse una lettera personale al lettore. Possedere una antologia è come ricevere posta, più volte, ogni giorno, per tutto il corso della vita.

*a ripassar di mille scene
che a ritrovar moto da dentro
sia d'alimento*

Essere stato invitato da Sandro Taglienti a seguire i seminari del Gruppo di Frascati (Antonio Botticelli, Armando Guidoni & Co.) ha rappresentato per me il ritrovamento di una magnifica antologia vivente, con le sue qualità intrinseche di nozioni originali, problematiche nuove e soluzioni filo-

sofiche e tecnologiche inimmaginabili. Questo *tableau vivant* di talenti ha inoltre innescato la fiamma per il recupero e la riappropriazione di tutto il mio bagaglio antologico precedente, con una rilettura critica di quanto avevo letto e scritto in proposito.

*che di trovar dentro il mio archivio
a rimontare i pezzi
di risonar l'accrescimento
virtualità
dentro mi veste*

*da un argomento all'altro
posso passare
che d'unità
resto nel centro
e d'animar faccio l'autore*

*lavagna adatta
e l'argomenti miei a comporre*

Non è questa la sede per ripercorrere tutte le tappe di questo *revival*, ma appare sicuramente utile accennare alle direttive principali del cammino, in termini di alcuni temi sostanziali. Esse sono: (1) come la biologia ha sostituito la fisica sul trono della regina delle scienze; (2) come e perché la fisica ha rifiutato di occuparsi di problematiche organiche e, a differenza della chimica, è restata sostanzialmente una disciplina *inorganica*; (3) come e in quale modo la cibernetica ha efficacemente interpretato un ruolo di supplenza sulla cattedra lasciata vacante dalla fisica; (4) come la meccanica quantistica sia entrata prepotentemente in gioco, non è ancora il momento di stabilire se vincente o perdente, in tema di neuroscienze, soprattutto nelle problematiche che riguardano la vita, l'apprendimento, le intenzionalità della mente, gli stati di coscienza ordinaria ed extra-ordinaria.

Nei paragrafi che seguono, la narrazione degli avvenimenti avvenuti nel gruppo di *Teoria e Prassi della Conoscenza*, durante i primi tre mesi del 2002, si alternano con *flash* antologici sui quattro temi appena citati.

C.2 L'uomo modifica e prolunga la natura. Circa un milione di anni fa, viveva in Africa una creatura che non si sa se definire uomo o scimmia. Era l'Australopiteco. Lo studio del suo scheletro ci dice che probabilmente camminava eretto e che il suo cervello era di notevole formato. Tuttavia queste circostanze non provano ancora che avesse intelligenza umana - in altri termini - *se pensasse*. Ora, accanto a numerosi scheletri di questi esseri, sono stati trovati scheletri di babbuini, i quali mostrano chiaramente di essere morti in seguito a colpi di pietra che avevano sfondato il loro cranio. Qualcuno, probabilmente l'Australopiteco, li aveva uccisi, non a colpi di zanne o arti-gli, ma *usando uno strumento*. Questi strumenti sono stati trovati e sono sassi con una scheggiatura irregolare, forse dovuta ad artificio, forse effetto di un'azione regolare. Non sappiamo se l'Australopiteco abbia *costruito* oppure *trovato* questi ciottoli fuori dell'ordinario. Tuttavia, primo tra tutti gli esseri apparsi su questo pianeta, muovendosi in un mondo di esseri ed eventi totalmente estranei, a un certo punto ha osservato in modo nuovo un oggetto e lo ha *interpretato* come strumento. Ne ha fatto un prolungamento delle sue possibilità naturali, gli ha conferito una funzione, gli ha impresso una direzione. L'Australopiteco aveva trovato un sasso e aveva *inventato* un'arma.

*di carne intelligente
son gl'ologrammi
che d'uguagliar tra dentro e fuori
sono le mosse*

Per un momento aveva saputo vedere il sasso isolato dal suo contesto naturale, l'aveva spogliato dalla sua natura di sasso, l'aveva integrato a un proprio progetto.

*ad isolar memorie
so' divenuto
di fronte ad esse*

d'accumular primordio umore (*di vita
vegetativa)
ad isolar di fondo bianco
di trasparenza* (*figurazione evocativa)
rendo netta la vista*

Nelle sue mani, il sasso era diventato un oggetto artificiale, divelto dalla natura circostante e ricondotto in un altro ordine.

*che stesso linguaggio
reticoli tutti emergono ologrammi
quelli d'eredità cablati
e quelli d'intelligenza creati*

E, nel frattempo, la natura era cresciuta di qualcosa, si era arricchita di una nuova possibilità. L'Australopiteco era dunque un uomo, perché soltanto l'uomo sa violentare la natura attraverso l'atto ricostruttivo della tecnica proprio per allargare i confini della natura e continuarne l'opera.

*tra l'universo e poi la vita
l'intelligenza è in mezzo*

Perché l'uomo, tra tutti gli animali, è l'unico che inventi. O, se la definizione appare troppo dogmatica, noi intendiamo definire come uomo quell'animale che si dimostra capace di inventare e cioè di modificare l'ordine della natura mediante l'uso di strumenti.

*d'intelligenza
l'uomo s'è fatto
che di partir d'altrove
sostituir l'andare
s'aggiunto l'ideazione*

Che l'uomo sia un animale che pensa siamo tutti d'accordo. Nessuno vuole negargli il diritto di possedere un'anima.

*a coniugar con fuori
d'intelligenza scorre la mente
e d'assistere
chi n'è il soggetto*

Ma quanto l'uomo pensi lo apprendiamo soltanto dagli atti esterni con i quali denuncia il suo lavoro mentale. Quando poi il primo uomo abbia cominciato a

pensare è assai difficile da stabilire. Possiamo però affermare che il primo essere che ha inventato uno strumento ha sicuramente pensato, sia pure in modo oscuro, appesantito dall'istinto. Il castoreo e l'ape, la formica e la rondine sono indubbiamente animali costruttori. Tuttavia ciò che li differenzia dall'uomo non è tanto il fatto che essi non usino strumenti, affidandosi alle loro uniche risorse fisiche, quanto il fatto che da quando sono apparsi sulla scena del mondo essi - che pure sembrano modificare ogni giorno la natura - non hanno mai modificato il loro modo di modificare la natura.

*reticolo cablato
d'ologramma mappa su pelle
chiede forma d'appoggio
e a ricolmare quanto d'inganno
rende mancanza*

*che d'esser cablato il tutto
d'evoluzione
fino ad ognuno
di patrimonio
ha reso*

I loro nidi, le loro celle, le loro tane sono sempre uguali, fanno parte esse stesse della natura come le secrezioni filamentose del baco da seta. L'uomo ha invece impugnato una pietra per difendersi da una belva, per spezzare un guscio, poi ha migliorato il suo strumento, quindi ha costruito strumenti per realizzare altri strumenti. Il suo rapporto con la natura è stato progressivo.

*che di corredo
per me
tal percorrenza
a centratura
era cablata*

*d'eredità dell'homo
cablato è il corpo mio
che poi
l'armo d'idee*

Oggi non è ancora finito. Quando finirà non sarà più uomo. (Umberto Eco & G.B. Zorzoli, *Storia Figurata delle Invenzioni*, Bompiani 1961)

*a capir la pelle da dentro
di trapassar di sguardo all'universo
socchiuso
sono d'immenso*

vorrei tanto che fossi

C.3 Le dodici affermazioni che hanno sconvolto il XX secolo. È un numero unico, e fuori serie, della rivista francese *Sciences et Avenir*, intitolato *Les Grandes Idées du Siècle* e sottotitolato *100 Ans de Science*. Sulla copertina spiccano otto foto in *close-up* formato tessera delle grandi menti del XX secolo, corredate da otto frasi assai succinte che esprimono alcuni pareri probanti di queste speciali intelligenze, non tutti di fisici ma di personalità assai vicine alla fisica oppure che hanno influenzato in qualche modo il mondo della fisica. Vediamole nell'ordine di presentazione fornito dalla rivista stessa.

(i) *Non siamo soli nell'universo.* Sono parole di Carl Sagan, astronomo americano (1934-1998), studioso delle origini della vita e di atmosfere planetarie, ricercatore di segnali radio provenienti dallo spazio. Grande divulgatore scientifico e autore di trasmissioni televisive in tal senso.

*d'entrar nel tempo
del provenir da sempre
sono nel piano*

*e d'osservar del luogo silenzioso
storie ricordo
e di cercarne le radici
dell'una e poi dell'altra e l'altra ancora
c'è solo il ceppo
che nella terra
è solo appoggiato*

(ii) *Siamo pilotati dai nostri geni.* Lo sostiene Francis Crick, biochimico britannico, (1916-vivente) premio Nobel 1962 in medicina e fisiologia con James Watson e M.H.F. Wilkins per la scoperta della struttura a doppia elica del DNA.

*milioni di anni dentro di me
realtà di sempre*

*e di concatenar dei geni
poi fu
del corpo mio
la vita*

*che poi
storie diverse
nella mia mente del corpo
sedimentar m'ho fatto
e di destrezze mie
d'interpretar
scorro di scena*

(iii) *Il pensiero è limitato.* È una affermazione di Kurt Goedel (1900-1949) matematico tedesco, il quale sostiene che la coerenza di un sistema formale è indimostrabile all'interno del sistema stesso, ponendo così un limite all'attuale concetto di decidibilità.

*ad evocar la scena e le sue parti
anche il mio corpo
torna di copia*

(iv) *Il nostro pianeta è minacciato.* Sono parole di Hans Jonas, filosofo tedesco (1903-1993), allievo di Martin Heidegger. Il fulcro del suo pensiero gnostico è centrato sulla possibilità di esistenza di una etica della civiltà tecnologica.

*culturalmente diversi
uguali dentro*

(v) *Tutto è relativo.* È la *summa* del pensiero di Albert Einstein (1879-1955), fisico tedesco-svizzero-americano, che all'inizio del XX secolo ha sovvertito l'ordine costituito della fisica del secolo precedente, gettando le basi della meccanica relativistica dei nostri tempi.

*dentro la spora
a scivolar d'ambientazione
che l'ologramma rende*

(vi) *Il futuro è imprevedibile.* È quanto afferma il meteorologo Edward N. Lorenz (1927-vivente), tedesco poi americano, esperto di modelli dinamici che ha illustrato le ragioni teoriche secondo le quali alcuni fenomeni fisici, non soltanto meteorologici, non possono essere anticipati con certezza.

*ad incontrar colui mi vado
che storia sua di dentro
di stessi addendi miei
diverso configura*

*d'addendi messi in storia
gli stessi
mille ne fanno*

(vii) *Ogni situazione è precaria.* È una dichiarazione di René Thom (1923-vivente), matematico francese, inventore della teoria delle catastrofi, fondamentale modello matematico per la trattazione di fenomeni di natura discontinua.

*il tempo era uno soltanto
poi discontinuità m'è nata
entrate e uscite
corridoi e porte in mezzo
che a disgregar solai e pavimenti
d'uscir quando l'incastro
di sovvertir la verità
son stato capace*

(viii) *La natura è inconoscibile*. Affermazione di Werner Heisenberg (1901-1976), fisico tedesco, enunciatore del *principio di indeterminazione*, che ha avuto notevoli conseguenze nella speculazione filosofica sul rapporto tra sperimentatore e l'oggetto della sua osservazione.

*specchio con specchio appronto
che a disegnar conferma
virtualità promette*

*che d'uguagliare me davanti allo specchio
confondo d'essere me*

All'interno della rivista, le dichiarazioni scientifiche diventano dodici: ecco le quattro proposte aggiuntive.

(ix) *Viviamo nell'era della comunicazione*. "L'informazione è tanto fondamentale quanto l'energia" sostiene Claude E. Shannon (1924- vivente), autore insieme a William Weaver di un libro pubblicato nel 1948 e intitolato *The Mathematical Theory of Communication*.

*discernimento ho perso
che quanto intorno
d'entrar nella mia testa
di rimbalzar d'archivio
a me la vista
monta d'unico schermo*

*di trasversalità è lo strumento
ma di capire
è come farne utilizzo*

(x) *Mai sottostimare l'avversario*. Fondatore e maestro della teoria della decisione, ecco quanto afferma John von Neumann (1903-1957), matematico ungherese poi naturalizzato americano.

Uno dei protagonisti del Progetto Manhattan, inventore dei calcolatori elettronici, autore insieme a Oskar Morgenstern del libro *Teoria dei giochi e comportamento economico*. Con il grande successo editoriale del volume, Von Neumann è diventato un personaggio prestigioso nelle stra-

tegie militari, nella speculazione finanziaria e nelle relazioni diplomatiche.

*e quel che fuori trovo
nella mia mente
forma si prende
che a coincidenza
tra dentro e fuori
d'equilibrar le scene
e faccio le storie*

*che delle frasi mie
e delle azioni
di volta in volta scopro che
a equilibrar le cose
faccio le cose*

(xi) *Ridurre significa anche impoverire ovvero Il tutto è maggiore delle singole parti che lo compongono.* Questo è quanto afferma Conway L. Morgan (1852-1936), zoologo e psicologo inglese. Ha elaborato la teoria della "evoluzione emergente", per la quale i gradi successivi dell'evoluzione non sono una risultante naturale e causale, ma qualcosa di nuovo e irripetibile.

*strade d'ognuno
che di partir da qui
d'andar nel dopo
mi mancherà il piazzale*

*e ancora avanti
quando al mio istante
d'altre mie scene
egli non c'è presente
fino a nel dopo*

(xii) *I sessi maschile e femminili sono stati terminali e funzionali.* Spesso definito misogino ("la donna è fatta per procreare") e fautore spinto della distinzione del sesso in due e soltanto due aspetti, Gregory

Pincus (1903-1967), medico americano, studioso di endocrinologia, ha sperimentato metodi di fecondazione *in vitro* e con successo il contraccettivo per via orale (estrogeni e progestina).

*d'eredità
l'homo
di separate membra
che femmina e maschio
d'unificar completo
danza d'umori
guidando
s'accompagna*

*e fu d'allora
che quando ancora bimbi
ad imparar da femmina e da maschio
di palestrar diverso nei percorsi
di metamorfosi incontrammo*

*di ritrovarmi dentro suoni di maschio
ch'ella
di femmina l'avverte*

*primordio ciclo del corpo
che maschio
a coniugar femmina
di progredir
s'accede*

C.4 La terra vista dalla luna. Incontro e decisioni con Carla Micheli. I due libri *What is Life?* La biologia passata, presente e futura nel pensiero critico e creativo della fisica. Significato della metafora "la terra vista dalla luna", anche alla luce di *Gaia* di James Lovelock in acquisizione assai blanda iniziale, sicuramente non cibernetica. Il primo a trattare l'aspetto fisico delle cellule. è il testo *What is Life?* (Che cosa è la vita?), saggio di Erwin Schroedinger, premio Nobel per la Fisica, che costituisce uno dei grandi classici scritti sulla scienza del XX secolo.

*d'esercitar la vita
so' l'esercizio*

*certamente vivente
scoprirò la vita*

i primordiali segni (*vita vegetativa)
e il dar risposta ad essi
di vita mentale*

*d'espander vita vegetale
substrato
uno sull'altro
a intersecar luminescenza
avvampa spazio di dentro*

*albero della vita
e d'essere in esso*

È stato concepito per la divulgazione, ma con il passare degli anni ha dimostrato di essere una pietra filosofale per la nascita della biologia molecolare e la susseguente scoperta del DNA. *What is Life?* compare spesso insieme a *Mind and Matter* (Mente e Materia), saggio del fisico austriaco che indaga sulla relazione che ha spesso eluso e incuriosito i filosofi fin dai tempi antichissimi della disciplina.

tutta una vita da zigote

*che a seguitar la connessione
la biologia regge la vita*

*che ancora adesso
di macchinar
continuità di vita
rende*

*che germe
a proseguir la vita
dentr 'homo
ancora e ancora nasce*

In questa ristampa, i due saggi sono accompagnati da *Autobiographical Sketches* (Appunti autobiografici), una sorta di diario schematico dei vari periodi della vita di Schroedinger, racconto affascinante che opera da sfondo e anticipazione dei suoi scritti scientifici.

La prefazione del grande scienziato inglese Roger Penrose colloca la figura del fisico austriaco nella giusta dimensione storica del secolo. (Erwin Schroedinger, *What is Life? with Mind and Matter & Autobiographical Sketches*, Foreword by Roger Penrose, Cambridge University Press 2000). *Questo libretto è una gemma sotto molti aspetti: si legge in poche ore ma non si dimentica per tutta la vita* (Scientific American). *In questi tre libricini ES ha trasmesso per iscritto ai posteri, in modo chiaro e conciso, la maggior parte delle istanze concettuali che assalgono gli scienziati tesi a intraprendere la conoscenza dei misteri della vita. Questo volume che raccoglie i tre testi dovrebbe essere lettura obbligatoria per tutti gli studenti e gli appassionati* (Paul Davies).

C.5 Michael Murphy: chi è costui? Pochi americani hanno fatto più di Michael Murphy per promuovere l'esplorazione del potenziale umano. Mantenendo la modesta coerenza di un (falsamente) basso profilo professionale e un atteggiamento di quasi totale riservatezza,

*sommessamente nel mondo
di nascosto avrei esercitato la mia universalità
poi pian piano mi hanno scoperto
e mi chiamano liberto*

per circa tre decenni Murphy ha studiato e lavorato al centro della ricerca del mondo occidentale nell'ambito di tematiche di espansione della consapevolezza e di accrescimento delle capacità fisiche e mentali.

*d'esser completo ognuno
di sé e del corpo
che poi d'oblio
solo meccano*

*a ritrovar completamente me
qualcosa manca
e a riparar so' sempre andato*

d'esser completamente qui

L'interesse di Michael Murphy (MM) per l'evoluzione umana è stato innescato agli inizi degli anni '50, mentre era studente di filosofia alla Università di Stanford, ricco e privilegiato *campus* privato nel retroterra della penisola di San Francisco. Scoprendosi disincantato dalle limitazioni della filosofia occidentale e dalla tradizionale vita universitaria, MM decise di intraprendere un viaggio in India, dove cominciò il suo serio e accurato studio di psicologia, filosofia e altre discipline orientali di trasformazione quali la meditazione e lo *yoga*. È stato durante questo periodo che gli si presentò l'occasione di diventare allievo di meditazione di Sri Aurobindo Ashram nel sito di Ponticherry. Dopo il ritorno negli USA e la non interrotta pratica di lunga meditazione giornaliera, ebbe l'ispirazione di fondare lo *Esalen Institute* presso Big Sur, in California. Orientato inizialmente come centro per esplorare "quelle tendenze di istruzione, religione, filosofia, scienze fisiche e comportamentistiche che pongono l'enfasi sui valori e le potenzialità dell'esistenza umana".

*e d'eremiti incontri
gli occhi ancora mai gli uni negli altri
a confermar d'esistere presenti*

*il foglio bianco
e poi l'idee
e quanto intorno
ma d'anima me
muto m'avverto*

*vita d'idee
che a navigar dentr 'esse
per tanto tempo
d'esistere credetti*

*globalità d'esistere
che discontinuità
non c'è*

Durante i due decenni successivi, Esalen si è talmente sviluppato da assumere un ruolo di *leadership* di grande successo (anche mondano) tra gli istituti del suo genere, sede di seminari e convegni su tutti gli aspetti delle trasformazioni umane per migliaia di studenti e ricercatori provenienti da tutte le parti del mondo. MM è stato presidente dell'istituzione fino al 1973 e rimane tuttora segretario del comitato dei fiduciari dell'organizzazione.

In anni più recenti, MM ha spostato il fuoco dei suoi interessi sul corpo umano e i suoi latenti potenziali di funzionalità amplificate e prestazioni ad alto livello in condizioni ordinarie, straordinarie e di *stress* estremo. La curiosità di MM lo ha indotto alla creazione del *Transformation Project*, messo in operazione nel 1976 come programma di ricerca computerizzata per esplorare, compilare e analizzare informazioni su comportamenti eccezionali del corpo umano mediati dalla mente.

*d'andar nel tempo mio
che della mente mia l'appreso
a guidar s'è stato e stato*

*ma della mente mia
ancora non l'utilizzo
che d'emozioni eseguo l'intento
senza capire*

*d'attraversar la mente mia
scendo memoria
fino a prima che fosse*

*d'abitator dell'universo
dentro le scene
son divenuto
che nella mente mia
han preso spazio di tutto*

Questo affascinante coinvolgimento lo ha condotto ad analizzare tutti gli sforzi massimali esercitati dal corpo umano, dagli sport di tutti i generi fino ai fenomeni psichici. I risultati di queste ricerche sono raccolti in libri che hanno riscosso successo di critici e di pubblico come *Golf in the Kingdom*, *The Psychic Side of Sports* e *Jacob Atabet: A speculative fiction* (Celestial Arts 1977). L'ultimo grande successo come curatore è il volume *What is Life? The Next Fifty Years*, una sorta di continuazione ideale del famoso e omonimo libro scritto da Erwin Schroedinger negli anni '40 e così via.

C.6 La nuova regina delle scienze. Lettura critica del libro *What is Life? The Next (Last) Fifty Years*, edited by Michael P. Murphy and Kuke A.J. O'Neill. A 50 anni dal libro di Erwin Schroedinger, la biologia è diventata l'imperatrice incontestabile delle scienze e il congresso degli esperti pronostica altri 50 anni di assoluto dominio. La biologia è la scienza del futuro, forse addirittura la biologia è il futuro del pianeta. Il libro *What is Life?* di Erwin Schroedinger ha avuto una tremenda influenza sullo sviluppo della biologia molecolare, stimolando scienziati come James Watson e Francis Crick a esplorare le basi fisiche della vita.

*e della dimensione
che fisicità galleggia
senza toccare
e d'incapacità
farne l'idea*

*fisicità è tutto il supporto
d'astratto sono l'idee
e poi m'ascolto tutto*

Gran parte delle attrattive del libro di Erwin Schroedinger è contenuta

nell'approccio diretto ai problemi centrali della biologia, vale a dire all'ereditarietà (tema prevalentemente genetico) e alla maniera in cui gli organismi usano energia per mantenere l'ordine dal punto di vista rigoroso della prospettiva fisica (tema sostanzialmente termodinamico).

*del corpo mio e delle cose intorno
fisicità s'è fatta nel tempo
che poi d'idee so' fatti gl'ambienti*

*fisicità d'appoggio al sentimento
che quegli strami
ad occupar volume mio
di confusione
vanno a condurre*

*cicli primordi
e la fisicità del corpo
che rende a far lavagna*

Al *Trinity College* di Dublino, dal 20 al 22 settembre 1993, 17 scienziati si sono riuniti per celebrare il 50enario delle conferenze dublinesi di Erwin Schroedinger. La *Cambridge University Press* ha pubblicato uno smilzo volumetto con gli atti del convegno e gli interventi di Ruth Braunzer, figlia di Erwin Schroedinger, di Christian de Duve, Jared Diamond, Manfred Eigen, Stephen Jay Gould, Hermann Haken, Stuart Kauffmann, James Kay, J.A. Scott Kelso, John Maynard Smith, Michael Murphy, Luke O'Neill, Roger Penrose, Eric Schneider, Eors Szathmary, Walter Thirring, Lewis Wolpert.

C.7 Da un *Manuale di psicologia generale* alla scoperta di Nikolai Bernstein. Linda Di Finizio ha svolto una tesi dal titolo "Il mantenimento e il recupero dell'attenzione nella terza età attraverso esercizi motori": presso l'ISEF (Istituto Superiore di Educazione Fisica) che è, nel frattempo, diventato IUSM (Istituto Universitario di Scienze Motorie). Due libri di Paolo Legrenzi: il *Manuale di Psicologia Generale* e la *Storia della Psicologia*, sono i due libri di base con cui mi sono avviato a uno studio ufficiale della materia.

I quesiti fondamentali erano: qual'è il dominio culturale della Psicologia? Quale il suo incontro con la Fisiologia del lavoro e dell'esercizio muscolare? Ringrazio Mario Gulinelli, Olga Yourschenko e la scoperta dei lavori scientifici e della vita di Nikolai Bernstein. Con la lettura di questo grande della scienza dell'URSS mi sono chiesto: il fisiologo è il perfetto psicologo?

C.8 Il regno degli animali visita il salotto televisivo di Giorgio Celli. Entomologo, etologo, ma anche scrittore di versi, divulgatore scientifico e autore di testi teatrali, Giorgio Celli sembra non temere il divario tra le due culture.

*bibbie e corani
favole che raccontano l'uomo
incuranti di esso affermano di lui
ma anch'io l'originale
e mi racconto da me*

*i racconti dicevano dell'uomo
essere uno di essi*

Per la prima volta, grazie a lui, ho visto in televisione un programma sugli animali, privo delle melensaggini antropocentriche

*e di coloro
che sugli scranni eran seduti
a provenir verso di me
solo parole*

della narrativa tradizionale e dotato invece di una caratura cibernetica in cui altre specie viventi con alle spalle molte generazioni più dell'uomo mostrano come si sono adattate per la sopravvivenza.

*la mia esistenza attraverso il volume della
materia
realtà che racconta realtà*

Un po' come se la sceneggiatura di La Natura

e le sue meraviglie,
e l'universo è acceso
e non ho fatto nulla
che a provenir dal gran silenzio* (**tabula
rasa*)
ero il disegno

splendidi documentari cinematografici degli anni 1940-50, l'avesse scritta Charles Darwin stesso e non Walt Disney. Ecco alcuni stralci di sue osservazioni di Giorgio Celli. "L'importanza di Darwin come etologo, e soprattutto come botanico, è stata spesso trascurata dai biologi, affascinati dalla stella polare della sua scoperta maggiore, ma è mia convinzione che, anche senza la teoria dell'evoluzione, il naturalista inglese sarebbe egualmente stato una delle figure scientifiche più eminenti del suo secolo. I suoi lavori di botanica sono vere e proprie pietre miliari ed è soprattutto riguardo ai rapporti tra insetti e fiori che Darwin ha dato il meglio di sé, tracciando le coordinate fondamentali e la mappa di un'alleanza che non esito definire gigantesca". "Fin dai tempi di Aristotele era ben noto che molte farfalle, e varie specie di api, frequentano attivamente i fiori. Tuttavia, soltanto dopo che i botanici chiarirono, a rischio di passare per pornografi, come questi ultimi fossero organi sessuali spudoratamente esibiti

*in ogni utero
è il prima di ogni male
il quando era ancora solo il bene naturale*

che si cominciò a comprendere il "contratto sociale" stilato tra la pianta e il suo visitatore". "In altre parole, si accertò che, solitamente, il fiore offre al suo interno cibo, sotto forma di granuli pollinici, una sorta di bistecca vegetale, e soprattutto nettare, un liquido profumato e zuccherino, vero distillato solare, secreto da ghiandole disposte strategicamente". "Tutto il grande gioco dell'impollinazione si svolge così. L'insetto visita il fiore per fare bottino alimentare e nel corso di questa operazione si impolvera il corpo di polline. Volando poi di fiore in fiore, funge da ponte aereo e consente che il materiale ereditario circoli tra le diverse piante della stessa specie. Il fenomeno riveste un'importanza biologica fonda-

mentale, perché, come scopri lo stesso Darwin, se i fiori, che sono per natura ermafroditi, fecondassero se stessi, tale consanguineità stretta riuscirebbe, a lungo andare, pregiudizievole per la sopravvivenza della specie". "Darwin, studiando a fondo i sistemi di impollinazione,

*a trapassare il tempo
l'albero della vita
ed il segreto che si porta dentro*

si convince ben presto che l'economia del rapporto fiore-insetto si fonda sull'offerta di cibo e questa sua presa di posizione gli consente di formulare una vera e propria inferenza.

Se per molti la previsione costituisce l'essenza stessa dell'operatore scientifico, Darwin ha colto nel segno".

C.9 Che cos'è la vita? di Erwin Schroedinger: problematiche gnoseologiche della fisica. Non è insolito che un grande scienziato esprima pubblicamente il suo punto di vista su questioni filosofiche e sociali. Attraverso il suo lavoro professionale egli ha sviluppato in estensione e in profondità il pensiero astratto;

*il tempo della trasparenza e il tatto
veli d'umore
cristalli e prigioni d'azioni
navigar l'idee sapendo dell'idee
coniugar concerti*

*e scivolar d'ambiente
che poi la mente aggiorna la scena
e di ficcar d'oltre l'atteso
a preceder l'oggetto
faccio per me la copia*

il desiderio di ampliare le conoscenze umane si estende naturalmente oltre i limiti posti dalla competenza scientifica specifica e dalla passata esperienza; infine il prestigio acquisito con scoperte fuori dell'ordinario fornisce facilmente un pubblico percettivo e attento a riflessioni di natu-

ra più generale.

*e del passare uno con l'altro le nozioni
di cucitura era l'andare
che a vorticar oltre gl'ingressi
era ottenere*

*e giusto
che a disegnar sulle pareti
d'intravedere l'oltre
l'imparo*

Parecchi fisici teorici di questo secolo, come Albert Einstein, Arthur Eddington, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, Harold Jeffreys, sovengono alla mente a questo riguardo. Quest'attività può essere vista nella luce di una concezione della scienza come "filosofia naturale", in cui tutte le parti della conoscenza sono integrate in un'unica visione del mondo.

*d'attraversar la vita
e a tragar dar dagl'occhi
m'immergo all'universo
che spettatore resto al teatro
e d'essere spazio
di postazione solamente
quel che sarebbe d'oltre le mura
assisto*

Questo libro di ES rientra nella tradizione umanistica tipicamente europea. I suoi interessi filosofici andavano oltre la speculazione su temi generali: essi costituirono la base della sua visione scientifica della fisica

*d'attraversar la vita
un corridoio lungo oltre la vita
tra prima e dopo
e a me passarci dentro*

e fornirono una motivazione per specifiche scelte di ricerca. La sua opposizione adamantina, ostinata e talora violenta, alla meccanica quantistica nella sua

interpretazione ortodossa aveva un fondo filosofico; un'opposizione paradossalmente in contrasto con il fatto che egli stesso, con i suoi fondamentali lavori degli anni 20, ad essa ha contribuito in maniera fondamentale e definitiva.

*di relativo vado
di cosa in cosa
che poi
a fare il cerchio
giungo alla terra*

*nel mezzo di una piazza sono
che relatività lontana
fermo m'avverto
eppure oggi
è molto più di ieri*

Secondo l'interpretazione corrente di questa teoria, non è possibile avere una descrizione completa del mondo fisico, nel senso che l'esito di certi esperimenti non può essere mai predetto con certezza, anche con misure anteriori arbitrariamente precise. La teoria fornisce soltanto informazioni probabilistiche, significative soltanto quando l'esperimento viene ripetuto un grande numero di volte. Non ha quindi senso chiedere alla meccanica quantistica quale è il meccanismo dettagliato che porta di volta in volta a un certo esito. Inoltre, la predizione probabilistica è ottenuta attraverso un formalismo matematico astratto (in linguaggio rigoroso, gli "operatori hermitiani in uno spazio di Hilbert") in cui non c'è traccia esplicita dello specifico strumento di misura effettivamente usato.

*di rimbalzar nella mia mente
quanto le cose entrando
forma e struttura
di risonar s'espande
e d'ologrammi
e di sequenze a far le vie
e degl'incroci
e dei dirupi
e d'ampi spazi*

son fuori e dentro

Sia Einstein sia Schroedinger condivisero il rifiuto di questa posizione agnostica e rinunciataria della meccanica quantistica. Il primo basava la sua opposizione con atteggiamento realista e razionale: "Esiste un mondo esterno e il suo funzionamento può essere compreso razionalmente".

voglio guardare il cielo

e scoprire il rovescio di sé stesso

La posizione di Schroedinger invece era più sottile. Nella linea della filosofia di Arthur Schopenhauer, di cui Erwin conosceva a fondo tutta l'opera, egli riteneva che il "mondo" accessibile a ciascuno di noi sia soltanto una rappresentazione mentale e strettamente personale;

ma d'ogni cosa

al tutto è parte

che di ricostruir mentale

parzialità dissenno

a quanto già scritto

che quanto

ruota mentale

a muovere le scene

di risonare d'esse

rende l'effetto

tuttavia, mettendo a confronto le rappresentazioni individuali dei vari soggetti, si può riconoscere una sottoclasse in cui esse sono fortemente correlate.

di ritrovar vita fatta di storia

ruota di mente

a riproporre rende

stesse figure

a rimbalzar spazi comuni

le stesse azioni scorgo

*da chi m'incontro
che a far combutta
di stesse scene
ci ritroviamo insieme*

Questa sottoclasse è l'oggetto della conoscenza scientifica.

*e sentimenti emerge
e son sempre gli stessi
che quanto al corpo mio
anche del suo
fanno la voce dentro*

*che poi
son mille intorno
e di costume e stesso dizionario
fanno le scene*

In Schroedinger era centrale la domanda dell'origine di questa correlazione, che non può essere attribuita a un mondo esterno di cui non ha senso parlare.

*la vita mia e quella d'ognuno
di stesso svolgimento
parti s'affolla*

*coralità tra noi
che a sequenziar volverse
d'itinerario
fine è lo stesso*

Essa viene da lui giustificata in una visione olistica e in un certo senso mistica, in cui la mente individuale è una manifestazione particolare e passeggera

*d'ologrammar sé stesso
ognuno*

*cerca i disegni
dei flussi miei
d'estemporaneo stampo
d'identità
son disegnato*

di una Mente Universale che tutto abbraccia.

frammenti d'universo organizzati

Questo punto di vista è il nucleo filosofico del pensiero indiano dei *Veda*. *Veda*, termine sanscrito ("conoscenza") con cui si indica la più antica produzione filosofico-letteraria in lingua sanscrita tra il 1500 e l'800 a.C., erano profondamente familiari a Schroedinger, anche attraverso lo studio del pensiero di Schopenauer. La caratteristica di piena comprensibilità razionale del mondo fisico è allora una conseguenza ovvia del carattere "mentale" della "realtà": se il mondo fisico è espressione di una Mente Universale, la sua struttura deve essere accessibile alle menti individuali che ne sono manifestazione.

*di disegnar le scene fatte di mente
a ritrovare me
l'eco ho inseguito*

*che poi la mente
di disegnar lo schermo
disegna sé a sorgente*

*di disegnar l'ambienti
sceneggiature
ed anche copioni
che poi d'interpretar
co' intorno
mi tento il corso*

Quindi anche per Schroedinger l'ipotesi d'un ostacolo insormontabile alla comprensione dei meccanismi fisici, per giunta originato dalla teoria stessa e non

connesso a un quadro filosofico generale, era assolutamente inaccettabile.

e adesso

di disegnar m'ho dedicato

del corpo mio

e come è fatto

Il dibattito sui fondamenti della meccanica quantistica e sulla teoria della misura costituisce un'affascinante - e non ancora terminata - vicenda della fisica contemporanea. La polemica tra Einstein e Schroedinger da un lato e Max Born e Heisenberg dall'altro, negli anni 30 e 40, testimonia l'acuto contrasto a cui questo problema ha dato origine. Esso è ampiamente documentato e, nonostante il suo carattere squisitamente fisico e logicamente serrato, non ha condotto a un accordo. Occorre aggiungere che oggi la maggioranza degli addetti ai lavori, fortificata dagli straordinari successi della meccanica quantistica, non si cura di questi interrogativi di fondo. (Bruno Bertotti, introduzione a *La mia visione del mondo/ La mia vita/ Poesie* di Erwin Schroedinger, Garzanti 1987)

C.10 Roger Penrose recensisce Erwin Schroedinger. Giovane studente di matematica all'inizio degli anni '50, non leggevo molto al di là dei veri e propri libri di testo universitari: l'unico autore che mi convinceva era Erwin Schroedinger (ES). Trovavo i suoi scritti stimolanti: risvegliavano in me l'eccitazione della scoperta, con la prospettiva di garantire sempre nuove e genuine intuizioni sul misterioso mondo in cui viviamo.

che nella mente mia

un argomento ed un altro

lì son rimasti

aperti

Nessuno dei suoi scritti possiede le qualità sublimi del saggio intitolato *What is Life?* Realizzo soltanto ora, a distanza di quasi 40 anni, che questo scritto può essere al comando di una immaginaria classifica degli scritti scientifici che hanno influenzato il mondo della cultura di questo secolo. Esso rappresenta un poderoso tentativo verso la comprensione del fenomeno della vita. La portata interdisciplinare del libro era del tutto inusuale per l'epoca, in cui rigide cortine specialistiche segregavano ciascuna disciplina scientifica in

una sorta di prigione senza accesso e comunicazione con altre discipline.

*di falsa dimensione
tutto m'ho collocato
e di specializzare gl'occhi
d'altro non vedo*

*e ad evitar casualità d'incontro
del corpo e della mente
in bella vista i segni
specializzati ho messo*

Il libro di ES era scritto con disarmante modestia, con un profilo culturale assai basso e comprensibile, che lo rendeva accessibile ai non-specialisti e soprattutto agli studenti che aspiravano a diventare scienziati. Infatti, molti scienziati che hanno contribuito in maniera fondamentale al progresso della biologia, come J.B.S. Haldane e Francis Crick, hanno sempre ammesso di essere stati fortemente influenzati (anche se non sempre in completo accordo) dall'ampiezza di vedute proposte da questo giovane fisico, pieno di ragionamenti altamente originali e insospettatamente profondi.

Come molti lavori che hanno suscitato una grande risonanza nel pensiero umano, il libro solleva argomenti che, una volta assorbiti, sono diventati verità quasi autoevidenti. Eppure sono ancora ciecamente ignorati da un numero preoccupantemente elevato di persone che dovrebbero conoscere di più e meglio queste tematiche. Quanto spesso si sente dire che gli effetti quantistici hanno scarsa rilevanza in biologia oppure che la gente mangia per acquisire energia?

*ai minimi termini tornare
e poi da qui
a rivedere tutto il raccolto*

Queste mie parole servono a enfatizzare la continua rilevanza che il libro di ES continua a possedere ancora oggi. Una sua rilettura sembra quasi obbligatoria. Firmato, Roger Penrose, 8 agosto 1991. (Roger Penrose, introduzione da Erwin Schroedinger, *What is Life? with Mind and Matter & Autobiographical Sketches*, Foreword by Roger Penrose, Cambridge

University Press 2000)

C.11 Lo zoo virtuale di Giorgio Celli: il tradimento del cervello. Se esiste un nemico dell'uomo, e dell'intero pianeta, quel nemico è stato creato dall'uomo o, per meglio dire, dal suo cervello.

*esseri assurdi di un mondo vuoto
esseri vuoti di un mondo assurdo
cercatori egoisti di cose inesistenti
visioni tremende di futuro nullo
visioni disperate di un passato inutile
misure vuote di coperchi irreali
dove capire se sono in volo
perché capire se non c'è domanda
domande mai nate e risposte astratte
cosa maledire se non c'è confronto
cosa riferire se non c'è concetto
forse non so perché non ho
forse non ho perché non so
cosa inviare se non c'è indirizzo
cosa ricevere se non ho base
mare disperato di un disordine capito
mare in tempesta di un ordine assurdamente falso*

Il cervello ha inventato i nostri *killer*. Di fronte a questa constatazione elementare, i sociologi non esitano a concludere, quasi unanimi, che "la tecnologia ci è sfuggita di mano".

*calcinacci
memorie incomplete di vernici date con cura
frantumi di gusci ammassati
caldi accampamenti di un tempo
fredde trasparenze di buio
adesso*

Il che significa: il cervello non riesce più a controllare le sue creature e loro, come Frankenstein, sono in piena ribellione. Un modo come un altro per richiamare in vita il terrore, da "evo primo" dell'industria, di una rivol-

ta delle macchine.

*quale imposizione vieta
quale sollievo impone
quale tremenda guerra
guerra inconsistente
guerra irreal
volere e non potere
potere e non volere
uscire perché si è dentro
entrare perché si è fuori
dove il principio*

Da un punto di vista biologico si deve invece dichiarare che il cervello, per centinaia di millenni di anni al servizio della nostra sopravvivenza, ha invertito e perverso oggi la sua valenza.
Il cervello ci ha tradito.

*l'uomo
l'autore che tradisce sé stesso nella
costruzione della propria cultura*

*andare solo perché si crede di andare
correre stando fermi
chilometri di passato
percorsi sconosciuti che si attraversano
ancora avanti
ma fermo
attesa che passi
ogni strada
carcere dall'interno
pietre le tendenze
mobilissimo il tappeto delle azioni
essere ciechi e cercare la luce
essere ciechi e cercare il fiore
cercare il fiore senza averlo mai visto
tutto può racchiudere il fiore
ma quando è aperto è vuoto*

un vuoto che vuole essere riempito

Consigliere della vita, minaccia ora di estinguere non soltanto la nostra specie, e quindi se stesso, ma tutte le creature viventi del pianeta.

mi hanno detto

devi per essere

ora attendo ancora che mi si dica sei

guarda è il mondo

cerca di recitarlo tutto

Che cos'è successo? Lo sviluppo del cervello è stato sorprendentemente rapido. In poco più di un milione di anni, la materia grigia è cresciuta nella scatola cranica di quasi mezzo *kg* a vantaggio soprattutto delle parti gnosiche in cui vengono elaborati gli alfabeti e le metafisiche. Le ossa della testa spinte da questo magma organico in espansione, si sono sollevate, in una vera e propria orogenesi anatomica, a trasformare il ceffo di una scimmia evoluta in una faccia d'angelo.

umanità dimentica della propria umanità

bestialità sofisticate della cultura

brandiscono idee come a quel tempo

brandivano spade

d'oblio è la bestia

memoria

è l'uomo

Questo cataclisma creatore richiama alla mente, con persuasione invincibile, il fenomeno della *ortogenesi*. Di che cosa si tratta? Esisteva una volta, in tempi lontani, un animale chimerico noto come alce di Irlanda. Questo cervo gigantesco aveva acquisito, di generazione in generazione, corna colossali di circa 3 *m* di larghezza che lo rendevano un avversario temibile. Tuttavia, quelle corna furono la sua disgrazia. Si rivelarono infatti un'ipoteca onerosa: si impigliavano nei rami delle foreste, facevano sprofondare l'animale durante il transito nelle paludi. Il cervo diventò presto un personaggio storico promosso a fossile illustre. In termini più

propri, da libro di zoologia, le sue corna erano diventate *iperteliche* e avevano decretato la sua estinzione. Mi sono spesso chiesto se il nostro cervello non sia il prodotto di un'egualmente rovinosa ortogenesi. È quasi come dire che le nostre ambizioni tecnologiche sono cresciute più in fretta della saggezza.

*infinita spiaggia d'autunno
lenti passi alla luce del mare
speranza di un incontro*

*verrai un giorno in quella spiaggia
c'incontreremo
ti rivedrò
mi rivedrai
e insieme
silenziosamente
oltre le nubi*

C.12 Leggere Gregory Bateson. Alla fine di dicembre 2001, ricevetti alcuni interessanti prestiti da parte di Orietta Casali, la quale nel luglio di quello stesso anno si era nuovamente laureata, questa volta in filosofia con un indirizzo e tesine tendenti alla filosofia della mente. La sua laurea precedente era in letteratura angloamericana con una brillante tesi su Edna O'Brien, scrittrice irlandese di prestigio fin dagli anni '50, e divenuta ancora una volta celebre per il suo libro *La stanza dei figli*. I libri ottenuti in prestito da Orietta costituivano una vera bomba culturale e sorprendevo per la loro attinenza con le tematiche che stavo studiando sempre seguendo la cometa Antonio e i seminari del mercoledì mattina a Frascati. I titoli dei testi erano, tra gli altri, *Il caso domato* ("The Taming of the Chance"), parafrasi del lavoro teatrale di William Shakespeare in cui la Bisbetica (*the Shrew*) in azione è costituita dalla dottrina delle probabilità: un affascinante *excursus* storico sul ruolo delle discipline aleatorie nel corso della storia del pensiero logico e matematico firmato dal grande filosofo della scienza anglosassone Ian Hacking, già famoso per il suo *The Emergency of Probability* scritto molte decine di anni fa. Un altro titolo era *La Filosofia della Mente* di Michele Di Francesco, un interessante testo universitario diviso in più parti secondo uno schema

molto attuale e fattuale: dal dualismo cartesiano alla analogia mente-computer nella prima sezione storica fino alla scienza cognitiva e alla ontologia della mente. Leggere *Verso una ecologia della mente* e *Mente e natura* di Gregory Bateson è stato come entrare nella versione scritta di una delle rappresentazioni liturgiche e laiche di Antonio, in special modo quando la *audience* è costituita da personaggi non tanto occasionali quanto di estrazione culturale fortemente differenziata rispetto al linguaggio aulico dell'accademia e delle baronie universitarie.

Non è compito facile esporre le idee di Bateson in versione sintetica: cercherò di farlo entrando dentro i contenuti della loro attinenza e accostamento con il modello mentale di Antonio, quello fondato sulla natura delle emozioni.

*dalla mia mente
appunti di viaggio che affiorano invadendo*

*d'interferir le parti
a me
d'immediato
solo emozione
giunge*

*di provenir persi il momento
e solo
d'essere immerso
all'emozioni
mondo divenne*

*quindi so' strati
a sotterrare sé stessi
che d'incontrar primo contrasto
d'emozione
traspare i segni*

*e d'emozione
vivo impressione
e d'impressione*

*fuggo a cercar d'appiglio
che a governar scivolamento
campo di cose
d'emergere l'emozione
trovo senso al progetto
e quindi l'azione
ed anche il pensiero*

*d'emozionar
nascendo ogni volta
scene m'invento*

*che d'avvisar son l'emozioni
che poi
d'interferir d'evocazioni
sono la voce*

Bateson sostiene che condizioni necessarie **ma non** sufficienti perché un sistema possa essere assimilato alla mente di un membro della specie vivente siano rappresentabili da almeno quattro dichiarazioni di fondo. La prima di queste condizioni sembra essere prelevata dalla filosofia del sistema "visio": essa può venire omologata come *(i) il sistema agisce su e con "differenze"*.

*lampi s'espande
che ad evocar quanto m'incontra
con quanto atteso in nostalgia
differenziale monta*

che di primordi suoni (*della vita
vegetativa)
differenziale* emerge (*nella vita
evocativa)*

che carica umorale (*suoni dello
strumento vegetale provocati dai
differenziare evocativi)*

*è carica all'azione
a partir ragionamento
scena è scomposta
che di differenziar* d'addendi (*vita
evocativa)
mille piccoli umori* (*vita vegetativa)
fan nivolaglia*

*che d'avviar ragionamento
manco del tutto
se dal differenziar
non parto*

*d'ologrammata forma
d'altro ologramma
la differenza avverto*

*che di trovar presenza
dentro la scena
differenziar di quadri al corso
fa traiettoria*

La seconda di queste condizioni entra nel dettaglio della dichiarazione precedente e può venire trascritta come *(ii) il sistema consiste in anelli chiusi o reti di canali lungo i quali vengono trasmesse le differenze e le loro trasformate: ciò che viene propagato lungo un neurone non è un impulso, ma la notizia di una differenza.*

*di quanto gira in mente
e quanto intorno
che d'adeguato
flusso s'anella*

*e si mantiene
e delle storie
ch'ognuno
dentro
conserva e vuole
di tranellar sé stesso
ad evocar senza permesso
viene condotto*

*e di spessori
prossimo intorno
che di giostrar d'anello
di passo evolutivo
esaurisce intento*

La terza condizione specifica che le caratteristiche del messaggio che si propaga non dipendono dallo stimolo esterno ma piuttosto dalla natura chimico-fisica del canale lungo il quale avviene la propagazione. Quanto detto può essere sintetizzato nell'espressione *(iii) molti degli eventi interni al sistema ricevono energia dal componente che risponde, piuttosto che dall'effetto del componente innescante.*

*che d'energia s'innesci flusso
quanto da fuori
tocca sensori*

*pompe c'ho dentro
e d'energia sono già colme
che piccole notizie
divengono signore*

*che tutto
a organizzar frammenti ed aggregati
dell'energia*

*facea gradino
che di variar gl'impulsi da fuori
rompe equilibri
che d'energia gli scontri
avverto il sentimento*

*d'un corpo equipaggiato
a sostenere
produce l'energia
di sedimento
fa la memoria
che a proiettar dentro le membra
di volta in volta
fa la mia scena*

La quarta e la quinta condizione rientrano ancora nella filosofia di rappresentazione del sistema "visio". Ricordate come sul tappetino, che sostituisce il *display* di uno schermo televisivo, venga inviata notizia del contorno delle immagini osservate tramite la telecamera montata sugli occhiali del paziente?

*a penetrar da fuori piccoli segni
dentro la pelle
la sfera intorno
a me s'accende*

*scintille da intorno
dentro la pelle
che a penetrar nella mia mente
accendono il tempo*

*substrato è fatto della cultura mia
che scene e storie solo assistite
son penetrate
e di reticular d'appropriato specchio
di volta in volta emergendo
scambio ad intorno*

ed anche nel tempo

Vorrei a questo punto aggiungere qualcosa su quello straordinario uomo di ingegno che è William Blake.

Egli era anche incisore e nel *Catalogue for the year 1810* (Catalogo per l'anno 1810) scrive la seguente frase: "I saggi vedono i contorni e perciò li tracciano".

*a radicar d'andare
le cose intorno affila
e d'agganciar lo risonar con esse
fa traiettoria*

*che al ritrovar la traiettoria
d'inserimento avverto
d'altri spezzoni*

Qui Blake usa il verbo "tracciare" (non deve essere dimenticato che il verbo inglese *to draw* significa anche "disegnare, tirare, estrarre") in un senso diverso da quello per cui diciamo "tracciamo" distinzioni, ma ne trae conclusioni simili.

Frederick Attneave (*Applications of Information Theory to Psychology*, Holt Rinehart & Winston, 1958) ha dimostrato che (iv) *l'informazione, cioè la differenza o distinzione percettibile, è necessariamente concentrata nei contorni.*

Il quinto e definitivo punto riguarda l'apprendimento sia dell'utente di "visio" sia del processo mentale di un membro della specie vivente. Infatti si può affermare come (v) *il sistema si dimostra autocorrettivo, nella direzione della omeostasi o nella direzione della instabilità: l'autocorrezione implica un procedimento per tentativi ed errori.*

*che di spezzar d'equilibrio
tra ciò ch'è ingresso
e quanto gira dentro
d'umoralità m'invade il petto*

*d'equilibrar la scena dentro
a circular su scena fuori*

*vado ad ingaggio
che a intervenir cicli umorali
d'equilibrar
essi s'avventa*

*e sbandamento
prende la mano
che autonomia di svolgimento
ciclo primordio* (*ciclo vegetativo)
va al riequilibrio*

Con i colleghi Warren McCulloch, Gordon Pask, Ross Ashby, Heinz von Forster, Norbert Wiener ed altri, il nostro Gregory Bateson contribuì a elaborare, quasi mezzo secolo fa, alcuni settori della scienza cibernetica. Contiamo di ritornare in un prossimo futuro sui contributi importanti e sostanziali che i colleghi di Bateson hanno fornito in materia. Cercheremo di non dimenticare nessuno.

C.13 Leggere “La mente nella scienza” di Richard Gregory. Molti sono gli itinerari da percorrere per tentare di definire i processi mentali che producono l'elaborazione dei pensieri, la conoscenza scientifica, l'intelligenza creativa.

*io cerco qualcuno
che di intersecar costante sia
di brevi ed ampi
liberi volteggi*

*tutto il presente che nel futuro aspetti
del tuo passato e degli oggetti è fatto
che nell'andar d'evoluzione avanti
generazione a crear produce*

Sono itinerari della filosofia, della psicologia, delle scienze fisiche che si

sono intersecati e intrecciati nel corso dell'intera storia umana.

*che di saltar tra chi d'intersecar l'azioni andava
partii
e a nominar risorse
m'approdai a tutto*

*d'aver percorso strade diverse
vicini oppure lontani
delle materie ognuno porti il complemento
che a interferir d'evoluzione
sia l'opera
grande*

*di gran sorpresa
quando s'avvenne
che di non far richiesta
solo m'espresi
ch'essi
d'utilizzar mio dire
ad intrecciar di loro vita
verso di me
chiesero ancora*

*a intersecar tra noi le vie
ed agli incroci e alle traverse sghembe
degli orizzonti d'oltre
sorgenza ha reso*

Oggi, l'importanza sempre crescente delle tecnologie nelle diverse forme dell'apprendimento consente di postulare la possibilità di costruire macchine capaci di osservare, apprendere, pensare.

*uno dopo l'altro riprendo i passi ch'io non
condussi
tra nulla e conoscenza ogni volta tra mare e
spiaggia
ciò che so fare occupa le braccia e le mie mani*

*e docilmente resisto ad esso
intrecciare musicalità
qualche volta diviene volteggio
altre volte corpo di ballo*

*d'autonomia sono dotato
ma poi
gl'appunti in mente*

*di risonar tra dentro e fuori la pelle
ruota di mente
d'autonomia
corre il binario*

*ma poi
d'intelligenza
l'uomo s'è fatto
che di partir d'altrove
sostituir l'andare
aggiunto ha l'ideazione*

*e di crear d'organi nuovi
a interferir con quanto c'era
l'idee so' divenute*

Il nuovo campo della robotica e dell'intelligenza artificiale rappresenta la filosofia sperimentale del nostro tempo, che affronta con nuove metodologie il tema dei processi mentali.

*ma quel ch'è peggio
d'aver pensato senza sapere
d'autonomia lasciai ch'andasse
la mente mia*

*che d'intrecciar di cinema
homo con homo*

*può andare anche da solo
d'autonomia sono le sfere
di patrimonio sono le parti
che di giustificare la biologia dell'homo
reggono la vita*

*albero della vita
e d'esso autonomia*

*che a mettersi in cammino tutto il mio corpo
d'autonomia ho lasciato
e me
d'attraversare la mente
d'eco
governo*

Richard L. Gregory affronta in *La mente nella scienza: una storia delle spiegazioni in psicologia e fisica* l'evoluzione del concetto di mente dai tempi antichi fino ai nostri giorni, facendo emergere i rapporti, non sempre palesi, tra le correnti di pensiero,

*d'antica vita del corpo
a interferire con quella nuova
son l'emozioni*

*che maglia a equilibrare tra tutto
d'interferire le differenze
a risonare le note
fa mille sentimenti*

le conoscenze scientifiche e le tecniche coeve. Sottolineando, in tal modo, come il rapporto tra mente e materia costituisca oggi più che mai un punto di incontro di una ricerca interdisciplinare, in cui neurofisiologia, psicologia e tecnologia si integrano nella realizzazione di macchine intelligenti.

*quando a sequenziar degl'ologrammi
con altro sequenziar d'altri ologrammi
d'interferir
differenziali emerge trasversi
che a divampar
amplificando invade
e poi progetto
e poi l'azione*

*proprio come una macchina a gettoni
un evento
e dalla mia mente invadono rumori di storie
che non decifro*

*elaborati di una macchina che ha cominciato
a sognare
un logico androide dalla propria dimensione
finita*

*e di sceneggiature
oltre a scrittore
di macchinista e di regia
tentai maestria
che avvolte vinsi
e avvolte a scomparire*

*d'alimentar scena di fondo
materia in flusso
macchina apporta
e a divenir d'appoggio al resto
fa condizione*

Forse proprio dallo sforzo compiuto per costruire questo tipo di macchine, sempre più simili al cervello pensante, potranno scaturire risposte nuove a quesiti antichi.

che di crear la condizione
 delle risorse
 feci scoperta
 che macchina disposta
 d'essere in essa
 la dotazione
 di uomo totale
 era la vita

La versione italiana del libro taglia via tutta la parte filosofica iniziale e inopportunosamente accorcia il titolo del libro, riducendolo a: Richard Gregory, *La mente nella scienza*, Mondadori 1985. Il titolo originale è molto più completo e *craikiano* e suona così: *The Mind in Science. A History of Explanations in Psychology and Physics*.

C.14 "The Oxford Companion to the Mind" di R.L. Gregory. La *Enciclopedia Oxford della Mente*, a cura di Richard L. Gregory in collaborazione con Oliver L. Zanolli, è un mastodontico (856 pagine, 1001 voci) dizionario che tenta di coprire aspetti scientifici di varie discipline, tra le quali filosofia, psicologia e neuroscienze: il fattore unificante del libro sta nella connessione tra fenomeni e processi quali la coscienza, la percezione e il sistema nervoso.

Le voci sono elencate in ordine alfabetico e spaziano dalle *biografie* dei grandi scienziati alle maggiori correnti del *pensiero scientifico*, dall'*evoluzione* alla *mente del neonato*, dal *jet lag* al *suicidio*, dal *body building* alla *personalità*, dalla *paura* al *coraggio*, dalla *rieducazione dopo la cecità* alla *dislessia*. La lunghezza degli articoli varia da due frasi fino ad un articolo di rassegna sul *sistema nervoso* che si estende per ventuno pagine. Le singole voci del dizionario sono compilate da autori assolutamente illustri: per esempio, Noam Chomsky illustra la sua teoria del linguaggio, Ronald D. Laing scrive sulle relazioni interpersonali, B.F. Skinner sul comportamentismo.

Il *general editor*, Richard L. Gregory, illustra i fenomeni della percezione e gli inganni delle illusioni ottiche. Le recensioni di questo prezioso dizionario in tutte le sue riedizioni sono risultate assai favorevoli e valgono molto in quanto scritte da vere e proprie autorità dei vari settori argomentati. Per esempio, sul *New York Times Book Review*, il celebre neuro-

fisiologo George A. Miller, noto per i suoi lavori in collaborazione con Karl Pribram, scrive: "Questo libro è stato scritto da un comitato di redazione, i cui membri non si sono mai incontrati. Il risultato è una assoluta chicca. Pietre preziose condividono la pagine con totali banalità, una prosa semplice e lineare siede accanto a periodi opachi quando non oscuri, sorprendenti inclusioni bilanciano sorprendenti omissioni".

Citiamo, in primo luogo, i meriti. A.R. Luria ha scritto tutto il materiale riguardante la storia della mente in URSS. Tutte le biografie sono in linea generale ben impostate e significative, con una chiara visione storica dell'importanza del personaggio trattato.

In secondo luogo, citiamo i difetti. Alcuni autori illustrano le loro proprie teorie: talvolta anche i geni non sono in grado di giudicarsi con il giusto metro. Nel complesso, un dizionario che non può mancare in alcuna libreria, neppure in quella domestica.

C.15 Perché la meccanica quantistica? Sviluppata durante il primo quarto del XX secolo da Max Born (1882-1970), Paul A.M. Dirac (1902-1980), Werner Heisenberg (1901-1976), Pascual Jordan (1902-1980) e Erwin Schroedinger (1887-1961) la cosiddetta meccanica *quantistica*, denominata anche meccanica *ondulatoria*, consiste nella descrizione di processi, fenomeni e sistemi così piccoli che per essi non possono valere le leggi della meccanica classica di Isaac Newton.

La suddetta descrizione è fondata su un formalismo matematico di dualità tra onda elettromagnetica e particella corpuscolare, quindi tra radiazione e materia. Mentre nella fisica classica lo stato di un sistema viene specificato attraverso una precisa e simultanea determinazione di tutte le variabili dinamiche in gioco (posizione, quantità di moto, energia e così via), il *principio di indeterminazione* della meccanica quantistica afferma che questa oggettivazione specifica non può essere fornita per sistemi in scala assai ridotta.

*ogni passo cade nel tempo
e scompare annichilendo
nel turbine della sua dimensione*

*gerarchia
ruoli dimensionali di gamma*

Come conseguenza, viene a mancare il determinismo completo della meccanica classica: infatti, in meccanica quantistica, i sistemi sono specificati fornendo la probabilità di dati valori per la posizione, la quantità di moto, l'energia e così via.

*colmo della scena a navigarne i volumi
corridoi di spazio a scovare forme
immersioni
universi racchiusi e volarci dentro
dimensioni che a me
dalla mia mente*

*dimensione che non lancia riflessi
e non ho più segni di provenienza*

*scompare a divenire altro
gemme lucenti s'accendono
e luce sconosciuta irradia
dimensioni s'aprono
moltiplicando l'oriente
da dentro le idee
navigare le mie idee
dimensioni e dimensioni
ed oltre i fondali*

*bagliori trasparenti a dimensionar novello
spazio*

Questa indeterminazione può essere verificata molto chiaramente quando si osservano, per esempio, singoli eventi di emissione di particella da parte di sostanze radioattive. La medesima indeterminazione invece scompare quando le misurazioni sperimentali riguardano i valori medi delle grandezze in gioco. Questi valori medi infatti risultano dagli effetti cumulativi di molti eventi atomici: per esempio una riga spettroscopica viene ottenuta attraverso l'osservazione della radiazione proveniente da molti atomi.

quanto di questo luogo e la galassia

*e della dimensione
che fisicità galleggia
senza toccare
e d'incapacità
farne l'idea*

La probabilità entra nel quadro della meccanica quantistica come intensità di un'onda la cui frequenza e lunghezza d'onda sono legate alla sua energia e alla sua quantità di moto attraverso una costante fondamentale denominata di Planck dal nome del fisico Max Planck (1858-1947) che ne ha descritto per la prima volta la relazione funzionale.

*spazi
movimento logico in concerto
la dimensione precedente*

La conoscenza della funzione d'onda, che soddisfa un'opportuna equazione differenziale dipendente dal tempo, permette di conoscere tutte le proprietà osservabili del sistema.

*correre nella rimessa di una storia che mi
contempli
poi la dimensione che non trova altro che il
qui
un racconto capace di raccogliere il mio
presente*

L'indeterminismo della meccanica quantistica, conseguenza del principio di indeterminazione, è stato fonte di grandi dibattiti. In proposito Albert Einstein ha scritto che "Dio non gioca a dadi" sottintendendo di credere in una natura con caratteri non-aleatori, mentre altri hanno sostenuto l'esistenza di "variabile nascoste" che operano su scala microscopica per determinare la natura degli eventi di emissione di particelle radiattive oppure dei salti quantici tra orbita e orbita da parte degli elettroni.

*che d'esso soltanto
e quanto intorno presta riflesso
di dimensione sua
perdo la mia*

*d'utilizzar la mente
scene mi rendo
che dimensione d'homo
a navigar m'avvengo*

Nonostante questi dubbi sui suoi fondamenti concettuali, la meccanica quantistica è ben confermata da moltissimi elementi fattuali di natura sperimentale, per esempio in fisica atomica, nucleare e dello stato solido. e deve essere considerata uno dei maggiori successi intellettuali di tutta la scienza.

Il grande filosofo e matematico Bertrand Russell la considera la più moderna delle teorie filosofiche espresse dall'uomo nel XX secolo, con grandi riscontri e ricadute anche nelle scienze sociali e cognitive della mente e della psiche.

*che come dentro la mente
così a reticular
di scene e di movenze
la dimensione intorno
ognino
con l'altro
e l'altro ancora
d'unità
fanno ologrammi*

Processi mentali
Cento lavagne

2003 Edizioni:

Via
00000

Finito di stampare il



antonio - *colui della coscienza*

