

Gregory Bateson.
MENTE E NATURA.
Un'unità necessaria.
Adelphi Edizioni, Milano 1984.

1.
INTRODUZIONE.

"Il neoplatonico Plotino dimostra per mezzo dei fiori e delle foglie che dal Dio Supremo, la cui bellezza è invisibile e ineffabile, la Provvidenza giunge fino alle cose della terra quaggiù. Egli fa osservare che questi oggetti fragili e mortali non potrebbero essere dotati di una bellezza così immacolata e di così squisita fattura se essi non promanassero dalla Divinità che senza fine pervade tutte le cose con la sua invisibile e immutabile bellezza".
SANT'AGOSTINO, "La Città di Dio".

[Buona parte di questo capitolo è tratta da una conferenza tenuta nella Cattedrale di Saint John the Divine a New York il 17 novembre 1977.]

Nel giugno del 1977 ritenni di avere materiale sufficiente per iniziare due libri. Uno lo chiamai "L'idea evoluzionistica" e l'altro "Ogni scolareto lo sa" (1). Il primo doveva essere un tentativo di riesaminare le teorie dell'evoluzione biologica alla luce della cibernetica e della teoria dell'informazione. Ma quando cominciai a scriverlo, trovai difficile immaginare un pubblico reale in grado di capire i presupposti formali e quindi semplici di ciò che andavo dicendo. Mi resi conto con spaventosa chiarezza che negli Stati Uniti e in Inghilterra, e immagino in tutto l'Occidente, la scuola evitava con tanta cura tutti i problemi cruciali, che avrei dovuto scrivere un altro libro per spiegare quelle che a me sembravano idee elementari che interessano l'evoluzione e quasi ogni altra indagine biologica o sociale, o addirittura la vita quotidiana fino all'atto stesso del mangiare. L'istruzione ufficiale non insegna quasi nulla riguardo alla natura di tutte le cose che si trovano sulle spiagge e nelle foreste di sequoie, nei deserti e nelle pianure. Perfino molti adulti con figli non sono in grado di fornire una spiegazione soddisfacente di concetti come entropia, sacramento, sintassi, numero, quantità,

struttura, disegno, relazione lineare, nome, classe, pertinenza, energia, ridondanza, forza, probabilità, parti, tutto, informazione, tautologia, omologia, massa, messa, spiegazione, descrizione, legge dimensionale, tipo logico, metafora, topologia, eccetera. Che cosa sono le farfalle? Che cosa sono le stelle di mare? Che cosa sono la bellezza e la bruttezza?

Mi parve che l'esposizione scritta di alcune di queste idee così elementari si sarebbe potuta intitolare, con un pizzico d'ironia, "Ogni scolareto lo sa".

Tuttavia, mentre me ne stavo a Lindisfarne e lavoravo a questi due manoscritti, aggiungendo un pezzo ora all'uno ora all'altro, essi pian piano confluirono, e il risultato fu ciò che penso si chiami una visione "platonica" (2). Mi parve che nello "Scolaretto" stessi formulando idee estremamente elementari sull'"epistemologia" (si veda il Glossario), cioè su "come noi conosciamo le cose in genere". Nel pronome "noi" comprendevo, naturalmente, la stella di mare e la foresta di sequoie, l'uovo in corso di segmentazione e il Senato degli Stati Uniti.

E fra le cose in genere che queste creature conoscono, ciascuna a suo modo, comprendevo: "come crescere secondo una simmetria pentagonale", "come sopravvivere a un incendio nella foresta", "come crescere mantenendo la stessa forma", "come apprendere", "come scrivere una costituzione", "come inventare e guidare un'automobile", "come contare fino a sette" e così via. Meravigliose creature dotate di conoscenze e abilità quasi miracolose!

Soprattutto, vi comprendevo "come evolvere", poichè, mi pareva che tanto l'evoluzione quanto l'apprendimento dovessero conformarsi alle stesse regolarità formali o, come si dice, leggi. Insomma, cominciavo a usare le idee dello "Scolaretto" per riflettere non sul nostro sapere, ma su quel "più ampio sapere" che è la colla che tiene insieme le stelle e gli anemoni di mare, le foreste di sequoie e le commissioni e i consigli umani.

I miei due manoscritti stavano diventando un unico libro, perchè, vi è un unico sapere che caratterizza tanto l'evoluzione quanto gli "aggregati" umani, anche se le commissioni e le nazioni possono sembrare stupide a genii bipedi come voi e me.

Stavo superando quel confine che si suppone racchiuda l'essere umano. In altre parole, mentre scrivevo, la mente diventò, per me, un riflesso di vaste e numerose porzioni del mondo naturale esterno all'essere pensante.

Nell'insieme, non erano gli aspetti più rozzi, più semplici, più animaleschi e primitivi della specie umana che venivano riflessi nei fenomeni naturali; erano piuttosto gli aspetti più complessi, gli aspetti estetici, involuti ed eleganti degli uomini che riflettevano la natura. Non era la mia avidità, la mia risolutezza, la mia cosiddetta 'animalità', non erano i miei cosiddetti 'istinti' e così via che io

ravvisavo dall'altra parte di quello specchio, nella 'natura'. Quello che vi vedevo erano invece le radici della simmetria umana, la sua bellezza e la sua bruttezza, l'estetica, la sensibilità stessa dell'uomo e quel pizzico di saggezza che gli è proprio. La sua saggezza, la grazia del suo corpo, persino la sua abitudine di fare begli oggetti sono altrettanto 'animaleschi' quanto la sua crudeltà. Dopotutto, la parola stessa "animale" significa "dotato di mente o spirito ("animus")".

Su questo sfondo, le teorie dell'uomo che partono dalla psicologia più animalistica e inadatta si rivelano premesse prime inattendibili per affrontare la domanda del salmista: "Signore, cos'è l'uomo?".

Non ho mai potuto accettare il primo passo della storia della Genesi: "In principio la terra era informe e vuota". Quella primordiale "tabula rasa" avrebbe rappresentato un formidabile problema di termodinamica per il miliardo d'anni successivo. Forse la terra non è mai stata una "tabula rasa" più di quanto non lo sia uno zigote umano - un uovo fecondato.

Cominciò a sembrarmi che le idee antiquate e tuttora radicate sull'epistemologia, in particolare su quella umana, fossero il riflesso di una fisica sorpassata e contrastassero in modo curioso con il poco che sappiamo, o così ci sembra, sulle cose viventi. Era come se si pensasse che i membri della specie 'uomo' fossero totalmente unici e totalmente materiali sullo sfondo di un universo vivente generico (anzichè, unico) e spirituale (anzichè, materiale).

Pare che esista una sorta di legge di Gresham dell'evoluzione culturale, secondo la quale le idee ultrasemplificate finiscono sempre con lo spodestare quelle più elaborate, e ciò che è volgare e spregevole finisce sempre con lo spodestare la bellezza. Ciò nonostante la bellezza perdura.

Cominciavo ad avere l'impressione che la materia organizzata (su quella non organizzata, ammesso che esista, io non so nulla), anche solo in un insieme di relazioni semplice come quello che vige in una macchina a vapore con regolatore, fosse saggia ed elaboratissima, rispetto all'immagine che dello spirito umano tracciavano comunemente il materialismo ortodosso e gran parte della religione ortodossa.

Il germe di queste idee era presente nella mia mente fin dall'adolescenza, ma voglio partire da due situazioni in cui questi pensieri cominciarono a premere per venire alla luce. Negli Anni Cinquanta avevo due incarichi di insegnamento: insegnavo agli psichiatri interni di un ospedale per malattie mentali della Veterans Administration a Palo Alto e ai giovani beatniks della Scuola di Belle Arti della California a San Francisco. Voglio raccontare come ebbero inizio questi due corsi e come esordii davanti a due pubblici così diversi fra loro. Se metterete queste prime due lezioni una accanto all'altra capirete ciò che voglio dire.

Agli psichiatri presentai una sfida sotto forma di un piccolo questionario, dicendo loro che alla fine del corso avrebbero dovuto capire le domande in esso contenute. La prima chiedeva una breve definizione di (a) "sacramento" e (b) "entropia". In generale i giovani psichiatri degli Anni Cinquanta non erano in grado di rispondere a "nessuna delle due domande". Oggi ce ne sarebbe qualcuno di più capace di avventurarsi a parlare dell'entropia (si veda il Glossario). E ci sarà ancora (o no?) qualche cristiano in grado di dire che cos'è un sacramento. Avevo offerto alla mia classe le nozioni essenziali di 2500 anni di pensiero religioso e scientifico. Mi sembrava che, visto che sarebbero diventati dottori (medici) dell'anima umana, dovessero imparare a muoversi con un certo agio nei due campi dove si dibattevano le annose questioni, che dovessero familiarizzarsi con le idee principali tanto della religione quanto della scienza. Con gli studenti d'arte usai un sistema più diretto. Si trattava di un gruppetto di dieci o quindici ragazzi e sapevo che mi sarei trovato in un'atmosfera di scetticismo confinante con l'ostilità. Appena entrato fu evidente che per loro io ero un'incarnazione del demonio venuto lì per difendere la ragionevolezza della guerra atomica e degli insetticidi. A quei tempi (e anche oggi?) si credeva che la scienza "prescindesse dai valori" e non fosse guidata da "emozioni". Ma io mi ero preparato. Avevo portato due sacchetti di carta: ne aprii uno e ne estrassi un granchio appena cotto che posai sul tavolo. Poi affrontai gli studenti più o meno in questi termini: "Voglio sentire da voi ragioni che mi convincano che questo oggetto è ciò che resta di un essere vivente. Potreste immaginare di essere dei marziani: su Marte avete domestichezza con gli esseri viventi, dato che voi stessi siete vivi, ma naturalmente non avete mai visto granchi o aragoste. Un meteorite o altro ha portato un certo numero di oggetti come questo, molti ridotti in frammenti: voi dovete esaminarli e arrivare alla conclusione che si tratta dei resti di esseri viventi. Come fareste per arrivarci?". Naturalmente, la domanda rivolta agli psichiatri e quella rivolta agli artisti erano la "stessa domanda": esiste una specie biologica di entropia? Entrambe le domande riguardavano l'idea di fondo dell'esistenza di una linea di separazione tra il mondo dei viventi (dove si tracciano "distinzioni", e la "differenza" può essere una causa) e il mondo dei non viventi, il mondo delle palle da biliardo e delle galassie (dove le 'cause' degli eventi sono le forze e gli urti). Sono i due mondi che Jung (seguendo gli gnostici) chiama rispettivamente "creatura" e "pleroma" (3). La mia domanda era: qual è la differenza tra il mondo fisico del "pleroma", dove le forze e gli urti costituiscono una base esplicativa sufficiente, e la "creatura", dove non si può capir nulla senza invocare "differenze" e "distinzioni"?

Nella mia vita ho messo la descrizione dei bastoni, delle pietre, delle palle da biliardo e delle galassie in una scatola, il pleroma, e li ho lasciati lì. In un'altra scatola ho messo le cose viventi: i granchi, le persone, i problemi riguardanti la bellezza, quelli riguardanti la differenza. Argomento di questo libro è il contenuto della seconda scatola.

Qualche tempo fa me la sono presa con i difetti dell'istruzione scolastica occidentale. Stavo scrivendo ai miei colleghi del Board of Regents dell'Università della California e nella lettera mi si insinuò questa frase:

“Infrangete la struttura che connette gli elementi di ciò che si apprende e distruggerete necessariamente ogni qualità”.

Vi offro la locuzione "la struttura che connette" come sinonimo, come altro possibile titolo di questo libro.

"La struttura che connette". Perché, le scuole non insegnano quasi nulla su questo argomento? Forse perché, gli insegnanti fanno di essere condannati a rendere insipido, a uccidere tutto ciò che toccano e sono quindi saggiamente restii a toccare o insegnare ogni cosa che abbia importanza vera e vitale? Oppure uccidono ciò che toccano "proprio perché," non hanno il coraggio di insegnare nulla che abbia un'importanza vera e vitale? Dov'è l'errore?

Quale struttura connette il granchio con l'aragosta, l'orchidea con la primula e tutti e quattro con me? E me con voi? E tutti e sei noi con l'ameba da una parte e con lo schizofrenico dall'altra?

Voglio spiegarvi perché, è tutta la vita che faccio il biologo, che cos'è che ho sempre tentato di studiare. Quali pensieri posso offrire che riguardino il complesso del mondo biologico in cui viviamo e in cui riceviamo la nostra esistenza? Come viene costruito?

Ciò che si deve dire a questo punto è difficile, appare del tutto "vuoto" ed è d'importanza grandissima e assai profonda per voi come per me. In questo momento storico credo che esso sia importante per la sopravvivenza di tutta la biosfera, che come sapete è minacciata.

Qual è la struttura che connette tutte le creature viventi?

Torniamo al mio granchio e alla mia classe di "beatniks". Era una vera fortuna che insegnassi a persone che non erano scienziati e che anzi avevano una inclinazione mentale antiscientifica. Propendevano tutti, anche se in maniera informe e inesperta, per un approccio di tipo estetico. Definirei, per il momento, questa parola dicendo che essi "non erano" come Peter Bell, il personaggio di cui Wordsworth cantava

"A primrose by the river's brim

A yellow primrose was to him,
And it was nothing more".

[Una primula sulla proda del fiume / era per lui una primula gialla, / null'altro era.]

Anzi, essi si sarebbero accostati alla primula con "empatia" e "riconoscendosi affini" ad essa. Per "estetico" intendo sensibile alla "struttura che collega". Vedete dunque com'ero fortunato. Forse per caso misi davanti a loro quello che era (a mia insaputa) un problema estetico: "In che modo siete in relazione con questa creatura? Quale struttura vi collega con essa?"

Collocandoli su un pianeta immaginario, "Marte", li mettevo nell'impossibilità di pensare ad aragoste, amebe, cavoli e così via, e riportavo forzatamente la diagnosi della vita all'identificazione con il proprio io vivente: "Siete voi che portate i segni di riferimento, i criteri che vi permettono di esaminare il granchio e scoprire che esso pure porta gli stessi segni". La mia domanda era assai più complessa di quanto io non sapessi.

I ragazzi esaminarono il granchio, e la prima cosa che osservarono fu che era "simmetrico", cioè che la parte destra somigliava alla sinistra.

"Benissimo. Volete dire che è "composto", come un quadro?". (Silenzio).

Poi osservarono che una chela era più grossa dell'altra: dunque "non era" simmetrico.

A mo' di suggerimento, dissi che se con i meteoriti fossero arrivati molti di quegli oggetti, avrebbero scoperto che in quasi tutti gli individui la chela più grossa si trovava dalla stessa parte (destra o sinistra). (Silenzio. "Dove vuole arrivare Bateson?").

Tornando alla simmetria, uno disse: "Sì, una chela è più grossa dell'altra, ma entrambe sono composte delle stesse parti".

Ah! Com'è bella e nobile questa osservazione, con che prontezza il ragazzo aveva educatamente gettato nel cestino dei rifiuti l'idea che le dimensioni potessero avere un'importanza primaria o radicale e si era concentrato sulla "struttura che connette". Aveva scartato un'asimmetria di dimensioni a favore di una più profonda simmetria di relazioni formali.

Sissignore, ciò che caratterizza (brutta parola) le due chele è proprio il fatto che esse incarnano "relazioni simili tra le parti". Mai quantità, sempre contorni, forme e relazioni. Ecco davvero qualcosa che caratterizzava il granchio come appartenente alla "creatura", come cosa vivente.

In seguito si vide che non solo le due chele sono costruite sullo stesso 'progetto di base' (cioè su insiemi corrispondenti di relazioni fra parti corrispondenti), ma che

queste relazioni fra parti corrispondenti si estendono alla serie degli arti motori. In ciascuno di essi erano riconoscibili elementi che corrispondevano agli elementi della chela.

E naturalmente la stessa cosa vale per il nostro corpo: l'omero, nel braccio, corrisponde al femore nella coscia e la coppia radio-ulna corrisponde alla coppia tibia-perone; le ossa del carpo corrispondono a quelle del tarso; le dita della mano a quelle del piede.

L'anatomia del granchio è ripetitiva e ritmica; come la musica, essa è ripetitiva con modulazioni. Anzi, la direzione dalla testa alla coda corrisponde a una sequenza temporale: in embriologia la testa è più antica della coda. E' possibile un flusso di informazioni in direzione antero-posteriore.

I biologi parlano di "omologia" filogenetica (si veda il Glossario) per quella "classe" di fatti di cui è un esempio la somiglianza formale tra le ossa dei miei arti e quelle di un cavallo. Un altro esempio è la somiglianza formale tra gli arti di un granchio e quelli di un'aragosta.

Questa è una classe di fatti; un'altra classe di fatti (in qualche modo simile?) è quella che i biologi chiamano "omologia seriale". Ne è un esempio la ripetizione ritmica con cambiamenti che passando da un membro all'altro percorre tutta la lunghezza dell'animale (granchio o uomo); un secondo esempio (forse non proprio dello stesso ordine perchè, diverso in relazione al tempo) sarebbe la simmetria bilaterale dell'uomo o del granchio (4).

Ricominciamo daccapo. Le parti di un granchio sono connesse secondo varie strutture di simmetria bilaterale, di omologia seriale e così via. Chiamiamo queste strutture "interne" al singolo granchio che cresce "connessioni di primo ordine". Ma se ora consideriamo il granchio e l'aragosta, troviamo di nuovo connessioni strutturali. Chiamiamole "connessioni di secondo ordine", o omologie filogenetiche.

Consideriamo ora l'uomo o il cavallo: anche qui osserviamo simmetrie e omologie seriali. Quando li consideriamo insieme, riscontriamo la stessa comunanza interspecifica di strutture con qualche differenza (omologia filogenetica). E, naturalmente, troviamo anche che alle dimensioni si preferiscono le forme, le strutture e le relazioni. In altri termini, quando si analizza questa distribuzione di somiglianze formali, si scopre che l'anatomia nei suoi tratti generali presenta tre livelli o tipi logici di proposizioni descrittive:

1. Per ricavare connessioni di primo ordine si devono confrontare le parti di ogni membro della "creatura" con altre parti dello stesso individuo.

2. Per scoprire relazioni simili tra le parti (ossia per ottenere connessioni di secondo ordine) si devono confrontare i granchi con le aragoste o gli uomini con i cavalli.

3. Per dedurre connessioni di terzo ordine si deve confrontare il "confronto" tra granchi e aragoste con quello tra uomo e cavallo.

Abbiamo costruito una scala di come si deve pensare a... a che cosa? Ah, già, alla struttura che connette.

La mia tesi fondamentale può essere ora espressa in questi termini: "la struttura che connette è una metastruttura". E' una struttura di strutture. E' questa metastruttura che definisce l'asserzione generale che sono effettivamente "le strutture che connettono".

Qualche pagina sopra ho avvertito che avremmo incontrato il vuoto, e difatti eccolo: la mente è vuota; essa è niente, un non-ente. Esiste solo nelle sue idee, che sono anch'esse non-enti. Solo le idee sono immanenti, incarnate nei loro esempi, e gli esempi a loro volta sono non-enti. La chela, "come esempio", non è la "Ding an sich"; per l'appunto "non è" la "cosa in sè". E' invece ciò che la mente ne fa, cioè un "esempio" di questa o quella cosa.

Torniamo alla classe di giovani artisti.

Ricorderete che avevo "due" sacchetti di carta: in uno c'era il granchio, nell'altro una splendida conchiglia. Da quale indizio, chiesi loro, potevano arguire che quella conchiglia a spirale aveva fatto parte di un essere vivente?

Quando aveva circa sette anni, mia figlia Cathy ricevette in regalo un occhio di gatto montato ad anello. Vedendoglielo al dito, le chiesi cos'era, e lei mi rispose che era un occhio di gatto.

“Ma che cos'è?” insistei.

“Be', so che non è l'occhio di un gatto. Sarà una pietra”.

“Toglitelo e guarda com'è dietro” dissi.

Fece come le avevo detto ed esclamò: “Oh, c'è sopra una spirale! Dev'essere appartenuto a qualcosa di "vivo”.

Questi dischi verdastri sono in realtà gli opercoli di una specie di chiocciola dei mari tropicali. Alla fine della seconda guerra mondiale i soldati ne portarono a casa moltissimi dal Pacifico.

La premessa maggiore di Cathy, che tutte le spirali di questo mondo, tranne i gorgi, le galassie e i vortici di vento, sono fatte da esseri viventi, era giusta. Su questo argomento esiste un'ampia bibliografia, che qualche lettore potrebbe avere interesse a consultare (le parole chiave sono "serie di Fibonacci" e "sezione aurea").

Il risultato di tutto ciò è che la spirale è una figura che "conserva la sua forma (cioè le sue proporzioni) man mano che cresce" in una dimensione, per successive aggiunte all'estremità libera. Perché, dovete sapere che non esistono spirali veramente statiche.

Ma i miei studenti si trovavano in difficoltà: essi cercavano tutte quelle belle caratteristiche formali che avevano scoperto con gioia nel granchio; pensavano che ciò che l'insegnante voleva fosse la simmetria formale, la ripetizione delle parti, la ripetizione modulata e così via. Ma la spirale "non aveva" simmetria bilaterale; non era segmentata.

Essi dovevano scoprire (a) che ogni simmetria e ogni segmentazione erano in qualche modo un risultato, una conclusione del fenomeno della crescita; (b) che la crescita ha le sue esigenze formali; e (c) che una di queste è soddisfatta (in senso matematico, ideale) dalla forma a spirale.

Così la conchiglia porta in sé il "procronismo" del mollusco - la registrazione di come, "nel proprio passato", ha risolto in tempi successivi un problema formale di costituzione di una struttura (si veda il Glossario). Anch'essa dichiara la propria appartenenza alla struttura di strutture che connette.

Tutti gli esempi che ho dato fin qui - le strutture che appartengono alla struttura che connette, l'anatomia del granchio e dell'aragosta, della conchiglia, dell'uomo e del cavallo - erano superficialmente statici. Erano forme congelate, risultato sì di un cambiamento soggetto a regole, ma ormai immobili, come le figure dell'"Ode on a Grecian Urn" di Keats:

"Fair youth, beneath the trees, thou canst not leave
Thy song, nor ever can those trees be bare;
Bold lover, never, never canst thou kiss,
Though winning near the goal yet, do not grieve;
She cannot fade, though thou hast not thy bliss,
Forever with thou love, and she be fair!"

[Bel giovane, sotto gli alberi, tu non puoi lasciare / la tua canzone, n, possono mai quegli alberi essere spogli; / ardito amante, mai, mai potrai baciare, / benché, vicinissimo alla meta - eppure, non dolerti; / lei non può sfiorire, anche tu non hai il tuo paradiso, / per sempre tu amerei, e lei sarà bella.]

Siamo stati abituati a immaginare le strutture, salvo quelle della musica, come cose fisse. Ciò è più facile e comodo, ma naturalmente è una sciocchezza. In verità, il modo giusto per cominciare a pensare alla struttura che connette è di pensarla "in primo luogo" (qualunque cosa ciò voglia dire) come una danza di

parti interagenti e solo in secondo luogo vincolata da limitazioni fisiche di vario genere e dai limiti imposti in modo caratteristico dagli organismi.

C'è una storia che ho già raccontato altrove e che voglio raccontare di nuovo. Un tale voleva arrivare a conoscere la mente, non in natura, bensì in un suo grande calcolatore personale. Gli chiese (sicuramente nel suo Fortran più forbito):

“Calcoli che penserai mai come un essere umano?”. La macchina allora si mise al lavoro per analizzare le proprie abitudini di calcolo; infine stampò la risposta su un foglio di carta, come fanno queste macchine. L'uomo corse a vedere la risposta e trovò, nitidamente stampate, le seguenti parole: QUESTO MI RICORDA UNA STORIA.

Una storia è un piccolo nodo o complesso di quella specie di connessione che chiamiamo "pertinenza". Negli Anni Sessanta gli studenti lottavano per la “pertinenza”, e a mio avviso un qualunque A è pertinente a un qualunque B se A e B sono entrambi parti o componenti della stessa 'storia'.

Di nuovo la connessione ci si presenta a più di un livello:

Primo, il nesso tra A e B per il fatto che sono componenti della stessa storia.

Poi, la connessione tra le persone in quanto tutti pensano in termini di storie.

(Perché, il calcolatore aveva proprio ragione: è così che pensa la gente).

Voglio dimostrare ora che, qualunque sia il significato della parola "storia" nella storia che vi ho raccontato, il fatto di pensare in termini di storie non fa degli esseri umani qualcosa di isolato e distinto dagli anemoni e dalle stelle di mare, dalle palme e dalle primule. Al contrario, se il mondo è connesso, se in ciò che dico ho sostanzialmente ragione, allora "pensare in termini di storie" dev'essere comune a tutta la mente o a tutte le menti, siano esse le nostre o quelle delle foreste di sequoie e degli anemoni di mare.

Il contesto e la pertinenza debbono essere caratteristici non solo di tutto il cosiddetto comportamento (le storie che si manifestano all'esterno in 'azione'), ma anche di tutte le storie interne, le sequenze del processo costitutivo dell'anemone di mare. La sua embriologia dev'essere fatta in qualche modo della sostanza di cui son fatte le storie. E risalendo ancor più indietro, il processo evolutivo che, attraverso milioni di generazioni, ha generato l'anemone di mare, così come ha generato voi e me, anche questo processo dev'essere fatto della sostanza di cui son fatte le storie. In ogni gradino della filogenesi e fra i vari gradini dev'esserci pertinenza.

Dice Prospero: “Noi siamo della stessa sostanza di cui son fatti i sogni”, e certo egli ha quasi ragione. Ma io penso a volte che i sogni siano solo frammenti di quella sostanza. E' come se la sostanza di cui siamo fatti fosse del tutto trasparente e quindi non percettibile, e come se le uniche apparenze da noi avvertibili fossero

le crepe e i piani di frattura di quella matrice trasparente. I sogni, le percezioni e le storie sono forse le crepe e le irregolarità della matrice uniforme e senza tempo. E' questo che voleva dire Plotino quando parlava di una "invisibile e immutabile bellezza" che "pervade tutte le cose"?

Che cos'è una storia, che possa connettere gli A e i B, sue parti? Ed è vero che il fatto generale che le parti sono connesse in questo modo sta alla radice stessa di ciò che è l'esser vivi? Vi propongo la nozione di "contesto", di "struttura nel tempo".

Che accade quando, ad esempio, vado da uno psicoanalista freudiano? Entro in qualcosa che anche creo e che chiameremo "contesto", delimitato e isolato almeno simbolicamente (come un frammento del mondo delle idee) dalla chiusura della porta. La geografia della stanza e della porta viene usata come rappresentazione di uno strano messaggio non geografico.

Ma io arrivo lì con delle storie: non solo con una riserva di storie da raccontare all'analista, ma con storie che fanno parte del mio stesso essere: le strutture e le sequenze dell'esperienza infantile sono parte integrante di me. Mio padre faceva questo e questo, mia zia faceva così e così, e ciò che essi facevano accadeva fuori di me. Ma quali che siano state le cose da me apprese, il mio apprendere si è verificato all'interno della mia sequenza esperienziale di ciò che facevano quelle persone importanti, mia zia e mio padre.

E ora eccomi dall'analista, un'altra persona che diventa ora importante, che deve essere vista come un padre (o forse un anti-padre), poichè, nulla ha significato se non è visto in un qualche contesto. Questo modo di vedere è chiamato "trasferimento" ed è un fenomeno generale dei rapporti umani. Si tratta di una caratteristica universale di ogni interazione tra persone, perchè, in fin dei conti, la forma di ciò che è accaduto ieri tra voi e me rimane e informa di sé il nostro rapporto di oggi. E questo informare è, in linea di principio, un "trasferimento" dall'apprendimento passato.

Questo fenomeno del trasferimento è un esempio di come sia nel vero il calcolatore a percepire che noi pensiamo in storie. L'analista deve venir stirato o scorciato sul letto di Procruste delle storie d'infanzia del paziente. Ma riferendomi alla psicoanalisi, io ho anche ristretto l'idea di "storia". Ho avanzato l'ipotesi che essa abbia a che fare con il "contesto", concetto cruciale, in parte non definito e quindi da esaminare.

E il "contesto" è legato a un'altra nozione non definita che si chiama "significato". Prive di contesto, le parole e le azioni non hanno alcun significato. Ciò vale non solo per la comunicazione verbale umana ma per qualunque comunicazione, per tutti i processi mentali, per tutta la mente, compreso ciò che

dice all'anemone di mare come deve crescere e all'ameba che cosa fare il momento successivo.

Quella che sto tracciando è un'analogia tra il contesto nell'ambito superficiale e in parte conscio delle relazioni personali e il contesto nei processi molto più profondi e arcaici dell'embriologia e dell'omologia. La mia tesi è che, qualunque sia il suo significato, la parola "contesto" è una parola appropriata, una parola "necessaria" alla descrizione di tutti questi processi in lontana relazione tra loro. Consideriamo l'omologia alla rovescia. Tradizionalmente, per dimostrare che c'è stata evoluzione si citano casi di omologia. Io farò il contrario: supporrò che l'evoluzione ci sia stata, e passerò a indagare la natura dell'omologia. Chiediamoci: che cos'è un dato organo alla luce della teoria evoluzionistica?

"Che cos'è la proboscide di un elefante?" Che cos'è filogeneticamente? Che cosa le ha ordinato di essere la genetica?

Come sapete, la risposta è che la proboscide di un elefante è il suo "naso" (lo sapeva perfino Kipling!). E ho messo "naso" tra virgolette perchè, la proboscide viene definita da un processo interno di comunicazione nella crescita. La proboscide è un "naso" in virtù di un processo di comunicazione: è il contesto della proboscide che la identifica come naso. Ciò che sta tra due occhi e sopra una bocca è un "naso", punto e basta. E' il "contesto" che fissa il significato, e dev'essere sicuramente il contesto ricevente a dar significato alle istruzioni genetiche. Quando chiamo questa cosa "naso" e quella "mano", io cito - magari a sproposito - le istruzioni di sviluppo nell'organismo in crescita, e cito l'interpretazione data a questo messaggio dai tessuti che l'hanno ricevuto.

Alcuni preferirebbero definire i nasi mediante la loro 'funzione', l'olfatto. Se però analizziamo queste definizioni arriviamo allo stesso risultato impiegando un contesto temporale in luogo di uno spaziale. All'organo viene dato un significato attribuendogli un determinato ruolo in sequenze di interazione tra la creatura e l'ambiente. Chiamo questo contesto "temporale". La classificazione temporale dei contesti interseca la classificazione spaziale; ma in embriologia la prima definizione dev'essere sempre in termini di relazioni formali. La proboscide del feto, in genere, non sente alcun odore. L'embriologia è "formale".

Voglio illustrare ancora brevemente questa specie di connessione, questa struttura connettiva, citando una scoperta di Goethe. Goethe era un valente botanico, assai abile nel riconoscere il non banale (cioè nel riconoscere le strutture che connettono), il quale mise ordine nel vocabolario dell'anatomia comparata delle piante. Egli scoprì che definire una 'foglia' come "una cosa piatta e verde" o un 'picciolo' come "una cosa cilindrica" non è soddisfacente. Il modo di procedere nella definizione - che è senza dubbio il modo in cui vanno le cose nel profondo

dei processi di crescita della pianta - consiste nell'osservare che le gemme (cioè i piccioli appena nati) si formano nelle ascelle delle foglie. Partendo da qui il botanico formula le definizioni sulla base delle relazioni tra picciolo, foglia, gemma, ascella, eccetera.

“Un picciolo è ciò che porta le foglie”.

“Una foglia è ciò che ha una gemma nell'ascella”.

“Un picciolo è ciò che in quella stessa posizione era prima una gemma”.

Tutto questo è noto (o dovrebbe esserlo); ma il passo seguente forse è nuovo. Nell'insegnamento della lingua vi è un'analogia confusione che non è mai stata chiarita. Forse oggi i linguisti di professione fanno come stanno le cose, ma a scuola si continuano a insegnare sciocchezze: i bambini si sentono dire che il “sostantivo” è un “nome di persona, di luogo o di cosa”, che il “verbo” è “una parola che indica un'azione” e così via. Imparano, cioè, in tenera età che una cosa la si definisce mediante ciò che, si suppone, essa “è” in sé, e non mediante le sue relazioni con le altre cose.

Quasi tutti noi ricordiamo di aver sentito dire che un sostantivo è “un nome di persona, di luogo o di cosa”. E ricordiamo la noia mortale che ci procurava l'analisi grammaticale e logica delle frasi. Oggi tutto ciò andrebbe cambiato: ai bambini si potrebbe dire che un sostantivo è una parola che sta in una certa relazione con un predicato, che un verbo sta in una certa relazione con un sostantivo, il suo soggetto e così via. Alla base della definizione potrebbe stare la relazione, e allora qualunque bambino sarebbe in grado di capire che nella frase “Andare” è un verbo” c'è qualcosa che non va.

Ricordo la mia noia quando dovevo analizzare le frasi e la noia, più tardi a Cambridge, di dover studiare l'anatomia comparata. Così come venivano insegnate, erano tutt'e due materie di un'irrealità straziante. “Avrebbero potuto” dirci qualcosa sulla struttura che connette: che ogni comunicazione ha bisogno di un contesto, che senza contesto non c'è significato, che i contesti conferiscono significato perchè, c'è una classificazione dei contesti. L'insegnante avrebbe potuto dimostrare che la crescita e la differenziazione devono essere controllate dalla comunicazione. Le forme degli animali e delle piante sono trasformazioni di messaggi. Il linguaggio è di per sé una forma di comunicazione. La struttura immessa a un'estremità dev'essere in qualche modo rispecchiata come struttura all'uscita. L'anatomia “deve” contenere qualcosa di analogo alla grammatica, poichè, tutta l'anatomia è una trasformazione di materiale di messaggio, che deve essere conformato in modo contestuale. E infine, “conformazione contestuale” non è che un sinonimo di “grammatica”.

Torniamo così alle strutture di connessione e alla proposizione più astratta, più generale (e vuotissima) che, in effetti, esiste una struttura delle strutture di connessione.

Questo libro è costruito sull'opinione che noi facciamo parte di un mondo vivente. In epigrafe a questo capitolo ho messo un passo di sant'Agostino in cui il santo dichiara esplicitamente la sua epistemologia. Oggi una simile dichiarazione suscita nostalgia: la maggior parte di noi ha perso quel senso di unità di biosfera e umanità che ci legherebbe e ci rassicurerebbe tutti con un'affermazione di bellezza. La maggior parte di noi oggi non crede che, anche con gli alti e bassi che segnano la nostra limitata esperienza, la più vasta totalità sia fondamentalmente bella.

Abbiamo perduto il nocciolo del cristianesimo. Abbiamo perduto Shiva, il dio danzante dell'Olimpo induista, la cui danza a livello banale è insieme creazione e distruzione, ma nella totalità è bellezza. Abbiamo perduto Abraxas, il dio bello e terribile del giorno e della notte dello gnosticismo. Abbiamo perduto il totemismo, il senso del parallelismo tra l'organizzazione dell'uomo e quella degli animali e delle piante. Abbiamo perduto persino il Dio Che Muore. Stiamo cominciando a giocherellare con le idee dell'ecologia, e benché, subito le degradingamo a commercio o a politica, c'è se non altro ancora un impulso nel cuore degli uomini a unificare e quindi a santificare tutto il mondo naturale di cui noi siamo parte.

Notate, però, che nel mondo vi sono state, e ancora vi sono, molte epistemologie, diverse e addirittura contrastanti, che hanno però sostenuto tutte l'idea di un'unità di fondo e, benché, ciò sia meno certo, hanno anche sostenuto l'idea che questa unità di fondo è "estetica". L'uniformità di questi pareri fa sperare che forse la grande autorità della scienza quantitativa non basti per negare l'idea di una bellezza unificatrice fondamentale.

Io mi attengo al presupposto che l'aver noi perduto il senso dell'unità estetica sia stato, semplicemente, un errore epistemologico. Sono convinto che questo errore è forse più grave di tutte le piccole follie che caratterizzano quelle più vecchie epistemologie che concordavano sull'unità fondamentale.

Parte della storia di come abbiamo perduto il senso dell'unità è stata raccontata con eleganza da Lovejoy in "The Great Chain of Being" (5), che ripercorre questa storia dalla filosofia greca classica a Kant e agli inizi dell'idealismo tedesco nell'Ottocento. È la storia dell'idea che il mondo è/fu creato fuori del tempo sulla "logica deduttiva", idea evidente nella citazione da "La Città di Dio" posta in epigrafe: in cima alla catena deduttiva sta la Mente suprema, o Logos; sotto vi

sono gli angeli, poi gli uomini, poi le scimmie e così via fino alle piante e alle pietre. Tutto è in ordine deduttivo ed è legato in quell'ordine da una premessa che prefigura la nostra seconda legge della termodinamica. Questa premessa asserisce che ciò che è 'più perfetto' non può mai essere generato da ciò che è 'meno perfetto'.

Nella storia della biologia fu Lamarck (6) a capovolgere la grande catena dell'essere: sostenendo che la mente è immanente nelle creature viventi e che ne ha potuto determinare le trasformazioni, egli si sottrasse alla premessa di carattere negativo che il perfetto deve sempre precedere l'imperfetto. Egli avanzò poi una teoria del "trasformismo" (che noi chiameremmo "evoluzione") che, partendo dagli infusori (protozoi), procedeva fino all'uomo e alla donna.

La biosfera di Lamarck era sempre una "catena"; l'unità epistemologica rimaneva, nonostante lo spostamento d'accento da un Logos trascendente a una mente immanente.

I cinquant'anni successivi videro la crescita esponenziale della Rivoluzione industriale, il trionfo dell'Ingegneria sulla Mente, sicché, l'epistemologia culturalmente in armonia con "On the Origin of Species" (1859) fu il tentativo di eliminare la mente come principio esplicativo. Una battaglia contro i mulini a vento.

Vi furono proteste molto più profonde delle strida dei fondamentalisti. Samuel Butler, il più acuto critico di Darwin, vide che negare la mente come principio esplicativo era inammissibile e tentò di ricondurre la teoria evoluzionistica al lamarckismo. Ciò tuttavia non poteva andare, a causa dell'ipotesi (condivisa perfino da Darwin) dell' "ereditarietà dei caratteri acquisiti". Questa ipotesi - che le risposte di un organismo al proprio ambiente potrebbero influire sul patrimonio genetico della prole - era sbagliata.

Cercherò di dimostrare che questo era in realtà un errore epistemologico, una confusione di tipi logici e proporrò una definizione di "mente" assai diversa dalle nozioni vaghe che ne avevano sia Darwin sia Lamarck. In particolare accetterò il presupposto che il pensiero somigli all'evoluzione in quanto processo stocastico (si veda il Glossario).

In ciò che viene presentato in questo libro, il posto della struttura gerarchica della Grande Catena dell'Essere verrà preso dalla struttura gerarchica del pensiero, che Bertrand Russell ha chiamato "gerarchia dei tipi logici", e si tenterà di proporre una sacra unità della biosfera che contenga meno errori epistemologici delle versioni che di essa sono state presentate dalle varie religioni storiche.

L'importante è che, giusta o sbagliata, questa epistemologia sarà "esplicita". Sarà così possibile criticarla in modo altrettanto esplicito.

Il proposito immediato di questo libro è dunque di costruire un quadro di come il mondo è collegato nei suoi aspetti mentali. Come si accordano e si collegano fra di loro le idee, le informazioni, gli stadi di coerenza logica o pragmatica, e via dicendo? In che relazione sta la logica, il procedimento classico per costruire catene di idee, con un mondo esterno di cose e creature, di parti e di totalità? Le idee si presentano davvero in catene oppure questa struttura “lineale” (si veda il Glossario) viene loro imposta da studiosi e filosofi? Com'è collegato il mondo della logica, che evita il “ragionamento circolare”, con un mondo in cui le serie causali circolari sono piuttosto la regola che l'eccezione?

Oggetto dell'indagine e della descrizione è una vasta rete o matrice di materiale di comunicazione e di tautologie, premesse e esemplificazioni astratte, tutti collegati tra di loro.

Ma oggi, nel 1979, non esiste alcun metodo convenzionale per descrivere un simile intrico. Non sappiamo neppure da che parte cominciare.

Cinquant'anni fa si sarebbe pensato che i procedimenti migliori per tentare questa impresa fossero o logici o quantitativi o di entrambi i generi. Vedremo invece che, come dovrebbe sapere ogni scolareto, la logica è appunto incapace di affrontare i circuiti ricorsivi senza generare paradossi, e che le quantità appunto non sono la sostanza dei sistemi comunicanti complessi.

In altre parole, la logica e la quantità si dimostrano strumenti inadeguati per descrivere gli organismi, le loro interazioni e la loro organizzazione interna. La natura particolare di questa inadeguatezza verrà mostrata a tempo debito; per il momento, chiedo solo al lettore di accettare per vera l'asserzione che oggi, nel 1979, non esiste alcun metodo convenzionale per spiegare o anche solo descrivere, i fenomeni dell'organizzazione biologica e dell'interazione umana.

Trent'anni fa John von Neumann, nel suo "Theory of Games" (7), osservò che le scienze del comportamento non posseggono alcun modello ridotto che possa fare per la biologia e la psichiatria ciò che la particella newtoniana ha fatto per la fisica.

Tuttavia, vi sono molti pezzetti sparsi di saggezza, che faciliteranno il compito di questo libro. Adotterò quindi il metodo del piccolo Jack Horner della filastrocca: estrarrò le prugne a una a una e le metterò in bella mostra una accanto all'altra, costruendo uno spiegamento dal quale potremo prendere le mosse per elencare alcuni criteri fondamentali del processo mentale.

Nel capitolo 2, “Ogni scolareto sa che...”, raccoglierò, a beneficio del lettore, alcuni esempi di quelle che considero verità semplici e necessarie: necessarie, in

primo luogo, se lo scolaretto deve imparare a pensare; e ancora necessarie perchè,, come io credo, il mondo biologico si innesta su queste semplici proposizioni. Nel capitolo 3 procederò in modo analogo, richiamando però l'attenzione del lettore su un certo numero di casi in cui due o più sorgenti di informazione si combinano per generare informazione di tipo diverso da quella che si trovava in ciascuna sorgente presa da sola.

Nessuna delle scienze esistenti si occupa oggi espressamente della combinazione di informazioni; io invece cercherò di dimostrare che il processo evolutivo deve dipendere da questi doppi incrementi di informazione. Ogni passo dell'evoluzione è un'aggiunta di informazioni a un sistema già esistente. Per questo motivo le combinazioni, le armonie e le discordanze tra elementi e strati di informazione successivi presenteranno molti problemi di sopravvivenza e determineranno molte direzioni di cambiamento.

Il capitolo 4, "I criteri del processo mentale", tratterà le caratteristiche che sembrano sempre combinarsi nella nostra biosfera terrestre per costituire la mente. Il resto del libro si concentrerà in particolare su alcuni problemi di evoluzione biologica.

La tesi che informa tutto il libro è che "pensare" a molti problemi di ordine e di disordine nell'universo biologico sia possibile e proficuo e che oggi noi possediamo un notevole corredo di strumenti concettuali di cui non facciamo uso in parte perchè, siamo tutti professori e scolaretti all'oscuro di molte conquiste concettuali direttamente accessibili, in parte perchè, siamo riluttanti ad accettare le necessarie conseguenze di una chiara visione dei dilemmi umani.

NOTE ALL'INTRODUZIONE.

(1). Una delle frasi preferite da Lord Macaulay, cui si attribuisce il detto "Ogni scolaretto sa chi imprigionò Montezuma e chi strangolò Atahualpa".

(2). La più famosa scoperta di Platone riguardava la 'realtà' delle idee.

Comunemente si pensa che un piatto sia 'reale' ma che la sua rotondità sia 'solo un'idea'. Ma Platone osservò, primo, che il piatto non è proprio rotondo e, secondo, che nel mondo si può discernere un grandissimo numero di oggetti che simulano la 'rotondità' o ad essa si approssimano o tendono. Egli quindi asserì che la 'rotondità' è "ideale" (l'aggettivo derivato da "idea") e che queste componenti ideali dell'universo costituiscono la base esplicativa reale delle sue forme e della sua struttura. Per lui, come per William Blake e molti altri, quell' "universo

corporeo” che i nostri giornali considerano 'reale' era una specie di emanazione di ciò che è veramente reale, cioè delle forme e delle idee. In principio era l'idea.

(3). C. G. Jung, "Septem Sermones ad Mortuos", London, Stuart & Watkins, 1961.

(3). C. G. Jung, "Septem Sermones ad Mortuos", London, Stuart & Watkins, 1961.

(4). Nel caso seriale è facile immaginare che ciascun segmento anteriore possa fornire informazioni al segmento successivo che si sta sviluppando immediatamente dietro di esso. Queste informazioni potrebbero determinare l'orientamento, la grandezza e addirittura la forma del nuovo segmento. In fin dei conti ciò che è anteriore nello spazio è anche antecedente nel tempo e potrebbe essere l'antecedente o modello quasi-logico del proprio successore. La relazione tra anteriore e posteriore sarebbe allora asimmetrica e complementare. E' concepibile, anzi plausibile, che la relazione simmetrica fra destra e sinistra sia doppiamente asimmetrica, cioè che ciascuna eserciti un qualche controllo complementare sullo sviluppo dell'altra. Questa coppia costituirebbe allora un circuito di controllo "reciproco". E' sorprendente che noi non sappiamo quasi nulla sul vasto sistema di comunicazione che deve certamente esistere per controllare la crescita e la differenziazione.

(5). Arthur O. Lovejoy, "The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea", Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1936 [trad. it. "La grande catena dell'essere", Milano, Feltrinelli, 1966].

(6). J.-B. de Lamarck, "Philosophie zoologique", Paris, 1809.

(7). J. von Neumann e O. Morgenstern, "Theory of Games and Economic Behavior", Princeton, Princeton University Press, 1944.

2.

OGNI SCOLARETTO SA CHE...

"By education most have been misled;
So they believe because they were so bred.
The priest continues what the nurse began,
And thus the child imposes on the man".

[I più sono stati sviati dall'istruzione; / credono a questo e quello perchè, così li hanno educati. / Il prete continua ciò che iniziò la balia, / e in tal modo il bambino inganna l'uomo.]

JOHN DRYDEN, "The Hind and the Panther".

La scienza, come l'arte, la religione, il commercio, la guerra e anche il sonno, è basata su "presupposti". Essa, tuttavia, differisce dalla maggior parte delle altre branche dell'attività umana non solo perchè, sono i presupposti degli scienziati a determinare le vie seguite dal pensiero scientifico, ma anche perchè, gli obiettivi stessi di questi ultimi consistono nel controllo e nella revisione dei vecchi presupposti e nella creazione di nuovi.

In quest'ultima attività, è chiaramente desiderabile (ma non assolutamente necessario) che lo scienziato abbia piena coscienza dei propri presupposti e sia in grado di enunciarli. Inoltre, per dare giudizi scientifici è vantaggioso e necessario conoscere i presupposti dei colleghi che lavorano nello stesso campo. Soprattutto, è necessario che il lettore di testi scientifici conosca i presupposti di chi scrive.

Ho insegnato varie branche della biologia del comportamento e dell'antropologia culturale a studenti americani di diverse scuole e ospedali, dalle matricole universitarie agli psichiatri interni, e mi sono imbattuto in una stranissima lacuna nel loro modo di pensare, che deriva dalle carenze di certi "strumenti" concettuali. Questa carenza è distribuita in modo abbastanza uniforme a tutti i livelli di istruzione, tra gli studenti di entrambi i sessi, tra chi si occupa di letteratura o arte e chi si occupa di scienza. Si tratta, in modo specifico, dell'ignoranza dei presupposti non solo della scienza, ma anche della vita di ogni giorno.

Questa lacuna, stranamente, è meno clamorosa in due gruppi di studenti che molto farebbe supporre in forte contrasto tra loro: i cattolici e i marxisti.

Entrambi i gruppi, per riflessione personale o per averne sentito parlare, sanno qualcosa sugli ultimi 2500 anni del pensiero umano, e riconoscono entrambi, in una certa misura, l'importanza dei presupposti filosofici, scientifici ed epistemologici. Ad entrambi è difficile insegnare, perchè, tale è l'importanza che essi attribuiscono alle premesse e ai presupposti "giusti", che l'eresia equivale per loro a una minaccia di scomunica. E' naturale che chi nell'eresia sente un pericolo si preoccuperà di chiarire bene a se stesso i propri presupposti e diventerà una specie di esperto in materia.

Coloro cui sfugge completamente l'idea che è possibile aver torto non possono imparare nulla, se non la tecnica.

L'argomento di questo libro è molto vicino a ciò che sta al centro della religione e dell'ortodossia scientifica. I presupposti - e alla maggior parte degli studenti bisogna insegnare come si presenta un presupposto - sono cose da portare alla luce del giorno.

C'è tuttavia un'altra difficoltà, tipica soprattutto dell'ambiente americano. Nei loro presupposti gli americani sono indubbiamente rigidi al pari di chiunque altro

(e sono rigidi, su questi argomenti, quanto l'autore del presente libro), ma reagiscono in modo strano di fronte a qualunque enunciazione precisa di un presupposto. Di solito, una tale enunciazione è considerata ostile o ironica oppure (ed è la cosa più grave) è avvertita come "autoritaria".

Accade così che in questo paese, fondato per garantire la libertà religiosa, l'insegnamento della religione sia bandito dal sistema dell'istruzione pubblica. Naturalmente, chi appartiene a una famiglia poco religiosa non riceve alcuna preparazione religiosa fuori della famiglia.

Di conseguenza, enunciare in modo formale e articolato una qualunque premessa o presupposto significa trovarsi di fronte alla sottile resistenza non della contraddizione, poichè, chi ascolta non conosce le premesse contraddittorie e non sa enunciarle, ma di quella raffinata sordità che i bambini usano per allontanare da sè i comandi e gli ammonimenti di genitori, insegnanti e autorità religiose. Sia come sia, io credo all'importanza dei presupposti scientifici, all'idea che esistano modi più o meno buoni di costruire le teorie scientifiche e alla necessità di una chiara enunciazione dei presupposti, così da poterli migliorare.

Questo capitolo è dedicato perciò a un elenco di presupposti, alcuni familiari, altri sconosciuti ai lettori i cui pensieri sono stati tenuti lontani dalla brutale idea che certe proposizioni sono semplicemente errate. Alcuni strumenti di pensiero hanno perso il loro filo e sono quasi del tutto inutili, altri sono così taglienti da risultare pericolosi. Ma il saggio avrà l'uso degli uni e degli altri.

Vale la pena tentare di individuare certi presupposti fondamentali che tutte le "menti" devono condividere, o viceversa, definire la mente elencando un certo numero di queste caratteristiche fondamentali della comunicazione.

1. LA SCIENZA NON PROVA MAI NULLA.

La scienza talora "migliora" le ipotesi, talora le confuta, ma la "prova" è un altro paio di maniche e forse non si dà mai, se non nel regno della tautologia completamente astratta. Talvolta possiamo dire che "se" sono dati il tale e il talaltro postulato o supposizione astratta, "allora" la tale e talaltra cosa deve assolutamente seguire. Ma la verità su ciò che può essere "percepito" o raggiunto induttivamente partendo dalla percezione è qualcosa di affatto diverso.

Ammettiamo che la verità significhi una corrispondenza precisa tra la nostra descrizione e ciò che descriviamo, o tra la nostra rete totale di astrazioni e deduzioni e una qualche comprensione totale del mondo esterno. La verità in questo senso non è raggiungibile. E anche se ignoriamo le barriere della codificazione, cioè la circostanza che la nostra descrizione sarà fatta di parole,

cifre o figure, mentre ciò che descriviamo sarà di carne, sangue e azione, anche se trascuriamo questo ostacolo della traduzione, non potremo mai sostenere di aver raggiunto la conoscenza ultima di alcunché.

Un modo convenzionale di presentare argomentativamente questo punto è più o meno il seguente: supponiamo che io vi dia una serie (di numeri o di altre indicazioni) e vi fornisca anche il presupposto che la serie è ordinata. Supponiamo per semplicità che si tratti di una serie di numeri:

2, 4, 6, 8, 10, 12...

Poi vi chiedo: "Qual è il numero successivo di questa serie?". Probabilmente risponderete: "14".

Ma in questo caso io replicherò: "Niente affatto il numero successivo è 27". In altre parole, la vostra immediata generalizzazione sulla base dei dati forniti all'inizio, che si trattasse cioè della serie dei numeri pari, è stata dimostrata sbagliata o solo approssimata dall'evento successivo.

Andiamo avanti. Continuerò la mia esposizione generando la serie seguente:

2, 4, 6, 8, 10, 12, 27, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 27, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 27...

Se ora vi chiedo di indovinare il numero successivo, probabilmente direte "2". Dopo tutto, vi sono state fornite tre ripetizioni della successione da 2 a 27, e se avete una buona preparazione scientifica influirà su di voi il presupposto detto "rasoio di Occam" o "regola della parsimonia", cioè la preferenza per le più semplici tra le ipotesi che si conformano ai fatti. Ma i fatti, quali sono? In realtà i fatti che voi avete a disposizione non vanno oltre la fine della successione (forse incompleta) che vi ho dato.

Voi "ritenete" di poter prevedere, e in effetti sono stato io a suggerirvi questo presupposto. Ma la sola base che possedete è la vostra preferenza (inculcata) per la risposta più semplice e la fiduciosa convinzione che la mia richiesta significasse davvero che la successione era incompleta e ordinata.

Sfortunatamente (o forse fortunatamente) il fatto successivo non è in realtà mai accessibile: tutto ciò che possedete è la speranza della semplicità, e il fatto successivo può sempre portarvi al livello di complessità successivo.

Oppure diciamo che, qualunque successione di numeri io vi presenti, esisteranno sempre alcuni modi semplici di descriverla, ma vi sarà un numero "infinito" di modi alternativi non vincolati dal criterio della semplicità.

Supponiamo che i numeri siano rappresentati da lettere:

x, w, p, n

e così via. Queste lettere potrebbero rappresentare numeri qualsiasi, magari frazioni. Basta solo che io ripeta la serie tre o quattro volte in una qualche forma verbale o visiva, o comunque sensoriale, anche sotto forma di stimolazione dolorosa o cinestetica, perchè, voi cominciate a percepire in essa una struttura. Nella vostra mente - e nella mia - essa diventerà un tema, e avrà un valore estetico: in questa misura sarà familiare e comprensibile.

Ma la struttura può venir cambiata o spezzata dall'addizione, dalla ripetizione, da qualunque cosa vi costringa a percepirla in modo nuovo, e questi cambiamenti non possono essere mai previsti con assoluta certezza perchè, non sono ancora avvenuti.

Non abbiamo sufficiente conoscenza del modo in cui il presente sfocerà nel futuro; non saremo mai in grado di dire: "Ecco! Il modo in cui percepisco e interpreto questa serie vale per tutte le sue componenti prossime e future", oppure: "La prossima volta che m'imbattevo in questi fenomeni, sarò in grado di prevedere l'intero loro corso".

La previsione non può mai essere valida in modo assoluto e perciò la scienza non può mai "provare" una proposizione generale e neppure "verificare" un singolo enunciato descrittivo e arrivare così alla verità ultima.

Vi sono altri argomenti per mostrare questa impossibilità. La tesi di questo libro (che a sua volta può convincervi certo solo nella misura in cui ciò che io dico si accorda a ciò che voi sapete, e può sgretolarsi o cambiare radicalmente nel giro di pochi anni) presuppone che la scienza sia un "modo di percepire" e di dare per così dire "senso" a ciò che percepiamo. Ma la percezione opera solo sulla differenza. Ricevere informazioni vuol dire sempre e necessariamente ricevere notizie di "differenza", e la percezione della differenza è sempre limitata da una soglia. Le differenze troppo lievi o presentate troppo lentamente non sono percettibili: non offrono alimento alla percezione.

Quindi ciò che noi, come scienziati, possiamo percepire è sempre limitato da una soglia: ciò che è subliminale non giunge ad arricchire le nostre cognizioni. In qualsiasi istante, la nostra conoscenza è sempre funzione della soglia dei mezzi di percezione di cui disponiamo. L'invenzione del microscopio, del telescopio, degli strumenti per misurare il tempo fino a una frazione di nanosecondo e per pesare quantità di materia fino a un milionesimo di grammo, tutti questi raffinatissimi dispositivi di percezione svelano quel che era del tutto imprevedibile ai livelli di percezione raggiungibili in precedenza.

Non solo non possiamo far previsioni sul momento successivo nel tempo, ma, più radicalmente, non possiamo far previsioni relative allo stadio successivo della dimensione microscopica, della distanza astronomica o del passato geologico. La scienza, come metodo di percezione - perchè, essa non può pretendere di essere altro che questo -, così come ogni altro metodo di percezione, ha una capacità limitata di raccogliere i segni esteriori e visibili di ciò che può essere verità. La scienza non prova, "esplora".

2. LA MAPPA NON E' IL TERRITORIO E IL NOME NON E' LA COSA DESIGNATA.

Questo principio, reso famoso da Alfred Korzybski, opera a molti livelli. Esso ci ricorda in termini generici che quando pensiamo alle noci di cocco o ai porci, nel cervello non vi sono n, noci di cocco n, porci. Ma in termini più astratti la proposizione di Korzybski asserisce che sempre quando c'è pensiero o percezione oppure comunicazione sulla percezione vi è una trasformazione, una codificazione, tra la cosa comunicata, la "Ding an sich", e la sua comunicazione. Soprattutto, la relazione tra la comunicazione e la misteriosa cosa comunicata tende ad avere la natura di una "classificazione", di un'assegnazione della cosa a una classe. Dare un nome è sempre un classificare e tracciare una mappa è essenzialmente lo stesso che dare un nome.

Tutto sommato, Korzybski parlava da filosofo e cercava di convincere gli altri a disciplinare il loro modo di pensare. Ma era una battaglia perduta in partenza. Quando passiamo ad applicare la sua massima alla storia naturale dei processi mentali umani, la cosa non è più così semplice. Forse la distinzione tra il nome e la cosa designata, o tra la mappa e il territorio, è tracciata in realtà solo dall'emisfero dominante del cervello. L'emisfero simbolico o affettivo, di solito quello destro, è probabilmente incapace di distinguere il nome dalla cosa designata: certo esso non si occupa di questo genere di distinzioni. Accade quindi che certi tipi di comportamento non razionale siano necessariamente presenti nella vita dell'uomo. E' un fatto che noi abbiamo due emisferi, e da questo fatto non possiamo prescindere. E' un fatto che questi due emisferi operino in modo un po' diverso l'uno dall'altro, e non possiamo sfuggire alle complicazioni che questa differenza comporta.

Con l'emisfero dominante possiamo considerare, ad esempio, una bandiera come una sorta di nome del paese o dell'organizzazione che essa rappresenta. Ma l'emisfero destro non fa questa distinzione e considera la bandiera sacramentalmente identica a ciò che essa rappresenta. Così "Old Glory" è gli Stati

Uniti: se qualcuno la calpesta, può esserci una reazione di rabbia. E questa rabbia non la si diminuisce spiegando le relazioni tra mappa e territorio. (Dopo tutto chi calpesta la bandiera la identifica a sua volta con ciò che essa rappresenta). Ci saranno sempre e necessariamente moltissime situazioni in cui la reazione non è guidata dalla distinzione logica tra il nome e la cosa designata.

3. NON ESISTE ESPERIENZA OGGETTIVA.

Ogni esperienza è soggettiva. Questo non è che un corollario di ciò che viene discusso nel paragrafo 4: che è il nostro cervello a costruire le immagini che noi crediamo di 'percepire'.

E' significativo che ogni percezione - ogni percezione conscia - abbia le caratteristiche di un'immagine. Un dolore è localizzato in una parte del corpo: ha un inizio, una fine e una collocazione, e si evidenzia su uno sfondo indifferenziato. Queste sono le componenti elementari di un'immagine. Quando qualcuno mi pesta un piede, ciò che sperimento non è il suo pestarmi un piede, ma l'"immagine" che io mi faccio del suo pestarmi il piede, ricostruita sulla base di segnali neurali che raggiungono il mio cervello in un momento successivo al contatto del suo piede col mio. L'esperienza del mondo esterno è sempre mediata da specifici organi di senso e da specifici canali neurali. In questa misura, gli oggetti sono mie creazioni e l'esperienza che ho di essi è soggettiva, non oggettiva. Tuttavia, non è banale osservare che pochissimi, almeno nella cultura occidentale, dubitano dell'oggettività di dati sensoriali come il dolore o delle proprie immagini visive del mondo esterno. La nostra civiltà è profondamente basata su questa illusione.

4. I PROCESSI DI FORMAZIONE DELLE IMMAGINI SONO INCONSCI.

Questa asserzione generale sembra sia vera per tutto ciò che accade tra la mia azione a volte conscia di rivolgere un organo di senso verso una sorgente di informazione e l'azione conscia di ricavare informazioni da un'immagine che 'io' credo di vedere, udire, sentire, gustare o odorare. Anche un dolore è sicuramente un'immagine creata.

Gli uomini, gli asini e i cani indubbiamente sono tutti consci di ascoltare e addirittura di drizzare le orecchie nella direzione del suono. Quanto alla vista, un oggetto che si muova alla periferia del mio campo visivo richiamerà la mia 'attenzione' (qualunque cosa voglia dire), sicché, volgerò gli occhi e anche il capo per guardare. E' un atto spesso conscio, ma a volte quasi automatico, al punto che

passa inosservato. Spesso sono conscio di girare il capo, ma ignoro quale oggetto periferico mi abbia spinto a farlo. La retina periferica riceve moltissime informazioni che rimangono fuori della coscienza - forse, ma non sicuramente, sotto forma d'immagini.

I "processi" della percezione sono inaccessibili; solo i "prodotti" sono consci e, ovviamente, sono i prodotti ad essere necessari. I due fatti generali - primo, che non sono conscio del processo di formazione delle immagini che vedo consciamente, e, secondo, che in questi processi inconsci io uso tutta una gamma di presupposti che vanno a integrarsi nell'immagine compiuta - sono, per me, il principio dell'epistemologia empirica.

Tutti, ovviamente, sappiamo che le immagini che 'vediamo' sono in realtà fabbricate dal cervello o dalla mente; ma saperlo con l'intelletto è molto diverso dal rendersi conto che è davvero così. Questo aspetto della faccenda si impose con forza alla mia attenzione una trentina di anni fa a New York, in occasione di una dimostrazione pubblica data da Adalbert Ames junior di certi esperimenti su come conferiamo profondità alle nostre immagini visive. Ames era un oculista che aveva lavorato su pazienti affetti da anisocoria, i cui occhi cioè formavano immagini di grandezza diversa. Ciò lo aveva portato a studiare le componenti soggettive della percezione della profondità. Poichè, questo argomento è importante e costituisce la base stessa dell'epistemologia empirica o sperimentale, mi soffermerò un poco a descrivere il mio incontro con gli esperimenti di Ames. Ames li aveva allestiti in un grande appartamento vuoto nel centro di New York. Ricordo che ce n'erano una cinquantina. Quando arrivai, non c'erano altri visitatori. Ames mi accolse e mi propose di cominciare dalla prima dimostrazione della serie mentre lui continuava a lavorare ancora un po' in una stanzetta che fungeva da ufficio. Il resto dell'appartamento, a parte due sedie a sdraio pieghevoli, non conteneva alcun mobile.

Passai da un esperimento all'altro: ciascuno comprendeva un qualche tipo di illusione ottica sulla percezione della profondità. La tesi di tutta la dimostrazione era che noi usiamo cinque indizi principali per arrivare a creare l'apparenza della profondità nelle immagini che formiamo quando attraverso gli occhi guardiamo il mondo esterno.

Il primo di questi indizi sono le dimensioni (1), cioè le dimensioni dell'immagine fisica sulla retina. Naturalmente non possiamo "vedere" quest'immagine, sicché, sarebbe più esatto dire che il primo indizio per stabilire la distanza è l'angolo che l'oggetto sottende nell'occhio. Ma di fatto neppure quest'angolo è visibile.

L'indizio della distanza registrato sul nervo ottico è forse la "variazione dell'angolo sotteso" (2). Per dimostrare questa verità vi erano due palloncini posti

in un ambiente buio, illuminati allo stesso modo, ma collegati in modo da poter trasferire l'aria dall'uno all'altro. I palloncini non si muovevano, ma quando uno si gonfiava e l'altro si sgonfiava l'osservatore aveva l'impressione che quello che si gonfiava s'avvicinasse e l'altro s'allontanasse. Col passaggio alterno dell'aria dall'uno all'altro, sembrava che i palloncini si muovessero alternativamente avanti e indietro.

Il secondo indizio era il contrasto di luminosità. Per dimostrarlo, i palloncini conservavano le stesse dimensioni e naturalmente non venivano affatto mossi. Cambiava solo l'illuminazione, che era più intensa ora sull'uno ora sull'altro. Quest'alternanza di illuminazione, come l'alternanza delle dimensioni, dava l'impressione che i palloncini si allontanassero a turno, secondo che la luce cadeva ora sull'uno e ora sull'altro.

Gli esperimenti successivi mostravano come questi due indizi, dimensioni e luminosità, potevano essere usati insieme e in opposizione tra di loro per dar luogo a una contraddizione. Il palloncino che si gonfiava riceveva ora più luce dell'altro: questo esperimento composito introduceva l'idea che certi indizi sono dominanti rispetto ad altri.

La successione complessiva degli indizi così dimostrati comprendeva le dimensioni, la luminosità, la sovrapposizione, la parallasse binoculare e la parallasse prodotta dai movimenti del capo. La più potente tra esse era la parallasse generata dal moto del capo.

Dopo aver osservato venti o trenta di queste dimostrazioni, ero pronto per una breve pausa e andai a sedermi su una delle sedie a sdraio. La sedia mi rovinò sotto. Udendo il fracasso, Ames venne ad assicurarsi che tutto fosse a posto; poi restò con me e mi presentò i due esperimenti seguenti.

Il primo riguardava la parallasse (si veda il Glossario). Su un tavolo lungo circa un metro e mezzo c'erano due oggetti: un pacchetto di sigarette Lucky Strike, infilzato su una punta di metallo che lo teneva sollevato di qualche centimetro dal piano del tavolo, e, all'estremità opposta, una scatoletta di fiammiferi anch'essa infilzata su uno spillo.

Ames mi fece mettere a un'estremità del tavolo e mi chiese di descrivere ciò che vedevo, cioè dove erano posti i due oggetti e quanto mi sembravano grandi. (Nei suoi esperimenti Ames fa sempre osservare al soggetto la verità prima di sottoporlo alle illusioni).

Poi Ames mi indicò un'asse di legno posta verticalmente contro il bordo del tavolo, dalla mia parte, con un semplice foro rotondo attraverso il quale potevo guardare il tavolo per il verso della lunghezza. Mi disse di guardare attraverso il

foro e di riferirgli ciò che vedevo. Naturalmente i due oggetti apparivano sempre lì dove sapevo che si trovavano, e le loro dimensioni erano quelle ben note. Guardando attraverso il foro dell'asse non avevo più una veduta panoramica del tavolo ed ero costretto a usare un occhio solo. Ames però suggerì che avrei potuto ottenere una parallasse sugli oggetti facendo scorrere l'asse lateralmente. Mentre spostavo l'occhio di lato seguendo l'asse, come per incanto l'immagine cambiò del tutto. Il pacchetto di Lucky Strike era finito d'un tratto all'estremità opposta del tavolo e sembrava alto e largo il doppio di un pacchetto normale. Anche la superficie della carta di cui era fatto aveva cambiato grana, e le sue minuscole irregolarità apparivano adesso più grandi. La scatoletta di fiammiferi, invece, aveva assunto all'improvviso dimensioni lillipuziane e pareva situata a metà del tavolo, nella posizione in cui prima si vedeva il pacchetto di sigarette. Che cosa era accaduto?

La risposta era semplice: sotto il tavolo, invisibili, c'erano due leve o sbarre che facevano spostare gli oggetti di lato quando io spostavo l'asse. Nella parallasse normale, come tutti sanno, quando guardiamo il paesaggio da un treno in corsa, gli oggetti più vicini sembrano passare più rapidamente: le mucche presso le rotaie spariscono in un batter d'occhio. Invece le montagne sullo sfondo passano così lentamente che, rispetto alle mucche, sembrano quasi viaggiare alla stessa velocità del treno.

In questo caso, le leve sotto il tavolo facevano muovere l'oggetto più vicino insieme con l'osservatore: il pacchetto di sigarette si comportava come se fosse stato lontano, la scatoletta di fiammiferi si muoveva come se fosse stata vicina. In altre parole, muovendo l'occhio e insieme l'asse, creavo un rovesciamento di ciò che appare alla vista. In tali circostanze, i processi inconsci di formazione delle immagini costruivano l'immagine corretta. L'informazione ricavata dal pacchetto di sigarette veniva letta e utilizzata per formare l'immagine di un pacchetto lontano, ma l'altezza del pacchetto sottendeva nel mio occhio sempre lo stesso angolo: perciò ora il pacchetto sembrava avere dimensioni enormi.

Analogamente, la scatoletta di fiammiferi in apparenza veniva avvicinata, ma continuava a sottendere lo stesso angolo che sottendeva dalla sua posizione reale. Ciò che avevo prodotto era un'immagine in cui la scatoletta sembrava aver dimezzato la sua distanza ma dimezzato anche le sue solite dimensioni.

Il meccanismo della percezione aveva prodotto l'immagine in conformità con le regole della parallasse, regole che furono espresse chiaramente per la prima volta dai pittori del Rinascimento; e l'intero processo la creazione dell'immagine incorporante le conclusioni tratte dagli indizi della parallasse, si era svolto

completamente al di fuori della mia coscienza. Le regole dell'universo che crediamo di conoscere sono sepolte nel profondo dei nostri processi di percezione. L'epistemologia, al livello della storia naturale, è in gran parte inconscia e perciò altrettanto difficile da cambiare. Il secondo esperimento che Ames mi presentò illustra la difficoltà di questo cambiamento.

Questo esperimento è stato chiamato "la stanza trapezoidale". Questa volta Ames mi fece esaminare uno scatolone largo un metro e mezzo, alto un metro e profondo altrettanto, di una strana forma trapezoidale: Ames mi disse di osservarlo con cura per mandar bene a mente le sue vere dimensioni.

Nella parte anteriore dello scatolone c'era uno spioncino abbastanza largo per entrambi gli occhi, ma prima di iniziare l'esperimento Ames mi fece mettere un paio di occhiali prismatici che avrebbero falsato la mia visione binoculare. Avrei così avuto il presupposto soggettivo di possedere la parallasse dei due occhi, mentre in realtà non ricevevo quasi nessun indizio binoculare.

Quando guardai attraverso lo spioncino, l'interno dello scatolone mi apparve perfettamente rettangolare e raffigurante una stanza con finestre rettangolari. Ovviamente le linee che rappresentavano le finestre erano in realtà tutt'altro che semplici: erano state tracciate in modo da dare l'illusione ottica di un rettangolo, contraddicendo la vera forma trapezoidale della stanza. Come sapevo dal mio esame precedente, il lato dello scatolone che avevo di fronte, guardando attraverso lo spioncino, era posto obliquamente, sicché, mi era più vicino a destra e più lontano a sinistra.

Ames mi diede una stecca e mi disse di infilarla nello scatolone e di toccare con la punta un foglio di carta fissato sulla parete sinistra. Ci riuscii abbastanza facilmente. Quindi Ames disse: "Lo vede un foglio uguale sulla destra? Cerchi di colpire con la stecca anche quello. Parta appoggiando la punta della stecca contro il foglio di sinistra e colpisca con forza".

Feci partire il colpo. L'estremità della stecca percorse pochi centimetri, urtò la parete di fondo della stanza e non pot, proseguire. Ames mi disse: "Provi di nuovo".

Provai una cinquantina di volte almeno, finché, il braccio cominciò a dolermi. Naturalmente sapevo che correzione dovevo apportare al movimento: per evitare la parete di fondo avrei dovuto tirare indietro il braccio mentre colpivo. Ma ciò che "facevo" era guidato dalla mia immagine, e io cercavo di andar contro il mio movimento spontaneo. (Se avessi chiuso gli occhi probabilmente sarei riuscito a far meglio, ma non ci provai).

Non riuscii a colpire quel secondo foglio, ma è interessante notare che i miei movimenti migliorarono e verso la fine riuscivo a spostare la stecca di parecchi

centimetri prima che urtasse contro il fondo. E "man mano che provavo e riprovavo migliorando la mia azione", la mia immagine cambiava e mi dava un'impressione più trapezoidale della forma della stanza.

In seguito Ames mi disse che a forza di provare si imparava davvero a colpire molto facilmente il secondo foglio e insieme a vedere la stanza nella sua vera forma trapezoidale.

La stanza trapezoidale era l'ultimo esperimento della serie, e a questo punto Ames mi propose di andare a pranzo insieme. Andai a lavarmi le mani nel bagno dell'appartamento: girai il rubinetto segnato "F" e ne uscì un getto fumante di acqua caldissima.

Poi scesi con Ames in cerca di un ristorante. La fiducia che nutrivo nella mia formazione delle immagini era così scossa che quasi non riuscii ad attraversare la strada. Non ero sicuro che le automobili sopraggiungenti fossero davvero in ogni istante là dove mi pareva di vederle.

Insomma, il libero arbitrio non serve davanti agli ordini immediati delle immagini che la percezione presenta all' "occhio della mente". Ma con uno strenuo esercizio e con l'autocorrezione è in parte possibile modificare queste immagini. (Questi cambiamenti di "calibrazione" verranno ulteriormente discussi nel capitolo 7).

Nonostante questa bellissima serie di esperimenti, il fenomeno della formazione delle immagini rimane quasi del tutto misterioso: non sappiamo n, come avviene n,, in verità, a quale scopo.

Siamo d'accordo che sotto il profilo dell'adattamento ha senso presentare alla coscienza soltanto le immagini, senza spreco di attività psicologica per rendere cosciente la loro formazione. Ma non esiste alcuna chiara ragione fondamentale per cui si debbano usare proprio le immagini, o anzi si debba essere "consapevoli" delle fasi dei nostri processi mentali.

Il ragionamento suggerisce che la formazione delle immagini è forse un metodo vantaggioso o economico per far passare informazioni attraverso un qualche genere di "interfaccia". In particolare, quando un essere umano deve operare in un contesto tra due macchine, è vantaggioso che esse gli forniscano le loro informazioni sotto forma di immagini.

Un caso che è stato studiato sistematicamente è quello di un artigliere addetto a un pezzo antiaereo su una nave (3). Le informazioni provenienti da una serie di dispositivi di puntamento orientati su un bersaglio in volo vengono riassunte all'artigliere sotto forma di un punto mobile su uno schermo (cioè di un'immagine). Sullo stesso schermo vi è un altro punto, la cui posizione riassume la direzione in cui è puntato il cannone antiaereo. L'uomo può spostare questo secondo punto girando certe manopole del dispositivo. Queste manopole

modificano anche il puntamento del cannone. L'uomo deve manovrare le manopole finché, i due punti sullo schermo non coincidono: allora spara. Il sistema contiene due interfacce: sistema sensore-uomo e uomo-sistema effettore. Naturalmente, è possibile immaginare in questo caso che le informazioni tanto in entrata quanto in uscita possano essere trattate facendo uso di segni discreti piuttosto che di una presentazione iconica. Tuttavia a me pare che il dispositivo iconico sia senz'altro più vantaggioso, non solo perché, in quanto essere umano, io sono un costruttore di immagini mentali, ma anche perché, in queste interfacce le immagini sono economiche o efficienti. Se questo ragionamento è corretto, sarebbe logico congetturare che i mammiferi formano immagini perché, i loro processi mentali devono attraversare molte interfacce. La nostra non-consapevolezza dei nostri processi di percezione ha alcuni interessanti effetti collaterali. Ad esempio, quando questi processi operano senza essere controllati dal materiale in entrata proveniente da un organo di senso, come nel caso del sogno o dell'allucinazione o dell'immaginazione eidetica (si veda il Glossario), è talora difficile dubitare della realtà esterna di ciò che le immagini sembrano rappresentare. Per converso, è forse un bene "non" conoscere o quasi il meccanismo di creazione delle immagini percettive. Ignorando questo lavoro, siamo liberi di "credere" a ciò che ci dicono i nostri sensi. Potrebbe essere scomodo dubitare continuamente della validità dei messaggi mandati dai nostri sensi.

5. LA DIVISIONE IN PARTI E IN TOTALITA' DELL'UNIVERSO PERCEPITO E' VANTAGGIOSA E FORSE NECESSARIA (4), MA NESSUNA NECESSITA' DETERMINA COME CIO' DEBBA ESSERE FATTO.

Ho tentato molte volte di insegnare questo concetto generale a varie classi di studenti, e a questo fine mi sono servito della figura 1. Per la presentazione, la figura viene tracciata sulla lavagna con una certa cura, ma senza le lettere che contrassegnano i vari vertici. Si chiede alla classe di dare della 'cosa' una descrizione scritta lunga circa una pagina. Quando tutti hanno finito, si confrontano i risultati. Essi si suddividono in diverse categorie: a) Circa il dieci per cento o meno degli studenti afferma, ad esempio, che l'oggetto è uno stivale, o, più pittorescamente, lo stivale di un gottoso, o addirittura un cesso. E' evidente che chi ascoltasse queste o simili descrizioni analogiche o iconiche troverebbe difficile riprodurre l'oggetto.

b) Un numero molto più elevato di studenti vede che l'oggetto contiene la maggior parte di un rettangolo e di un esagono, e dopo averlo diviso in parti a

questo modo, passa a cercare di descrivere le relazioni tra il rettangolo e l'esagono incompleti. Solo alcuni di loro (ma di solito, e sorprendentemente, uno o due in ogni classe) scoprono che è possibile tracciare un segmento BH e prolungarlo fino a toccare la base DC in un punto I, tale che il segmento HI completi un esagono regolare (figura 2). Questo segmento immaginario definirà le proporzioni del rettangolo ma, naturalmente, non le lunghezze assolute. Di solito mi congratulo con questi studenti per la loro capacità di creare ciò che somiglia a molte ipotesi scientifiche che 'spiegano' una regolarità percettibile in termini di qualche entità creata dall'immaginazione.

c) Molti studenti preparati ricorrono a un metodo di descrizione operativo: partono da un qualche punto del perimetro (sempre un vertice, si noti) e di lì procedono, solitamente in senso orario, a dare le istruzioni per disegnare l'oggetto.

d) Esistono anche altri metodi di descrizione ben conosciuti che nessuno studente ha finora seguito. Nessuno è partito dall'asserzione: "E' fatto di gesso e lavagna". Nessuno ha mai usato il metodo del "clich," a mezzatinta, suddividendo la superficie della lavagna con un reticolo (di rettangoli arbitrari) e assegnando a ogni casella del reticolo un "sì" o un "no" a seconda che contenga o non contenga una parte dell'oggetto. Naturalmente, se il reticolo è rado e l'oggetto è piccolo, andrà persa una quantità molto rilevante d'informazione. (Si pensi al caso in cui tutto l'oggetto è più piccolo di una casella del reticolo: la descrizione consisterà allora in un numero di "sì" compreso tra uno e quattro, secondo come cadono le divisioni del reticolo rispetto all'oggetto). Si tratta comunque, in linea di principio, del modo in cui vengono trasmessi, con impulsi elettrici, i "clich," delle illustrazioni dei giornali, e anzi, del modo in cui funziona la televisione. Si noti che nessuno di questi metodi di descrizione dà alcun contributo alla "spiegazione" di questo oggetto, l'esarettangolo. La spiegazione deve sempre scaturire dalla descrizione, ma la descrizione da cui essa scaturisce conterrà sempre di necessità caratteristiche arbitrarie, come quelle esemplificate qui.

6. LE SUCCESSIONI DIVERGENTI SONO IMPREVEDIBILI.

Secondo l'immagine popolare della scienza, tutto è, per principio, prevedibile e controllabile; e se qualche evento o processo non è prevedibile e controllabile allo stato attuale delle nostre conoscenze, un lieve aumento della conoscenza e, soprattutto, della tecnologia ci metterà in grado di prevedere e controllare le variabili ribelli.

Quest'opinione è errata, non soltanto nei particolari, ma anche nel principio. E' anzi possibile definire ampie classi di fenomeni in cui la previsione e il controllo sono semplicemente impossibili per ragioni fondamentali ma comprensibilissime. L'esempio più comune di questa classe di fenomeni è forse la rottura di un materiale superficialmente omogeneo, come il vetro. Del pari imprevedibile è il moto browniano (si veda il Glossario) delle molecole in un liquido o in un gas. Se getto un sasso contro il vetro di una finestra, in condizioni opportune il vetro si rompe o s'incrina secondo una figura a stella. Se il sasso colpisce il vetro con la velocità di una pallottola, può darsi che ne stacchi di netto un pezzetto di forma conica, detto "cono di percussione". Se il sasso è troppo lento e troppo piccolo, può darsi che il vetro non si rompa affatto. A questo livello la previsione e il controllo sono perfettamente possibili: purché, nello scagliare il sasso io non mi trovi in situazioni estreme, posso facilmente prevedere quale dei tre risultati seguirà (la stella, il cono di percussione o nessuna rottura).

Ma all'interno delle condizioni che portano alla rottura a stella, sarà impossibile prevedere o controllare il percorso e la posizione dei raggi della stella.

Parrà strano, ma quanto più precisi sono i metodi di laboratorio, tanto più imprevedibili diventano gli eventi. Se prendo il vetro più omogeneo che esista, ne levigo la superficie fino a ottenere la massima regolarità ottica e controllo il moto del sasso con la maggior precisione possibile, ottenendo un urto quasi assolutamente verticale sulla superficie del vetro, ebbene, tutti questi sforzi non faranno che rendere ancora più impossibile la previsione degli eventi.

Se viceversa incido la superficie del vetro o uso un vetro già incrinato (il che equivarrebbe a imbrogliare), allora sono in grado di fare qualche previsione approssimata. Per un qualche motivo (che non conosco) la linea di frattura correrà parallela all'incisione, a una distanza di circa un quarto di millimetro, sicché, l'incisione rimarrà tutta dalla stessa parte della frattura. Alla fine dell'incisione, la frattura prenderà una direzione imprevedibile.

Una catena sottoposta a tensione si spezzerà nel suo anello più debole. Questo lo si può prevedere. Ciò che è difficile è individuare l'anello più debole prima che si spezzi. "Possiamo conoscere la cosa generale, ma è la cosa specifica che ci sfugge".

Vi sono catene costruite per spezzarsi a una certa tensione e in un certo anello; ma una buona catena è omogenea e non permette alcuna previsione. E non potendo sapere qual è l'anello più debole, non possiamo neppure sapere con precisione quanta tensione occorrerà per spezzare la catena.

Se scaldiamo un liquido trasparente (ad esempio dell'acqua distillata) in un matraccio pulito e ben liscio, in che punto comparirà la prima bolla di vapore? A che temperatura? E in quale istante?

Sono domande cui non si può rispondere, a meno che non vi sia una lieve rugosità sulla superficie interna del matraccio o un granello di polvere nel liquido. In assenza di un così manifesto nucleo per l'inizio del cambiamento di stato, nessuna previsione è possibile; e siccome non possiamo dire dove comincerà il cambiamento, non possiamo neppure dire "quando". Perciò non possiamo dire a quale temperatura avrà inizio l'ebollizione.

Se l'esperimento è condotto in modo critico, cioè se l'acqua è molto pura e il matraccio molto liscio, vi sarà un certo surriscaldamento. Alla fine l'acqua bollirà. Alla fine vi sarà sempre una "differenza" che fungerà da nucleo per il cambiamento. Alla fine il liquido surriscaldato 'troverà' questo punto differenziato e bollirà in modo esplosivo per alcuni istanti finché, la temperatura non si ridurrà al punto di ebollizione normale corrispondente alla pressione barometrica dell'ambiente.

Analogo discorso vale per il congelamento di un liquido e per la precipitazione dei cristalli in una soluzione soprassatura. Affinché, il processo cominci, occorre un nucleo, cioè un punto differenziato che, nel caso della soluzione soprassatura, può essere appunto un cristallo microscopico.

Osserveremo più avanti che vi è un abisso tra le asserzioni relative a un individuo specifico e quelle relative a una classe. Tali asserzioni sono di "tipo logico diverso", e le previsioni che muovono dalle une alle altre sono sempre incerte. L'asserzione "Il liquido bolle" è di tipo logico diverso dall'asserzione "Questa molecola sarà la prima a muoversi".

Quanto sopra è per molti versi pertinente alla teoria della storia, alla filosofia su cui si fonda la teoria evoluzionistica e, in generale, alla nostra comprensione del mondo in cui viviamo.

Nella teoria della storia, la filosofia marxista sostiene, seguendo Tolstoj, che i grandi uomini che sono stati i nuclei storici di profondi cambiamenti o invenzioni sociali erano in un certo senso marginali ai cambiamenti che hanno fatto precipitare. Si sostiene, ad esempio, che nel 1859 il mondo occidentale era maturo (forse più che maturo) per creare e ricevere una teoria dell'evoluzione che riflettesse e giustificasse l'etica della Rivoluzione industriale. Da questo punto di vista, si potrebbe far apparire poco importante lo stesso Darwin. Se non fosse stato lui a formulare la sua teoria, qualcun altro ne avrebbe formulata una simile nel giro di cinque anni. E in effetti il parallelismo fra la teoria di Alfred Russel Wallace e quella di Darwin sembrerebbe a prima vista confortare questa opinione (5).

I marxisti, se ho ben capito, sosterebbero che deve necessariamente esistere un anello più debole, che in presenza di determinate forze (6) o tensioni sociali certi individui saranno i primi a iniziare una certa tendenza, e che non importa chi essi siano.

E' chiaro, invece, che la cosa "ha" importanza. Se l'iniziatore fosse stato Wallace, invece di Darwin, oggi avremmo una teoria dell'evoluzione molto diversa. In seguito al parallelo tracciato da Wallace tra la macchina a vapore con regolatore e il processo di selezione naturale, tutto il movimento cibernetico sarebbe forse potuto cominciare cent'anni prima. O forse questo grande passo teorico sarebbe potuto avvenire in Francia, come conseguenza delle idee di Claude Bernard, il quale, verso la fine del secolo scorso, scoprì ciò che più tardi si sarebbe chiamato "omeostasi" del corpo. Egli osservò che il "milieu interne" - l'ambiente interno - era equilibrato, cioè si autocorreggeva.

Sono convinto che sia una sciocchezza affermare che non ha importanza quale singolo uomo sia stato il nucleo del cambiamento. "E' appunto questo che rende la storia futura imprevedibile". L'errore marxista non è altro che una grossolana confusione di tipi logici, una confusione tra l'individuo e la classe.

7. LE SUCCESSIONI CONVERGENTI SONO PREVEDIBILI.

Questa asserzione generale è l'inversa di quella esaminata nel paragrafo precedente, e la relazione tra esse dipende dall'opposizione esistente tra i concetti di divergenza e di convergenza. Tale opposizione è un caso particolare, benché, assai fondamentale, della differenza tra i livelli successivi di una gerarchia russelliana, argomento che sarà discusso nel capitolo 4. Per il momento basterà osservare che le componenti di una gerarchia russelliana stanno tra di loro come un elemento sta a una classe, una classe sta a una classe di classi o una cosa sta al proprio nome.

Ciò che importa nelle successioni divergenti è che la descrizione che ne diamo riguarda gli "individui", specialmente le singole molecole. L'incrinatura del vetro, il primo accenno di ebollizione dell'acqua e tutti gli altri esempi sono casi in cui l'ubicazione e l'istante dell'evento sono determinati da qualche costellazione momentanea di un piccolo numero di singole molecole. Analogamente, nessuna descrizione dei percorsi delle singole molecole del moto browniano consente alcuna estrapolazione. Ciò che accade in un istante dato, ammesso che lo si possa conoscere, non ci fornirebbe i dati per prevedere ciò che accadrà un istante dopo. Viceversa, il moto dei pianeti del sistema solare, l'evoluzione di una reazione chimica in un miscuglio ionico di sali, l'urto tra le palle di un biliardo, tutte cose

che interessano milioni di molecole, sono eventi prevedibili, perchè, la descrizione che ne diamo ha come oggetto il comportamento di immense moltitudini o classi di individui. E' questo che in certa misura giustifica l'uso della statistica nella scienza, purchè, lo statistico rammenti sempre che le sue asserzioni riguardano solo gli aggregati.

In questo senso, le cosiddette leggi della probabilità mediano fra le descrizioni del comportamento del singolo e le descrizioni del comportamento della massa.

Vedremo in seguito che questo tipo di conflitto tra l'individuale e lo statistico ha perseguitato lo sviluppo della teoria dell'evoluzione dai tempi di Lamarck in poi. Se Lamarck avesse affermato che i cambiamenti dell'ambiente possono influire sulle caratteristiche generali di intere popolazioni, egli sarebbe stato al passo con i più recenti esperimenti di genetica, come quelli di Waddington sull'assimilazione genetica, che descriveremo nel capitolo 6. Ma Lamarck, e in effetti tutti i suoi seguaci, sembrano aver avuto un'innata propensione a confondere i tipi logici. (Questo argomento e le corrispondenti confusioni degli evoluzionisti ortodossi saranno discussi nel capitolo 6).

Sia come sia, nei processi stocastici (si veda il Glossario), tanto dell'evoluzione quanto del pensiero, il nuovo può essere tratto esclusivamente dal disordine del casuale. E per trarre il nuovo dal casuale, se e quando esso si manifesta, occorre un qualche meccanismo selettivo che dia conto della persistenza nel tempo della nuova idea. Deve vigere qualcosa di simile alla "selezione naturale", in tutta la sua lapalissiana tautologia. Per persistere, il nuovo deve essere tale da durare più a lungo delle sue alternative. Ciò che dura più a lungo tra le increspature del casuale deve durare più a lungo di quelle increspature che non durano altrettanto a lungo. Ecco, in poche parole, la teoria della selezione naturale.

L'idea marxista della storia (che nella sua forma più rozza sosterebbe che se Darwin non avesse scritto l'"Origine delle specie", qualcun altro avrebbe messo fuori un libro simile nel giro di cinque anni) è un infelice tentativo di dare applicazione pratica a una teoria che vorrebbe vedere il processo sociale come "convergente" su eventi che interessano singoli e specifici esseri umani. L'errore riguarda, ancora una volta, i tipi logici.

8. "DAL NULLA NASCE NULLA".

Questa citazione da "Re Lear" condensa in un'unica frase tutta una serie di sagge massime medioevali e moderne. Tra le altre:

- a) La legge della conservazione della materia e la sua inversa, che non ci si può aspettare che compaia materia nuova in laboratorio. (Lucrezio diceva: “Nulla può mai esser creato dal nulla per potere divino”) (7).
- b) La legge della conservazione dell'energia e la sua inversa, che non ci si può aspettare che compaia energia nuova in laboratorio.
- c) Il principio dimostrato da Pasteur che non ci si può aspettare che compaia materia vivente nuova in laboratorio.
- d) Il principio che nessun ordine o struttura nuovi possono essere creati senza "informazione".

Di tutti questi enunciati negativi e di altri analoghi possiamo dire che si tratta di regole probabilistiche piuttosto che di leggi di natura. Tale è la loro approssimazione al vero che tutte le loro eccezioni sono di estremo interesse. Ciò che è particolarmente interessante si nasconde nelle relazioni tra queste importanti negazioni. Ad esempio, oggi sappiamo che tra la conservazione dell'energia e la conservazione della materia esiste un nesso per il quale ciascuna di queste negazioni è a sua volta negata da una trasformazione di materia in energia e, presumibilmente, di energia in materia.

In questo momento, tuttavia, ha un interesse particolare l'ultima della serie, e cioè la proposizione che nei campi della comunicazione, dell'organizzazione del pensiero, dell'apprendimento e dell'evoluzione “dal nulla nasce nulla” senza "informazione".

Questa legge differisce dalle leggi della conservazione dell'energia e della massa in quanto non contiene alcuna clausola che neghi la distruzione e la perdita d'informazione, di struttura o di entropia negativa. La struttura e/o l'informazione, ahimè (ma anche per fortuna), vengono divorate fin troppo facilmente dal casuale. I messaggi e le direttrici per l'ordine esistono solo, per così dire, sulla sabbia o sono scritti sull'acqua: quasi ogni disturbo, anche il semplice moto browniano, li distrugge. L'informazione può essere dimenticata o offuscata. Il cifrario può andar perduto.

I messaggi cessano di essere tali quando nessuno li può leggere. Senza la stele di Rosetta non sapremmo nulla di quanto era scritto nei geroglifici egiziani: essi sarebbero solo eleganti decorazioni sui papiri o sulla pietra. Per avere significato - finanche per essere riconosciuta come struttura - ogni regolarità deve incontrarsi con regolarità, o forse abilità, complementari, e tali abilità sono evanescenti quanto le strutture stesse. Anch'esse sono scritte sulla sabbia o sull'acqua.

La genesi dell'abilità di reagire al messaggio costituisce il rovescio, l'altra faccia del processo evolutivo. E' la "coevoluzione" (si veda il Glossario).

Paradossalmente la profonda verità parziale che “dal nulla nasce nulla” nel mondo dell'informazione e dell'organizzazione incontra una contraddizione interessante nel fatto che "zero", l'assenza completa di ogni evento indicativo, può essere un messaggio. La larva della zecca si arrampica su un albero e resta in attesa su uno dei rami esterni; se fiuta esalazioni di sudore, si lascia cadere e può darsi che vada a finire su un mammifero; ma se "non fiuta" il sudore di lì a qualche settimana, si lascia cadere e va ad arrampicarsi su un altro albero.

La lettera che non scriviamo, le scuse che non porgiamo, il cibo che non mettiamo fuori per il gatto possono essere tutti messaggi sufficienti ed efficaci, poichè, zero può aver significato "in un contesto"; e il contesto lo crea chi riceve il messaggio. Questa capacità di creare il "contesto" è l'abilità del ricevente, e acquisirla è la sua parte della coevoluzione di cui dicevo sopra. Egli deve acquisire questa abilità mediante l'apprendimento o mediante una felice mutazione, cioè mediante una fortunata incursione nel casuale. Il ricevente in un certo senso dev'essere pronto per la scoperta giusta quando essa arriva.

Così, è ipotizzabile che nell'ambito di un processo stocastico sia valida l'inversa della proposizione: “dal nulla nasce nulla” senza informazione. Una "pronta disposizione" può servire a selezionare certe componenti del casuale che in tal modo diventano informazioni nuove. Tuttavia, dev'esserci sempre una certa quantità di aspetti casuali da cui poter formare le nuove informazioni.

Questa circostanza suddivide l'intero campo dell'organizzazione, dell'evoluzione, della maturazione e dell'apprendimento in due aree separate, quella dell'epigenesi, o embriologia, e quella dell'evoluzione e dell'apprendimento.

"Epigenesi" è il termine prescelto da C. H. Waddington per designare il suo principale campo di interesse, chiamato un tempo "embriologia". Esso sottolinea il fatto che ogni stadio embriologico è un atto di "divenire" (in greco "g,nesis") che dev'essere costruito "sopra" (in greco "epi") lo stato immediatamente precedente. E' significativo che Waddington disprezzasse la teoria dell'informazione tradizionale, nella quale, così com'egli la vedeva, non c'era posto per le “nuove” informazioni che egli riteneva si generassero a ogni stadio dell'epigenesi. E in effetti, secondo la teoria tradizionale, in questo caso non vi sono informazioni nuove.

Idealmente l'epigenesi dovrebbe somigliare allo sviluppo di una complessa tautologia (si veda il Glossario), in cui nulla viene aggiunto una volta stabiliti gli assiomi e le definizioni. Il teorema di Pitagora è implicito (cioè già racchiuso) negli assiomi, nelle definizioni e nei postulati di Euclide. Non occorre far altro che portarlo alla luce, dispiegarlo, e, per gli esseri umani, avere una certa conoscenza dell'ordine dei passaggi da compiere. Quest'ultima specie

d'informazione diventa necessaria solo quando la tautologia di Euclide è espressa da un modello verbale e simbolico disposto sequenzialmente sulla carta o nel tempo. Nella tautologia ideale non esiste n, tempo, n, dispiegamento, n, argomentazione. Ciò che è implicito è già presente, ma, naturalmente, non in una collocazione spaziale.

Contrapposto all'epigenesi e alla tautologia, che costituiscono i mondi della replicazione, c'è tutto il regno della creatività, dell'arte, dell'apprendimento e dell'evoluzione, in cui i processi dinamici del cambiamento "si alimentano del casuale". L'essenza dell'epigenesi sta nella ripetizione prevedibile; l'essenza dell'apprendimento e dell'evoluzione sta nell'esplorazione e nel cambiamento. Nella trasmissione della loro cultura, gli uomini cercano sempre di replicare, di trasmettere alla generazione successiva le abilità e i valori dei genitori: un tentativo che, però, fallisce sempre e inevitabilmente, poichè, la trasmissione della cultura è legata all'apprendimento, non al D.N.A. Il processo di trasmissione della cultura è una specie di ibrido o mescolanza dei due regni: per conseguire la replicazione esso deve cercare di usare i fenomeni dell'apprendimento, poichè, ciò che i genitori posseggono è stato da loro appreso. Se per miracolo i figli avessero un D.N.A. che desse loro le abilità dei genitori, tali abilità sarebbero "diverse" e forse non vitali.

E' interessante che fra i due mondi si situi il fenomeno culturale della "spiegazione", cioè la proiezione sulla tautologia (8) di successioni poco familiari di eventi.

Infine, si noterà che i regni dell'epigenesi e dell'evoluzione, a un livello più profondo, sono esemplificati nei paradigmi gemelli della seconda legge della termodinamica: 1) che l'operato casuale della probabilità consuma sempre l'ordine, la struttura e l'entropia negativa, ma, 2) che, per la creazione di un nuovo ordine, è necessario l'operato del casuale, la pletora di alternative non vincolate (entropia). E' dal casuale che gli organismi estraggono le nuove mutazioni, ed è lì che l'apprendimento stocastico prende le sue soluzioni. L'evoluzione porta all'acme, alla saturazione ecologica di tutte le possibilità di differenziazione; l'apprendimento porta a un sovraccarico della mente. Con il ritorno all'uovo, ignorante e prodotto in serie, la specie, che non si arresta, sgombra ancora una volta la propria memoria e si prepara ad accogliere il nuovo.

9. IL NUMERO E' DIVERSO DALLA QUANTITA'.

Questa differenza è fondamentale per ogni genere di attività teoretica nelle scienze del comportamento, per ogni genere di speculazione su ciò che accade tra gli organismi o al loro interno come parte dei loro processi di pensiero.

I "numeri" sono il risultato del contare, le "quantità" sono il risultato del misurare. Si capisce quindi come i numeri possano essere precisi, poichè, fra ciascun intero e il successivo c'è discontinuità: fra il "due" e il "tre" c'è un salto. Nel caso della quantità questo salto non c'è; e poichè, nel mondo della quantità mancano i salti, è impossibile che le quantità siano esatte. Si possono avere esattamente tre pomodori; non si possono mai avere esattamente tre litri d'acqua. La quantità è sempre approssimata.

Anche quando la distinzione tra il numero e la quantità è chiara, vi è un altro concetto da riconoscere e distinguere sia dal numero sia dalla quantità. Per quest'altro concetto non esiste, credo, alcuna parola nella nostra lingua, quindi dobbiamo contentarci di ricordare che esiste un sottoinsieme di "strutture" o "configurazioni" ["patterns"] i cui elementi sono di solito chiamati "numeri". Non tutti i numeri si ottengono contando e in effetti sono i numeri più piccoli e pertanto più comuni che spesso non vengono contati ma riconosciuti a colpo d'occhio come configurazioni. I giocatori di carte non si soffermano a contare i semi dell'otto di picche, anzi possono riconoscere le disposizioni caratteristiche dei semi fino al "dieci".

In altre parole: il numero appartiene al mondo della struttura formale, della "Gestalt" e del calcolo numerico; la quantità appartiene al mondo del calcolo analogico e probabilistico.

Certi uccelli possono in qualche modo distinguere i numeri fino a sette, ma non si sa se ciò avvenga perchè, contano o perchè, riconoscono delle strutture.

L'esperimento che più di ogni altro si approssimò alla verifica di questa differenza tra i due metodi fu compiuto da Otto Koehler con una cornacchia. L'uccello fu addestrato a fare quanto segue: si prepara un certo numero di tazzine con coperchèio, nelle quali vengono posti bocconi di carne. Alcune tazzine contengono un solo boccone, altre due o tre, altre nessuno. A parte c'è un piatto che contiene un numero di bocconi di carne superiore al numero complessivo di quelli contenuti nelle tazzine. La cornacchia impara a togliere il coperchèio da ciascuna tazzina così da poter mangiare i bocconi che vi si trovano. Quando ha mangiato tutta la carne delle tazzine, può andare al piatto e mangiare lo "stesso numero" di bocconi che ha trovato nelle tazzine. Se mangia dal piatto più carne di quella che era nelle tazzine, viene punita. Essa è in grado di apprendere questa procedura.

Ora la domanda è: la cornacchia conta i bocconi, oppure usa qualche altro metodo per identificarne il numero? L'esperimento è progettato con cura per costringere l'uccello a contare: le sue azioni vengono interrotte dall'atto necessario a sollevare i coperchì e la sequenza è resa ancora più confusa dal fatto che alcune tazzine contengono più di un boccone e altre nessuno. Con questi accorgimenti lo sperimentatore ha tentato di impedire alla cornacchia di creare una qualche sorta di struttura o di ritmo mediante il quale riconoscere il numero dei pezzetti di carne. In questo modo l'uccello viene obbligato, per quanto è possibile farlo, a contare i bocconi.

Non è escluso, naturalmente, che il processo di prendere la carne dalle tazzine diventi una specie di danza ritmica, e che il ritmo venga in qualche modo ripetuto dall'uccello quando prende la carne dal piatto. La questione è probabilmente ancora irrisolta, ma nel complesso l'esperimento è piuttosto convincente e fa propendere per l'ipotesi che la cornacchia, più che riconoscere una qualche struttura nella disposizione dei bocconi o nella successione delle proprie azioni, conti effettivamente i pezzi di carne.

E' interessante osservare il mondo biologico nei termini posti dalla seguente domanda: i vari casi in cui si manifesta il numero debbono essere considerati come esempi di "Gestalt", di numero contato o di pura quantità? C'è una differenza piuttosto notevole, ad esempio, tra l'enunciato "Questa rosa semplice ha cinque petali e cinque sepalì, anzi la sua simmetria è strutturata sul cinque" e l'enunciato "Questa rosa ha centododici stami, questa ne ha novantasette e quest'altra solo sessantaquattro". Il processo che controlla il numero degli stami è sicuramente diverso da quello che controlla il numero dei petali o dei sepalì. E' interessante notare invece che nella rosa doppia, dove a quanto pare alcuni degli stami si sono trasformati in petali, il procedimento per determinare il numero dei petali da produrre è in seguito a ciò passato da quello che normalmente limita a cinque il numero dei petali a qualcosa di simile al processo che determina la "quantità" degli stami. Possiamo dire che nella rosa semplice normalmente i petali sono "cinque", ma gli stami sono "molti", dove "molti" è una quantità variabile da rosa a rosa.

Tenendo presente questa differenza, possiamo ora osservare il mondo biologico e chiederci qual è il numero più grande che i processi di crescita possono trattare come struttura fissa e oltre il quale la cosa riguarda la quantità. Per quanto ne so, i 'numeri' più comuni nella simmetria delle piante e degli animali, specialmente nella simmetria radiale, sono il due, il tre, il quattro e il cinque.

Il lettore può divertirsi a raccogliere casi in natura di numeri rigidamente controllati oppure organizzati in una certa struttura formale. Sembra, per una

qualche ragione, che i numeri più grandi siano limitati a successioni lineari di segmenti, come le vertebre dei mammiferi, i segmenti addominali degli insetti e la segmentazione anteriore dei lombrichi. (Dalla parte del capo la segmentazione è controllata in modo piuttosto rigido fino ai segmenti che portano gli organi genitali. Il loro numero varia da specie a specie, ma può arrivare fino a quindici. Scendendo oltre, la coda ha 'molti' segmenti). A queste osservazioni è interessante aggiungere il comune fenomeno che un organismo, una volta scelto un numero per la simmetria radiale di un qualche suo insieme di parti, ripeterà lo stesso numero in altre parti. Un giglio ha tre sepali, tre petali, sei stami e un ovario trilobato.

Ciò che pareva la bizzarria o la peculiarità di un'operazione umana - cioè che noi occidentali ricaviamo i numeri contando o riconoscendo strutture e configurazioni, mentre ricaviamo le quantità da una misurazione - sembra proprio, in fin dei conti, una sorta di verità universale. Tanto la cornacchia quanto la rosa sono costrette a mostrare che anche per loro - per la rosa nella sua anatomia e per la cornacchia nel suo comportamento (e ovviamente nelle segmentazioni delle sue vertebre) - esiste questa profonda differenza tra numeri e quantità.

Cosa significa ciò? Il problema è molto antico e risale certo a Pitagora, che si dice avesse incontrato una regolarità simile nella relazione tra le armoniche.

Per porre questi problemi possiamo servirci dell'esarettangolo discusso nel paragrafo 5. Abbiamo visto là che le componenti della descrizione potevano essere svariaticissime. In quel caso sarebbe stata pura illusione attribuire a un "modo di organizzare" la descrizione una validità maggiore che a un altro. Ma per quanto riguarda le quantità e i numeri biologici sembra di essere davanti a qualcosa di più profondo. Questo caso differisce da quello dell'esarettangolo? E se sì, in che modo?

E' mia opinione che nessuno dei due casi è così banale come a prima vista potevano sembrare i problemi dell'esarettangolo. Ritorniamo alle verità eterne di sant'Agostino: "Ascoltate le parole tonanti pronunciate da questo santo verso il 400 d.C.: 'sette più tre fa dieci; sette più tre ha sempre fatto dieci; mai e in nessun modo sette più tre ha fatto qualcosa di diverso da dieci; sette più tre farà sempre dieci'" (9).

Sostenendo l'antitesi tra numeri e quantità indubbiamente mi avvicino all'asserzione di una verità eterna, e Agostino sarebbe certo d'accordo.

Tuttavia, potremmo replicare al santo: "Verissimo, sì. Ma è proprio questo ciò che vuoi e intendi dire? E' certamente anche vero che tre più sette fa dieci, che due più uno più sette fa dieci, che uno più uno più uno più uno più uno più uno più

uno più uno più uno più uno fa dieci. In effetti, la verità eterna che tu cerchi di asserire è molto più generale e profonda del caso particolare di cui ti sei servito per esprimere quel profondo messaggio”. Ma possiamo convenire che la verità eterna, più astratta, è difficile da enunciare con precisione e senza ambiguità. In altre parole, è possibile che dei vari modi di descrivere l'esarettangolo molti siano solo manifestazioni in superficie della stessa più profonda e più generale tautologia (considerando la geometria euclidea come un sistema tautologico). Ritengo che sia corretto affermare non solo che le varie formulazioni descrittive dell'esarettangolo concordano alla fin fine su ciò che i descrittivi credevano di vedere, ma anche che esiste un accordo su un'unica più profonda e generale tautologia nei cui termini sono organizzate le varie descrizioni. In questo senso la distinzione tra numeri e quantità non è, credo, banale, e lo dimostra l'anatomia della rosa coi suoi “cinque” petali e i suoi “molti” stami, dove le virgolette indicano che i nomi dei numeri e delle quantità sono manifestazioni in superficie di idee formali immanenti nella rosa in crescita.

10. LA QUANTITA' NON DETERMINA LA STRUTTURA.

In linea di principio è impossibile spiegare una qualunque struttura invocando un'unica quantità. Si osservi però che un "rapporto tra due quantità" è già l'inizio della struttura formale. In altre parole, quantità e struttura sono di tipo logico diverso (10) e non armonizzano bene entro la stessa operazione di pensiero. Ciò che appare come generazione di struttura da parte della quantità si manifesta là dove la struttura formale era latente prima che la quantità esercitasse i suoi effetti sul sistema. Un esempio noto è quello della tensione che spezza la catena nel suo anello più debole. Al variare di una quantità, la tensione, una differenza latente viene resa manifesta o, come direbbero i fotografi, viene sviluppata. Lo sviluppo di un negativo fotografico è appunto un rendere manifeste differenze latenti introdotte nell'emulsione fotografica da una precedente esposizione differenziale alla luce.

Immaginiamo un'isola con due montagne: una variazione quantitativa, un aumento, del livello del mare può trasformare quest'isola in due isole. Ciò accade nel momento in cui il livello del mare supera quello della sella tra le due montagne. Anche qui la struttura qualitativa era latente prima che la quantità vi esercitasse un effetto; e quando la forma è cambiata, il cambiamento è stato improvviso e discontinuo.

Vi è una forte tendenza, nelle spiegazioni, ad invocare quantità di tensione, di energia e altro per spiegare la genesi della struttura. Sono convinto che tutte

queste spiegazioni siano improprie o errate. Dal punto di vista dell'agente qualsivoglia che impone un cambiamento quantitativo, qualunque cambiamento di struttura che potrà verificarsi sarà imprevedibile o divergente.

11. IN BIOLOGIA NON ESISTONO VALORI MONOTONI.

Un valore monotono è un valore che o cresce sempre o decresce sempre. La sua curva non serpeggia, cioè non passa mai da un aumento a una diminuzione o viceversa. Sostanze, cose, strutture o successioni di esperienze desiderate che sono in un certo senso 'buone' per l'organismo - regimi alimentari, condizioni di vita, temperatura, divertimenti, sesso e così via -, non sono mai tali che una quantità maggiore di esse sia sempre meglio che una quantità minore. Al contrario, per tutti gli oggetti e le esperienze esiste sempre una quantità con un valore ottimale; al di sopra di essa la variabile diventa tossica, scendere al di sotto di quel valore significa subire una privazione.

Questa caratteristica dei valori biologici non si riscontra nel denaro. Il denaro ha sempre un valore transitivo: più denaro è presumibilmente sempre meglio che meno denaro; per esempio mille e un dollaro sono preferibili a mille dollari. Per i valori biologici le cose non stanno così: più calcio non è sempre meglio che meno calcio. Vi è una quantità ottimale di calcio di cui un dato organismo può aver bisogno nella sua dieta: al di sopra di essa il calcio diventa tossico. Analogamente, per l'ossigeno che respiriamo, per i cibi o per le componenti di una dieta e probabilmente per tutti gli elementi presenti in una relazione, il troppo è nemico del bene. Si può anche soffrire per troppa psicoterapia. Una relazione senza conflitti è noiosa, una relazione con troppi conflitti è tossica: ciò che è desiderabile è una relazione con una quantità ottimale di conflitti. Perfino il denaro, considerato non in sé, ma nei suoi effetti su chi lo possiede, può forse, oltre un certo limite, risultare tossico. In ogni caso, la filosofia del denaro, l'insieme dei presupposti secondo cui quanto più denaro si ha tanto meglio è, è del tutto antibiologica. Nondimeno, pare che questa filosofia possa essere insegnata a cose viventi.

12. TALVOLTA CIO' CHE E' PICCOLO E' BELLO.

Forse più di ogni altra variabile, le dimensioni mettono sotto gli occhi dello studioso in modo vivido e chiaro i problemi dell'esser vivi. L'elefante è afflitto dai problemi della grandezza, il toporagno da quelli della piccolezza. Ma per ciascuno esistono dimensioni ottimali: l'elefante non starebbe meglio se fosse molto più

piccolo, n, il toporagno si sentirebbe sollevato se fosse molto più grosso. Possiamo dire che ciascuno è "assuefatto" alle proprie dimensioni.

La grandezza e la piccolezza presentano problemi puramente fisici, problemi che riguardano il sistema solare, il ponte e l'orologio da polso. Ma oltre a questi vi sono problemi che interessano specificamente gli aggregati di materia vivente, si tratti di creature singole o di intere città.

Consideriamo prima l'aspetto fisico. I problemi di "instabilità" meccanica sorgono perchè, ad esempio, le forze della gravità non seguono le stesse regolarità quantitative di quelle della coesione. Se la si lascia cadere, una zolla di terra grande si frantuma più facilmente che non una piccola. Un ghiacciaio cresce, e quindi, in parte fondendo e in parte frantumandosi, deve iniziare una diversa esistenza sotto forma di valanghe, unità minori che devono separarsi dalla matrice più grande. Per contro, anche nell'universo fisico ciò che è molto piccolo può diventare instabile "perchè," la relazione tra superficie e peso non è lineare. Se vogliamo far sciogliere un certo materiale, lo frantumiamo, perchè, i pezzi più piccoli hanno un maggior rapporto tra superficie e volume e quindi offrono più ampio accesso al solvente: i pezzi più grossi sono gli ultimi a scomparire. E così via.

Per trasferire queste riflessioni nel mondo più complesso delle cose viventi, ecco un apologo:

"La storia del cavallo poliploide".

Si dice che ancor oggi per gettare nell'imbarazzo i signori del premio Nobel basti menzionare i cavalli poliploidi. Vero o no, verso la fine degli Anni Ottanta il dottor P. U. Posif, il grande genetista erewhoniano, ricevette il premio per le sue manipolazioni del D.N.A. del comune cavallo da tiro ("Equus caballus"). Si disse che egli aveva apportato un grande contributo all'ancor giovane scienza della trasportologia. In ogni caso vinse il premio per aver "creato" (nessun'altra parola potrebbe render giustizia a un'operazione di scienza applicata che quasi usurpava l'attività divina), creato, dico, un cavallo di dimensioni esattamente doppie di quelle del comune Clydesdale. Era lungo il doppio, alto e largo il doppio: era un poliploide, con un numero di cromosomi quadruplo del normale.

Posif sostenne sempre che c'era stato un tempo in cui questo animale straordinario, quando era ancora un puledro, poteva reggersi sulle quattro zampe. Dovette certo essere uno spettacolo fantastico! Fatto sta che quando fu esposto al pubblico e ripreso e immortalato da tutti gli strumenti di comunicazione della

civiltà moderna, il cavallo non si reggeva affatto in piedi. Per farla breve, era "troppo pesante". Pesava, naturalmente, otto volte un normale Clydesdale. Per le sue comparse in pubblico o alla televisione il dottor Posif faceva sempre chiudere gli idranti, che erano altrimenti costantemente necessari per mantenere l'animale alla normale temperatura di un mammifero; ma c'era sempre il timore che le parti più interne cominciassero a cuocere. Dopo tutto, la pelle e il pannicolo adiposo della povera bestia erano spessi il doppio del normale, mentre la sua superficie era solo quattro volte quella di un cavallo comune, sicché, esso non si raffreddava adeguatamente.

Ogni mattina il cavallo doveva essere sollevato sulle zampe con una piccola gru e infilato in una sorta di scatola a ruote dove poggiava su una serie di molle, calibrate per alleggerirlo di metà del suo peso.

Il dottor Posif sosteneva che l'animale era straordinariamente intelligente. Aveva, naturalmente, otto volte più cervello (in peso) di qualsiasi altro cavallo, ma io non ebbi mai l'impressione che si occupasse di problemi più complessi di quelli che interessano gli altri cavalli. Aveva pochissimo tempo libero, tutto preso com'era sempre a sbuffare in parte per raffreddarsi in parte per ossigenare il suo corpo ottuplo. Dopo tutto la sua trachea aveva una sezione soltanto quadrupla di quella normale.

Poi c'era l'alimentazione. Ogni giorno doveva ingerire in qualche modo una quantità pari a otto volte quella sufficiente a un comune cavallo, e doveva far scendere tutto quel cibo lungo un esofago che aveva un calibro solo quadruplo del normale. Anche i vasi sanguigni avevano dimensioni relativamente ridotte, e ciò rendeva più difficile la circolazione e imponeva al cuore un lavoro supplementare. Una bestia infelice!

Questo apologo mostra ciò che inevitabilmente accade quando interagiscono due o più variabili le cui curve siano discrepanti. Questo è ciò che produce l'interazione tra cambiamento e tolleranza. Ad esempio, la crescita graduale di una popolazione (di automobili o di persone) non ha effetti manifesti su un sistema di trasporto finché, "improvvisamente" la soglia di tolleranza viene superata e il traffico s'ingorga. Il cambiamento di una delle variabili rivela un valore critico dell'altra.

Fra tutti questi casi, quello oggi più noto è il comportamento del materiale fissile nella bomba atomica. L'uranio si trova in natura e subisce una continua fissione, ma non si hanno esplosioni perché, non s'instaura nessuna reazione a catena. Ciascun atomo, disintegrandosi, emette neutroni che, se colpiscono altri atomi di uranio, possono causarne la fissione; ma molti neutroni vanno semplicemente

perduti. Se la massa di uranio non ha dimensioni critiche, meno di un neutrone per atomo fissionato, in media, va a disintegrare un altro atomo e la catena si estingue. Se la massa è più grande, aumenta la frazione dei neutroni che colpiscono gli atomi di uranio e ne causano la fissione. Allora il processo consegue un "guadagno" esponenziale positivo e si trasforma in un'esplosione.

Nel caso del cavallo immaginario, lunghezza, superficie e volume (o massa) sono in discrepanza perchè, le loro curve di crescita hanno caratteristiche mutuamente non lineari. La superficie varia come quadrato della lunghezza e il volume come cubo della lunghezza, sicchè, la superficie varia come volume elevato alla potenza di due terzi.

Per il cavallo (e per tutte le creature reali) la faccenda si fa più seria, poichè, per rimanere in vita devono essere assicurate molte dinamiche interne. C'è una logistica interna del sangue, del cibo, dell'ossigeno e delle scorie, e una logistica dell'informazione, sotto forma di messaggi neurali e ormonali.

La focena, che è lunga circa un metro e ha un pannicolo di grasso di circa tre centimetri e una superficie di poco più di mezzo metro quadrato, ha un bilancio termico noto bene equilibrato per le acque dell'Artico. Il bilancio termico di una grossa balena, che è lunga circa dieci volte la focena (e ha dunque un volume mille volte più grande e una superficie cento volte più grande) e che possiede un pannicolo spesso quasi trenta centimetri, è del tutto misterioso. Si presume che essa abbia un sistema logistico superiore che fa scorrere il sangue attraverso le pinne dorsali e caudali, dove tutti i cetacei smaltiscono il calore.

Nelle cose viventi il fenomeno della crescita aggiunge un ulteriore ordine di complessità ai problemi della grandezza. La crescita altererà le proporzioni dell'organismo? I problemi relativi ai limiti della crescita sono risolti in modi assai diversi dalle diverse creature.

Un caso semplice è quello delle palme, che non modificano la circonferenza per compensare l'altezza. Una quercia, che tra il legno e la corteccia ha un tessuto che cresce (il cambio), si sviluppa in altezza e in larghezza durante tutta la sua esistenza. Una palma del cocco, invece, dove il tessuto soggetto a crescita si trova solo all'apice del fusto (è la cosiddetta insalata dei miliardari, e ottenerla significa uccidere la palma), presenta solo uno sviluppo in altezza accompagnato da un lento ingrossamento alla base del tronco. Per quest'organismo la limitazione dell'altezza è semplicemente un normale aspetto dell'adattamento a una nicchia. E' la pura e semplice instabilità meccanica provocata da un'altezza eccessiva non compensata da una circonferenza adeguata che normalmente la conduce alla morte.

Molte piante evitano (o risolvono?) questi problemi di limitazione della crescita legando la durata della loro vita al calendario o al loro ciclo riproduttivo. Le piante annuali iniziano una nuova generazione ogni anno, mentre quelle come la cosiddetta pianta secolare (iucca) possono vivere per molti anni ma, come i salmoni, muoiono inevitabilmente con la riproduzione. La iucca, a parte una ramificazione multipla sulla cima che reca il fiore, non produce rami. La stessa infiorescenza ramificata è la parte terminale del suo stelo, e quando ha compiuto la propria funzione, la pianta muore. La sua morte fa parte della norma del suo modo di vivere.

In certi animali superiori la crescita è controllata: la creatura raggiunge una dimensione o un'età o uno stadio in cui la crescita semplicemente si arresta (cioè viene arrestata da messaggi chimici o d'altro genere interni all'organizzazione della creatura). Le cellule, così controllate, smettono di crescere e di dividersi. Quando i controlli non funzionano più (perché, il messaggio non viene generato o non viene ricevuto) il risultato è il cancro. Dove hanno origine questi messaggi, che cosa ne provoca l'invio e in quale codice, presumibilmente chimico, sono immanenti? Che cosa controlla la simmetria bilaterale esterna quasi perfetta del corpo dei mammiferi? Quel che sappiamo del sistema di messaggi che controlla la crescita è in verità assai poco. Deve esistere tutto un sistema di interrelazioni che finora è stato poco studiato.

13. LA LOGICA E' UN CATTIVO MODELLO DELLA CAUSALITA'.

Quando parliamo di sequenze logiche e di sequenze causali usiamo le stesse parole; diciamo: "Se" si accettano le definizioni e i postulati di Euclide, "allora" due triangoli che abbiano i tre lati ordinatamente uguali sono tra loro uguali". E diciamo: "Se" la temperatura scende sotto lo zero, "allora" l'acqua comincia a gelare".

Ma il "se... allora" del sillogismo logico è molto diverso dal "se... allora" della causalità.

In un calcolatore, che lavora per causa ed effetto e dove un transistor ne eccita un altro, le sequenze causali vengono usate per "simulare" la logica. Trent'anni fa ci si chiedeva: può un calcolatore simulare tutti i processi logici? La risposta era sì, ma la domanda era certamente sbagliata. Avremmo dovuto chiedere invece: può la logica simulare tutte le sequenze causali? E la risposta sarebbe stata no.

Quando le sequenze causali diventano circolari (o più complesse), la descrizione o proiezione di queste sequenze sulla logica, che è atemporale, diventa contraddittoria. Si generano paradossi che la logica pura non può tollerare. Come

esempio può andar bene il circuito di un comune campanello, uno degli apparenti paradossi che si producono in milioni di casi di omeostasi ricorrenti in biologia. Il circuito del campanello (figura 3) è costruito in modo da essere percorso da corrente quando l'armatura fa contatto con l'elettrodo nel punto A; ma il passaggio della corrente attiva l'elettromagnete, il quale attira l'armatura interrompendo il contatto in A. Allora la corrente non percorre più il circuito, l'elettromagnete si disattiva e l'armatura torna a ristabilire il contatto in A facendo ricominciare il ciclo.

Descriviamo questo ciclo nei termini di una sequenza causale:

Se si stabilisce il contatto in A, allora il magnete viene attivato.

Se il magnete viene attivato, allora il contatto in A viene interrotto.

Se il contatto in A viene interrotto, allora il magnete viene disattivato.

Se il magnete viene disattivato, allora si stabilisce il contatto.

Questa successione è del tutto soddisfacente purché, s'intenda chiaramente che i nessi "se... allora" sono "causali". Trasferiti con un bisticcio nel mondo della logica i "se" e gli "allora" creerebbero il caos:

Se il contatto viene stabilito, allora il contatto viene interrotto.

Se P, allora non-P.

Il "se... allora" della causalità contiene il "tempo", mentre il "se... allora" della logica è atemporale; ne segue che la logica è un modello incompleto della causalità.

14. LA CAUSALITÀ NON OPERA ALL'INDIETRO.

Spesso la logica può essere invertita, l'effetto invece non precede la causa. Questa asserzione generale rappresenta un ostacolo per le scienze psicologiche e biologiche fin dai tempi di Platone e Aristotele. I greci erano inclini a credere in quelle che più tardi furono dette cause "finali". Essi ritenevano che la struttura o forma generata alla fine di una successione di eventi potesse essere considerata in qualche modo come causa del cammino seguito dalla successione. Ciò condusse a quella che si chiamò teleologia ("telos" significa il termine o lo scopo di una successione).

Il problema che si trovarono ad affrontare i teorici della biologia fu quello dell'adattamento. L'osservazione faceva concludere che il granchio aveva le chele per afferrare le cose. La difficoltà era sempre quella del ragionamento all'indietro, dallo scopo delle chele alla causa che le aveva fatte sviluppare. A lungo in biologia fu considerato eretico credere che le chele esistessero "perché," erano utili: questa

credenza conteneva l'errore teleologico, cioè un'inversione cronologica della causalità.

Il ragionamento lineale genera sempre o l'errore teleologico (secondo cui il processo è determinato dal fine) o il mito di una qualche entità regolatrice soprannaturale.

Il fatto è che quando i sistemi causali diventano circolari (argomento che sarà discusso nel capitolo 4), un cambiamento in un punto qualsiasi del circolo può essere considerato "causa" di un cambiamento verificantesi successivamente in una qualsiasi variabile in un punto qualsiasi del circolo. Accade così che un aumento della temperatura della stanza possa essere considerato causa del cambiamento che avviene nell'interruttore del termostato, e per converso che l'azione del termostato possa essere considerata l'agente che regola la temperatura della stanza.

14. IL LINGUAGGIO SOTTOLINEA DI SOLITO SOLO UN ASPETTO DI QUALUNQUE INTERAZIONE.

Di solito ci esprimiamo come se una singola "cosa" potesse "avere" una qualche caratteristica. Diciamo che una pietra è "dura", "piccola", "pesante", "gialla", "densa", "fragile", "calda", "in moto", "ferma", "visibile", "commestibile", "incommestibile", eccetera.

Così è fatto il nostro linguaggio: "La pietra è dura", e via di seguito. E' un modo di parlare che va benissimo al mercato: "Questa è una nuova marca". "Le patate sono marce". "Le uova sono fresche". "Il contenitore è rotto". "Il diamante è difettoso". "Un chilo di mele basterà". E così via.

Ma nella scienza o nell'epistemologia questo modo di parlare non va bene. Per pensare correttamente è consigliabile supporre che tutte le qualità, gli attributi, gli aggettivi e così via si riferiscano almeno a "due" insiemi di interazioni temporali.

"La pietra è dura" significa (a) che, colpita, essa si è dimostrata resistente alla penetrazione, e (b) che le "parti" molecolari della pietra sono in qualche modo tenute insieme da certe interazioni continue tra quelle stesse parti.

"La pietra è ferma" è un commento sull'ubicazione della pietra rispetto all'ubicazione di chi parla e di altre eventuali cose in moto. E' anche un commento su fatti interni alla pietra: la sua inerzia, l'assenza di distorsione interna, l'assenza di attrito superficiale e così via.

Mediante la sintassi del soggetto e del predicato il linguaggio asserisce continuamente che le "cose" in un certo modo "hanno" qualità e attributi. Un

modo di parlare più preciso sottolineerebbe che le “cose” sono prodotte, sono viste separate dalle altre “cose” e sono rese “reali” dalle loro relazioni interne e dal loro comportamento rispetto ad altre cose e a chi parla.

E' necessario chiarire bene questa verità universale: le “cose”, quali che siano nel loro mondo pleromatico e 'cosale', possono entrare nel mondo della comunicazione e del significato solo mediante i loro nomi, le loro qualità e i loro attributi (cioè mediante resoconti delle loro relazioni e interazioni interne ed esterne).

16. “STABILITA” E “CAMBIAMENTO” DESCRIVONO PARTI DELLE NOSTRE DESCRIZIONI.

In altre parti di questo libro assumeranno grande importanza la parola "stabile" e, necessariamente, la parola "cambiamento". Sarà bene perciò esaminare queste parole ora, nella fase introduttiva del nostro lavoro. Quali tranelli contengono o nascondono queste parole?

Di solito "stabile" viene usato come aggettivo riferito a una cosa. Viene detto stabile un composto chimico, un edificio, un ecosistema, un governo. Se approfondiamo la questione, ci verrà detto che l'oggetto stabile non cambia sotto l'urto o la tensione di qualche particolare variabile esterna o interna, o, forse, che esso resiste al passare del tempo.

Se ci mettiamo a indagare su ciò che sta dietro questo uso di "stabilità", scopriamo una vasta gamma di meccanismi. Al livello più elementare troviamo la semplice durezza o la viscosità fisica, qualità che descrivono le relazioni dell'urto tra l'oggetto stabile e un altro oggetto. A livelli più complessi può essere l'intera massa di processi interrelati detta "vita" a operare per mantenere il nostro oggetto in uno "stato di cambiamento" che garantisca il persistere di alcune costanti necessarie, come la temperatura del corpo, la circolazione sanguigna, la glicemia o addirittura la vita stessa.

L'acrobata sul filo mantiene la sua stabilità mediante continue correzioni del suo equilibrio.

Questi esempi più complessi indicano che quando usiamo la parola "stabilità" a proposito di cose viventi o di circuiti autocorrettivi dovremmo "seguire l'esempio delle entità di cui parliamo". Per l'acrobata sul filo è importante il cosiddetto 'equilibrio'; per il corpo del mammifero lo è la 'temperatura'. Il mutamento dello stato di queste importanti variabili istante per istante viene trasmesso alle reti di comunicazione del corpo. Per seguire l'esempio dell'entità, dovremmo definire la 'stabilità' riferendoci sempre alla "verità continuativa di una qualche proposizione

descrittiva". L'enunciato "l'acrobata è sul filo" continua a valere anche sotto l'effetto di lievi brezze e di vibrazioni della fune. Questa 'stabilità' è il risultato di continui cambiamenti nelle descrizioni della positura dell'acrobata e della posizione della sua asta di bilanciamento.

Ne segue che, quando parliamo di entità viventi, gli enunciati relativi alla 'stabilità' dovrebbero essere sempre contrassegnati da un riferimento a qualche proposizione descrittiva, in modo da chiarire a quale tipo logico appartenga la parola "stabile". Più avanti, specie nel capitolo 4, vedremo che "ogni" proposizione descrittiva dev'essere caratterizzata secondo il tipo logico del soggetto, del predicato e del contesto.

Analogamente tutti gli enunciati relativi al cambiamento richiedono lo stesso genere di precisione. Adagi profondi come il francese "plus ça change, plus c'est la même chose" devono la loro saccente sentenziosità a una confusione di tipi logici: ciò che "cambia" e ciò che "è sempre lo stesso" sono entrambe proposizioni descrittive, ma di ordine diverso.

L'elenco dei presupposti esaminati in questo capitolo richiede un commento. In primo luogo l'elenco non è completo da nessun punto di vista, e non esiste alcuna indicazione che un elenco completo di verità o di proposizioni generali sia veramente possibile. E' forse, anzi, una caratteristica del mondo in cui viviamo che un siffatto elenco debba essere finito?

Durante la preparazione di questo capitolo venne eliminata un'altra dozzina circa di candidati all'elenco, altri furono tolti da questo capitolo per diventare parte integrante dei capitoli 3, 4 e 5. Tuttavia, benché incompleto, questo elenco dà modo al lettore di eseguire un certo numero di esercizi.

In primo luogo, davanti a un elenco l'impulso naturale dello scienziato è di incominciare a classificarne o ordinarne le voci. Io in parte l'ho già fatto, suddividendo l'elenco in quattro gruppi nei quali le voci sono collegate tra loro in vari modi. Un esercizio non banale sarebbe quello di catalogare i modi in cui si possono connettere queste verità o presupposti. Il raggruppamento da me imposto è il seguente.

Un primo gruppo comprende i paragrafi 1-5, che sembrano essere aspetti interrelati del fenomeno necessario della codificazione. Qui, per esempio, è abbastanza facile riconoscere che la proposizione "la scienza non dimostra mai nulla" è un sinonimo della distinzione tra mappa e territorio; entrambe seguono dagli esperimenti di Ames e dalla proposizione generale della storia naturale che "l'esperienza oggettiva non esiste".

E' interessante notare che, sotto il profilo astratto e filosofico, questo gruppo di asserzioni generali deve dipendere molto strettamente da qualcosa di simile al

rasoio di Occam o regola della parsimonia. Senza un criterio ultimo di questa sorta, non esiste un modo definitivo di scegliere tra questa e quella ipotesi. Il criterio risultato necessario è quello della semplicità in preferenza alla complessità. Ma accanto a queste asserzioni generali vi è la loro connessione con la neurofisiologia, vi sono gli esperimenti di Ames e così via. Ci si chiede subito se il materiale relativo alla percezione non vada d'accordo con quello più filosofico perchè, il processo percettivo contiene qualcosa di analogo a un rasoio di Occam o a un criterio di parsimonia. La discussione sulle parti e sulle totalità nel paragrafo 5 è un esempio di esplicitazione di una forma comune di trasformazione avente luogo in quei processi che chiamiamo "descrizione".

I paragrafi 6, 7 e 8 formano un secondo raggruppamento, riguardante questioni del casuale e dell'ordinato. Il lettore osserverà che l'idea che il nuovo può essere estratto solo dal casuale è in contraddizione pressoché, totale con l'inevitabilità dell'entropia. L'intera questione dell'entropia e dell'entropia negativa (si veda il Glossario), nonché, le antitesi tra l'insieme delle asserzioni generali legate a questi termini e quelle legate all'energia, saranno considerate nel capitolo 6 a proposito dell'economia della flessibilità. Qui basti notare l'interessante analogia formale tra l'apparente contraddizione esistente all'interno di questo gruppo di paragrafi e la discriminazione tracciata all'interno del terzo gruppo, dove, nel paragrafo 9, si contrappone il numero alla quantità. La riflessione che concerne la quantità richiama sotto molti aspetti quella che riguarda il concetto di energia, mentre il concetto di numero è molto più strettamente legato ai concetti di struttura e di entropia negativa.

Il mistero che è al cuore dell'evoluzione sta, naturalmente, nell'antitesi tra gli enunciati della seconda legge della termodinamica e l'osservazione che il nuovo può essere estratto solo dal casuale. Si tratta dell'antitesi che Darwin risolse in parte con la teoria della selezione naturale.

Gli altri due raggruppamenti dell'elenco da me presentato sono quelli dei paragrafi 9-12 e 13-16. Lascero al lettore il compito di stabilire da sé come siano collegati internamente questi raggruppamenti e di formarne altri secondo il suo modo di pensare.

Nel capitolo 3 continuerò a colmare lo sfondo della mia tesi, dando un elenco di proposizioni generali o presupposti. Mi avvicinerò tuttavia ai problemi fondamentali del pensiero e dell'evoluzione, tentando di dare risposte alla domanda: "In quali modi due o più informazioni o comandi possono operare in accordo o in opposizione?" Questa domanda, con le sue molteplici risposte, mi sembra fondamentale per qualsiasi teoria del pensiero o dell'evoluzione.

NOTE AL CAPITOLO 2.

(1). Più precisamente avrei dovuto scrivere: “Il primo di questi indizi è il "contrasto" di dimensioni...”.

(2). Osservo non solo che i processi della percezione visiva sono inaccessibili alla coscienza, ma anche che è impossibile formulare una qualunque descrizione verbale accettabile di ciò che deve accadere nel più semplice atto visivo. Per ciò che non è conscio il linguaggio non fornisce alcun mezzo di espressione.

(3). Comunicazione personale di John Stroud.

(4). Alla questione della necessità formale qui sollevata si può dare una risposta in questi termini: l'universo è caratterizzato in modo evidente da una distribuzione ineguale di legami causali e d'altro tipo tra le sue parti; vi sono cioè aree con grande densità di legami separate tra loro da aree con minore densità di legami. Può darsi che vi siano necessariamente e inevitabilmente processi sensibili alla densità delle interconnessioni, così che la densità aumenti o si accentui la rarefazione. In questo caso l'universo presenterebbe necessariamente un aspetto in cui le totalità sarebbero delimitate dalla relativa rarefazione delle loro interconnessioni.

(5). Vale la pena ripetere la storia. Wallace era un giovane naturalista che nel 1856 (tre anni prima della pubblicazione dell'"Origine delle specie"), mentre si trovava nella foresta tropicale di Ternate, in Indonesia, ebbe un attacco di malaria e per effetto del delirio ebbe un'esperienza psichedelica durante la quale scoprì il principio della selezione naturale. Wallace descrisse tutto ciò in una lunga lettera a Darwin, dove spiegava la sua scoperta con queste parole: “L'azione di questo principio è esattamente come quella del regolatore centrifugo di una macchina a vapore, che controlla e corregge ogni irregolarità quasi ancor prima che essa diventi evidente; in modo analogo, nessuna carenza squilibrata nel regno animale può mai raggiungere dimensioni cospicue, poichè, si farebbe sentire fin dall'inizio rendendo difficile l'esistenza e quasi certa la susseguente estinzione” (Alfred Russel Wallace, "On the Tendency of Varieties to Depart Indelimitely from the Original Type", "Linnaean Society Papers", London, 1858; ristampato in "Darwin, a Norton Critical Edition", a cura di Philip Appleman, New York, W.W. Norton, 1970, p. 97).

(6). Si noti l'uso della metafora fisica, impropria per i fenomeni creaturali qui discussi. E' anzi sostenibile che tutto questo paragone tra fenomeni sociobiologici da una parte e processi fisici dall'altra sia un mostruoso impiego di una metafora impropria.

(7). "De rerum natura", I, 150.

(8). Uso l'espressione "proiettare su" ["to map onto"] per le ragioni seguenti: ogni descrizione, spiegazione o rappresentazione è necessariamente in qualche senso una proiezione degli elementi derivati dai fenomeni da descrivere su qualche superficie o matrice o sistema di coordinate. Nel caso di una carta geografica, la matrice ricevente è di solito un foglio di carta piano e di estensione finita, e le difficoltà si presentano quando ciò che si deve proiettare è troppo grande o, ad esempio, sferico. Altre difficoltà sorgerebbero se la matrice ricevente fosse la superficie di un toro (ciambella), o una successione lineale discontinua di punti. Ogni matrice ricevente, anche una lingua o una rete tautologica di proposizioni, ha caratteristiche formali proprie che, "in linea di principio", distorcono i fenomeni che devono esservi proiettati. Forse l'universo è stato progettato da Procruste, il sinistro personaggio della mitologia greca i cui 'ospiti' dovevano misurare esattamente quanto il letto, pena lo stiramento o l'amputazione delle gambe.

(9). Citato da Warren McCulloch in "Embodiments of the Mind", Cambridge, Mass., MIT Press, 1965.

(10). Il concetto di tipo logico di Bertrand Russell sarà discusso con maggiori particolari più avanti, specie nell'ultimo paragrafo del capitolo 4. Per il momento basti dire che, non potendo una "classe" essere un elemento di se stessa, le conclusioni ricavabili solo da casi multipli (per esempio dalle differenze tra coppie di enti) sono di tipo logico diverso dalle conclusioni ricavate da un unico ente (per esempio da una quantità). Si veda anche il Glossario.

3.

VERSIONI MOLTEPLICI DEL MONDO.

"What I tell you three times is true".

[Ciò che vi dico tre volte è vero.]

LEWIS CARROLL, "The Hunting of the Snark".

Nel capitolo 2, "Ogni scolareto sa che...", sono state presentate al lettore un certo numero di idee fondamentali sul mondo, di proposizioni o verità elementari con cui deve venire a patti qualunque epistemologia o epistemologo serio.

In questo capitolo passo a generalizzazioni alquanto più complesse, poichè, la domanda che pongo prende la seguente forma immediata ed essoterica: "Che

sovrappiù o incremento di conoscenza ne viene dal "combinare" informazioni derivanti da due o più sorgenti?".

Il lettore può considerare questo capitolo e il capitolo 5, "Versioni molteplici della relazione", come altre due nozioni che lo scolareto dovrebbe sapere. E in effetti, nella prima stesura del manoscritto tutto questo materiale aveva un solo titolo: "Due descrizioni sono meglio di una". Tuttavia, prolungandosi la stesura più o meno sperimentale di questo libro per un periodo di circa tre anni, il titolo venne a ricoprire una gamma notevolissima di paragrafi, e risultò evidente che la combinazione di informazioni diverse definiva un approccio assai possente a ciò che io chiamo (nel capitolo 1) "la struttura che connette". Aspetti particolari di questa grande struttura attrassero la mia attenzione a causa del modo particolare in cui si potevano combinare due o più informazioni.

In questo capitolo, prenderò in considerazione quelle varietà di combinazioni che sembrerebbero fornire all'organismo percipiente informazioni sul mondo che lo circonda o su se stesso in quanto parte di tale mondo esterno (come quando la creatura vede il proprio dito del piede). Riserverò al capitolo 5 le combinazioni più sottili e anzi più biologiche o creaturali che fornirebbero al percipiente una maggior conoscenza delle relazioni e dei processi interni chiamati il "sè".

In ciascun esempio la domanda fondamentale da me posta riguarderà l'incremento di comprensione fornito dalla combinazione di informazioni.

Tuttavia, il lettore tenga presente che dietro questa domanda semplice e superficiale si cela in parte la domanda più profonda e forse mistica: "Lo studio di questo caso particolare, in cui dalla comparazione delle fonti scaturisce comprensione, fornisce qualche lume su come è integrato l'universo?". Il mio modo di procedere sarà quello di domandare quale sia l'incremento immediato in ciascun caso, ma il mio scopo ultimo è un'indagine sulla più ampia struttura che connette.

1. IL CASO DELLA DIFFERENZA.

Di tutti questi esempi, il più semplice, ma anche il più profondo, è il fatto che per creare una differenza occorrono almeno due cose. Per produrre notizia di una differenza, cioè "informazione", occorrono due entità (reali o immaginarie) tali che la differenza tra di esse possa essere immanente alla loro relazione reciproca; e il tutto deve essere tale che la notizia della loro differenza sia rappresentabile come differenza all'interno di una qualche entità elaboratrice di informazioni, ad esempio un cervello, o forse un calcolatore.

Vi è un problema profondo e insolubile a proposito della natura di quelle “almeno due” cose che tra loro generano la differenza che diventa informazione creando una differenza. E' chiaro che ciascuna di esse, da sola, è - per la mente e la percezione - una non-entità, un non-essere. Non è diversa dall'essere e non è diversa dal non-essere: è un inconoscibile, una "Ding an sich", il suono dell'applauso di una mano sola.

La materia prima della sensazione, dunque, è una coppia di valori di una qualche variabile, presentati in un certo arco di tempo a un organo di senso la cui risposta dipende dal rapporto tra i due elementi della coppia. (La natura della differenza sarà discussa nei particolari nel capitolo 4, secondo criterio).

2. IL CASO DELLA VISIONE BINOCULARE.

Consideriamo un altro caso semplice e assai noto di descrizione doppia. Che cosa si guadagna confrontando i dati raccolti da un occhio con quelli raccolti dall'altro? Generalmente, entrambi gli occhi sono rivolti verso la stessa area dell'universo circostante, il che potrebbe apparire come uno spreco di organi di senso. Ma l'anatomia mostra come da quest'uso debba derivare un vantaggio notevole.

L'innervazione delle due retine e la creazione, nel chiasma ottico, di percorsi per la ridistribuzione delle informazioni è una operazione morfogenetica così straordinaria che deve certo denotare un grande vantaggio evolutivo.

In breve: la superficie di ciascuna retina è una coppa approssimativamente semisferica su cui una lente proietta un'immagine rovesciata di ciò che si vede. Pertanto, l'immagine di ciò che si trova davanti a sinistra verrà proiettata sulla parte esterna della retina destra e sulla parte interna della retina sinistra. Ciò che è sorprendente è che l'innervazione di ciascuna retina è divisa in due sistemi da una netta demarcazione verticale; quindi le informazioni portate dalle fibre ottiche della parte esterna dell'occhio destro s'incontrano, nell'emisfero cerebrale destro, con le informazioni portate dalle fibre provenienti dalla parte interna dell'occhio sinistro. Analogamente le informazioni della parte esterna della retina sinistra e della parte interna di quella destra si raccolgono nell'emisfero sinistro. L'immagine binoculare, che appare indivisa, è in realtà, una complessa sintesi, compiuta nell'emisfero destro, di informazioni provenienti dal lato sinistro e una corrispondente sintesi, compiuta nell'emisfero sinistro, di materiale proveniente dal lato destro. Successivamente questi due aggregati di informazioni sintetizzate vengono a loro volta sintetizzati in una singola immagine soggettiva dalla quale è scomparsa ogni traccia della demarcazione verticale.

Da questa elaborata disposizione derivano due generi di vantaggi: l'osservatore è in grado di migliorare la risoluzione ai bordi e i contrasti, ed è meglio in grado di leggere quando i caratteri sono piccoli o l'illuminazione fioca. E, ciò che più importa, viene prodotta informazione sulla profondità. In termini più formali, la "differenza" tra l'informazione fornita da una retina e quella fornita dall'altra è a sua volta informazione di "tipo logico diverso". Con questo nuovo genere di informazione l'osservatore aggiunge alla visione un'ulteriore "dimensione". Nella figura 4, sia A la classe o insieme delle componenti dell'aggregato di informazioni ottenute da una prima sorgente (per esempio l'occhio destro) e B la classe delle componenti delle informazioni ottenute da una seconda sorgente (per esempio l'occhio sinistro). AB rappresenterà allora la classe delle componenti cui si riferiscono le informazioni provenienti da entrambi gli occhi. AB deve o contenere elementi o essere vuota.

Se esistono effettivamente elementi di AB, le informazioni della seconda sorgente hanno imposto ad A una sottoclassificazione che prima era impossibile (cioè, combinandosi con A hanno fornito informazioni di un tipo logico di cui la prima sorgente da sola era incapace).

Procederemo ora nella ricerca di altri casi che rientrano nella stessa categoria, e in particolare in ciascun caso cercheremo di determinare come dalla giustapposizione di descrizioni multiple si generi informazione di tipo logico nuovo. In linea di principio, ogni volta che l'informazione relativa alle due descrizioni viene raccolta oppure codificata in modo diverso, ci si deve aspettare quella che metaforicamente potremmo definire una maggior 'profondità'.

3. IL CASO DEL PIANETA PLUTONE.

Gli organi di senso umani possono ricevere "soltanto" notizie di differenze, e per essere percettibili le differenze devono essere codificate in eventi "temporali" (cioè in "cambiamenti"). Le comuni differenze statiche, che rimangono costanti per più di pochi secondi, diventano percettibili solo mediante scansione ["scanning"]. Analogamente, variazioni molto lente diventano percettibili solo mediante una combinazione di scansione e accostamento di osservazioni compiute in momenti separati del continuo temporale.

Un esempio elegante (cioè economico) di questi principi è fornito dall'espedito usato da Clyde William Tombaugh, il quale nel 1930, giovane ricercatore fresco di laurea, scoprì il pianeta Plutone.

Dai calcoli basati sulle perturbazioni dell'orbita di Nettuno, pareva che queste irregolarità si potessero spiegare mediante l'attrazione gravitazionale di qualche

pianeta su un'orbita esterna a quella di Nettuno. I calcoli permettevano di stabilire le zone del cielo nelle quali, con ogni probabilità, si sarebbe via via trovato il nuovo pianeta.

L'oggetto da cercare doveva certo essere molto piccolo e fioco (di magnitudine 15 circa), e distinguibile nell'aspetto dagli altri oggetti celesti solo per il suo moto lentissimo, tanto lento da essere affatto impercettibile all'occhio umano.

Questo problema fu risolto con l'impiego di uno strumento che gli astronomi chiamano "lampeggiatore". Si fotografò a intervalli piuttosto lunghi la zona prescelta del cielo, si studiarono poi le fotografie a coppie nel lampeggiatore.

Questo strumento è l'inverso di un microscopio binoculare: invece di due oculari e un portaoggetti, ha un oculare e due portaoggetti, ed è costruito in modo che spostando una leva ciò che si vede in un dato istante su un portaoggetti può essere sostituito da ciò che sta sull'altro. Sui portaoggetti si collocano due fotografie in perfetta collimazione, in modo che tutte le stelle fisse ordinarie coincidano esattamente. Quando si sposta la leva, mentre per le stelle fisse non si osserva alcun movimento, un pianeta salta da una posizione a un'altra. Tuttavia, nel campo fotografico erano presenti molti altri oggetti che saltavano (asteroidi), e Tombaugh doveva trovarne uno che saltasse "meno" degli altri.

Dopo centinaia di confronti simili, Tombaugh vide saltare Plutone.

4. IL CASO DELLA SOMMAZIONE SINAPTICA.

"Sommazione sinaptica" è il termine tecnico usato in neurofisiologia per indicare quei casi in cui un neurone C è attivato solo dalla combinazione dei neuroni A e B. A da solo e B da solo sono insufficienti per attivare C; ma se i neuroni A e B si attivano insieme entro un intervallo di pochi microsecondi, allora C viene eccitato (vedi la figura 5). Si noti che il termine tradizionale per questo fenomeno, "sommazione", farebbe pensare a un'assommarsi dell'informazione proveniente da una sorgente all'informazione proveniente da un'altra. In realtà, non si tratta di una somma, ma della formazione di un prodotto logico, processo più affine alla moltiplicazione.

L'effetto di tale meccanismo sulle informazioni che il neurone A potrebbe fornire da solo è una segmentazione o ripartizione delle attivazioni di A in due classi, cioè le attivazioni di A accompagnate da B e le attivazioni di A non accompagnate da B. Analogamente le attivazioni del neurone B sono suddivise in due classi: quelle accompagnate da A e quelle non accompagnate da A.

5. IL CASO DELL'ALLUCINAZIONE DEL PUGNALE.

Macbeth sta per assassinare Duncan e, pieno di orrore per il suo atto, ha l'allucinazione di un pugnale (atto 2, scena 1):

“E' un pugnale questo che mi vedo davanti, col manico verso la mia destra? Vieni, lascia ch'io ti afferri. Non ti sento in mano, eppur ti vedo ancora. Fatale visione, non sei dunque sensibile al tatto come alla vista? o sei soltanto un pugnale dell'immaginazione, un parto menzognero del cervello eccitato dalla febbre? Ti vedo ancora e in una forma palpabile, come questo che or traggo. Tu mi guidi, come un araldo, a quella via per la quale io stesso mi mettevo; e tale, qual tu sei, è lo strumento ond'io dovevo servirmi. Gli occhi miei sono ludibrio degli altri sensi, o altrimenti essi valgono più di tutti loro messi insieme: io ti vedo ancora; e sulla tua lama e sull'impugnatura vedo stille di sangue che prima non v'erano. No, non c'è nulla di simile. E' l'atto sanguinoso che sto per compiere, il quale prende corpo, così, davanti agli occhi miei” (*).

Questo esempio letterario servirà per tutti quei casi di descrizione doppia in cui vengono combinati i dati provenienti da due o più sensi diversi. Macbeth 'prova' che il pugnale è solo un'allucinazione verificando col senso del tatto, ma neppure questo basta. Forse i suoi occhi valgono più di tutti gli altri sensi messi insieme. E' solo quando “stille di sangue” compaiono sul pugnale immaginario che egli può respingere tutta la faccenda: “Non c'è nulla di simile”.

Il confronto tra l'informazione proveniente da un senso e quella proveniente da un altro, combinato con il cambiamento avvenuto nell'allucinazione, ha fornito a Macbeth la metainformazione che la sua esperienza era immaginaria. Nei termini della figura 4. AB era un insieme vuoto.

6. IL CASO DEI LINGUAGGI SINONIMI.

In molti casi la perspicuità è accresciuta da un secondo linguaggio descrittivo senza che venga aggiunta alcuna ulteriore informazione cosiddetta oggettiva. Due dimostrazioni di un dato teorema di matematica possono in combinazione fornire allo studente una miglior comprensione della relazione dimostrata.

Ogni scolare sa che $(a+b)$ al quadrato = a al quadrato + $2ab$ + b al quadrato e forse non ignora che questa identità è il primo passo verso un imponente settore della matematica, detto "teoria binomiale". Per dimostrarla è sufficiente l'algoritmo della moltiplicazione algebrica, ove ciascun passo è in accordo con le definizioni e i postulati della tautologia detta "algebra", tautologia il cui oggetto è lo sviluppo e l'analisi della nozione di “qualunque”.

Ma molti scolaretti non sanno che esiste una dimostrazione geometrica dello stesso sviluppo binomiale (vedi la figura 6). Si consideri il segmento XY e lo si supponga composto di due segmenti, a e b. Il segmento XY costituisce ora una rappresentazione geometrica di $(a+b)$ e il quadrato costruito su di esso sarà $(a+b)$ al quadrato; cioè avrà un'area chiamata " $(a+b)$ al quadrato".

Si può ora ripartire questo quadrato segnando lungo la linea XY e lungo uno dei lati adiacenti del quadrato la lunghezza "a" e completando la figura mediante le opportune parallele ai lati del quadrato. Ora lo scolaretto può pensare di vedere il quadrato suddiviso in quattro pezzi: vi sono due quadrati, uno dei quali è a al quadrato e l'altro è b al quadrato, e due rettangoli, ciascuno dei quali ha area $(a \text{ per } b)$ (cioè $2ab$).

Così la nostra identità algebrica $(a+b)$ al quadrato = a al quadrato + $2ab$ + b al quadrato sembra essere vera anche nella geometria euclidea. Ma forse non si sperava che le componenti separate della grandezza a al quadrato + $2ab$ + b al quadrato sarebbero rimaste nettamente separate nella traduzione geometrica. Ma che cosa si è detto? Con quale diritto abbiamo sostituito ad a una cosiddetta 'lunghezza' e a b un'altra, e abbiamo supposto che, messe una accanto all'altra, esse avrebbero formato un segmento $(a+b)$ e così via? Siamo "sicuri" che le lunghezze dei segmenti obbediscano alle regole dell'aritmetica? Che cos'ha appreso lo scolaretto dalla nostra enunciazione della ben nota identità in un nuovo linguaggio?

In un certo senso, "nulla" è stato aggiunto. Nessuna nuova informazione è stata generata o colta dalla mia asserzione che anche in geometria come in algebra $(a+b)$ al quadrato = a al quadrato + $2ab$ + b al quadrato.

Un "linguaggio", come tale, non contiene dunque "nessuna" informazione?

Ma anche se, dal punto di vista della matematica, questo trucchetto matematico non ha aggiunto nulla, credo ugualmente che lo scolaretto che non sapeva di questo trucco avrà la possibilità di apprendere qualcosa quando glielo si mostrerà. E' un contributo al metodo didattico. La scoperta (se di scoperta si tratta) che i due linguaggi (dell'algebra e della geometria) si possono tradurre l'uno nell'altro è già di per sé un'illuminazione.

Un altro esempio matematico può aiutare il lettore a comprendere l'effetto dell'uso di due linguaggi (1).

Chiedete ai vostri amici: "Qual è la somma dei primi dieci numeri dispari?".

Probabilmente confesseranno di non saperlo, oppure cercheranno di sommare la serie:

$$1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 13 + 15 + 17 + 19.$$

Fate loro vedere che:

La somma del primo numero dispari è 1.

La somma dei primi due numeri dispari è 4.

La somma dei primi tre numeri dispari è 9.

La somma dei primi quattro numeri dispari è 16.

La somma dei primi cinque numeri dispari è 25. E così via.

Ben presto i vostri amici diranno qualcosa come: "Ma allora la somma dei primi dieci numeri dispari dev'essere 100". Hanno imparato il "trucco" per sommare la serie dei numeri dispari.

Ma chiedete loro di spiegarvi perchè, questo trucco "deve" funzionare, e il non matematico medio non saprà rispondere. (E lo stato dell'istruzione elementare è tale che molti non sapranno da che parte cominciare per creare una risposta).

Ciò che si deve scoprire è la differenza tra il "nome ordinale" del numero dispari dato e il suo "valore cardinale" - una differenza di tipo logico! Noi siamo abituati ad aspettarci che il nome ordinale di un numero coincida col suo valore numerico (2). Ma in realtà, qui il nome non coincide con la cosa che esso designa.

La somma dei primi tre numeri dispari è 9: cioè la somma è il "quadrato del nome ordinale" (e in questo caso l'ordinale di 5 è '3') del numero più grande che compare nella serie da sommare. Oppure, se preferite è il quadrato del "numero dei numeri" nella serie da sommare. Questa è l'enunciazione verbale del trucco. Per dimostrare che il trucco funziona, dobbiamo far vedere che la differenza tra due somme consecutive di numeri dispari è uguale e "sempre" uguale alla differenza tra i quadrati dei loro nomi ordinali.

Ad esempio, la somma dei primi cinque numeri dispari meno la somma dei primi quattro numeri dispari dev'essere uguale a 5 al quadrato 4 al quadrato. Allo stesso tempo si deve notare che, ovviamente, la differenza tra le due somme è appunto il numero dispari aggiunto per ultimo alla fila. Ossia: il numero aggiunto per ultimo dev'essere uguale alla differenza tra i quadrati.

Consideriamo la stessa cosa in un linguaggio visivo. Dobbiamo dimostrare che il numero dispari "successivo" aggiungerà alla somma dei numeri dispari precedenti quel tanto da rendere il totale uguale al quadrato del nome ordinale di quel numero dispari.

Rappresentiamo il primo numero dispari (1) con un quadretto (si veda la figura 7). Rappresentiamo il secondo numero dispari (3) con tre quadretti e sommiamo insieme le due figure. Rappresentiamo poi il terzo numero dispari (5) con cinque quadretti e aggiungiamoli alla figura precedente: $4+5=9$.

E così via. La presentazione visiva rende piuttosto facile combinare insieme gli ordinali, i cardinali e le regolarità della somma della serie.

E' avvenuto che l'uso di un sistema che si serve di una metafora geometrica ha facilitato enormemente la comprensione di "come" il trucco meccanico sia in effetti una regola o regolarità. E, ciò che più importa, lo studente è così giunto a rendersi conto della differenza che c'è tra applicare un trucco e comprendere che dietro il trucco vi è una verità necessaria. E, cosa più importante, ha sperimentato, forse inconsapevolmente, il salto tra il discorso aritmetico e il discorso sull'aritmetica. Non "numeri" ma "numeri di numeri".

Fu "allora", per dirla con Wallace Stevens,

"That the grapes seemed fatter.

The fox ran out of his hole".

[Che i grappoli parvero più succosi. / La volpe corse fuori dalla tana.]

7. IL CASO DEI DUE SESSI.

Perchè, le macchine possano autoriprodursi, osservò una volta un po' scherzosamente von Neumann, sarebbe condizione necessaria che due macchine agissero in collaborazione.

La fissione con riproduzione è certo un requisito fondamentale della vita, vuoi per la moltiplicazione vuoi per la crescita, e ora i biochimici conoscono nelle loro linee generali i meccanismi della riproduzione del D.N.A. Subito dopo però viene la differenziazione, si tratti della generazione (sicuramente) casuale della varietà nell'evoluzione oppure della differenziazione ordinata dell'embriologia. La fissione, a quanto pare, "deve" essere frammezzata dalla fusione, una verità generale che esemplifica il principio di elaborazione dell'informazione che stiamo qui considerando, cioè che due sorgenti di informazione (spesso dotate di modi o linguaggi contrastanti) sono assai meglio di una.

A livello dei batteri e anche tra i protozoi e alcuni funghi e alghe, i gameti restano superficialmente identici; ma in tutti i metazoi e nelle piante di livello superiore ai funghi, il "sesso" dei gameti è distinguibile.

Per prima avviene la differenziazione binaria dei gameti, uno dei quali di solito è sessile e l'altro è mobile. Segue poi la differenziazione in due generi degli individui multicellulari produttori dei due generi di gameti.

Infine, in molti parassiti vegetali e animali, vi sono quei cicli più complessi chiamati "alternanza delle generazioni".

Tutti questi ordini di differenziazione sono certamente collegati all'economia informazionale della fissione, della fusione e del dimorfismo sessuale.

Così, tornando alla fissione e alla fusione più primitive, notiamo che il primo effetto o contributo della fusione all'economia dell'informazione genetica è presumibilmente una qualche sorta di "controllo".

Il processo di fusione dei cromosomi è essenzialmente lo stesso in tutte le piante e gli animali, e dovunque si presenti le corrispondenti catene di D.N.A. vengono poste l'una accanto all'altra e, in senso funzionale, vengono "confrontate". Se le differenze tra le catene di materiale proveniente dai rispettivi gameti sono troppo grandi, la (cosiddetta) fecondazione non può avvenire (3).

Nel processo complessivo dell'evoluzione, la fusione, che è il fenomeno fondamentale del sesso, ha la funzione di limitare la variabilità genetica. I gameti che per qualche motivo, una mutazione o altro, sono troppo diversi dalla norma statistica, s'incontreranno probabilmente, nella fusione sessuale, con gameti di sesso opposto più normali e in quest'incontro le deviazioni eccessive verranno eliminate. (Si noti, per inciso, che questa necessità di eliminare la deviazione sarà probabilmente soddisfatta in modo imperfetto nell'accoppiamento 'incestuoso' tra gameti provenienti da fonti strettamente affini).

Tuttavia, benché, una funzione importante della fusione dei gameti nella riproduzione sessuale sembri essere la limitazione della devianza, è anche necessario sottolineare la funzione contraria: l'accrescimento della varietà fenotipica. La fusione di coppie casuali di gameti assicura l'omogeneità, nel senso di ben diffusa commistione, del "pool" genico della popolazione interessata. Nello stesso tempo, essa assicura la creazione di ogni combinazione vitale di geni possibile entro quel "pool". Ogni gene vitale, cioè, viene sottoposto a controllo in congiunzione con quante più costellazioni di altri geni è possibile entro i limiti della popolazione interessata.

Come accade di solito nel panorama dell'evoluzione, scopriamo che il singolo processo è, al pari di Giano, bifronte. In questo caso la fusione dei gameti pone una limitazione alla devianza individuale "e insieme" assicura la ricombinazione multipla del materiale genetico.

8. IL CASO DEI BATTIMENTI E DEI FENOMENI DI "MOIRE".

Quando due o più strutture ritmiche si combinano, avvengono interessanti fenomeni che illustrano molto bene l'arricchimento di informazione che si ha quando una descrizione si combina con un'altra. Nel caso di strutture ritmiche, la combinazione di due di esse ne genera una terza. Diventa quindi possibile studiare una struttura sconosciuta combinandola con una seconda conosciuta e osservando la terza struttura che esse generano congiuntamente.

L'esempio più semplice di quelli che chiamo "fenomeni di moir," è la ben nota produzione di battimenti quando vengono combinati due suoni di frequenza diversa. Questo fenomeno è spiegabile con una trasposizione in semplici termini aritmetici, secondo la regola che se una nota presenta un massimo ogni "n" unità di tempo e l'altra ne presenta uno ogni "m" unità di tempo, allora la loro combinazione produrrà un "battimento" ogni "m-n" unità, quando i massimi coincidono. La combinazione è di utilità evidente nell'accordatura dei pianoforti. Analogamente è possibile combinare due suoni di frequenza elevatissima per produrre battimenti di frequenza sufficientemente bassa da essere uditi dall'orecchio umano. Oggi esistono apparecchi sonar per i ciechi che funzionano sulla base di questo principio: viene emesso un fascio sonoro ad alta frequenza e gli echi prodotti da questo fascio vengono rinviati a un 'orecchio' il quale emette nel contempo una frequenza più bassa ma ugualmente non udibile. I battimenti che ne risultano vengono inviati all'orecchio umano.

La faccenda diventa più complessa quando le strutture ritmiche, invece di essere limitate, come nel caso della frequenza, unicamente alla dimensione temporale, si sviluppano in due o più dimensioni. In questi casi, i risultati ottenuti combinando le due strutture possono essere sorprendenti.

Questi fenomeni di "moir," illustrano tre principi. Primo, due strutture qualsiasi, se combinate opportunamente, possono generarne una terza. Secondo, di queste tre strutture, due a caso potrebbero servire da base per descrivere la rimanente. Terzo, attraverso questi fenomeni è possibile accostarsi a tutto il problema della definizione di ciò che si intende col termine "struttura". Forse in realtà ci portiamo dietro anche noi (come il cieco il suo sonar) campioni di tipi diversi di regolarità con cui confrontare le informazioni (notizie di differenze regolari) che arrivano dall'esterno? Usiamo, per esempio, le nostre abitudini di quella che si chiama "dipendenza" per saggiare le caratteristiche di altre persone?

Gli animali (e addirittura le piante) posseggono forse caratteristiche tali che entro una data nicchia qualcosa di simile al fenomeno di "moir," saggia la nicchia stessa? Altri problemi sorgono a proposito della natura dell'esperienza "estetica". La poesia, la danza, la musica e altri fenomeni ritmici sono certo molto arcaici e probabilmente più antichi della prosa. Inoltre è caratteristico delle percezioni e dei comportamenti arcaici che il ritmo venga continuamente modulato; cioè, la poesia o la musica contengono materiali che potrebbero essere elaborati da qualunque organismo ricevente con pochi secondi di memoria mediante "confronto per sovrapposizione".

E' possibile che questo universale fenomeno artistico, poetico e musicale sia in qualche modo connesso al "moir,"? Se così è, la mente individuale è certo

organizzata in profondità in modi che un'analisi dei fenomeni di "moir," potrebbe aiutarci a capire. Nei termini della definizione di "spiegazione" proposta nel paragrafo 9, diremo che la matematica o 'logica' formale del "moir," può fornire una tautologia adeguata sulla quale proiettare questi fenomeni estetici.

9. IL CASO DELLA 'DESCRIZIONE', DELLA 'TAUTOLOGIA' E DELLA 'SPIEGAZIONE'.

Tra gli esseri umani la descrizione e la spiegazione sono entrambe tenute in gran conto, ma questo caso di informazione raddoppiata si distingue dalla maggior parte degli altri esempi esposti nel presente capitolo in quanto la spiegazione non contiene informazioni nuove e diverse rispetto a quelle già presenti nella descrizione. Anzi, gran parte delle informazioni presenti nella descrizione vengono di solito gettate via e solo una parte piuttosto piccola di ciò che doveva essere spiegato viene, di fatto, spiegata. Ma la spiegazione ha certamente un'importanza enorme, e certamente "sembra" fornire un sovrappiù di comprensione che va oltre quella contenuta dalla descrizione. Questo sovrappiù di comprensione offerto dalla spiegazione è in qualche modo legato a ciò che abbiamo ottenuto sopra (paragrafo 6) combinando due linguaggi?

Per studiare questo caso è necessario dare prima una breve definizione di queste tre parole: "descrizione, tautologia e spiegazione".

Una descrizione pura comprenderebbe tutti i fatti (cioè tutte le differenze effettive) immanenti nei fenomeni da descrivere, ma non indicherebbe alcun genere di connessione tra questi fenomeni che potrebbe renderli più comprensibili. Per esempio un film sonoro, magari corredato di registrazioni di odori e di altri dati sensoriali, potrebbe costituire una descrizione completa o sufficiente di ciò che è accaduto in un certo istante davanti a una batteria di macchine da ripresa. Ma quel film non riuscirà a connettere tra loro gli eventi mostrati sullo schermo, e di per sé non fornirà alcuna spiegazione. Per contro, una spiegazione può essere completa senza essere descrittiva. "Dio ha creato tutto ciò che esiste" è una frase pienamente esplicativa, ma che non dice nulla n, sulle cose n, sulle loro relazioni.

Nella scienza questi due tipi di organizzazione di dati (descrizione e spiegazione) sono connessi da quella che si chiama, con termine tecnico, "tautologia". Gli esempi di tautologia vanno dal caso più semplice, l'asserzione "Se P è vera, allora P è vera", a strutture elaborate come la geometria euclidea, in cui "Se gli assiomi e i postulati sono veri, allora il teorema di Pitagora è vero". Un altro esempio potrebbe essere dato dagli assiomi, definizioni, postulati e teoremi della teoria dei

giochi di von Neumann. In un tale insieme di postulati, assiomi e teoremi non si sostiene naturalmente che alcuno degli assiomi o dei teoremi sia in alcun senso 'vero' in modo indipendente, o vero nel mondo esterno.

Anzi, von Neumann nel suo famoso libro (4) sottolinea espressamente le differenze tra il suo mondo tautologico e il mondo più complesso delle relazioni umane. Tutto ciò che si sostiene è che se gli assiomi sono questi e i postulati sono quelli, allora i teoremi saranno questi e questi. In altre parole, la tautologia si limita a fornire "connessioni tra proposizioni". Il creatore della tautologia gioca la sua reputazione sulla validità di tali connessioni.

La tautologia non contiene alcuna informazione e la spiegazione (cioè la proiezione della descrizione sulla tautologia) contiene solo le informazioni che si trovavano nella descrizione. La 'proiezione' asserisce implicitamente che i legami che tengono insieme la tautologia corrispondono a relazioni presenti nella descrizione. La descrizione, d'altro canto, contiene informazione, ma non contiene n, logica n, spiegazione. Per un qualche motivo, gli esseri umani attribuiscono un enorme valore a questa combinazione di modi di organizzare l'informazione o il materiale.

Per illustrare come descrizione, tautologia e spiegazione si combinino tra di loro, citerò un esercizio che ho assegnato parecchie volte alle mie classi. Devo la formulazione del problema all'astronomo Jeff Scargle, ma della soluzione sono responsabile io. Il problema è questo:

Un uomo si rade tenendo il rasoio nella destra. Guardandosi allo specchio vede la propria immagine che si rade con la sinistra, e dice: "Toh, la destra e la sinistra si sono scambiate. Perché, non si sono scambiati il basso e l'alto?".

Il problema veniva presentato agli studenti in questa forma: ciò che si chiedeva loro era di risolvere la confusione in cui evidentemente si trova l'uomo e fatto ciò, di discutere la natura della spiegazione.

Nel problema così com'è posto vi sono almeno due trabocchetti: un trucco distrae lo studente spostando la sua attenzione sulla destra e la sinistra. In realtà, lo scambio è avvenuto tra il davanti e il dietro, non fra la destra e la sinistra. Ma oltre a ciò vi è un problema ancor più sottile, cioè che le parole "destra" e "sinistra" non appartengono allo stesso linguaggio a cui appartengono "alto" e "basso". "Destra" e "sinistra" sono parole di un linguaggio interno, mentre "alto" e "basso" sono parti di un linguaggio esterno. Se l'uomo guarda verso sud e la sua immagine verso nord, l'alto è in alto nell'uomo così come lo è nella sua immagine. Il suo lato est è sul lato est dell'immagine e quello ovest è sul lato ovest dell'immagine. "Est" e "ovest" appartengono allo stesso linguaggio di "alto" e

"basso", mentre "destra" e "sinistra" fanno parte di un linguaggio diverso. Nel problema così com'è stato posto c'è quindi un tranello logico.

E' necessario comprendere che "destra" e "sinistra" non possono essere definite e se si cerca di farlo si finisce in un mare di guai. L'"Oxford English Dictionary" definisce "sinistra" come "l'epiteto distintivo della mano che normalmente è la più debole". Il compilatore del dizionario dimostra apertamente il suo imbarazzo. Il Webster dà una definizione più utile, ma l'autore bara. Una delle regole nella compilazione di un dizionario è che per la definizione principale non si deve ricorrere alla comunicazione ostensiva. Quindi il problema è di definire "sinistra" senza riferirsi a un oggetto asimmetrico. Il Webster (1959) dice: "La parte del corpo rivolta a ovest quando si guarda verso il nord, di solito il lato della mano meno usata". Ciò equivale a usare l'asimmetria di rotazione della terra.

In verità è impossibile dare questa definizione senza barare. L'"asimmetria" è facile da definire, ma non vi sono mezzi verbali - e non ve ne "possono" essere - per indicare di quale delle due metà (speculari) si parla.

Una spiegazione deve fornire qualcosa di più che una descrizione e, alla fine, la spiegazione ricorre a una "tautologia", la quale, così come io l'ho definita, è un corpo di proposizioni legate insieme in modo tale che i legami "tra le proposizioni" siano necessariamente validi.

La tautologia più semplice è "Se P è vera, allora P è vera".

Una tautologia più complessa sarebbe "Se Q segue da P, allora Q segue da P".

Partendo di qui, si può costruire a piacere qualsiasi complessità. Ma si è sempre entro i confini della proposizione introdotta dal "se", fornita non dai dati, ma da "noi stessi". Questa è una tautologia.

Ora, una spiegazione è una proiezione delle parti di una descrizione su una tautologia, e diventa accettabile nella misura in cui vogliamo e possiamo accettare i legami della tautologia. Se i legami sono 'autoevidenti' (cioè se appaiono indubitabili a voi), allora la spiegazione costruita su quella tautologia sarà per voi soddisfacente. E questo è tutto. E' sempre una questione di storia naturale, una questione di fede, immaginazione, fiducia, rigidità, eccetera, dell'organismo, cioè di voi o di me.

Vediamo su quale tautologia possiamo fondare la nostra descrizione delle immagini speculari e della loro asimmetria.

La mano destra è un oggetto asimmetrico e tridimensionale, e per definirla avete bisogno di informazioni che leghino almeno tre polarità. Per renderla diversa da una mano sinistra bisogna fissare tre clausole descrittive binarie: bisogna distinguere la direzione verso il palmo da quella verso il dorso, la direzione verso il gomito da quella verso la punta delle dita, la direzione verso il pollice da quella

verso il mignolo. Costruiamo ora la tautologia per asserire che l'inversione di una qualunque di queste tre proposizioni descrittive binarie crea l'immagine speculare (l'opposto stereoscopico) della mano da cui siamo partiti (cioè crea una mano 'sinistra').

Se ponete le mani palmo contro palmo in modo che il palmo destro guardi verso nord, quello sinistro guarderà verso sud e otterrete una situazione simile a quella dell'uomo che si rade.

Ora il postulato fondamentale della nostra tautologia è che "l'inversione in una dimensione genera sempre il suo opposto stereoscopico". Da questo postulato segue (si può dubitarne?) che l'inversione in "due" dimensioni genera l'opposto dell'opposto (cioè riporta alla forma di partenza). L'inversione in tre dimensioni genera di nuovo l'opposto stereoscopico e così via.

Per dare spessore alla nostra spiegazione ci serviremo ora del procedimento che il logico americano C. S. Peirce chiamava "abduzione" ["abduction"], individueremo cioè altri fenomeni pertinenti e mostreremo che anch'essi sono esempi della nostra regola e possono essere proiettati sulla stessa tautologia.

Immaginate di essere un fotografo di una volta, con un panno nero sopra la testa, e di guardare dentro l'apparecchio sul vetro smerigliato dove si vede il viso del soggetto da fotografare. La lente dell'obiettivo si trova tra il vetro e il soggetto. Sul vetro vedrete l'immagine capovolta e ribaltata, con la destra al posto della sinistra, ma sempre rivolta verso di voi. Se il soggetto tiene qualcosa nella destra, lo terrà nella destra anche sul vetro, ma ruotato di 180 gradi.

Se ora praticate un foro sulla parte anteriore della camera oscura e guardate l'immagine formata sul vetro smerigliato o sulla lastra, la cima del capo del soggetto sarà in basso, il mento sarà in alto, il lato sinistro sarà a destra, non solo, ma ora l'immagine sarà rivolta verso il soggetto. Avete invertito tre dimensioni, quindi ora vedete di nuovo il suo opposto stereoscopico.

La spiegazione consiste dunque nel costruire una tautologia, assicurando il più possibile la validità dei suoi legami, così che essa vi sembri di per sé evidente il che in fin dei conti non è mai del tutto soddisfacente perchè, nessuno sa che cosa verrà scoperto in seguito.

Se la spiegazione è quale io l'ho descritta, ci si può ben chiedere che vantaggio traggano gli esseri umani da un'operazione così scomoda e arzigogolata e in apparenza così inutile. Si tratta di una questione di storia naturale, e io credo che il problema venga almeno in parte risolto quando osserviamo che gli esseri umani sono molto negligenti nel costruire le tautologie su cui basare le loro spiegazioni. In tal caso, si potrebbe supporre, il sovrappiù è di segno negativo, e invece sembra che non sia così, a giudicare dal favore di cui godono certe spiegazioni tanto

informali da essere fuorvianti. Una forma comune di spiegazione vuota è il ricorso a quelli che ho chiamato "principi dormitivi", prendendo il termine "dormitivo" da Molière. Nel "Malade imaginaire" c'è una coda in latino maccheronico nella quale viene rappresentato sulla scena l'esame orale medioevale di un candidato dottore. Gli esaminatori chiedono all'esaminando perchè, l'oppio faccia dormire e quello risponde trionfante: "Perchè,, sapienti dottori, esso contiene un principio dormitivo".

Possiamo figurarci il candidato che passa il resto dei suoi giorni a sottoporre l'oppio a distillazione frazionata in un laboratorio biochimico per poi identificare la frazione in cui è rimasto il cosiddetto principio dormitivo.

Una risposta migliore alla domanda dei dottori interesserebbe non solo l'oppio, ma una relazione tra l'oppio e la gente. In altre parole, la spiegazione dormitiva falsifica effettivamente la realtà dei fatti, ma l'importante, credo, è che anche con le spiegazioni dormitive è sempre "possibile l'abduzione". Dopo aver enunciato come fatto generale che l'oppio contiene un principio dormitivo, è possibile usare questo tipo di locuzione per un grandissimo numero di altri fenomeni. Possiamo per esempio dire che l'adrenalina contiene un principio vivificante e la reserpina un principio calmante. Otterremo così, bench, in modo impreciso e inaccettabile sotto il profilo epistemologico, una serie di appigli per afferrare un grandissimo numero di fenomeni che appaiono formalmente paragonabili. E, in effetti, essi sono formalmente paragonabili in questo senso, che in ciascuno di questi casi si commette lo stesso errore di invocare un principio "interno a una componente". Resta il fatto che sotto il profilo della storia naturale - e la storia naturale ci interessa non meno dell'epistemologia in senso stretto - l'abduzione è molto comoda per la gente mentre la spiegazione formale è spesso tediosa. "L'uomo pensa secondo due generi di termini: gli uni sono i termini naturali, che egli ha in comune con le bestie; gli altri sono i termini convenzionali (della logica), di cui beneficia solo l'uomo" (5).

In questo capitolo si sono esaminati diversi modi in cui combinando informazioni di genere diverso o provenienti da sorgenti diverse si ottiene qualcosa di più che la loro addizione. L'aggregato è più grande della somma delle sue parti poichè, la combinazione delle parti non è una semplice addizione, ma possiede la natura di una moltiplicazione o di un frazionamento, o della creazione di un prodotto logico. Un attimo di illuminazione.

Così, per completare questo capitolo e prima di tentare anche solo un elenco dei criteri del processo mentale, è opportuno considerare brevemente questa struttura in modo molto più personale e universale.

Ho invariabilmente attenuto il mio linguaggio a un modo 'intellettuale' o 'oggettivo', che è adatto a molti scopi (e da evitarsi solo quando è usato per evitare di riconoscere la prospettiva e la posizione dell'osservatore).

Rimuovere il quasi oggettivo, almeno in parte, non è difficile, e questo cambiamento di modo è proposto da domande del tipo: Di che cosa tratta questo libro? Che cosa significa per me personalmente? Che cosa sto tentando di dire o di scoprire?

Alla domanda "Che cosa sto tentando di scoprire?" non è poi così impossibile rispondere come ci vorrebbero far credere i mistici. Dal modo in cui il ricercatore conduce la sua ricerca, si può arguire a quale tipo di scoperta può giungere; e sapendolo, si può sospettare che quella scoperta sia ciò che, segretamente e inconsciamente, egli desidera.

Nel presente capitolo si è definito e illustrato un "modo di ricerca", e pertanto questo è il momento di porre due domande: Che cosa sto cercando? A quali problemi mi hanno condotto cinquant'anni di scienza?

Il modo della ricerca mi pare chiaro e potrebbe essere chiamato il "metodo del confronto doppio o multiplo".

Consideriamo il caso della visione binoculare. Ho confrontato ciò che si vedeva con un occhio con ciò che si vedeva con due occhi e ho notato che in questo confronto il metodo di visione binoculare apriva una nuova dimensione, detta "profondità". Ma il modo di visione binoculare è a sua volta un atto di confronto. In altre parole, questo capitolo è stato una serie di studi comparativi del metodo comparativo. La parte che trattava della visione binoculare (paragrafo 2) era uno studio comparativo di questo genere di metodo di confronto, e la parte sulla identificazione di Plutone (paragrafo 3) era un altro studio comparativo del metodo comparativo. Così tutto il capitolo, ove questi esempi sono posti l'uno accanto all'altro, è diventato un'esposizione che invita il lettore a raggiungere la comprensione confrontando gli esempi tra loro.

Infine, tutto questo confrontare confronti era un crescendo che voleva preparare l'autore e il lettore alla riflessione sui problemi della Mente Naturale. Anche lì incontreremo il confronto creativo. La tesi platonica del libro è appunto che l'epistemologia è una metascienza indivisibile e integrata il cui oggetto è il mondo dell'evoluzione, del pensiero, dell'adattamento, dell'embriologia e della genetica: la scienza della mente nel senso più ampio del termine (6).

Confrontare questi fenomeni (confrontare il pensiero con l'evoluzione e l'epigenesi con entrambi) è il "modo di ricerca" della scienza detta "epistemologia"

Oppure, nel linguaggio di questo capitolo, possiamo dire che l'epistemologia è il sovrappiù che si ottiene combinando gli elementi di comprensione offerti da ciascuna di queste scienze genetiche.

Ma l'epistemologia è sempre e inevitabilmente "personale". La punta della sonda è sempre nel cuore dell'esploratore: qual è la "mia" risposta al problema della natura del conoscere? Io mi abbandono alla convinzione fiduciosa che il mio conoscere è una piccola parte di un più ampio conoscere integrato che tiene unita l'intera biosfera o creazione.

NOTE AL CAPITOLO 3.

(*) "Macbeth", atto 2, scena 1; traduzione di Cino Chiarini in W. Shakespeare, "Tutte le opere", a cura di Mario Praz, Firenze, Sansoni, 1980.

(1). Devo a Gertrude Hendrix l'osservazione di questo fenomeno di regolarità, sconosciuto ai più (Gertrude Hendrix, "Learning by Discovery", in "The Mathematical Teacher", 54 [maggio 1961], p-p. 290-99).

(2). Oppure possiamo dire che il numero dei numeri di un insieme non coincide con la somma dei numeri dell'insieme. In un modo o nell'altro, ci imbattiamo in una discontinuità nell'attribuzione del tipo logico.

(3). Credo che ciò sia stato sostenuto per la prima volta da C. P. Martin in "Psychology, Evolution, and Sex", 1956. Samuel Butler (in "Notebooks of Samuel Butler", a cura di H. Festing Jones, London, 1912) sottolinea la stessa cosa a proposito della partenogenesi. Egli sostiene che la partenogenesi sta alla riproduzione sessuale come i sogni stanno al pensiero. Il pensiero è stabilizzato e controllato in base ai moduli forniti dalla realtà esterna, mentre i sogni vanno per conto loro. Analogamente ci si può attendere che la partenogenesi vada per conto suo, mentre la formazione degli zigoti è stabilizzata dal reciproco confronto dei gameti.

(4). J. von Neumann e O. Morgenstern, "Theory of Games and Economic Behavior", cit.

(5). Guglielmo di Occam (1280-1349), citato da Warren McCulloch in "Embodiments of Mind", cit.

(6). Il lettore avrà forse notato che in questo elenco manca la coscienza. Preferisco usare questa parola non come termine generale, ma in modo specifico per indicare quella strana esperienza per cui noi (e forse altri mammiferi) siamo talora consci dei prodotti della nostra percezione e del nostro pensiero, ma non siamo consci della maggior parte dei loro processi.

4.

I CRITERI DEL PROCESSO MENTALE.

"Cogito ergo sum".

DESCARTES, "Discours de la methode".

In questo capitolo, tenterò di fare un elenco di criteri tali che, se un qualunque aggregato di fenomeni, un qualunque sistema, soddisfa tutti questi criteri, io potrò dire senza esitazione che l'aggregato è una "mente" e, per capirlo, mi aspetterò di aver bisogno di spiegazioni di genere diverso da quelle bastevoli a spiegare le caratteristiche delle sue parti costituenti.

Questo elenco è la chiave di volta di tutto il libro. E' indubbiamente possibile addurre altri criteri, che potrebbero forse sostituire o modificare l'elenco da me proposto. Una profonda ristrutturazione dei fondamenti della matematica e dell'epistemologia può forse venire dalle "leggi della forma" di G. Spencer-Brown o dalla "teoria delle catastrofi" di Ren, Thom. Il successo o il fallimento del presente libro devono dipendere non dal contenuto specifico del mio elenco, ma dalla validità dell'idea che sia possibile strutturare in qualche modo l'epistemologia, l'evoluzione e l'epigenesi. Io sostengo che il problema mente-corpo si può risolvere lungo linee simili a quelle qui abbozzate.

Per offrire al lettore una rassegna preliminare di quanto propongo, elencherò qui di seguito quei criteri di mente che mi sembrano operare insieme per fornire questa soluzione.

1. "Una mente è un aggregato di parti o componenti interagenti".
2. "L'interazione fra le parti della mente è attivata dalla differenza" e la differenza è un fenomeno asostanziale, non situato nello spazio o nel tempo; più che all'energia, la differenza è legata all'entropia e all'entropia negativa.
3. "Il processo mentale richiede un'energia collaterale".
4. "Il processo mentale richiede catene di determinazione circolari (o più complesse)".
5. "Nel processo mentale gli effetti della differenza devono essere considerati come trasformate (cioè versioni codificate) della differenza che li ha preceduti". Le regole di questa trasformazione devono essere relativamente stabili (cioè più stabili del contenuto), ma sono a loro volta soggette a trasformazione.

6. "La descrizione e la classificazione di questi processi di trasformazione rivelano una gerarchia di tipi logici immanenti ai fenomeni".

La mia tesi sarà che i fenomeni che chiamiamo "pensiero, evoluzione, ecologia, vita, apprendimento" e simili si presentano solo nei sistemi che soddisfano questi criteri.

Ho già presentato due notevoli gruppi di materiale illustranti la natura del processo mentale. Nel capitolo 2 ho dato al lettore consigli quasi didascalici su come pensare, e nel capitolo 3 gli ho fornito indizi su come i pensieri convergono. Questo è il principio di uno studio su come pensare all'attività del pensare.

Passiamo ora a usare questi criteri per distinguere i fenomeni del "pensiero" dai molto più semplici fenomeni chiamati "eventi materiali".

PRIMO CRITERIO. UNA MENTE E' UN AGGREGATO DI PARTI O COMPONENTI INTERAGENTI.

In molti casi, alcune parti di tale aggregato possono a loro volta soddisfare tutti i criteri: in tal caso anch'esse debbono essere considerate come "menti" o "sottomenta". Tuttavia esiste sempre un livello inferiore di divisione in cui le parti risultanti, considerate separatamente, non possiedono la complessità necessaria a soddisfare i criteri di mente.

In breve, io non credo che le singole particelle subatomiche siano 'menti' nel senso che dico io, perchè, credo che il processo mentale sia sempre una successione di interazioni "tra" parti. La "spiegazione" dei fenomeni mentali deve sempre trovarsi nell'organizzazione e nell'interazione di parti multiple.

A molti lettori potrà sembrare superfluo insistere su questo primo criterio. Ma la cosa è importante, se non altro per menzionare e scartare le opinioni contrarie; ed è ancor più importante enunciare le ragioni della mia intolleranza. Molti pensatori di tutto rispetto, e in special modo Samuel Butler, al quale devo molto diletto e numerose illuminazioni, e più recentemente Teilhard de Chardin, hanno proposto teorie dell'evoluzione ove si accetta il presupposto che le entità atomiche minime siano caratterizzate da un qualche anelito mentale.

A mio avviso, queste ipotesi fanno rientrare il soprannaturale dalla finestra.

Accettare quest'idea è per me un po' come arrendersi: equivale a dire che nell'universo vi sono complessità di azione che sono inesplicabili perchè, esistono indipendentemente da qualunque complessità portante in cui le si potrebbe supporre immanenti. Senza differenziazione di parti non può esservi differenziazione di eventi o di funzionamento. Se le entità atomiche non sono a

loro volta differenziate internamente nella loro anatomia individuale, l'emergere di un processo complesso può essere dovuto solo all'interazione tra di esse.

Se invece le entità atomiche sono internamente differenziate, allora, secondo la mia definizione, esse "non sono" entità atomiche, e scoprirò quindi entità ancora più semplici prive di funzionamento mentale.

Infine - ma solo come ultima risorsa - se Teilhard de Chardin e Butler hanno ragione a supporre che le entità atomiche non abbiano differenziazione interna eppure siano dotate di caratteristiche mentali, allora qualunque spiegazione è impossibile e noi scienziati faremmo meglio a chiuder bottega e andare a spasso. Tutto il mio libro sarà basato sulla premessa che la funzione mentale è immanente nell'interazione tra 'parti' differenziate. Le 'totalità' sono costituite appunto da questa interazione combinata.

Su questo punto preferisco seguire Lamarck, il quale nell'istituire i postulati per una scienza della psicologia comparata, stabilì la regola che non si deve ascrivere a un organismo alcuna funzione mentale alla quale la complessità del sistema nervoso dell'organismo sia insufficiente (1).

In altre parole, la mia teoria della mente è olistica e, come ogni olistico serio, si basa sulla premessa della differenziazione e dell'interazione delle parti.

SECONDO CRITERIO. L'INTERAZIONE FRA LE PARTI DELLA MENTE E' ATTIVATA DALLA DIFFERENZA.

Ovviamente molti sono i sistemi fatti di molte parti, dalle galassie alle dune di sabbia, alle locomotive giocattolo. Lungi da me l'idea di sostenere che tutti questi sistemi siano menti o contengano menti o svolgano processi mentali. La locomotiva giocattolo può diventare parte di quel sistema mentale che comprende il bambino che gioca con essa, la galassia può diventare parte del sistema mentale che comprende l'astronomo e il suo telescopio. Ma gli oggetti non diventano sottosistemi pensanti di queste menti più vaste. I criteri sono utili solo in combinazione.

Passiamo ora a considerare la natura delle relazioni tra le parti. Come interagiscono le parti per creare il processo mentale?

Ci imbattiamo qui in una differenza assai cospicua tra il modo in cui descriviamo il comune universo materiale (il pleroma di Jung) e il modo in cui siamo costretti a descrivere la mente. La diversità sta in questo, che per l'universo materiale saremo di solito in grado di dire che la 'causa' di un evento è una forza o un urto esercitati da una parte del sistema materiale su qualche altra sua parte: una parte agisce su un'altra. Viceversa, nel mondo delle idee occorre una "relazione", o tra

due parti oppure tra una parte all'istante 1 e la stessa parte all'istante 2, per poter attivare una qualche terza componente che possiamo chiamare il "ricevente". Ciò a cui il ricevente (ad esempio, un organo di senso terminale) reagisce è una "differenza" o un "cambiamento".

Nel pleroma di Jung non vi sono n, differenze n, distinzioni. Si tratta di quel regno non mentale della descrizione dove non è mai necessario invocare la "differenza" tra due parti per spiegare la reazione di una terza.

E' sorprendente constatare quanto siano rari nel mondo inorganico i casi in cui un A reagisce a una "differenza" tra un B e un C. L'esempio migliore che riesco a trovare è quello di un'automobile che passa su una gobba della strada. Questo esempio, quanto meno, si avvicina di molto alla nostra definizione verbale di ciò che accade nei processi di percezione della mente. All'esterno dell'automobile si trovano le due componenti di una differenza: il livello della strada e il livello della sommità della gobba. L'automobile vi si avvicina con la propria energia cinetica e sotto l'urto della differenza si solleva in aria, usando, per questa reazione, la propria energia. Questo esempio contiene una serie di elementi che ricordano da vicino ciò che accade quando un organo di senso reagisce a un'informazione o la raccoglie.

Il tatto è uno dei sensi più primitivi e più semplici e fornisce un facile esempio per illustrare che cos'è l'informazione sensoriale. In una lezione o in una conferenza, di solito faccio sulla lavagna un punto ben marcato col gessetto, premendolo forte contro la superficie in modo da dare al segno un certo spessore. Ora sulla lavagna c'è qualcosa di abbastanza simile alla gobba nella strada. Se poso il polpastrello - zona di grande sensibilità tattile - perpendicolarmente sul punto bianco, non lo sento; ma se sposto il dito orizzontalmente sopra il segno, la differenza di livello è molto evidente. So esattamente dov'è il bordo del punto, quanto è spesso e così via. (In tutto ciò si presume che le mie opinioni sulla posizione e la sensibilità del mio dito siano corrette, poichè, sono necessarie anche informazioni sussidiarie di vario tipo).

Accade dunque che una situazione statica, che non muta, che si suppone esistere nell'universo esterno, del tutto indipendentemente da una nostra eventuale percezione di essa, diventi la causa di un evento, una funzione a gradino, un brusco cambiamento nello stato della relazione tra il mio polpastrello e la superficie della lavagna. Il mio dito scivola sulla superficie invariata finché, io non incontro il bordo del punto bianco. In quell'istante "temporale" vi è una discontinuità, un gradino; e subito dopo vi è un gradino opposto, quando il dito passa oltre il puntino.

Questo esempio, che è tipico di tutta l'esperienza sensoriale, mostra come il nostro sistema sensoriale - e certo anche quello di tutte le altre creature (perfino le piante?) e i sistemi mentali che stanno dietro i sensi (cioè quelle parti dei sistemi mentali che stanno dentro le creature) - possa funzionare solo con "eventi", che possiamo chiamare "cambiamenti".

Ciò che non muta è impercettibile, a meno che non siamo noi a muoverci rispetto ad esso.

E' vero che, nel caso della visione pensiamo di poter vedere ciò che non muta: vediamo non solo i contorni del punto, ma anche ciò che sembra essere la lavagna, immobile e senza segni. Ma la verità è che noi facciamo continuamente con l'occhio ciò che io prima facevo con il polpastrello. Il globo oculare è animato da un tremolio continuo, detto "micronistagmo", che lo fa vibrare su un arco di pochi secondi; sicché, l'immagine ottica sulla retina si muove rispetto ai coni e ai bastoncelli, che sono gli organi sensoriali terminali. Quindi, gli organi terminali ricevono continuamente eventi che corrispondono a "contorni" del mondo visibile. Noi "tracciamo" distinzioni, cioè le estraiamo (*). Le distinzioni che non vengono estratte "non esistono": sono perdute per sempre, insieme con il fragore dell'albero caduto che il vescovo Berkeley non udì (2). Esse fanno parte di quello che William Blake chiamava il "corporeo": "Nessuno conosce la sua dimora: essa è nell'errore e la sua esistenza è un'impostura" (5).

Com'è noto, è difficilissimo rilevare una variazione graduale, poichè, accanto alla nostra elevata sensibilità alla variazione rapida esiste anche il fenomeno dell'adattamento: gli organismi si abituano. Per distinguere tra una variazione lenta e un'assenza di variazione (che non è percettibile), abbiamo bisogno di un'informazione di genere diverso, abbiamo bisogno di un orologio.

Le cose vanno ancora peggio quando tentiamo di giudicare la "tendenza" di fenomeni tipicamente variabili. Il tempo atmosferico, ad esempio, cambia continuamente, da un'ora all'altra, da un giorno all'altro, da una settimana all'altra. Ma cambia da un anno all'altro? Certi anni sono più piovosi e altri più caldi, ma c'è qualche tendenza in questo continuo zigzag? Ce lo possono dire solo studi statistici su periodi più lunghi della memoria umana. In casi del genere occorrono informazioni su "classi" di anni.

Analogamente, ci è molto difficile percepire i cambiamenti della nostra realtà sociale, dell'ecologia intorno a noi, e così via. Quante persone si sono accorte della straordinaria diminuzione del numero di farfalle nei nostri giardini? O di uccelli? Queste cose subiscono cambiamenti drastici, ma noi ci abituiamo alla nuova situazione prima che i sensi ci possano dire che è nuova.

La finta di un pugile, che si muove come per colpire di sinistro senza però farlo, ci inganna facendoci credere che il suo sinistro non colpirà... finché, invece colpisce, lasciandoci spiacevolmente sorpresi.

E' un fatto non banale che siamo quasi sempre inconsapevoli delle tendenze nelle variazioni del nostro stato. Esiste una leggenda quasi scientifica secondo la quale, se si riesce a tener buona e ferma una rana in una pentola di acqua fredda e si aumenta lentissimamente e senza sbalzi la temperatura dell'acqua, in modo che nessun istante possa essere "contrassegnato" come quello in cui la rana dovrebbe saltar fuori, la rana non salterà mai fuori e finirà lessata. E' possibile che la specie umana si trovi in una pentola analoga e stia mutando il proprio ambiente con un inquinamento che cresce a poco a poco, e stia corrompendo la propria mente con un'istruzione e una religione che a poco a poco vanno deteriorandosi?

Ma in questa sede mi interessa soltanto capire come devono "necessariamente" funzionare la mente e il processo mentale. Quali sono le loro limitazioni? E proprio perché, la mente può ricevere solo notizie di differenze, è difficile distinguere tra una "variazione lenta" e uno "stato". Vi è necessariamente una soglia di gradiente sotto la quale il gradiente non può essere percepito.

La differenza, avendo la natura della relazione, non è situata nel tempo o nello spazio. Diciamo che il punto bianco è "lì", "al centro della lavagna", ma la differenza tra il punto e la lavagna non è 'lì'. Non è nel punto; non è nella lavagna; non è nello spazio tra la lavagna e il gesso. Potrei forse togliere il gesso dalla lavagna e spedirlo in Australia, ma la differenza non ne verrebbe distrutta e neppure spostata, poichè, la differenza non possiede ubicazione.

Quando cancello la lavagna, dove va la differenza? In un certo senso, la differenza rientra nel casuale e scompare irreversibilmente, come 'io' scomparirò quando morirò. In un altro senso, la differenza durerà come idea - come parte del mio "karman" - fino a che questo libro sarà letto, forse fino a che le idee di questo libro continueranno a formare altre idee, reincorporate in altre menti. Ma questa durevole informazione karmica sarà informazione intorno a un punto immaginario su una lavagna immaginaria.

Molto tempo fa Kant sosteneva che questo gessetto contiene un milione di fatti potenziali ("Tatsachen"), ma che solo pochissimi di loro diventano veramente fatti agendo sul comportamento di entità capaci di reagire ai fatti. Alle "Tatsachen" di Kant io sostituirei le "differenze" e osserverei che il numero di differenze "potenziali" contenute in questo gessetto è infinito, ma che pochissime diventano differenze "efficaci" (cioè informazioni) nel processo mentale di una qualche

entità più ampia. L'"informazione" consiste in differenze che producono una differenza.

Se vi faccio notare la differenza fra il gessetto e un pezzo di formaggio, tale differenza influirà su di voi: vi spingerà forse a non mangiare il gessetto o forse ad assaggiarlo per verificare la mia asserzione. La sua natura di non-formaggio è diventata una differenza efficace. Ma ci sono milioni di altre differenze - positive e negative, interne ed esterne al gessetto - che rimangono latenti e inefficaci.

Il vescovo Berkeley aveva ragione, almeno quando sosteneva che ciò che accade nella foresta è "senza significato" se egli non è lì a subirne gli effetti.

Stiamo discutendo un mondo di "significato", un mondo in cui certi particolari e certe differenze, piccoli e grandi, in certe sue parti vengono "rappresentati" in relazioni tra altre parti di questo mondo totale. Un cambiamento dei miei o dei vostri neuroni deve rappresentare quel tale cambiamento della foresta, la caduta di quel tale albero. Non l'evento fisico, però, ma solo l'"idea" dell'evento fisico. E l'idea non ha ubicazione nel tempo o nello spazio, forse l'ha solo in un'"idea" di tempo o di spazio.

C'è poi il concetto di 'energia', il cui referente preciso è nascosto oggi, come vuole la moda, dietro le correnti forme di oscurantismo. Non sono un fisico e non sono aggiornato sulla fisica moderna, ma osservo che vi sono due definizioni o "aspetti" (si dice così?) tradizionali di 'energia'. Mi è difficile comprendere queste due definizioni simultaneamente: esse sembrano in conflitto. Ma mi è chiaro che nessuna delle due è pertinente a ciò di cui sto parlando.

La prima definizione asserisce che l' "energia" è dello stesso ordine di astrazione della "materia"; che entrambe sono in qualche modo "sostanze" e che sono trasformabili l'una nell'altra. Ma la differenza, appunto, "non è" sostanza.

L'altra definizione, che è un po' superata, descrive l'energia assegnandole le dimensioni m per v al quadrato. Naturalmente la differenza, che di solito è un "rapporto" tra simili, non ha dimensioni. E' "qualitativa", non "quantitativa". (Si veda il capitolo 2, in cui si è esaminata la relazione tra quantità e qualità o struttura).

Per me la parola "stimolo" denota un elemento di una classe di informazioni che entrano attraverso un organo di senso. Per molti parlanti, essa sembra significare una spinta o un'iniezione di 'energia'.

Se vi sono dei lettori ancora pronti a identificare l'informazione e la differenza con l'energia, vorrei ricordar loro che "zero" è diverso da "uno" e può pertanto provocare una reazione. Un'ameba affamata diventerà più attiva e andrà in cerca di cibo, la pianta in crescita si piegherà per allontanarsi dall'oscurità, gli agenti delle tasse saranno insospettiti dalla dichiarazione che voi non avete spedito. Gli

eventi "che non sono" differiscono da quelli che avrebbero potuto essere, e gli eventi che non sono non danno certo alcun contributo energetico.

TERZO CRITERIO. IL PROCESSO MENTALE RICHIEDE UN'ENERGIA COLLATERALE.

Bench, sia chiaro che i processi mentali scattano per azione della differenza (al livello più semplice) e che la differenza "non è" energia e di solito non contiene energia, è tuttavia pur sempre necessario discutere l'energetica del processo mentale, poichè, i processi, di qualunque genere essi siano, richiedono energia. Le cose viventi sono sottoposte alle grandi regole conservatrici della fisica: le leggi della conservazione della massa e dell'energia valgono senza eccezioni per le creature viventi. Nel processo del vivere non c'è n, creazione n, distruzione di energia (mv al quadrato). D'altra parte, la "sintassi" usata per descrivere l'energetica della vita è una sintassi diversa da quella in uso cent'anni fa per descrivere l'energetica della forza e dell'urto. Questa differenza di sintassi è il mio terzo criterio del processo mentale.

Tra i fisici nucleari vi è oggi la tendenza a usare metafore prese dalla vita per descrivere gli eventi che accadono all'interno dell'acceleratore. Senza dubbio questo vezzo espressivo, il cui nome tecnico è "pathetic fallacy", è altrettanto sbagliato quanto quello che sto deplorando, bench, meno pericoloso. Assimilare la montagna all'uomo e parlare del suo "umore" o della sua "rabbia" fa poco danno. Ma assimilare l'uomo alla montagna comporta che tutte le relazioni umane appartengano a quelle che Martin Buber potrebbe chiamare relazioni "io-esso" o forse "esso-esso". La montagna, pur personificata nel nostro discorso, non diverrà una persona, non "apprenderà" un modo di essere più personale. Ma l'essere umano, depersonizzato nel suo stesso discorso e pensiero, può davvero apprendere modi di comportamento più 'cosali'.

Nella prima riga di questo paragrafo l'espressione "scattano" ["are triggered"] è stata usata di proposito. La metafora non è perfetta (4), ma almeno è più propria di tutte quelle forme metaforiche in cui si dà importanza all'energia contenuta nell'evento-stimolo. La fisica delle palle da biliardo dice che quando la palla A colpisce la palla B, A "dà" energia a B, la quale reagisce "usando" quest'energia ricevuta da A. Questa è la vecchia sintassi ed è, senza scampo, puro non-senso. Tra le palle da biliardo non c'è naturalmente alcun 'colpire', 'dare', 'reagire' o 'usare': queste parole provengono dall'abitudine di personificare le cose e rendono più facile, immagino, passare da questo non-senso alla cosificazione delle persone - sicché, quando parliamo della 'reazione' di una cosa vivente a uno 'stimolo

esterno' sembra che parliamo di qualcosa di simile a ciò che accade a una palla quando è colpita da un'altra.

Quando do un calcio a una pietra, le fornisco energia ed essa si muove con quell'energia. Quando do un calcio a un cane è vero che il mio calcio ha in parte un effetto newtoniano: se fosse abbastanza forte, il calcio potrebbe mandare il cane in un'orbita newtoniana; ma non è questa la cosa essenziale. Quando dò un calcio a un cane, esso reagisce con un'energia tratta dal suo metabolismo. Quando è l'informazione che 'agisce' sull'azione, l'energia è già presente in chi reagisce, prima che avvenga l'urto degli eventi.

Il trucco usato continuamente dalla vita, ma solo raramente dalla materia non addomesticata, è noto. E' il trucco del rubinetto, dell'interruttore, del relè, della reazione a catena, e così via, tanto per ricordare alcuni esempi in cui accade che il mondo non vivente simuli grossolanamente il vero processo vitale.

In tutti questi casi l'energia della reazione o effetto era presente in ciò che ha reagito prima dell'evento che l'ha attivato, che l'ha fatto scattare. I ragazzi, quando dicono che certe esperienze visive o sonore li "fanno partire", usano una metafora che ha quasi senso. Sarebbe ancora meglio se dicessero che la musica o il bel viso li "lasciano partire".

Negli eventi della vita vi sono di solito due sistemi energetici interdipendenti: uno è il sistema che usa la propria energia per aprire o chiudere il rubinetto o la porta o il relè; l'altro è il sistema la cui energia 'scorre attraverso' il rubinetto o la porta quando sono aperti.

La posizione ACCESO dell'interruttore è una via di passaggio per energia che ha origine altrove. Quando apro il rubinetto, non è il lavoro che compio nell'aprirlo che spinge o attira il flusso dell'acqua. Questo lavoro è compiuto dalle pompe o dalla gravità, la cui forza viene liberata dall'apertura del rubinetto. Io, nel mio 'agire' sul rubinetto, sono 'permissivo' o 'restrittivo', il flusso idrico ricava la propria energia da altre sorgenti. Io stabilisco in parte quali percorsi seguirà l'acqua qualora essa fluisca. "Che fluisca" non è di mia diretta competenza.

La combinazione dei due sistemi (il meccanismo della decisione e la fonte dell'energia) rende la relazione complessiva una relazione di mobilità parziale da ambo i lati. Potete portare un cavallo all'abbeveratoio, ma non potete costringerlo a bere: il bere è faccenda sua. Ma anche se ha sete, il cavallo non può bere se non lo portate all'acqua: portarcelo è faccenda vostra.

Ma concentrando l'attenzione solo sull'energetica semplifico troppo le cose. Vi è anche l'asserzione generale (secondo criterio) che solo la differenza può far scattare la reazione. Dobbiamo combinare questa asserzione generale con ciò che abbiamo appena detto sulla relazione tipica tra sorgenti di energia e con gli altri

criteri del processo mentale, cioè l'organizzazione in circuiti degli eventi messi in moto, la codifica e la genesi delle gerarchie e del significato.

QUARTO CRITERIO. IL PROCESSO MENTALE RICHIEDE CATENE DI DETERMINAZIONE CIRCOLARI (O PIU' COMPLESSE).

Se ciò che importa è la pura sopravvivenza, la pura persistenza, allora le rocce di tipo più duro, come il granito, devono essere messe ai primi posti in un elenco delle entità macroscopiche di maggior successo. Esse hanno mantenuto invariate le loro caratteristiche fin dai primordi della formazione della crosta terrestre, e sono riuscite a farlo in molti ambienti diversi, dai poli ai tropici. Se la semplice tautologia della teoria della selezione naturale è enunciata come “quelle proposizioni descrittive che rimangono vere più a lungo di tutte rimangono vere più a lungo di quelle che diventano non vere prima”, allora il granito è un'entità che ha avuto miglior successo di qualunque specie d'organismo.

Ma il modo in cui la roccia partecipa al gioco è diverso da quello delle cose viventi. La roccia, si può dire, "resiste" al cambiamento, sta lì com'è, senza cambiare. La cosa vivente si sottrae al cambiamento o correggendolo o cambiando se stessa per adattarsi al cambiamento o incorporando nel proprio essere un cambiamento continuo. La 'stabilità' può essere conseguita o con la rigidità o con la ripetizione continua di qualche ciclo di cambiamenti minori, ciclo che dopo ogni perturbazione tornerà a uno "status quo". La natura evita (temporaneamente) ciò che appare un cambiamento irreversibile accettando un cambiamento effimero. “Il bambù si piega al vento”, per dirla con una metafora alla giapponese; la morte stessa viene evitata con una rapida conversione da soggetto individuale a classe. La Natura, se vogliamo personificare il sistema, permette alla Morte (anch'essa personificata) di prendersi le sue vittime individuali, mentre essa sostituisce loro quell'entità più astratta che è la classe o taxon, per uccidere la quale la Morte deve agire più in fretta del sistema riproduttivo delle creature. Infine, se la Morte dovesse spuntarla contro la specie, la Natura direbbe: “Proprio quello che mi serviva per il mio ecosistema”.

Tutto ciò diventa possibile con la combinazione dei criteri del processo mentale già menzionati con questo quarto criterio, che l'organizzazione delle cose viventi dipende da catene di determinazione circolari e più complesse. Tutti i criteri fondamentali si combinano per conseguire il buon esito di quel modo di sopravvivenza che contraddistingue la vita.

L'idea che la causalità circolare abbia una grandissima importanza fu generalizzata per la prima volta alla fine della seconda guerra mondiale da Norbert Wiener e

forse da altri ingegneri che stavano lavorando sulla matematica dei sistemi non viventi (cioè delle macchine). Il modo migliore per capire la faccenda è di ricorrere a un diagramma meccanico molto semplificato (figura 8).

Immaginate una macchina in cui si distinguono, poniamo, quattro parti, che ho chiamato genericamente 'volano', 'regolatore', 'combustibile' e 'cilindro'. Inoltre la macchina è collegata col mondo esterno in due modi: con una 'fonte di energia' e con un 'carico', che si deve pensare variabile e forse anche applicato al volano. La macchina è circolare, nel senso che il volano fa muovere il regolatore, il quale varia il flusso di combustibile che alimenta il cilindro il quale a sua volta fa muovere il volano.

Poichè, il sistema è circolare, gli effetti degli eventi che accadono in qualsiasi punto del circuito possono farne il giro completo fino a produrre cambiamenti nel loro punto d'origine.

In questo diagramma la direzione dalla causa all'effetto è indicata da frecce, e da uno stadio all'altro si possono immaginare combinazioni di cause di ogni genere. Si può supporre che le frecce rappresentino funzioni o equazioni matematiche indicanti i "tipi di effetto" che le parti adiacenti hanno una sull'altra. Così, l'angolo formato dai bracci del regolatore deve essere espresso come funzione della velocità angolare del volano, eccetera.

Nel caso più semplice, tutte le frecce rappresentano un'"assenza di guadagno" o un "guadagno positivo" da una parte alla successiva. In questo caso il regolatore sarà collegato alla fonte del combustibile in un modo che nessun ingegnere approverebbe, cioè in modo tale che quanto più divergono i bracci del regolatore tanto più combustibile affluisce. Così congegnata la macchina "va in fuga", funzionando a una velocità che cresce in modo esponenziale finché, o qualche parte si rompe oppure si arriva al massimo di afflusso del combustibile permesso dal dotto.

Il sistema, tuttavia, potrebbe anche essere strutturato con una o più relazioni inverse in corrispondenza delle congiunzioni delle frecce. Questo è il modo usuale di allestire i regolatori, e il nome regolatore viene dato a quella parte che fornisce la prima metà di una siffatta relazione. In tal caso "più" i bracci divergono "meno" combustibile affluisce.

Storicamente, i sistemi con guadagno positivo, chiamati circoli "viziosi" o "divergenti", sono noti fin dall'antichità. Lavorando con la tribù Iatmul presso il fiume Sepik nella Nuova Guinea, avevo scoperto che varie relazioni tra i gruppi e tra vari tipi di parenti erano caratterizzate da interscambi di comportamento tali che quanto più A manifestava un dato comportamento, tanto più era probabile che B manifestasse lo stesso comportamento. Questi scambi li chiamai

"simmetrici". Viceversa vi erano anche scambi stilizzati in cui il comportamento di B era diverso da quello di A, ma ad esso "complementare". In entrambi i casi le relazioni erano potenzialmente suscettibili di una divergenza progressiva che chiamai "schismogenesi".

A quel tempo osservai che era ipotizzabile che la schismogenesi simmetrica o quella complementare potessero portare alla 'fuga' o al collasso del sistema. Ad ogni scambio vi era un guadagno positivo e una immissione di energia metabolica da parte delle persone coinvolte, riserva sufficiente a distruggere il sistema sotto la spinta della collera, dell'avidità o della vergogna. Non occorre molta energia (mv al quadrato) per consentire a un essere umano di distruggere altri individui o l'integrazione di una società.

In altre parole, negli Anni Trenta mi ero già familiarizzato con l'idea di 'fuga' e già allora mi occupavo della classificazione di questi fenomeni e addirittura speculavo sulle possibili combinazioni di diversi generi di fuga. Ma a quel tempo non avevo nessuna idea che potessero esistere circuiti causali contenenti uno o più anelli negativi e quindi autocorrettivi. E naturalmente non sapevo neppure che i sistemi soggetti a fuga, come l'incremento demografico, potessero contenere i germi della propria autocorrezione sotto forma di epidemie, guerre e programmi governativi. Inoltre si conoscevano già molti sistemi autocorrettivi o meglio si conoscevano certi casi singoli, ma rimaneva sconosciuto il "principio". In effetti, la ripetuta scoperta da parte dell'uomo occidentale di esempi singoli e la sua incapacità di scorgere il principio ad essi soggiacente dimostrano la rigidità della sua epistemologia. Tra le scoperte e le riscoperte del principio vanno annoverati il trasformismo di Lamarck (1809), l'invenzione del regolatore per la macchina a vapore da parte di James Watt (alla fine del Settecento), l'intuizione della selezione naturale da parte di Alfred Russel Wallace (1856), l'analisi matematica della macchina a vapore con regolatore fatta da Maxwell (1868), il "milieu interne" di Claude Bernard, le analisi hegeliane e marxiane del processo sociale, il "Wisdom of the Body" di Walter Cannon (1932) e i vari sviluppi indipendenti nella cibernetica e nella teoria dei sistemi durante e subito dopo la seconda guerra mondiale.

Infine, nel famoso articolo di Rosenblueth, Wiener e Bigelow pubblicato in "Philosophy of Science" (5), si avanzava l'idea che il circuito autocorrettivo e le sue molte varianti fornissero possibili modelli per le azioni adattative degli organismi. Il problema di fondo della filosofia greca - il problema del fine, irrisolto da duemilacinquecento anni - giungeva alla portata di un'analisi rigorosa. Diventava possibile fornire un modello anche di successioni meravigliose come il

balzo del gatto, sincronizzato e diretto in modo da terminare esattamente dove si troverà il topo al momento dell'atterraggio.

Tuttavia vale la pena, per inciso, di chiedersi se la difficoltà di riconoscere questo fondamentale principio cibernetico fosse dovuta solo alla pigrizia umana di fronte all'esigenza di compiere una trasformazione di fondo nei paradigmi del proprio pensiero, o se vi fossero altri processi che impedivano di accettare quella che, a posteriori, sembra un'idea semplicissima. La vecchia epistemologia era forse rinforzata a sua volta da circuiti autocorrettivi o di fuga?

Un resoconto piuttosto particolareggiato della storia della macchina a vapore con regolatore nell'Ottocento può aiutare il lettore a comprendere sia i circuiti sia la cecità degli inventori. Già le prime macchine a vapore erano state dotate di una specie di regolatore, ma sorsero delle difficoltà e gli ingegneri andarono da Maxwell lagnandosi di non riuscire a fare un progetto di macchina con regolatore perchè, non possedevano alcuna base teorica per prevedere come si sarebbe comportata la macchina progettata, una volta costruita e funzionante.

Erano possibili vari comportamenti: alcune macchine andavano in fuga e aumentavano la loro velocità in modo esponenziale fino a rompersi, oppure rallentavano fino a fermarsi. Altre oscillavano e parevano incapaci di stabilizzarsi su un qualsiasi punto intermedio. Altre, peggio ancora, cominciavano sequenze di comportamento dove l'ampiezza delle oscillazioni oscillava essa stessa oppure diventava sempre più grande.

Maxwell studiò il problema. Scrisse le equazioni formali delle relazioni tra le variabili a ogni momento successivo del circuito, e si accorse, come già si erano accorti gli ingegneri, che la soluzione del problema non stava nella combinazione di questo sistema di equazioni. Alla fine scoprì che l'errore degli ingegneri era di non considerare il "tempo". Ogni sistema dato incorpora certe relazioni col tempo, ossia è caratterizzato da costanti di tempo determinate dalla data "totalità". Queste costanti non sono determinate dalle equazioni della relazione tra le parti successive, ma sono proprietà "emergenti" del sistema.

Immaginate per un momento che la macchina funzioni regolarmente e che incontri un carico, per esempio che debba fare una salita o azionare qualche apparecchio. La velocità angolare del volano diminuirà subito, il che farà ruotare meno velocemente il regolatore. I bracci di quest'ultimo si abbasseranno, riducendo il loro angolo con l'albero. Con la progressiva diminuzione di questo angolo, nel cilindro verrà iniettato più combustibile e la macchina accelererà, modificando la velocità angolare del volano in senso contrario alla modifica indotta dal carico.

Ma è alquanto difficile stabilire se la modifica correttiva corregga precisamente le variazioni indotte dal carico. Dopo tutto l'intero processo si svolge nel tempo: il carico è stato incontrato in un certo istante 1; la variazione di velocità del volano è avvenuta "dopo" l'istante 1; le variazioni nel regolatore sono avvenute ancora dopo; infine il messaggio correttivo ha raggiunto il volano in un certo istante 2, successivo all'istante 1. Ma l'entità della correzione era determinata dall'entità della deviazione all'istante 1. All'istante 2 la deviazione sarà cambiata.

A questo punto si noti che nella nostra descrizione degli eventi è accaduto un fenomeno assai interessante. Parlando come se fossimo all'interno del circuito, abbiamo notato nel comportamento delle sue parti variazioni la cui entità e collocazione temporale erano determinate da forze e urti tra le componenti separate del circuito. Seguendo il circuito passo dopo passo, il mio linguaggio aveva questa forma generale: un cambiamento in A determina un cambiamento in B, e così via. Ma quando la descrizione torna al punto (arbitrario) da cui era partita, questa sintassi subisce una brusca modificazione. Ora la descrizione deve confrontare tra di loro due cambiamenti e usare il risultato di "questo" confronto per dar conto del passo successivo.

In altre parole l'oggetto del discorso ha subito una sottile modificazione che nel gergo del sesto criterio (si veda più avanti) chiameremo un cambiamento di "tipo logico". E' la differenza tra l'uso di un linguaggio quale potrebbe essere quello di un fisico per descrivere come una variabile agisce su un'altra variabile, e l'uso di un altro linguaggio per parlare del circuito come un tutto che riduce o aumenta la differenza. Quando diciamo che il sistema manifesta uno 'stato stazionario' (cioè che nonostante le variazioni esso conserva un valore medio), parliamo del circuito inteso come un tutto, e non delle variazioni al suo interno. Analogamente, il problema che gli ingegneri avevano sottoposto a Maxwell riguardava il circuito inteso come un tutto: come possiamo progettarlo in modo che raggiunga uno stato stazionario? Essi si aspettavano che la risposta fosse in termini di relazioni tra le singole variabili. Ciò che era necessario e che Maxwell fornì era invece una risposta nei termini delle costanti di tempo dell'intero circuito. Questo costituì il ponte tra i due livelli di discorso.

Le entità e le variabili che popolano la scena a un livello di discorso si dissolvono nello sfondo al livello immediatamente superiore o inferiore. Questo può essere opportunamente illustrato considerando il referente della parola "interruttore", che gli ingegneri a volte chiamano "commutatore" o "relè": ciò che l'attraversa riceve energia da una sorgente che è diversa dalla sorgente di energia che apre il commutatore.

A prima vista un 'interruttore' è un piccolo aggeggio sul muro che accende o spegne la luce. Se vogliamo essere più pignoli, diremo che la luce viene accesa o spenta dalle mani dell'uomo ' mediante l'uso ' dell'interruttore. E così via. Non ci accorgiamo che il concetto di 'interruttore' è di ordine affatto diverso dai concetti di 'pietra', 'tavolo' e simili. Un esame più attento mostra che l'interruttore, considerato come parte di un circuito elettrico, quando è acceso "non esiste". Dal punto di vista del circuito, non differisce dal cavo conduttore che giunge fino ad esso e dal cavo che ne parte. E' semplicemente un 'proseguimento del conduttore'. In modo inverso ma analogo, quando l'interruttore è spento, dal punto di vista del circuito esso non esiste: non è nulla, è una discontinuità tra due conduttori i quali, a loro volta, esistono come conduttori solo quando l'interruttore è acceso.

In altre parole l'interruttore "non esiste" se non nei momenti in cui esso cambia di posizione, e il concetto di 'interruttore' è quindi in un rapporto particolare col "tempo". Esso è collegato con l'idea di 'cambiamento' piuttosto che con quella di 'oggetto'.

Gli organi di senso, come abbiamo già notato, accettano solo comunicazioni di differenze e normalmente vengono azionati solo dal cambiamento, cioè da eventi o da quelle differenze nel mondo percepito che possono essere trasformate in eventi muovendo gli organi di senso. In altre parole, gli organi di senso terminali sono simili a interruttori. Essi debbono essere 'accesi' per un singolo istante da un urto esterno: quel singolo istante genera un singolo impulso nel nervo afferente. La soglia (cioè la quantità di evento necessaria per far scattare l'interruttore) è, naturalmente, un altro paio di maniche e può essere modificata da molte circostanze fisiologiche, compreso lo stato degli organi terminali circostanti. La verità in questa faccenda è che ogni circuito causale in tutta la biologia, nella nostra fisiologia, nella nostra attività pensante, nei nostri processi neurali, nella nostra omeostasi e nei sistemi ecologici e culturali di cui siamo parte, ogni circuito causale di tal fatta nasconde o suggerisce quei paradossi e quelle confusioni che accompagnano gli errori e le distorsioni dell'assegnazione al tipo logico. Questo argomento, strettamente legato sia a quello della circuitazione sia a quello della codificazione (quinto criterio), sarà esaminato più a fondo nella discussione del sesto criterio.

QUINTO CRITERIO. NEL PROCESSO MENTALE GLI EFFETTI DELLA DIFFERENZA DEVONO ESSERE CONSIDERATI COME TRASFORMATE (CIOE' VERSIONI CODIFICATE) DELLA DIFFERENZA CHE LI HA PRECEDUTI.

A questo punto, dobbiamo considerare come le differenze esaminate nella discussione del secondo criterio e il loro seguito di effetti sotto forma di altre differenze diventano materiale di informazione, di ridondanza, di struttura e così via. In primo luogo dobbiamo notare che qualunque oggetto, evento o differenza del cosiddetto 'mondo esterno' può diventare una sorgente d'informazione, purché sia incorporato in un circuito dotato in una rete opportuna di materiale flessibile in cui esso possa produrre dei cambiamenti. In questo senso l'eclissi di sole, l'impronta dello zoccolo di un cavallo, la forma di una foglia, l'occhio sulla penna di un pavone, insomma qualunque cosa può essere incorporata nella mente se mette in moto queste successioni di conseguenze.

Passiamo quindi all'enunciazione, nella forma più ampia possibile, della famosa asserzione generale di Korzybski, secondo la quale "la mappa non è il territorio". Osservando la cosa nella prospettiva amplissima che qui adottiamo, noi vediamo la mappa come una specie di effetto che assomma le differenze, che organizza le notizie di differenze del 'territorio'. La mappa di Korzybski è un'utile metafora ed è stata di aiuto a moltissimi, ma ridotta ai suoi termini più semplici la sua asserzione generale dice che l'effetto non è la causa.

Questo fatto - cioè questa differenza tra effetto e causa quando entrambi sono incorporati in un sistema opportunamente flessibile - è la premessa fondamentale di ciò che possiamo chiamare "trasformazione" o "codificazione".

Naturalmente nella relazione tra effetto e causa si presuppone una certa regolarità, senza la quale nessuna mente potrebbe congetturare la causa a partire dall'effetto. Ma ammessa questa regolarità, possiamo procedere a una classificazione dei vari generi di relazione che possono vigere tra effetto e causa. In seguito, questa classificazione comprenderà casi assai complessi, quando incontreremo aggregati complessi di informazioni che possiamo chiamare "strutture, successioni di azioni" e simili.

La varietà delle trasformazioni o codificazioni diventa ancora più ampia per il fatto che ciò che reagisce alla differenza è quasi universalmente attivato da un'energia collaterale (si veda sopra il terzo criterio). Quindi non è necessario che vi sia una relazione semplice tra l'entità dell'evento o della differenza che fa scattare la reazione e la reazione che ne risulta.

Tuttavia, la prima dicotomia che desidero introdurre nelle innumerevoli varietà di trasformazione è quella tra i casi in cui la risposta è "graduata" secondo una qualche variabile dell'evento-causa e i casi in cui la risposta è questione di soglie 'tutto o niente'. La macchina a vapore con regolatore costituisce un esempio tipico del primo genere: in essa l'angolo tra i bracci del regolatore varia con continuità e

ha un effetto variabile con continuità sull'alimentazione di carburante. Invece il termostato domestico è un meccanismo tutto o niente in cui la temperatura, giunta a un certo livello, obbliga il termometro a far scattare un interruttore. Si tratta della dicotomia tra i sistemi "analogici" (che variano in modo continuo e monotono con le grandezze dell'evento-causa) e i sistemi "digitali" (che hanno il carattere del tutto o niente).

Si noti che i sistemi digitali somigliano di più ai sistemi che contengono il numero, mentre quelli analogici sembrano dipendere più dalla quantità. La differenza tra questi due generi di codificazione è un esempio del principio generale (discusso nel capitolo 2) che il numero è diverso dalla quantità. Tra ciascun numero e il successivo vi è una discontinuità, come vi è una discontinuità nei sistemi digitali tra 'reazione' e 'assenza di reazione'. E' la discontinuità tra il 'sì' e il 'no'.

Agli esordi della cibernetica eravamo soliti discutere se, nel suo complesso, il cervello fosse un meccanismo analogico o digitale. Questa discussione si concluse quando ci fu chiaro che la descrizione del cervello deve partire dal carattere di tutto o niente del neurone. Nella grande maggioranza dei casi almeno, il neurone o si attiva o non si attiva; e se la cosa fosse tutta qui, il sistema sarebbe interamente digitale e binario. Ma coi neuroni discreti è possibile costruire sistemi aventi l'"apparenza" di sistemi analogici. Ciò si ottiene con il semplice stratagemma di moltiplicare i percorsi in modo che un dato fascio di percorsi sia costituito da centinaia di neuroni, una certa percentuale dei quali verrebbe attivata e un'altra no, col risultato che il fascio darebbe una risposta che appare graduata. Inoltre, il singolo neurone viene modificato dalle condizioni ormonali circostanti e da altre condizioni ambientali che possono alterarne la soglia in modo realmente quantitativo.

Ricordo però che a quei tempi, prima che ci fosse diventato completamente chiaro fino a che punto le caratteristiche analogiche e quelle digitali potessero trovarsi combinate in un solo sistema, quanti andavano discutendo sul problema se il cervello fosse analogico o digitale mostravano assai nette preferenze individuali e irrazionali per l'una o per l'altra posizione. Io tendevo a preferire le ipotesi che privilegiavano il digitale, mentre quelli più influenzati dalla fisiologia e forse meno dai fenomeni del linguaggio e del comportamento manifesto tendevano a favorire le spiegazioni analogiche.

Nel problema di riconoscere caratteristiche mentali in entità molto primitive sono importanti altre classificazioni dei tipi di codificazione. In certi sistemi estremamente diffusi non è facile, o forse non è possibile, riconoscere gli organi di senso o i percorsi lungo i quali si muove l'informazione. Ecosistemi come una

spiaggia o una foresta di sequoie sono senza dubbio autocorrettivi. Se in un dato anno la popolazione di qualche specie aumenta o diminuisce in modo eccezionale, basta solo qualche altro anno perchè, quella popolazione torni al suo solito livello. Ma non è facile individuare la parte specifica del sistema che funge da organo di senso che raccoglie l'informazione e influenza l'azione correttiva. Io ritengo che sistemi siffatti siano quantitativi e gradualmente e che le quantità le cui "differenze" costituiscono gli indicatori informativi siano allo stesso tempo quantità di approvvigionamenti necessari (cibo, energia, acqua, luce solare e così via). Moltissime sono state le ricerche condotte sui percorsi dell'energia (per esempio, le catene alimentari e i rifornimenti idrici) in questi sistemi. Ma non sono al corrente di alcuno studio specifico in cui questi approvvigionamenti sono visti come vettori di informazione immanente. Sarebbe bello sapere se questi sono sistemi analogici in cui la "differenza" tra gli eventi di un giro del circuito e gli eventi del giro successivo (come nella macchina a vapore con regolatore) diventa il fattore cruciale nel processo di autocorrezione.

Quando la pianticella che cresce si piega verso la luce, essa è influenzata dalla differenza di illuminazione e cresce più rapidamente dal lato in ombra sicchè, si piega e prende più luce un surrogato della locomozione che dipende dalla differenza.

Vale la pena ricordare altre due forme di trasformazione o codificazione, poichè , sono semplicissime ed è molto facile lasciarsele sfuggire. Una è la codificazione con "sagoma", che si riscontra per esempio nella crescita di un qualsiasi organismo dove la forma e la morfogenesi nel punto di crescita sono comunemente definite dallo stato in cui si trova la superficie in crescita al momento della crescita. Per citare un esempio molto banale, il tronco di una palma s'innalza con pareti più o meno parallele dalla base fino alla cima, dove si trova il punto di crescita. In ogni punto il tessuto in crescita, o cambio, depone legno sotto di sè, sulla parete del tronco già cresciuto. Cioè la forma di ciò che esso depone è determinata dalla forma di ciò che è cresciuto precedentemente. Analogamente, nella rimarginazione delle ferite e simili, si direbbe che sovente la forma del tessuto rigenerato e la sua differenziazione siano determinate dalla forma e dalla differenziazione delle pareti del taglio. Ciò è forse quanto di più prossimo si possa immaginare a un caso di comunicazione 'diretta'. Ma occorre notare che in molti casi la crescita, per esempio, dell'organo rigenerantesi dev'essere l'immagine speculare della situazione nell'interfaccia col vecchio corpo. Se in realtà questa faccia è bidimensionale e non ha profondità, allora è presumibile che la componente in crescita ricavi la propria direttiva di profondità da qualche altra sorgente.

L'altro tipo di comunicazione che viene spesso dimenticato è detto "ostensivo". Se vi dico: "Ecco com'è fatto un gatto" indicandovene uno, uso il gatto come una componente ostensiva della mia comunicazione. Se cammino per la strada e vedendo venire un amico dico: "Toh, ecco Bill", ho ricevuto da lui un'informazione ostensiva (il suo aspetto, il suo modo di camminare, eccetera), che egli abbia o no voluto trasmetterla.

La comunicazione ostensiva è particolarmente importante nell'apprendimento di una lingua. Immaginate una situazione in cui il parlante di una data lingua la debba insegnare a un altro individuo in circostanze che limitino strettamente la comunicazione ostensiva. Supponiamo che A debba insegnare per telefono a B una lingua a questi del tutto sconosciuta, e che essi non abbiano nessun'altra lingua in comune. A riuscirà forse a comunicare a B alcune caratteristiche di voce, di cadenza o anche di grammatica; ma gli è affatto impossibile dire a B che cosa 'significhi', nel senso usuale, una qualunque parola. Quanto a B, i sostantivi e i verbi saranno per lui soltanto entità grammaticali, non nomi di oggetti identificabili. La cadenza, la struttura sequenziale e cose simili sono presenti nella successione dei suoni trasmessi per telefono ed è concepibile che essi possano essere 'indicati' e quindi insegnati a B.

La comunicazione ostensiva è forse altrettanto necessaria nell'apprendimento di qualunque trasformazione o codice. Ad esempio in tutti gli esperimenti di apprendimento dare o negare il rinforzo è un metodo approssimato di indicare la risposta giusta. Nell'addestramento degli animali da circo si impiegano vari mezzi per rendere più accurata questa indicazione. L'istruttore ha un fischiotto, ad esempio, col quale emette un breve suono nell'istante preciso in cui l'animale fa la cosa giusta, usando in tal modo le risposte del soggetto come esempi didattici ostensivi.

Un'altra forma di codificazione ostensiva molto primitiva è la codificazione del tipo "la parte per il tutto". Ad esempio vedo una sequoia che s'innalza da terra e da questa percezione deduco che sotto terra in quel punto troverò delle radici; oppure sento l'inizio di una frase e da quell'inizio deduco immediatamente la struttura grammaticale del resto della frase e posso benissimo dedurre anche molte delle parole e delle idee che essa contiene. Viviamo in una vita dove ciò che percepiamo è forse sempre la percezione di "parti", e le nostre congetture sulle 'totalità' vengono di continuo verificate o contraddette dal successivo presentarsi di altre parti. Forse le cose vanno in modo che le "totalità" non possano mai presentarsi: perchè, "ciò" implicherebbe una comunicazione diretta.

SESTO CRITERIO. LA DESCRIZIONE E LA CLASSIFICAZIONE DI QUESTI PROCESSI DI TRASFORMAZIONE RIVELANO UNA GERARCHIA DI TIPI LOGICI IMMANENTI AI FENOMENI.

In questo paragrafo devo assumermi due compiti: primo, far comprendere al lettore che cosa s'intende per tipi logici e nozioni affini che, in varie forme, affascinano l'uomo da almeno tremila anni; secondo, persuadere il lettore che ciò di cui parlo è una caratteristica del processo mentale, ed è anzi una caratteristica necessaria. Nessuno di questi due compiti è veramente semplice, ma William Blake commentava: "Non è possibile che la verità sia detta in modo da venir compresa e non creduta". I due compiti diventano dunque un compito solo, quello di mostrare la verità in modo che essa possa venir compresa; anche se so benissimo che in un qualunque campo importante della vita dire la verità in modo da farsi comprendere è un'impresa estremamente difficile, in cui Blake stesso raramente riusciva.

Comincerò con una presentazione astratta di ciò che intendo dire, alla quale farò seguire qualche esempio piuttosto semplice. Infine cercherò di ribadire l'importanza di questo criterio mostrando esempi in cui la discriminazione tra i livelli di comunicazione è stata talmente confusa o distorta che ne sono risultate frustrazioni e patologie di vario genere.

Cominciando dalla presentazione astratta, si consideri il caso di una relazione semplicissima tra due organismi: l'organismo A ha emesso un suono o assunto un qualche atteggiamento da cui B potrebbe apprendere sullo stato di A qualcosa che interessa la propria esistenza. Potrebbe trattarsi di una minaccia, di un approccio sessuale, di un preludio alla nutrizione o di un'indicazione di appartenenza alla stessa specie. Nella discussione sulla codificazione (quinto criterio) ho già osservato che nessun messaggio, in nessuna circostanza, coincide con ciò che lo ha fatto precipitare. Tra messaggio e referente c'è sempre una relazione, in parte prevedibile e quindi abbastanza regolare che in realtà non è mai diretta o semplice. Perciò se B vuole occuparsi delle indicazioni di A, è assolutamente necessario che B sappia che cosa esse significano. Si determina così un'altra "classe" di informazioni, che B deve assimilare, le quali servono a ragguagliare B sulla codificazione dei messaggi o delle indicazioni provenienti da A. I messaggi di questa classe non riguarderanno A o B, bensì la codificazione dei messaggi. Essi saranno di un tipo logico diverso: li chiamerò "metamessaggi".

Proseguiamo: al di là dei messaggi relativi alla semplice codificazione, vi sono messaggi assai più sottili che diventano necessari perchè, i codici sono condizionati: cioè, il significato di un dato tipo d'azione o di suono cambia col

cambiare del "contesto", e specialmente col cambiare dello stato della relazione tra A e B. Se a un certo punto la relazione diventa giocosa, questo cambierà il significato di molti segnali. Fu l'osservazione che ciò è vero tanto nel mondo animale quanto in quello umano che mi condusse alla ricerca da cui doveva uscire la cosiddetta teoria del "doppio vincolo" per la schizofrenia e l'intera epistemologia proposta in questo libro. La zebra può caratterizzare (per il leone) la natura del contesto in cui essi s'incontrano tramite la fuga e perfino un leone sazio potrà mettersi a inseguirla. Ma un leone affamato non ha bisogno di questo contrassegno per quel particolare contesto: ha imparato da un pezzo che le zebre si possono mangiare. O forse questa lezione è avvenuta così presto che non ha richiesto insegnamento? Parte della conoscenza necessaria era forse innata? La questione dei messaggi che rendono intelligibile un altro messaggio ponendolo in un contesto dev'essere considerata nella sua interezza, ma in "assenza" di questi messaggi metacomunicativi vi è comunque la possibilità che B ascriva un contesto al segnale di A sotto la guida di meccanismi genetici.

E' forse a questo livello astratto che si incontrano apprendimento e genetica. I geni possono forse influire su un animale, determinando il modo in cui esso percepirà e classificherà i contesti del suo apprendimento. Ma i mammiferi, almeno, sono anche capaci di "apprendere ciò che riguarda il contesto".

Quello che una volta si chiamava "carattere" - cioè il sistema di interpretazioni che imponiamo ai contesti che incontriamo - può essere foggato sia dalla genetica sia dall'apprendimento.

Tutto ciò ha come premessa l'esistenza di "livelli" di cui voglio ora chiarire la natura. Partiamo dunque da una potenziale distinzione tra un'azione in un contesto e un'azione o comportamento che definisce un contesto o lo rende intelligibile. Per lungo tempo, adottando un termine di Whorf (6), ho chiamato quest'ultimo tipo di comunicazione "metacomunicazione".

Una funzione, un effetto, del metamessaggio è in realtà quello di "classificare" i messaggi che si presentano all'interno del suo contesto. E' a questo punto che la teoria qui proposta si riallaccia agli studi di Russell e Whitehead nel primo decennio di questo secolo, comparsi in forma definitiva nel 1910 col titolo di "Principia Mathematica" (7). Quello che Russell e Whitehead affrontavano era un problema molto astratto: la logica, nella quale essi credevano, doveva essere salvata dai grovigli che nascono quando i "tipi logici", come li chiamava Russell, vengono bistrattati nella loro rappresentazione matematica. Non so se, mentre lavoravano ai "Principia", Russell e Whitehead avessero idea che l'oggetto del loro interesse è essenziale per la vita degli esseri umani e degli altri organismi. Di certo Whitehead sapeva che giocherellando con i tipi ci si può divertire e si può farne

scaturire l'umorismo. Ma dubito che egli abbia mai superato la fase del divertimento e sia giunto a capire che il gioco non era insignificante e che avrebbe gettato luce sull'intera biologia. Pur di non dover contemplare la natura dei dilemmi umani che sarebbero stati svelati si evitò - forse inconsciamente - di arrivare a una comprensione più generale.

La semplice presenza dell'umorismo nelle relazioni umane indica che, almeno a questo livello biologico, è essenziale per la comunicazione umana una molteplicità di tipi logici. Senza gli equivoci causati dall'introduzione dei tipi logici, l'umorismo non sarebbe necessario e forse non potrebbe neppure esistere.

Anche a un livello molto astratto, sono migliaia di anni che i fenomeni provocati dai tipi logici affascinano pensatori e buffoni. Ma la logica doveva essere salvata dai paradossi buoni per divertire i pagliacci. Una delle prime cose che Russell e Whitehead osservarono nel corso del loro tentativo fu che l'antico paradosso di Epimenide ("Epimenide era un cretese che diceva: 'I cretesi mentono sempre '") era basato sulla classificazione e la metaclassificazione. Ho presentato qui il paradosso sotto forma di citazione dentro una citazione, e questo è precisamente il modo in cui il paradosso viene generato. La citazione maggiore diventa un classificatore per quella minore, finché quest'ultima prevale e riclassifica la maggiore dando luogo alla contraddizione. La domanda "Epimenide diceva la verità?" ha come risposta "Se sì, allora no" "e" "Se no, allora sì".

Norbert Wiener era solito osservare che se si presenta il paradosso di Epimenide a un calcolatore esso risponde SI'... NO... SI'... NO... finché, non finisce l'inchiostro o l'energia, oppure non trova qualche altro limite insormontabile. Come ho osservato nel paragrafo 16 del capitolo 2, la logica non può essere un modello per i sistemi causali, e il paradosso nasce quando si ignora la dimensione temporale. Se consideriamo un qualunque organismo vivente e cominciamo a interrogarci sulle sue azioni e atteggiamenti, ci troviamo in un tale groviglio o rete di messaggi che i problemi teorici esposti a proposito del criterio precedente si confondono. Nell'enorme massa di osservazioni interconnesse, diventa estremamente difficile dire che questo messaggio o posizione delle orecchie è, in realtà, un metamessaggio rispetto a quell'altra osservazione del ripiegamento delle zampe anteriori o della posizione della coda.

Sul tavolo davanti a me c'è un gatto addormentato; mentre dettavo le ultime cento parole, esso ha cambiato posizione. Prima dormiva sul fianco destro, con la testa rivolta più o meno dalla parte opposta a me, le orecchie in una posizione che non dava l'impressione di vigilanza, gli occhi erano chiusi, le zampe anteriori ripiegate sotto il corpo: un ben noto modo di disporsi del corpo del gatto. Mentre parlavo, anzi, mentre lo osservavo per coglierne il comportamento, la testa si è

voltata verso di me, gli occhi sono rimasti chiusi, la respirazione è leggermente cambiata, le orecchie hanno assunto una posizione di semivigilanza; e pareva, a torto o a ragione che ora il gatto continuasse a dormire ma fosse conscio della mia esistenza e, forse, anche conscio di far parte di ciò che dettavo. Questo aumento di attenzione è intervenuto "prima" che il gatto fosse menzionato, cioè prima che io cominciassi a dettare queste ultime frasi. "Ora" che è stato esplicitamente menzionato, la testa si è riabbassata, il naso è fra le zampe anteriori, le orecchie non sono più vigili: il gatto ha deciso che il suo coinvolgimento nella conversazione non è importante.

Osservando questa successione di comportamenti felini e la lettura che ne ho fatto (poichè, il sistema di cui parliamo, in fondo, è non solo il gatto ma il sistema uomo-gatto e forse lo si dovrebbe considerare in modo ancor più complesso, cioè 'uomo che osserva l'uomo che osserva un gatto che osserva l'uomo'), vi è una gerarchia di componenti contestuali, oltre che una gerarchia nascosta dentro il numero enorme di segnali che il gatto fornisce su se stesso.

Le cose sembrano stare così: i messaggi che provengono dal gatto sono collegati tra loro in una rete complessa e il gatto stesso sarebbe forse sorpreso se potesse scoprire quanto è difficile districare un tale groviglio. Non c'è dubbio che un altro gatto potrebbe districarlo meglio di un uomo, ma per l'uomo - e anche l'etologo esperto ne è spesso sorpreso - le relazioni tra i segnali componenti sono confuse. Tuttavia l'uomo 'capisce' il gatto componendo i pezzi "come se" sapesse davvero ciò che accade: egli forma "ipotesi", le quali vengono continuamente controllate o corrette da azioni meno ambigue dell'animale.

La comunicazione tra specie diverse è "sempre" una sequenza di contesti di apprendimento in cui ciascuna specie viene continuamente corretta quanto alla natura di ciascun contesto precedente.

In altre parole, le metarelazioni tra segnali particolari possono essere confuse, ma al livello successivo di astrazione la comprensione può scaturire di nuovo come vera (8) "comprensione".

In certi contesti di comportamento animale o di relazioni tra uomo e animale, i livelli vengono in qualche misura separati non solo dall'uomo ma anche dall'animale. Illustrerò tutto ciò con due storie: la prima è una discussione dei classici esperimenti pavloviani di nevrosi sperimentale, la seconda è il resoconto di una ricerca sulle relazioni tra uomo e delfino alla quale partecipai presso l'Istituto oceanico delle Hawaii. Si tratta di due casi antitetici, poichè, nel primo il groviglio conduce a una patologia, mentre nell'altro l'animale riesce alla fine a trascendere i tipi logici.

Il caso di Pavlov è molto famoso, ma la mia interpretazione è diversa da quella usuale, e la differenza consiste precisamente nel fatto che io insisto sulla pertinenza del contesto al significato, pertinenza che è l'esempio di un insieme di messaggi metacomunicativo rispetto a un altro.

Il paradigma della nevrosi sperimentale è il seguente: un cane (di solito maschio) è addestrato a rispondere diversamente a due “stimoli condizionati” alternativi, ad esempio un cerchio e un'ellisse. In risposta a X esso deve fare A, in risposta a Y deve fare B. Se nelle sue risposte il cane manifesta questa differenziazione, si dice che esso discrimina tra i due stimoli e viene rinforzato positivamente, o, in termini pavloviani, gli viene fornito uno “stimolo incondizionato” sotto forma di cibo. Quando il cane diventa capace di discriminare, lo sperimentatore gli rende il compito un po' più difficile, arrotondando un po' di più l'ellisse o schiacciando un po' di più il cerchio, sicché, la differenza tra i due oggetti stimolo diviene minore. A questo punto il cane deve compiere uno sforzo maggiore per discriminare l'uno dall'altro. Ma quando ci riesce, lo sperimentatore rende le cose ancor più difficili con una modifica analoga. Con una successione di tappe del genere, il cane arriva a non riuscire più a discriminare tra i due oggetti. A questo punto, se l'esperimento è stato condotto con rigore sufficiente, il cane manifesterà vari sintomi: morderà chi lo tiene, rifiuterà il cibo, disobbedirà, cadrà in uno stato comatoso e così via. L'insieme di sintomi che il cane manifesta dipende, così si sostiene, dal suo 'temperamento': i cani eccitabili scelgono un insieme di sintomi, quelli indolenti ne scelgono un altro.

Ora, dal punto di vista adottato in questo capitolo, dobbiamo esaminare la differenza tra due forme verbali contenute nella spiegazione ortodossa di questa sequenza. La prima forma verbale è il “cane “discrimina” tra i due stimoli”, l'altra è “la capacità di discriminazione” del cane si blocca”. Con questo salto lo scienziato è passato da un'asserzione relativa a uno o più casi particolari che possono essere “visti” a una generalizzazione legata a un'astrazione (la ‘discriminazione’) situata “oltre il visibile”, forse dentro il cane. E' questo salto a un altro tipo logico che costituisce l'errore dello scienziato. Io posso, in un certo senso vedere il cane “che discrimina”, ma non posso in alcun modo vedere la sua ‘discriminazione’. Qui c'è un salto dal particolare al generale, da un membro alla classe. A me pare che ciò potrebbe essere espresso meglio partendo dalla domanda: “Che cosa ha appreso il cane, durante l'addestramento, che lo rende incapace di “accettare” il fallimento finale?”. E mi pare che la risposta a questa domanda potrebbe essere: “Il cane ha appreso che “questo è un contesto di discriminazione”. Cioè, che ‘deve’ cercare due stimoli e ‘deve’ cercare la

possibilità di agire sulla base di una differenza tra essi. Per il cane questo è il 'compito' che gli è stato dato, il contesto in cui riuscire comporta un premio (9). Ovviamente un contesto in cui tra i due stimoli non vi sia alcuna differenza percettibile non si presta alla discriminazione. Sono certo che lo sperimentatore potrebbe indurre la nevrosi anche usando ripetutamente lo stesso oggetto e tirando ogni volta una moneta per decidere se quest'unico oggetto debba essere interpretato come X o come Y. In altre parole, una risposta appropriata del cane sarebbe quella di tirar fuori una moneta, buttarla in aria e sfruttarne l'esito per decidere la propria azione. Purtroppo il cane non ha tasche per le monete ed è stato addestrato molto accuratamente a fare quello che ora è diventato una bugia: ossia, il cane è stato addestrato ad attendersi un contesto di discriminazione. Esso ora applica questa interpretazione a un contesto che non è un contesto di discriminazione. Gli è stato insegnato a "non" discriminare tra due classi di contesti. Si trova nello stato "da cui è partito lo sperimentatore": incapace di distinguere i contesti.

Dal punto di vista del cane (coscientemente o inconscientemente), apprendere un contesto è diverso dall'apprendere che cosa fare quando si presenta X e che cosa fare quando si presenta Y. Vi è un salto discontinuo tra un genere di apprendimento e l'altro.

Per inciso, al lettore interesserà forse conoscere alcuni dati che suffragherebbero l'interpretazione da me proposta.

Primo, il cane non manifestava un comportamento psicotico o nevrotico all'inizio dell'esperimento, quando non sapeva discriminare, non discriminava e commetteva frequenti errori. Questo non 'bloccava la sua capacità di discriminazione' poichè, esso ancora non la possedeva, proprio come, alla fine, la capacità di discriminazione non poteva venire 'bloccata' poichè, di fatto non si richiedeva discriminazione.

Secondo, un cane ingenuo, messo ripetutamente di fronte a situazioni in cui qualche X significa talvolta che esso deve manifestare il comportamento A e talaltra che esso dovrebbe manifestare il comportamento B, alla fine "tirerà a indovinare". Al cane ingenuo non si è insegnato a non indovinare; cioè non gli è stato insegnato che i contesti della vita sono tali che tirare a indovinare è improprio. Il comportamento del cane finirà col riflettere le frequenze approssimative delle risposte appropriate. Cioè, se l'oggetto stimolo significa A nel 30 per cento dei casi e B nel 70 per cento, allora il cane finirà col manifestare A nel 30 per cento dei casi e B nel 70 per cento. (Non farà ciò che farebbe un bravo giocatore, che manifesterebbe ogni volta B).

Terzo, se gli animali sono portati fuori del laboratorio e se i rinforzi e gli stimoli sono somministrati a distanza - sotto forma, ad esempio, di scariche elettriche trasmesse da lunghi fili sospesi a giraffe (prese in prestito da Hollywood) - essi non manifestano alcun sintomo. Dopo tutto le scariche provocano un dolore non più forte di quello che qualunque animale potrebbe provare nell'attraversare un cespuglio di rovi; esse non diventano coercitive se non nel contesto del laboratorio, in cui "altri" particolari (l'odore, il banco di sperimentazione che sostiene l'animale e così via) diventano stimoli supplementari indicanti all'animale che si tratta di un contesto in cui esso "deve" continuare a rispondere 'bene'. Che l'animale apprenda il senso dell'esperimento di laboratorio è certamente vero, e lo stesso si può dire dello studente perfezionando. Il soggetto di un esperimento, uomo o animale, si trova in presenza di un fuoco di fila di "segna-contesto". Un utile indicatore del tipo logico è il sistema di rinforzo al quale reagisce un dato elemento della nostra descrizione del comportamento. Le azioni semplici rispondono, a quanto sembra, al rinforzo applicato secondo le regole del condizionamento operante. Ma i "modi di organizzare" le azioni semplici, che nelle nostre descrizioni del comportamento potremmo chiamare 'congettura', 'discriminazione', 'gioco', 'esplorazione', 'dipendenza', 'delinquenza' e simili, sono di tipo logico diverso e non obbediscono alle semplici regole del rinforzo. Al cane di Pavlov non si potrebbe mai neanche offrire un rinforzo affermativo per aver percepito il cambiamento di contesto, perchè, l'apprendimento contrario precedente è stato assai profondo ed efficace.

Nell'esempio pavloviano, il cane è incapace di compiere il salto di tipo logico dal 'contesto di discriminazione' al 'contesto di congettura'.

Consideriamo, invece, un caso in cui un animale è riuscito a compiere questo salto. All'Istituto oceanico delle Hawaii, una femmina di focena ("Steno brenanensis") era stata addestrata ad aspettarsi che al suono del fischiello dell'istruttrice seguisse la somministrazione del cibo e che, se avesse in seguito ripetuto ciò che stava facendo al momento del fischio, lo avrebbe udito di nuovo e avrebbe avuto il cibo. L'animale era usato dagli istruttori per dimostrare al pubblico "come addestriamo i delfini". "Quando essa entra nella vasca delle rappresentazioni, io comincio a osservarla, e appena fa "qualcosa" che io voglio che ripeta, suono il fischiello e le dò da mangiare". Allora essa ripete questo 'qualcosa' e riceve un altro rinforzo. Per la rappresentazione erano sufficienti tre ripetizioni di questa sequenza, dopo di che la focena tornava tra le quinte in attesa dello spettacolo successivo, di lì a due ore. Essa aveva appreso alcune semplici regole che legavano le sue azioni, il fischio, la vasca e l'istruttrice in un disegno, in

una struttura contestuale, cioè in un insieme di regole su come riunire le informazioni.

Ma questa struttura andava bene soltanto per un singolo episodio nella vasca. Dato che gli istruttori volevano mostrare più volte il loro metodo d'insegnamento, la focena avrebbe dovuto infrangere la struttura semplice per affrontare la "classe" di questi episodi. Vi era un più ampio "contesto di contesti" che l'avrebbe indotta in errore. Nella rappresentazione successiva l'istruttrice voleva mostrare di nuovo il 'condizionamento in atto' e a questo scopo doveva scegliere un "diverso" modulo di comportamento. Quando la focena compariva in scena, ripeteva il suo 'qualcosa', ma il fischio non veniva. L'istruttrice attendeva il successivo modulo comportamentale, per esempio un leggero colpo di coda, che è una tipica espressione di contrarietà. Allora questo comportamento veniva rinforzato e ripetuto.

Naturalmente, però, alla terza rappresentazione il colpo di coda non veniva premiato. Alla fine la focena aveva imparato ad affrontare il contesto dei contesti, manifestando un modulo comportamentale diverso o "nuovo" ogni volta che entrava in scena.

Tutto ciò era accaduto nel corso dei rapporti naturali e spontanei tra una focena, la sua istruttrice e il pubblico, prima che io giungessi alle Hawaii. Mi resi conto che quanto accadeva richiedeva l'apprendimento di un tipo logico superiore al solito, e dietro mio suggerimento la sequenza fu ripetuta in forma di esperimento con un altro animale e accuratamente registrata (10). Il programma di apprendimento per l'addestramento sperimentale fu progettato con cura: l'animale sarebbe stato sottoposto a una serie di sedute di apprendimento, ciascuna della durata di dieci-venti minuti. L'animale non sarebbe "mai" stato premiato per un comportamento che fosse già stato premiato nella seduta precedente.

Ci sono due particolari della sequenza sperimentale che voglio aggiungere: Primo, fu necessario (a giudizio dell'istruttore) infrangere molte volte le regole dell'esperimento. L'esperienza di commettere un errore era tanto sconvolgente per la focena che per salvaguardare il rapporto tra animale e istruttore (cioè il contesto del contesto del contesto), fu necessario concederle molti rinforzi ai quali non aveva diritto. Pesci non guadagnati.

Secondo, ciascuna delle prime quattordici sedute fu caratterizzata da molte ripetizioni inutili del comportamento rinforzato nella seduta immediatamente precedente. Pareva che solo per caso l'animale riuscisse a manifestare un modulo comportamentale diverso. Nell'intervallo tra la quattordicesima e la quindicesima seduta la focena si mostrò molto agitata; quando venne in scena per la

quindicesima volta, si lanciò in un'elaborata esibizione, che comprendeva otto moduli comportamentali, quattro dei quali erano nuovi e mai osservati prima in questa specie animale. Dal punto di vista dell'animale vi è un salto, una discontinuità, fra i tipi logici.

In tutti questi casi, il passaggio da un tipo logico a quello immediatamente superiore è un passaggio dall'informazione su un evento all'informazione su una classe di eventi, o dalla considerazione della classe alla considerazione della classe di classi. Nel caso specifico della focena le era impossibile apprendere da una sola esperienza, di esito positivo o negativo che fosse, che il contesto richiedeva di manifestare un comportamento "nuovo". La lezione sul contesto pot, essere appresa solo da informazioni comparate su un campione di contesti tra loro diversi, in cui il comportamento della focena e l'esito erano stati diversi da una prova all'altra. Entro una classe così varia la regolarità divenne percettibile e l'apparente contraddizione pot, essere superata. Nel caso del cane ci sarebbe voluto un passaggio analogo, ma il cane non aveva avuto la possibilità di apprendere che si trattava di una situazione in cui bisognava tirare a indovinare. Da un singolo esempio si possono imparare molte cose, ma certo non cose che riguardano la natura del campione più grande, cioè la classe di queste prove o esperienze. Ciò è fondamentale per l'assegnazione del tipo logico appropriato, tanto al livello delle astrazioni di Bertrand Russell quanto al livello dell'apprendimento animale nel mondo reale.

Che questi fenomeni non riguardino solo il laboratorio e gli esperimenti sull'apprendimento animale si può confermare facendo rilevare alcune confusioni del pensiero umano. Su numerosi concetti discettano liberamente tanto i profani quanto gli esperti senza accorgersi di un errore implicito nell'assegnazione al tipo logico. L' 'esplorazione', per esempio: gli psicologi sembrano sconcertati dal fatto che la tendenza all'esplorazione di un ratto non possa essere semplicemente eliminata mettendolo davanti a scatole dalle quali esso riceva deboli scariche elettriche. Da queste esperienze il ratto non imparerà a non infilare il naso nelle scatole; imparerà soltanto a non infilarlo in quelle scatole che, esaminate, gli hanno dato una scarica elettrica. In altre parole, ci troviamo davanti al contrasto tra apprendere il particolare e apprendere il generale.

Un piccolo sforzo di immedesimazione ci farà capire che per il ratto non è desiderabile apprendere la lezione generale. Per lui ricevere una scarica nel momento in cui infila il naso in una scatola significa che ha fatto "bene" a farlo, perchè, ne ha ricavato l'informazione che la scatola conteneva una scarica. Lo 'scopo' dell'esplorazione in realtà non è di scoprire se l'esplorazione è una buona

cosa, ma di ricavare informazioni su ciò che si esplora. Il caso più vasto ha una natura del tutto diversa da quella del caso particolare.

E' interessante considerare la natura di un concetto quale "delinquenza". Ci comportiamo come se la delinquenza si potesse eliminare con la punizione di alcune parti di quelle che consideriamo azioni criminose, come se "delinquenza" fosse il nome di una sorta di azione o di parte di una sorta di azione. Più corretto è dire che "delinquenza", come "esplorazione", è il nome di un modo di organizzare le azioni. E' pertanto improbabile che punendo l'atto si elimini la delinquenza. In tutti questi millenni, la cosiddetta scienza della criminologia non è ancora riuscita a sfuggire a una grossolana confusione dei tipi logici.

Comunque sia, vi è una differenza molto profonda tra un serio sforzo di modificare lo stato del carattere di un organismo e un tentativo di modificare le sue azioni particolari. Questo è relativamente facile, quello è profondamente difficile. Un cambiamento di paradigma è difficile quanto un cambiamento nell'epistemologia - anzi è della stessa natura. (Per uno studio minuzioso di ciò che parrebbe necessario per ottenere cambiamenti di carattere nei criminali il lettore può vedere il recente libro di Charles Hampden-Turner, "Sane Asylum") (11). Sembra che un requisito quasi prioritario di questo addestramento in profondità sia che esso "non" si concentri principalmente sull'atto specifico per cui il reo si trova ad essere punito con la reclusione.

Un terzo concetto di questa classe, che è di solito frainteso a causa di un'errata assegnazione del tipo logico appropriato, è il 'gioco'. Gli atti specifici che costituiscono il gioco in una data successione possono, naturalmente, presentarsi negli stessi uomini o animali in successioni di altro genere. Ciò che è caratteristico del 'gioco' è il fatto di essere un nome per contesti in cui gli atti costitutivi hanno un'importanza e un'organizzazione diverse da quelle che avrebbero avuto nel non-gioco. Può anche darsi che l'essenza del gioco consista in una negazione parziale dei significati che le azioni avrebbero avuto in altre situazioni. Fu quando riconobbi che i mammiferi riconoscono il gioco che vent'anni fa passai a riconoscere che gli animali (in quel caso le lontre) classificano i tipi del loro interscambio e pertanto sono soggetti a quei generi di patologia indotti nel cane di Pavlov, che viene punito perchè, non riesce a riconoscere un cambiamento di contesto, o nel criminale, che viene condannato per atti specifici quando dovrebbe invece essere punito per modi specifici di organizzare l'azione.

Dall'osservazione del gioco tra le lontre procedetti allo studio di classificazioni di comportamento analoghe negli esseri umani, giungendo infine all'idea che certi sintomi di quella patologia umana chiamata "schizofrenia" costituivano, in realtà,

anch'essi l'esito di certe violenze arrecate all'assegnazione del tipo logico, che chiamammo "doppi vincoli".

In questo paragrafo ho affrontato la questione della gerarchia dei fenomeni mentali sotto il profilo della codificazione. Ma era altrettanto possibile dimostrare l'esistenza della gerarchia partendo dal quarto criterio, che tratta delle catene circolari di determinazione. La relazione tra le caratteristiche di una componente e le caratteristiche del sistema nel suo complesso che ritorna circolarmente su se stesso rientra anch'essa nell'ambito dell'organizzazione gerarchica.

A mio giudizio, se si guarda la storia del lungo amareggiare della civiltà con la nozione di causa circolare, esso sembrerebbe esser plasmato in parte dal fascino e in parte dal terrore che ispira la questione dei tipi logici. Nel paragrafo 13 del capitolo 2 si era visto che la logica è un cattivo modello della causalità. Io ritengo che sia il tentativo di affrontare la vita in termini logici e la natura coercitiva di tale tentativo a renderci inclini al terrore di fronte a un accenno anche minimo alla possibilità che quest'impostazione logica giunga a crollare.

Nel capitolo 2 ho mostrato che il semplicissimo circuito del campanello, quando venga proiettato analiticamente su una mappa o modello logico, porta a una contraddizione: se il circuito del campanello è chiuso, l'armatura è attirata dall'elettrocalamita. Se l'armatura, attirata dall'elettrocalamita, si muove, l'attrazione cessa e l'armatura non è più attratta. Questo ciclo di relazioni "se... allora" appartenente al mondo della causalità frantuma qualunque ciclo di relazioni "se... allora" del mondo della logica a meno che, nella logica, non venga introdotto il tempo. La frantumazione è formalmente analoga al paradosso di Epimenide.

Noi uomini, si direbbe, desideriamo che la nostra logica sia assoluta. Agiamo, si direbbe, partendo da questo presupposto, e poi ci facciamo prendere dal panico non appena ci si presenta il minimo indizio che le cose non stanno così, o potrebbero non essere così.

E' come se la compatta coerenza del cervello logico, anche in persone notoriamente assai confusionarie nel loro pensare, dovesse comunque essere sacrosanta. Quando si scopre che esso non è poi così coerente, gli individui o le culture si buttano a capofitto, come i porci di Gadara, nelle complicazioni del soprannaturalismo. Per sfuggire ai milioni di morti metaforiche raffigurate in un universo di "circoli" causali, ci affrettiamo a negare la semplice realtà del comune morire e a costruire fantasie di un aldilà e perfino di reincarnazione.

In verità, una frattura nell'apparente coerenza del processo logico della nostra mente ci sembrerebbe una specie di morte. Ho riscontrato ripetutamente questa

profonda idea nei miei rapporti con gli schizofrenici, e si può dire che essa sia fondamentale per la teoria del doppio vincolo che io e i miei colleghi di Palo Alto proponemmo una ventina d'anni fa (12). Ciò che sostengo qui è che in qualunque circuito biologico è presente l'accento alla morte.

Per concludere questo capitolo, ricorderò alcune delle potenzialità della mente che soddisfano i sei criteri. In primo luogo, vi sono due caratteristiche della mente che possono essere menzionate insieme, entrambe rese possibili dai criteri da me citati. Queste due caratteristiche strettamente legate sono l'autonomia e la morte. L'autonomia - letteralmente il "controllo di sé", dal greco "autos" (sè) e "nomos" (legge) - risulta dalla struttura ricorsiva del sistema. Si può discutere se una macchina semplice con regolatore possa o no controllarsi o essere controllata da se stessa, ma immaginiamo di aggiungere a questo semplice circuito altri anelli d'informazione e di azione. Quale sarà il contenuto del materiale di segnalazione che si propagherà lungo questi anelli? La risposta, naturalmente, è che lungo tali anelli si propagheranno messaggi "intorno" al comportamento dell'intero sistema. In un certo senso, il semplice circuito originale conteneva già queste informazioni ("va troppo forte", "va troppo piano"), ma il livello successivo porterà un'informazione del tipo "la correzione di 'va troppo forte' non è abbastanza rapida", o "la correzione di 'va troppo forte' è eccessiva". Cioè, i messaggi diventano messaggi intorno al livello immediatamente inferiore. Di qui all'autonomia il passo è molto breve.

Per quanto riguarda la morte, essa è resa possibile in primo luogo dal primo criterio, secondo il quale l'entità è fatta di molte parti. Con la morte queste parti sono disarticolate o gettate nel caos. Ma essa segue anche dal quarto criterio. La morte è la rottura dei circuiti e, con ciò, la distruzione dell'autonomia.

Oltre queste due caratteristiche molto profonde, la specie di sistema che chiamo "mente" è capace di finalità e di scelta tramite le proprie possibilità autocorrettive. E' in grado di assumere uno stato stazionario o di andare in fuga o di collocarsi in qualche combinazione intermediaria. E' influenzata dalle 'mappe', mai dal territorio, ed è pertanto soggetta alla limitazione espressa dall'asserzione generale che le informazioni che essa riceve non "proveranno" mai nulla sul mondo o su di essa. Come ho affermato nel capitolo 2, la scienza non prova mai nulla.

In aggiunta a ciò, il sistema apprenderà e ricorderà, accumulerà entropia negativa, e lo farà giocando a quei giochi stocastici chiamati "empirismo" o "tentativi ed errori". Accumulerà energia. Sarà inevitabilmente caratterizzato dal fatto che tutti i messaggi sono di un qualche tipo logico, e sarà quindi perseguitato dalla

possibilità di confusione dei tipi logici. Infine, il sistema sarà in grado di unirsi ad altri sistemi simili per costruire totalità ancora più grandi.

Per concludere si possono porre due domande: Il sistema sarà capace di una qualche preferenza estetica? Il sistema sarà capace di coscienza?

Quanto alla preferenza estetica, mi sembra che la risposta potrebbe essere positiva. E' concepibile che questi sistemi siano in grado di riconoscere caratteristiche simili alle proprie in altri sistemi che potrebbero incontrare. E' concepibile assumere i sei criteri come criteri della vita e congetturare che qualunque entità dotata di queste caratteristiche attribuirà un valore ("positivo" o "negativo") ad altri sistemi che manifestino i segni esteriori e visibili di caratteristiche simili. Forse il motivo per cui ammiriamo una margherita è il fatto che essa manifesta - nella sua forma, nella sua crescita, nel suo colore e nella sua morte - i sintomi di essere viva? Il nostro apprezzamento di essa è nella stessa misura un apprezzamento della sua somiglianza con noi stessi.

Quanto alla coscienza, la faccenda è più oscura. In questo libro nulla s'è detto sulla coscienza tranne che, nel caso della percezione, abbiamo notato che i processi percettivi non sono coscienti ma che i loro prodotti possono esserlo. Quando "coscienza" è usato in questo senso, si direbbe che il fenomeno sia in qualche modo connesso con la questione dei tipi logici, alla quale abbiamo prestato parecchia attenzione. Tuttavia non sono a conoscenza di alcun materiale che veramente connetta i fenomeni della coscienza con fenomeni più primitivi o più semplici, n, ho tentato di farlo in questo libro.

NOTE AL CAPITOLO 4.

(1). "Philosophie zoologique", 1809 (prima edizione), specialmente la Parte Terza, capitolo 1. Riproduciamo qui accanto il frontespizio dell'opera di Lamarck e ne diamo la traduzione: "Filosofia Zoologica o Esposizione delle Considerazioni relative alla storia naturale degli Animali; alla diversità della loro organizzazione [interna] e delle facoltà [mentali] che gliene derivano; alle cause fisiche che mantengono in essi la vita e danno luogo ai movimenti che essi compiono; infine a quelle [cause fisiche] che producono le une la percezione e le altre l'intelligenza di quelli [tra gli animali] che ne sono dotati". Il lettore noterà che anche sul frontespizio Lamarck ha cura di insistere su un'enunciazione esatta e articolata delle relazioni tra "causa fisica", "organizzazione", "sentimento" e "intelligenza". (La traduzione delle parole francesi "sentiment" e "intelligence" è difficile. A me sembra che qui "sentiment" si avvicini a ciò che gli psicologi di

lingua inglese chiamerebbero "perception", "percezione", e "intelligence" a ciò che noi chiameremmo "intellect", "intelletto").

(*) Qui e alla nota 3, l'Autore sfrutta i diversi sensi del verbo "to draw", "tracciare, disegnare, tirare, estrarre".

(2). Il vescovo sosteneva che solo ciò che viene percepito è "reale" e che l'albero che cade "senza essere udito" non produce alcun suono. Io direi che le differenze latenti, cioè quelle che per una ragione qualsiasi non producono una differenza, non sono "informazioni" e che 'parte', 'tutto', 'albero' e 'suono' esistono come tali solo tra virgolette. Siamo "noi" che distinguiamo 'albero' da 'aria' e da 'terra', 'tutto' da 'parte' e così via. Ma non dimentichiamo che l'"albero" è vivo e perciò è a sua volta capace di ricevere certi generi di informazione: anch'esso può distinguere 'umido' da 'secco'. In questo libro faccio grande uso delle virgolette per ricordare al lettore queste verità. A rigore, ogni parola del libro dovrebbe essere tra virgolette, così: "cogito" "ergo" "sum".

(3). In "Catalogue for the Year 1810". Altrove Blake dice: "I saggi vedono i contorni e perciò li tracciano". Qui egli usa il verbo "tracciare" ["to draw"] in un senso diverso da quello per cui diciamo che "tracciamo" distinzioni, ma ne trae conclusioni simili. Attneave ha dimostrato che l'informazione (cioè la differenza o distinzione percettibile) è necessariamente concentrata nei contorni. Si veda Frederick Attneave, "Applications of Information Theory to Psychology", New York, Holt, Rinehart and Winston, 1959.

(4). Le armi da fuoco sono una metafora in un certo modo impropria, perchè, in quelle più semplici vi è solo una successione lineale di dipendenze energetiche. Il grilletto ["trigger"] libera un cane o percussore il cui movimento, una volta libero, riceve energia da una molla. Il cane fa esplodere un detonatore che, attivato da energia chimica, provoca una reazione fortemente esotermica che dà fuoco al grosso dell'esplosivo contenuto nella cartuccia. Se l'arma "non è a ripetizione", il tiratore deve ora rinnovare la catena energetica inserendo un'altra cartuccia con un altro detonatore. Nei sistemi biologici la fine della successione lineale ripristina le condizioni per una ripetizione successiva.

(5). A. Rosenblueth, N. Wiener e J. Bigelow, "Behavior, Purpose and Teleology", in "Philosophy of Science", 19 (1943), p.p. 18-24.

(6). B. L. Whorf, "Language, Thought, and Reality", Cambridge, Mass., Technical Press of Massachusetts Institute of Technology, 1956 [trad. it. "Linguaggio, pensiero e realtà", Torino, Boringhieri, 1970].

(7). A. N. Whitehead e B. Russell, "Principia Mathematica", seconda ed., Cambridge, Cambridge University Press, 1910-1913.

- (8). Il lettore ricordi quanto si dice sull'errore del lamarckismo (capitolo 2, paragrafo 7). Lamarck sosteneva che la pressione ambientale potesse influire direttamente sui geni del singolo individuo. Ciò non è vero. E' vera invece una proposizione di tipo logico immediatamente superiore, cioè che l'ambiente ha influenza diretta sul "pool" genico della "popolazione".
- (9). Ritengo questa formulazione estremamente antropomorfa non meno 'oggettiva' dell'astrazione di comodo 'discriminazione'.
- (10). La descrizione è in K. Pryor, R. Haag e J. O'Reilly, "Deutero-learning in a Roughtooth Porpoise (*Steno bredanensis*)!", U.S. Naval Ordinance Test Station, China Lake, NOTS TP 4270; essa viene discussa ulteriormente nel mio "Steps to an Ecology of Mind", New York, Chandler Publishing Company, 1972, p.p. 276-77 (trad. it. "Verso un'ecologia della mente", Milano, Adelphi, 1983, p.p. 299-301).
- (11). Charles Hampden Turner, "Sane Asylum", San Francisco, San Francisco Book Co., 1976.
- (12). A quel tempo ebbi la fortuna di trovare una copia del resoconto che John Perceval fece della propria psicosi verso il 1830. Questo libro, ora pubblicato col titolo di "Perceval's Narrative", mostra come il mondo dello schizofrenico sia tutto strutturato in termini di doppio vincolo. (John Perceval, "Perceval's Narrative: A Patient's Account of His Psychosis, 1830-32", a cura di G. Bateson, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1961).

5.

VERSIONI MOLTEPLICI DELLA RELAZIONE.

"If they be two, they two are so
As stiffe twin compasses are two;
Thy soule, the fixt foot, makes no show
To move, but doth if th' other doe.

And though it in the center sit,
Yet when the other far doth come,
It leans, and hearkens after it,
And growes erect, as that comes home.

Such wilt thou be to mee, who must
Like th' other foot, obliquely runne.
Thy firmnes makes my circle just,

And makes me end where I begunne".

[Se sono due, son due come lo sono / le ritte aste gemelle del compasso; / l'anima tua, il piede fisso, non dà segno / di muoversi, ma lo fa se lo fa l'altra. // E sebbene nel centro essa sia ferma, / pure quando l'altra lontana peregrina / si inclina e verso lei tutta si tende / e torna eretta come quella fa ritorno. // Tale sarai per me, che devo, / come l'altro piede, obliquamente correre. / La tua fermezza rende giusto il mio cerchio / e mi fa terminare al mio principio].

JOHN DONNE, "A Valediction: Forbidding Mourning".

Nel capitolo 3 ho considerato la collaborazione dei due occhi per fornire una visione binoculare. Dalla visione combinata dei due organi si ottiene un genere di informazione che si potrebbe ottenere da un solo occhio soltanto impiegando speciali conoscenze collaterali (ad esempio, sulla sovrapposizione degli oggetti nel campo visivo); si ottiene, appunto, la percezione della profondità. Questa informazione riguarda una dimensione diversa (come direbbe il fisico), o un'informazione di tipo logico diverso (come direi io).

In questo capitolo, oltre a parlare di descrizione doppia, voglio esaminare la questione dei confini. Che cosa limita le unità, che cosa limita le 'cose' e, soprattutto, che cosa - se c'è - "limita il sè"?

Esiste una linea o una specie di sacca così che si possa dire che 'dentro' la linea o l'interfaccia ci sono 'io' e 'fuori' c'è l'ambiente o qualche altra persona? Con quale diritto facciamo queste distinzioni?

E' chiaro (per quanto di solito lo si ignori) che qualunque sia la risposta a questa domanda, essa "non" è, alla fin fine, formulata in un linguaggio spazio-temporale. 'Dentro' e 'fuori' non sono metafore appropriate dell'inclusione e dell'esclusione, quando si parla del sè.

La mente non contiene cose o maiali o persone o rospi ostetrici o altro, ma solo idee (cioè notizie di differenze), informazioni su 'cose' tra virgolette, sempre tra virgolette. Analogamente, la mente non contiene n, tempo n, spazio, ma solo idee di 'tempo' e di 'spazio'. Ne segue che i confini dell'individuo, ammesso che siano reali, non saranno confini spaziali, ma piuttosto saranno simili ai circoli che rappresentano gli "insiemi" nei diagrammi della teoria degli insiemi o ai fumetti che escono dalla bocca dei personaggi dei "comics".

Mia figlia ha compiuto dieci anni la settimana scorsa. Il decimo compleanno è importante, perchè, rappresenta l'ingresso nei numeri con due cifre. Un po' sul serio e un po' per gioco, essa ha commentato che non "si sentiva affatto diversa".

Il confine tra il nono e il decimo anno non era "reale", nel senso di essere o di rappresentare un cambiamento di sensazioni. Tuttavia, si potrebbero forse tracciare diagrammi di Venn o fumetti per "classificare" le proposizioni relative alle varie età.

Voglio inoltre concentrare l'attenzione su quel genere di "ricezione di informazioni" (lo si chiami pure "apprendimento") che è l'apprendere cose sul 'sè' in un modo che può condurre a un qualche 'cambiamento' del 'sè'. In particolare, prenderò in considerazione i cambiamenti dei confini del sè, e magari anche la scoperta che non vi sono confini o forse che non esiste un centro. E così via.

Come apprendiamo quelle nozioni o quelle idee sagge (o folli) dalle quali 'noi stessi' - le nostre idee sul sè - sembriamo subire un cambiamento?

Cominciai a riflettere su questi argomenti molto tempo fa: citerò qui due nozioni che elaborai prima della seconda guerra mondiale, mentre mettevo a punto quella che chiamai "dinamica" o "meccanica" della cultura Iatmul del fiume Sepik nella Nuova Guinea.

La prima nozione è che l'unità di "interazione" e l'unità di "apprendimento caratteriologico" (cioè non solo l'acquisire la cosiddetta 'risposta' al suono del campanello, ma il "diventare pronti per siffatti automatismi") coincidono.

"L'apprendimento dei contesti della vita" è cosa che dev'essere discussa non come fatto interno, ma come una questione di relazione esterna tra due creature. "E la relazione è sempre un prodotto della descrizione doppia".

E' corretto (ed è un grande progresso) cominciare a pensare le due parti dell'interazione come due occhi, che separatamente forniscono una visione monoculare di ciò che accade e, insieme, una visione binoculare in profondità. Questa visione doppia "è" la relazione.

La relazione non è interna alla singola persona: non ha senso parlare di "dipendenza", di "aggressività" o di "orgoglio" e così via. Tutte queste parole affondano le loro radici in ciò che accade tra una persona e l'altra, non in qualcosa che sta dentro una sola persona.

Indubbiamente esiste un apprendimento nel senso più particolare. Vi sono cambiamenti di A e cambiamenti di B che corrispondono alla dipendenza-assistenza della relazione. Ma la relazione viene per prima, "precede".

Solo mantenendo ben saldi il primato e la priorità della relazione si potranno evitare spiegazioni dormitive. L'oppio non contiene un principio dormitivo, l'uomo non contiene un istinto aggressivo.

Il materiale raccolto in Nuova Guinea e molto altro materiale aggiuntosi più tardi mi hanno insegnato che spiegare per esempio il comportamento orgoglioso

rimandando all' "orgoglio" di un individuo non porta ad alcuna conclusione. N, si può spiegare l'aggressione ricorrendo all' "aggressività" istintiva (o magari appresa) (1). Una spiegazione siffatta, che sposta l'attenzione dal campo interpersonale a una fittizia tendenza, o principio o istinto o che so io, interiore, è, ritengo, un'enorme sciocchezza, che serve solo a nascondere i problemi reali. Se si vuole parlare, poniamo, dell' "orgoglio", bisogna parlare di due persone o di due gruppi e di ciò che accade tra loro. A è ammirato da B; l'ammirazione di B è condizionata e può tramutarsi in disprezzo; e così via. In tal modo si può definire una specie particolare di orgoglio facendo riferimento a un particolare schema di interazione.

Lo stesso vale per "dipendenza", "coraggio", "comportamento passivo-aggressivo", "fatalismo" e simili. "Tutti" gli aggettivi relativi al carattere devono essere ridotti o estesi in modo da poterne dedurre la definizione da schemi di interscambio, cioè da combinazioni di descrizione doppia.

Come la visione binoculare fornisce la possibilità di un nuovo ordine di informazione (sulla profondità), così la comprensione (conscia o inconscia) del comportamento attraverso la relazione fornisce un nuovo "tipo logico" di apprendimento. (In "Verso un'ecologia della mente" l'ho chiamato Apprendimento 2 o "deutero-apprendimento").

Tutto ciò è un po' difficile da afferrare, poichè, ci è stato insegnato a figurarci l'apprendimento come un fenomeno a due unità: l'insegnante 'ha insegnato' e lo studente (o l'animale da esperimento) 'ha appreso'. Ma questo modello lineale è stato superato nel momento in cui abbiamo appreso l'esistenza dei circuiti di interazione cibernetici. L'unità minima di interazione comprende tre componenti. (In ciò avevano ragione i vecchi sperimentatori, nonostante la loro cecità di fronte alle differenze tra i livelli logici).

Chiamiamo queste tre componenti "stimolo", "risposta" e "rinforzo". Delle tre, la seconda è il rinforzo della prima e la terza è il rinforzo della seconda. La "risposta" dell'allievo rinforza lo "stimolo" fornito dall'"insegnante", e così via.

L'orgoglio è l'ammirazione condizionata data dallo spettatore, più la risposta dell'attore, più un aumento di ammirazione, più l'accettazione dell'ammirazione... (Interrompete la sequenza dove volete!). Naturalmente, vi sono centinaia di modi in cui le componenti dei contesti di apprendimento possono venire interconnesse e, parallelamente, centinaia di 'tratti' caratteriologici, di cui solo sei o sette sono stati presi in considerazione degli sperimentatori. Strano.

Io sostengo che esiste un apprendimento del contesto, un apprendimento che è diverso da ciò che vedono gli sperimentatori, e che questo apprendimento del contesto scaturisce da una specie di descrizione doppia che si accompagna alla

relazione e all'interazione. Inoltre, come tutti i temi di apprendimento contestuale, anche questi temi di relazione si autoconvalidano. L'orgoglio si nutre di ammirazione; ma poichè, l'ammirazione è condizionata - e l'orgoglioso teme il disprezzo dell'altro - ne segue che non vi è nulla che l'altro possa fare per diminuire l'orgoglio. Se mostra disprezzo, egli rinforza ugualmente l'orgoglio. Analogamente, possiamo aspettarci autoconvalida in altri esempi dello stesso tipo logico. L'esplorazione, il gioco, la delinquenza e il comportamento di tipo A degli studi psicosomatici dell'ipertensione sono altrettanto difficili da eliminare. Naturalmente, tutte queste non sono categorie di comportamento: sono "categorie di organizzazione contestuale del comportamento". Insomma, il contributo di questo capitolo consiste in nuove generalizzazioni importanti. Vediamo ora che la meccanica della relazione è un caso particolare di descrizione doppia, e che l'unità di sequenza comportamentale contiene almeno tre componenti e forse molte di più.

1. "CONOSCI TE STESSO".

L'antica massima greca "conosci te stesso" può contenere molti livelli di intuizione mistica, ma oltre a questi aspetti la questione ne presenta uno semplicissimo, universale e anzi pragmatico. E' certo che tutta quanta la conoscenza esterna deve in parte derivare da ciò che si chiama conoscenza di sè, "autoconoscenza".

I buddhisti sostengono che il sè è una sorta di favola. Se è così, il nostro compito sarà quello di identificare quale specie di favola sia. Ma per il momento accetterò il 'sè' come concetto euristico, come una scala utile per arrampicarsi ma forse in seguito da gettar via o da abbandonare.

Allungo la mano nel buio ed essa tocca l'interruttore della luce. "L'ho trovato, eccolo qui", e "Ora io posso premerlo".

Ma per poter accendere la luce non avevo bisogno di conoscere la posizione dell'interruttore o quella della mia mano. Sarebbe bastato il semplice resoconto sensoriale del contatto tra mano e interruttore. Dicendo "eccolo qui" avrei potuto essere completamente in errore e tuttavia, con la mano sull'interruttore, avrei potuto premerlo.

La domanda è: "dov'è la mia mano?" Questo elemento di autoconoscenza ha una relazione molto particolare e specifica con la questione della ricerca dell'interruttore o del "sapere" dove esso sia.

Se fossi stato ipnotizzato, per esempio, avrei potuto credere di tenere la mano sopra la testa mentre, in realtà, la tenevo tesa orizzontalmente in avanti. In tal

caso, avrei situato l'interruttore in alto sopra la mia testa. Avrei addirittura potuto prendere il fatto che ero riuscito ad accendere la luce come una riprova della scoperta che l'interruttore era "sopra la mia testa".

Noi "proiettiamo" sul mondo esterno le opinioni che abbiamo sul nostro sè e ci può spesso accadere di essere in errore sul sè eppure di muoverci, agire e interagire con i nostri amici con successo ma sulla base di opinioni false.

Che cos'è allora questo 'sè'? Che cosa, nel contesto di questo capitolo, si aggiunge all'informazione se si segue l'antica massima "conosci te stesso"?

Ricominciamo daccapo. Supponete che io 'sappia' di avere la mano sopra la testa e che 'sappia' che l'interruttore è all'altezza delle mie spalle. Supponete che io abbia ragione a proposito dell'interruttore, ma torto a proposito della mano. Nella mia ricerca dell'interruttore non metterò mai la mano dove esso si trova. Sarebbe meglio se io non 'sapessi' dov'è l'interruttore. Forse allora lo troverei con qualche movimento casuale del tipo tentativo ed errore.

Quali sono allora le regole dell'autoconoscenza? In quali circostanze è meglio (sotto il profilo pragmatico) non avere tale conoscenza che avere opinioni errate? In quali circostanze l'autoconoscenza è necessaria sotto il profilo pragmatico? I più sembrano vivere senza alcuna risposta a domande di questo genere. Anzi, sembrano vivere senza neppure porsi simili domande.

Accostiamoci alla questione con meno arroganza epistemologica. Un cane ha autoconoscenza? E' possibile che un cane "privo" di autoconoscenza sia in grado di inseguire un coniglio? Tutto il complesso di ingiunzioni che ci ammoniscono di conoscere noi stessi è forse solo un groviglio di mostruose illusioni edificate per compensare i paradossi della coscienza?

Se ci sbarazziamo dell'idea che il cane è una creatura e il coniglio un'altra e consideriamo la totalità coniglio-cane come un solo sistema, possiamo chiederci: quali ridondanze devono esistere in questo sistema affinché, questa parte del sistema possa inseguire quell'altra? E, magari, non possa "non" inseguirla?

La risposta ora ha un aspetto affatto diverso: l'unica informazione (cioè ridondanza) necessaria in questi casi è relazionale. Il coniglio, con la sua corsa, ha forse "detto" al cane di inseguirlo? Nell'esempio dell'interruttore, quando la mano (la 'mia' mano?) ha toccato l'interruttore, si è creata l'informazione necessaria sulla "relazione" tra mano e interruttore; ed è diventato possibile premere l'interruttore senza informazione collaterale su di me, sulla mia mano o sull'interruttore.

Il cane sa come invitarci a giocare a rincorrerlo: abbassa il mento e la gola verso il suolo e si allunga in avanti, tenendo le zampe anteriori premute contro il suolo dai gomiti alle estremità. Gli occhi sono rivolti in alto e si muovono nelle orbite

senza che la testa si sposti; le zampe posteriori sono piegate sotto il corpo, pronte a scattare in avanti. Chiunque abbia mai giocato con un cane conosce bene questo atteggiamento. L'esistenza di un segnale siffatto dimostra che il cane è capace di comunicare ad almeno due livelli russelliani, o tipi logici.

Qui, tuttavia, del gioco m'interessano solo quegli aspetti che esemplificano la regola che "due descrizioni sono meglio di una".

Il gioco e la creazione del gioco debbono essere visti come un unico fenomeno e anzi, dal punto di vista soggettivo, è plausibile dire che la sequenza può essere veramente giocata solo finché, conserva qualche elemento creativo e inatteso. Se la sequenza è del tutto nota, essa è "rituale", benché, forse sempre formativa del carattere (2). Quando un essere umano A che gioca ha a sua disposizione un numero finito di azioni alternative, è abbastanza semplice vedere un primo livello di scoperta. Si tratta di sequenze evolutive con una selezione naturale non di elementi ma di "strutture di elementi" di azione. A tenterà varie azioni su B e scoprirà che B accetta solo certi contesti. Cioè, A deve o far precedere certe azioni da certe altre oppure collocare alcune delle proprie azioni in certe cornici temporali (sequenze di interazione) che sono preferite da B: A 'propone' e B 'dispone'.

Un fenomeno a tutta prima miracoloso è l'invenzione del gioco tra membri di specie di mammiferi assai diverse tra loro. Ho osservato questo processo di interazione tra il nostro chow-chow e il nostro gibbono addomesticato, ed era chiarissimo che il cane reagiva in modo normale a una inattesa tiratina della pelliccia. Il gibbono sbucava all'improvviso dalle travi del tetto della veranda e attaccava agilmente; il cane gli correva dietro, il gibbono scappava e tutto il sistema si spostava dal portico alla nostra camera da letto, che invece di travi e travicelli scoperti aveva un soffitto a intonaco. Costretto al pavimento, il gibbono in ritirata si rivoltava contro il cane, che a sua volta si ritirava e correva sulla veranda. Allora il gibbono si arrampicava sul tetto e tutta la sequenza ricominciava daccapo e veniva ripetuta molte volte con evidente divertimento di entrambi i giocatori.

Scoprire o inventare giochi in acqua con un delfino è un'esperienza molto simile. Avevo deciso di non fornire all'anziana femmina "Tursiops" nessuna indicazione su come comportarsi con me, tranne lo 'stimolo' della mia presenza in acqua. Così rimasi seduto a braccia conserte sugli scalini che scendevano nella vasca. Il delfino mi si avvicinò e mi si mise accanto a cinque-dieci centimetri di distanza dal mio fianco. Di quando in quando, a causa del movimento dell'acqua, avveniva tra noi un accidentale contatto fisico. Apparentemente questi contatti non presentavano alcun interesse per l'animale. Dopo forse due minuti, il delfino si allontanò e si

mise a nuotare lentamente intorno a me; pochi istanti dopo sentii qualcosa che mi si infilava sotto il braccio destro. Era il muso del delfino, e io mi trovai di fronte al problema di come non dare all'animale "nessuna indicazione" su come comportarsi con me. La tattica da me progettata era impossibile.

Allentai il braccio destro e lasciai che ci infilasse sotto il muso. In pochi secondi avevo sotto il braccio tutto il delfino. Esso si curvò quindi davanti a me fino a mettermi in grembo. Da questa posizione passammo a nuotare e a giocare insieme per alcuni minuti.

Il giorno dopo eseguii la stessa sequenza, ma quando il delfino mi si allungò di fianco non aspettai per lo stesso periodo di tempo del giorno prima e gli accarezzai il dorso con la mano. Subito il delfino mi corresse: si allontanò di poco e poi si mise a nuotarmi intorno e mi diede un colpetto con il bordo anteriore della pinna caudale, atto che gli sembrò certo gentile. Quindi andò all'estremità più lontana della vasca e se ne stette là.

Anche queste sono sequenze evolutive, ed è importante vedere con chiarezza "che cosa" esattamente viene evoluto. Descrivere il gioco interspecifico di cane e gibbono o di uomo e delfino come un'evoluzione di elementi di comportamento non sarebbe corretto, poichè, non viene generato alcun nuovo elemento di comportamento. Anzi, in ciascuna singola creatura non si evolve alcun nuovo contesto di azione. Il cane è sempre cane, il gibbono è sempre gibbono, il delfino delfino e l'uomo uomo. Ciascuno conserva il proprio 'carattere' - la propria organizzazione dell'universo percepito - eppure è chiaro che qualcosa è accaduto. Sono state generate o scoperte certe strutture di interazione, le quali hanno avuto una durata, per quanto breve. In altre parole, vi è stata una selezione naturale di strutture di interazione. Certe strutture sono sopravvissute più a lungo di altre. Vi è stata un'evoluzione di "accomodamento reciproco". Con un cambiamento minimo nel cane o nel gibbono il sistema cane-gibbono è diventato più semplice, più internamente coerente e integrato.

Esiste dunque una entità più ampia, diciamo A più B, che, nel gioco, compie un processo per il quale ritengo che il nome giusto sia "pratica". Si tratta di un processo di apprendimento in cui il sistema A più B non riceve informazioni nuove dall'esterno, ma solo dall'"interno del sistema". L'interazione mette a disposizione delle parti di B informazioni sulle parti di A e viceversa. C'è stato un cambiamento di confini.

Inseriamo questi dati in una cornice teorica più ampia. Facciamo un po' di "abduzione", cercando altri casi che siano analoghi al gioco nel senso che rientrano nella stessa regola.

Si noti che il termine "gioco" non limita né definisce gli atti che costituiscono il gioco. "Gioco" è applicabile solo a certe ampie premesse dell'interscambio. Nel linguaggio ordinario, "gioco" non è il nome di un atto o di un'azione; è il nome di una "cornice" per l'azione. Possiamo attenderci allora che il gioco non sia soggetto alle regolari norme del rinforzo. Anzi, chiunque abbia tentato di far smettere di giocare dei bambini sa che cosa si prova vedendo che i propri sforzi vengono semplicemente incorporati nella struttura del loro gioco.

Così per trovare altri casi che rientrano nella stessa regola (o fetta di teoria) cerchiamo integrazioni di comportamento che (a) non definiscano le azioni che ne costituiscono il contenuto; e (b) non obbediscano alle regole ordinarie del rinforzo.

Due casi vengono subito alla mente: l' 'esplorazione' e la 'delinquenza'. Altri casi degni di considerazione sono il 'comportamento di tipo A' (che i medici psicosomatici considerano in parte eziologico dell'ipertensione essenziale), la 'paranoia', la 'schizofrenia' e così via.

Esaminiamo l' 'esplorazione' per vedere dove essa sia un contesto per qualche sorta di descrizione doppia, o un suo prodotto.

Primo, esplorazione (e con essa delinquenza e gioco e ogni altra parola di questa classe) è una descrizione primaria, verbale o non verbale, del sé: "Io esploro". Ma "ciò che" viene esplorato non è semplicemente 'il mio mondo esterno', o 'il mondo esterno come io lo vivo'.

Secondo, l'esplorazione si autoconvalida, quale che sia il suo esito, gradevole o sgradevole per l'esploratore. Se cercate di insegnare a un ratto a non-esplorare facendogli prendere una scossa quando caccia il naso nelle scatole, esso continuerà a esplorare, come abbiamo visto nel capitolo precedente, presumibilmente perché, ha bisogno di sapere quali scatole sono sicure e quali pericolose. In questo senso, l'esplorazione ha sempre buon esito.

Dunque, l'esplorazione non solo si autoconvalida, ma negli esseri umani sembra generare anche assuefazione. Un tempo conoscevo un grande scalatore, Geoffrey Young, che scalò la parete nord del Cervino con una gamba sola (l'altra l'aveva persa nella prima guerra mondiale). E conoscevo un corridore di fondo, Leigh Mallory, le cui ossa sono ora a meno di sessanta metri dalla vetta dell'Everest. Questi scalatori ci suggeriscono alcune indicazioni sull'esplorazione. Geoffrey Young era solito dire che "non dare ascolto" alle lamentele di autocommiserazione e ai dolori del corpo era una delle discipline più importanti dello scalatore - e anzi, io penso, una delle soddisfazioni della scalata. La vittoria sul sé.

Un siffatto cambiamento del 'sè' è comunemente descritto come una “vittoria”, e si usano parole lineali come “disciplina” e “autocontrollo”. Naturalmente, queste sono esempi di puro soprannaturalismo e per giunta probabilmente un po' tossiche. Ciò che accade è molto più simile a un'incorporazione o a un connubio di idee sul mondo con idee sul sè.

Ciò chiama in causa un altro esempio, tradizionalmente familiare agli antropologi: il totemismo.

2. IL TOTEMISMO.

Presso molti popoli, il modo in cui la gente pensa al sistema sociale di cui essi sono le parti è modellato (letteralmente: informato) da un'analogia tra il sistema di cui essi sono le parti e il più ampio sistema ecologico e biologico di cui sono parte gli animali, le piante e le persone. L'analogia è in parte esatta, in parte fantasiosa e in parte resa reale (convalidata) dalle azioni dettate da questa fantasia. La fantasia allora diventa morfogenetica; diventa cioè una causa determinante per la forma della società.

Questa analogia tra sistema sociale e mondo naturale è quella religione che gli antropologi chiamano "totemismo". Come analogia, essa è più appropriata e anche più sana di quella a noi familiare secondo la quale gli uomini e la società sarebbero simili alle macchine ottocentesche.

Nella sua forma più tarda e in parte secolare il totemismo è familiare al mondo occidentale come fondamento dell'araldica. Famiglie o discendenze patrilineari rivendicano un'antica dignità raffigurando animali sulle loro insegne araldiche o pali totemici, che diventano così alberi genealogici attraverso la combinazione degli animali corrispondenti alle diverse stirpi di antenati. Siffatte rappresentazioni del rango familiare in una gerarchia mitologica spesso esaltano il sè o la propria discendenza a spese di altre stirpi. Man mano che prevale questa componente più orgogliosa del totemismo, la più ampia visione della relazione col mondo naturale tende a essere dimenticata o ridotta a mero gioco di parole.

Anche la mia famiglia possiede uno stemma concessole nel Settecento: è, naturalmente, un'ala di pipistrello (*). Così la famiglia della mia nonna paterna, di nome Aikin, originaria della bassa Scozia, aveva una quercia impressa sull'argenteria. Nel loro dialetto c'è un proverbio: “Da piccole ghiande ["aikins"] crescono grandi querce ["aiks"]”. E così via.

Ciò che sembra verificarsi in queste tradizionali secolarizzazioni è uno spostamento dell'attenzione dalla relazione a "uno degli estremi", agli oggetti o persone che erano in relazione. E' un percorso frequente che porta a una

volgarizzazione dell'epistemologia e alla perdita della comprensione o illuminazione ottenuta mettendo una accanto all'altra la concezione della natura e quella della famiglia.

Tuttavia, esistono ancora alcuni totemisti praticanti, perfino tra i biologi professionisti. Seguire una lezione del professor Konrad Lorenz significa scoprire che cosa facevano i cavernicoli dell'Aurignaciano quando dipingevano sulle pareti e sulle volte delle caverne renne e mammut vivi e attivi. Gli atteggiamenti e i movimenti espressivi di Lorenz, la sua cinesica, cambiano di momento in momento secondo la natura dell'animale di cui parla. Ora è un'oca, pochi minuti dopo un pesce ciclode, e così via. Va alla lavagna e disegna rapidamente una creatura, poniamo un cane, vivo e incerto se attaccare o ritirarsi. Poi, con un brevissimo intervento di gesso e cancellino, una variazione nella nuca e nell'angolazione della coda, e il cane è chiaramente sul punto di attaccare. Lorenz fece una serie di conferenze alle Hawaii, e l'ultima la dedicò a problemi della filosofia della scienza. Mentre parlava dell'universo di Einstein, il suo corpo pareva contorcersi tutto quasi in empatia con quell'astrazione.

E, misteriosamente, come gli Aurignaciani, egli non è capace di disegnare una figura umana: i suoi tentativi, come i loro, producono solo fantocci filiformi. Ciò che il totemismo insegna sul sè è profondamente non visuale.

L'empatia di Lorenz per gli animali gli conferisce un vantaggio quasi sleale sugli altri zoologi. Egli è in grado di leggere molte cose, e certo lo fa, in un confronto (conscio o inconscio) tra ciò che vede fare all'animale e ciò che si prova a fare la stessa cosa. (Molti psichiatri usano lo stesso trucco per scoprire i pensieri e i sentimenti dei loro pazienti). Due descrizioni diverse sono sempre meglio di una sola.

Oggi possiamo abbracciare con un unico sguardo quella doppia descrizione che è il totemismo indigeno degli aborigeni australiani e il totemismo dell'araldica europea e considerare il "processo" di degenerazione. Possiamo vedere come l'io ha spodestato l'illuminazione, come gli animali di famiglia sono diventati stemmi e insegne e come sono andate dimenticate le relazioni tra i prototipi animali in natura.

(Oggi si ficca in testa ai bambini un po' di storia naturale, insieme con un po' di 'arte', in modo che essi dimentichino la loro natura animale ed ecologica e l'estetica dell'esser vivi, e crescendo diventino bravi uomini d'affari).

Vi è, aggiungiamo, un altro percorso di degenerazione che diventa visibile nell'indagine "comparativa" che stiamo conducendo: l'esopizzazione della storia naturale. In questo processo non sono l'orgoglio e l'io a sostituire la religione, bensì l'"intrattenimento". La storia naturale non è nemmeno più un fingere di

guardare le creature reali; essa diventa una collezione di storie, più o meno sardoniche, più o meno morali, più o meno divertenti. La visione olistica che io qui chiamo "religione" si spacca per dare armi all'io oppure giocattoli alla fantasia.

3. L'ABDUZIONE.

Siamo talmente avvezzi all'universo in cui viviamo e ai nostri poveri metodi di riflessione su di esso, che quasi non ci accorgiamo, per esempio, del fatto che è sorprendente che sia possibile l'abduzione, del fatto che si può descrivere un certo evento o cosa (per esempio un uomo che si rade davanti allo specchio) e poi ci si può guardare intorno e cercare nel mondo altri casi che obbediscano alle stesse regole da noi escogitate per la nostra descrizione. Possiamo esaminare l'anatomia di una rana e poi guardarci intorno per scoprire altri esempi delle stesse relazioni astratte ricorrenti in altre creature, compresi, in questo caso, noi stessi.

Questa estensione laterale delle componenti astratte della descrizione è chiamata "abduzione", e spero che il lettore la veda con occhi nuovi. La possibilità stessa dell'abduzione ha un che di misterioso, e il fenomeno è enormemente più diffuso di quanto il lettore possa sulle prime aver supposto.

La metafora, il sogno, la parabola, l'allegoria, tutta l'arte, tutta la scienza, tutta la religione, tutta la poesia, il totemismo (come si è già detto), l'organizzazione dei fatti nell'anatomia comparata: tutti questi sono esempi o aggregati di esempi di abduzione, entro la sfera mentale dell'uomo.

Ma ovviamente la possibilità dell'abduzione giunge fino alle radici stesse della scienza fisica: ne sono esempi storici l'analisi newtoniana del sistema solare e il sistema periodico degli elementi.

Viceversa, qualunque pensiero sarebbe del tutto impossibile in un universo in cui non ci si potesse attendere l'abduzione.

Del fenomeno universale dell'abduzione qui m'interessa soltanto l'aspetto che si riferisce all'ordine del cambiamento che è oggetto di questo capitolo. Mi interessano i cambiamenti dei fondamenti dell'epistemologia, del carattere, del sé e così via. Qualsiasi cambiamento della nostra epistemologia implicherà uno spostamento di tutto il nostro sistema di abduzioni. Dobbiamo attraversare la minaccia di quel caos dove il pensiero diventa impossibile.

Ogni abduzione può essere vista come una descrizione doppia o multipla di qualche oggetto o evento o sequenza. Se esamino l'organizzazione sociale di una tribù australiana e lo schema delle relazioni naturali su cui è basato il totemismo, vedo che questi due blocchi di conoscenza stanno tra loro in relazione abduttiva,

cioè obbediscono entrambi alle stesse regole. In ciascun caso si presuppone che certe caratteristiche formali di una componente siano riflesse nell'altra.

Questa ripetizione ha conseguenze molto concrete. Comporta, per le persone interessate, delle ingiunzioni. Le loro idee sulla natura, per quanto fantastiche, sono sostenute dal sistema sociale; e, per converso, il sistema sociale è sostenuto dalle loro idee sulla natura. Quindi a una popolazione orientata in questo duplice modo riesce molto difficile cambiare concezione tanto sulla natura quanto sul sistema sociale. I benefici della stabilità vengono pagati al prezzo della rigidità, poichè, essa vive, com'è inevitabile per tutti gli esseri umani, in una rete enormemente complessa di presupposti che si sostengono a vicenda. L'asserzione inversa è che il cambiamento richiederà, entro il sistema di presupposti, allentamenti o contraddizioni di vario genere.

Sembra dunque che, sia in natura sia corrispondentemente riflesse nei nostri processi di pensiero, esistano ampie regioni entro le quali vigono sistemi abduttivi. Per esempio, l'anatomia e la fisiologia del corpo possono essere considerate come un solo vasto sistema abduttivo, dotato in ogni istante di una sua coerenza interna. Analogamente, l'ambiente in cui vive la creatura è un altro di questi sistemi abduttivi internamente coerenti, bench, tale sistema non sia immediatamente coerente con quello dell'organismo.

Perchè, avvenga un cambiamento, la cosa nuova deve possedere un doppio requisito: deve soddisfare le esigenze interne di coerenza dell'organismo e deve soddisfare i requisiti esterni dell'ambiente.

Accade così che quella che ho chiamato "doppia descrizione" diventi un doppio requisito o una doppia specificazione. Le possibilità di cambiamento sono frazionate due volte. Se si vuole che la creatura duri, è necessario che il cambiamento si presenti sempre secondo modalità che hanno una doppia definizione. A grandi linee, i requisiti interni del corpo si dimostrano conservatori. La sopravvivenza del corpo richiede che non intervenga un trauma troppo violento. Viceversa, l'ambiente per cambiare può esigere il cambiamento dell'organismo e il sacrificio del conservatorismo.

Nel capitolo 6 esamineremo il conseguente contrasto tra l'omologia, che è il risultato del conservatorismo filogenetico, e l'adattamento, che è il premio del cambiamento.

NOTE AL CAPITOLO 5.

(1). Si noti, per inciso, quanto è facile scivolare dalla sociobiologia nella paranoia e, forse, quanto è facile, ahimè!, scivolare da un violento rifiuto della sociobiologia nella paranoia.

(2). Se definiamo il gioco come l'instaurazione e l'esplorazione della relazione, allora il saluto e il rituale sono l'affermazione della relazione. Ma ovviamente è frequente la compresenza di affermazione e di esplorazione.

(*) In inglese "bat" = pipistrello.

6.

I GRANDI PROCESSI STOCASTICI.

"L'espressione sovente impiegata dal signor Herbert Spencer di "sopravvivenza del più adatto" è più precisa ed è talvolta egualmente comoda".

CHARLES DARWIN, "On the Origin of Species", quinta edizione.

Into this universe, and "why" not knowing

Nor "whence", like Water willy-nilly flowing:

And out of it, as Wind along the Waste,

I now not "whither", willy-nilly blowing.

[Entrare in questo universo, e non sapere "perchè," / n, "da dove", come acqua che volere o no fluisce; / e uscirne, come vento nel deserto, / che volere o no soffia, non so "dove".

EDWARD FITZGERALD, "The Rubiyft of Omar Khavy m".

L'assunto generale di questo libro è che tanto il cambiamento genetico quanto il processo detto "apprendimento" (ivi compresi i cambiamenti somatici indotti dall'abitudine e dall'ambiente) sono processi stocastici. E' mia convinzione che in ciascun caso vi sia un flusso di eventi che è per certi aspetti casuale e un processo selettivo non casuale che fa sì che alcune delle componenti casuali 'sopravvivano' più a lungo di altre. Senza il casuale, non possono esservi cose nuove.

Io parto dall'assunto che nell'evoluzione la produzione di forme mutanti è o casuale entro l'insieme delle alternative permesse dallo "status quo", oppure, se la mutazione è ordinata, che i criteri di quell'ordinamento non interessano le tensioni dell'organismo. In conformità con la teoria ortodossa della genetica molecolare, il mio assunto è che l'ambiente protoplasmatico del D.N.A. non può pilotare in esso cambiamenti riguardanti l'adattamento dell'organismo

all'ambiente o la riduzione delle sue tensioni interne. Molti fattori - sia fisici sia chimici - possono alterare la frequenza della mutazione, ma il mio assunto è che le mutazioni così generate non sono connesse con le particolari tensioni cui era sottoposta la generazione dei genitori allorché, si determinò la mutazione.

Accetterò addirittura l'assunto che le mutazioni prodotte da un mutagene non interessano la tensione fisiologica generata dal mutagene stesso entro la cellula. Oltre a ciò, accetterò l'assunto - ora ortodosso - che le mutazioni, così generate a caso, vengono immagazzinate nel "pool" genico eterogeneo della popolazione, che la selezione naturale agisce eliminando le alternative sfavorevoli sotto il profilo di "qualcosa come" la sopravvivenza, e che tale eliminazione favorisce, nel complesso, le alternative innocue e benefiche.

Sul versante dell'individuo, accetterò analogamente l'assunto che i processi mentali generano un gran numero di alternative, e che tra esse esiste una selezione determinata da "qualcosa come" il rinforzo.

Sia nel caso della mutazione sia nel caso dell'apprendimento è sempre necessario ricordare le potenziali patologie dell'assegnazione ai vari tipi logici. Ciò che ha valore di sopravvivenza per l'individuo "può" essere letale per la popolazione o per la società. Ciò che fa bene per un breve periodo (la cura sintomatica) se protratto a lungo può causare assuefazione o morte.

Fu Alfred Russel Wallace che nel 1866 osservò che il principio della selezione naturale è simile a quello della macchina a vapore con regolatore. Il mio assunto è che le cose stanno proprio così, e che tanto il processo dell'apprendimento individuale quanto la dinamica delle popolazioni per selezione naturale possono manifestare le patologie di tutti i circuiti cibernetici: eccessiva oscillazione e fuga. Insomma, accetto l'assunto che il cambiamento evolutivo e quello somatico (compresi l'apprendimento e il pensiero) sono fondamentalmente simili, che entrambi sono di natura stocastica, benché, certo le idee (ingiunzioni, proposizioni descrittive, e così via) in base a cui agisce ciascun processo siano di un tipo logico completamente diverso da quello delle idee dell'altro processo.

E' questo groviglio di tipi logici che ha portato a tanta confusione, a tante controversie e perfino a sciocchezze su questioni come "l'ereditarietà dei caratteri acquisiti" e sulla legittimità di invocare la 'mente' come principio esplicativo.

Tutta la cosa ha avuto una storia curiosa. Un tempo l'idea che l'evoluzione potesse avere una componente casuale era per molti inaccettabile. Sarebbe stato contrario a tutto quello che si sapeva sull'adattamento e sul disegno generale e contrario anche a ogni fede in un creatore dotato di caratteristiche mentali. La critica di Samuel Butler all'"Origine delle specie" era essenzialmente un'accusa a Darwin di escludere la mente dal numero dei principi esplicativi pertinenti. Butler voleva

immaginare una mente non casuale operante in qualche punto del sistema e alle teorie di Darwin preferiva quindi quelle di Lamarck (1).

Tuttavia, tali critiche sono risultate sbagliate proprio nella scelta della correzione da apportare alla teoria darwiniana. Oggi vediamo il pensiero e l'apprendimento (e forse il cambiamento somatico) come processi stocastici. Il modo in cui correggeremmo il pensiero dell'Ottocento non consisterebbe nell'aggiungere una mente non stocastica al processo evolutivo, bensì nel proporre l'idea che il pensiero e l'evoluzione siano simili in quanto partecipano della stocasticità.

Entrambi sono processi mentali secondo i criteri proposti nel capitolo 4.

Ci troviamo quindi di fronte a due grandi sistemi stocastici che in parte interagiscono e in parte sono isolati l'uno dall'altro. Un sistema è dentro l'individuo ed è chiamato "apprendimento"; l'altro è immanente nell'eredità e nelle popolazioni ed è chiamato "evoluzione". Il primo concerne la durata di una singola vita; l'altro concerne numerose generazioni di molti individui.

In questo capitolo mi propongo di mostrare come questi due sistemi stocastici, che lavorano a diversi livelli di tipo logico, si combinino a formare un'unica biosfera dinamica che non potrebbe persistere se il cambiamento somatico o quello genetico fossero fundamentalmente diversi da quelli che sono.

L'"unità" del sistema combinato è "necessaria".

1. GLI ERRORI DEL LAMARCKISMO.

Grandissima parte di ciò che si può dire su come si combinano evoluzione e cambiamento somatico è di carattere deduttivo. Ai livelli teorici che dobbiamo qui affrontare, non esistono dati provenienti dall'osservazione, e la sperimentazione non è ancora cominciata. Ma ciò non è sorprendente: dopo tutto, sulla selezione naturale non esisteva quasi alcuna osservazione probante fino agli Anni Trenta, quando Kettlewell studiò le varietà pallida e melanica della falena della betulla ("Biston betularia").

Comunque, gli argomenti contro l'ipotesi che i caratteri acquisiti siano ereditari sono istruttivi, e serviranno a illustrare parecchi aspetti dell'intricata relazione tra i due grandi processi stocastici. Gli argomenti sono tre, ma solo il terzo è convincente:

a) Il primo argomento è che l'ipotesi dev'essere scartata per mancanza di conferma empirica. Ma in questo campo la sperimentazione è incredibilmente difficile e i critici sono spietati, sicché, l'assenza di prove non sorprende. Non è certo che, se l'ereditarietà lamarckiana si presentasse in natura o anche in laboratorio, sarebbe possibile riconoscerla.

b) La seconda critica, fino a poco fa la più convincente, formulata da August Weissmann verso la fine dell'Ottocento, sostiene che "non esiste comunicazione tra il soma e il plasma germinale". Weissmann era un embriologo tedesco straordinariamente dotato che, divenuto quasi cieco in età ancor giovane, si dedicò alla ricerca teorica. Egli notò che per molti organismi esisteva una continuità da una generazione all'altra di quello che egli chiamò "plasma germinale", cioè della linea protoplasmatica, e che per ciascuna generazione il corpo fenotipico o soma poteva essere considerato una diramazione del plasma germinale. Sulla base di questa idea egli argomentò che non vi poteva essere alcuna comunicazione retrograda dal ramo somatico al tronco principale costituito dal plasma germinale.

Se un individuo esercita il bicipite destro, certamente questo muscolo gli s'irrobustisce, ma non si conosce alcun modo in cui questo cambiamento somatico possa venir comunicato alle cellule sessuali dell'individuo. Questa critica, come la prima, dipende da un'argomentazione basata sull'assenza di prove (una pietra instabile su cui poggiare il piede) e la maggior parte dei biologi dopo Weissmann hanno cercato di rendere l'argomento "deduttivo" accettando per vero che non esiste "nessun immaginabile" modo di comunicazione tra il bicipite e i futuri gameti.

Ma la cosa oggi non appare più così sicura come vent'anni fa. Se l'R.N.A. può portare l'impronta di porzioni di D.N.A. ad altre parti della cellula, e forse ad altre parti del corpo, è "immaginabile" che l'impronta dei cambiamenti chimici del bicipite possa essere portata al plasma germinale.

c) L'ultima critica, e per me l'unica convincente è una "reductio ad absurdum": essa asserisce che, se l'ereditarietà lamarckiana costituisse la regola o fosse anche soltanto comune, l'intero sistema dei processi stocastici interconnessi si arresterebbe.

Espongo qui questa critica non solo per tentare (probabilmente invano) di uccidere un'idea dura a morire, ma anche per illustrare le relazioni tra i due processi stocastici. Immaginiamo il seguente dialogo:

BIOLOGO. Che cosa sostiene esattamente la teoria lamarckiana? Che cosa intendi per "ereditarietà dei caratteri acquisiti"?

LAMARCKIANO. Che un cambiamento del corpo indotto dall'ambiente sarà trasmesso alla prole.

BIOLOGO. Un momento, dev'essere trasmesso un "cambiamento"? Che cosa esattamente dev'essere trasmesso dal genitore alla prole? Un 'cambiamento' è una specie di astrazione, mi pare.

LAMARCKIANO. Un effetto dell'ambiente, per esempio le callosità nuziali del maschio del rospo ostetrico (2).

BIOLOGO. Non capisco ancora. Non vorrai certo dire che è stato l'ambiente a fare le callosità nuziali.

LAMARCKIANO. Certo che no: è stato il rospo.

BIOLOGO. Ah, allora il rospo, in un certo senso, sapeva come fare o aveva la 'potenzialità' di farsi crescere le callosità nuziali?

LAMARCKIANO. Sì, qualcosa del genere. Il rospo poteva farsi crescere le callosità nuziali se era costretto a riprodursi nell'acqua.

BIOLOGO. Ah, poteva adattarsi, giusto? Se si riproduceva sulla terra, nel modo normale per questa specie di rospi, non gli crescevano callosità nuziali, invece nell'acqua sì, proprio come a tutti gli altri tipi di rospo. Poteva scegliere.

LAMARCKIANO. Ma ad alcuni dei discendenti del rospo cui erano cresciute le callosità nell'acqua, esse crescevano anche sulla terra. Ecco che cosa intendo per ereditarietà dei caratteri acquisiti.

BIOLOGO. Ah, ecco, capisco. Ciò che veniva trasmesso era la perdita di un'alternativa. I discendenti non erano più in grado di riprodursi in modo normale sulla terra. Affascinante!

LAMARCKIANO. Fai apposta a non capire.

BIOLOGO. Può darsi. Ma ancora non capisco che cosa verrebbe 'trasmesso' o 'ereditato'. Il fatto empirico che si sostiene è che i discendenti "differivano" dal genitore in quanto non avevano una possibilità di scelta che quello invece aveva. Ma questa non è la trasmissione di una somiglianza, come suggerirebbe il termine "ereditarietà": è la trasmissione di una "differenza". Ma la 'differenza' non esisteva e non poteva quindi essere trasmessa. Come la vedo io, il rospo genitore aveva ancora tutte le sue alternative intatte.

E così via. Il punto cruciale in questa discussione riguarda la collocazione nella gerarchia dei tipi logici del messaggio genetico presumibilmente trasmesso. Non basta dire vagamente che vengono trasmesse le callosità nuziali, e non ha senso sostenere che viene trasmessa la potenzialità di far crescere le callosità nuziali, poichè, tale potenzialità era insita nel rospo genitore prima che l'esperimento cominciasse (3).

Naturalmente, non si nega che gli animali di questo mondo, e in misura minore le piante, presentino spesso l'aspetto che potremmo attenderci in un mondo in cui l'evoluzione avesse percorso le vie dell'ereditarietà lamarckiana.

Vedremo che questo aspetto è inevitabile, dato (a) che le popolazioni selvagge di solito (forse sempre) sono caratterizzate da "pool" genici eterogenei (misti e

diversificati), (b) che i singoli animali sono capaci di cambiamenti somatici che sono in qualche modo adattativi, e (c) che la mutazione e il rimescolamento dei geni esistenti sono casuali.

Ma questa conclusione si potrà trarre solo dopo aver confrontato l'economia entropica del cambiamento somatico con l'economia entropica del conseguimento dello stesso aspetto fenotipico mediante determinazione genetica.

Nel dialogo immaginario, il lamarckiano è stato ridotto al silenzio dall'argomento che l'ereditarietà dei caratteri acquisiti sarebbe accompagnata dalla perdita della libertà di modificare il corpo dell'individuo in risposta alle richieste dell'abitudine o dell'ambiente. Quest'asserzione generale non è vera in modo così semplice. Non c'è dubbio che la sostituzione del controllo somatico con quello genetico (a prescindere dal problema dell'eredità) diminuisca sempre la flessibilità dell'individuo. La possibilità di cambiamento somatico in quel dato carattere è perduta del tutto o in parte. Ma resta sempre l'interrogativo generale: non è "mai" vantaggioso sostituire al controllo somatico quello genetico? Se così fosse, il mondo sarebbe certo molto diverso da quello di cui abbiamo esperienza.

Analogamente, se l'ereditarietà lamarckiana costituisse la regola, l'intero processo dell'evoluzione e della vita sarebbe stretto nelle pastoie della rigidità della determinazione genetica. La risposta deve trovarsi tra questi due estremi, e in mancanza di dati che sbrogliano la faccenda, non ci resta che affidarci al buon senso e a ciò che è possibile dedurre dai principi della cibernetica.

Illustrerò l'intera questione con una discussione sull'uso e il disuso.

2. USO E DISUSO.

Questa vecchia coppia di concetti, un tempo al centro delle discussioni sull'evoluzione, è quasi scomparsa dalla scena, forse perchè, a questo riguardo è soprattutto necessario mantenere chiaro il tipo logico delle varie componenti di qualsiasi ipotesi.

Che gli effetti dell'uso possano forse fornire qualche contributo all'evoluzione non è cosa particolarmente misteriosa. Nessuno può negare che a prima vista la scena biologica si presenti "come se" gli effetti dell'uso e del disuso si trasmettessero da una generazione all'altra. Ciò tuttavia non collima con quanto sappiamo sulla natura autocorrettiva e adattativa del cambiamento somatico. In pochissime generazioni le creature perderebbero ogni libertà di modifica somatica.

Ma se si va oltre il lamarckismo grezzo, ci s'imbatta in difficoltà di attribuzione del tipo logico alle varie parti dell'ipotesi. Credo che queste difficoltà si possano superare. Quanto all'uso, non è troppo difficile immaginare sequenze in cui la

selezione naturale potrebbe favorire quegli individui la cui composizione genetica si accordasse con i cambiamenti somatici correnti tra gli individui della popolazione considerata. I cambiamenti somatici che accompagnano l'uso sono di solito (bench, non sempre) adattativi, e perciò un controllo genetico che favorisse questi cambiamenti potrebbe essere vantaggioso.

In quali circostanze conviene, in termini di sopravvivenza, sostituire al controllo somatico quello genetico?

Il "prezzo" di questo spostamento, come ho sostenuto, è una mancanza di flessibilità, ma tale mancanza dev'essere precisata meglio se vogliamo definire le condizioni nelle quali lo spostamento sarà vantaggioso.

A prima vista, vi sono casi in cui la flessibilità non sarebbe forse mai più necessaria dopo il passaggio al controllo genetico. Si tratta di quei casi in cui il cambiamento somatico è una modifica di adattamento a una qualche condizione ambientale "costante". Per i membri di una data specie che risiedono in permanenza in alta montagna tanto vale basare tutte le loro modifiche di adattamento al clima montano, alla pressione atmosferica, eccetera, sulla determinazione genetica. Ad essi non serve quella reversibilità che è il contrassegno del cambiamento somatico.

[Commento dell'illustrazione a pagina 206 dell'edizione su carta:

“Dimmi, papà, perchè, le palme sono così alte?”.

“Perchè, le giraffe possano mangiarle, caro, perchè,... se le palme fossero piccole piccole, le giraffe sarebbero in un grosso impiccio”.

“Ma papà, allora perchè, le giraffe hanno il collo così lungo?”.

“Ecco, per poter mangiare le palme, caro, perchè,... se le giraffe avessero il collo corto, sarebbero in un impiccio ancor più grosso”.]

Invece, l'adattamento a condizioni variabili e reversibili è attuato molto meglio dal cambiamento somatico, e può darsi benissimo che sia tollerabile soltanto un cambiamento somatico molto superficiale.

Nel cambiamento somatico c'è una scala di intensità. Un uomo che salga dal livello del mare fino a quattromila metri d'altezza, a meno che non sia in ottima forma, comincerà ad ansimare e il suo cuore prenderà a galoppare. Questi cambiamenti somatici immediati e reversibili vanno benissimo per affrontare una situazione di emergenza, ma sarebbe uno spreco assurdo di flessibilità usare l'affanno e la tachicardia per adattarsi in modo prolungato all'atmosfera di montagna. Ciò che si richiede è un cambiamento somatico che dovrebbe forse essere meno reversibile, poichè, ora consideriamo non un'emergenza temporanea,

ma condizioni protratte e durature. Converrà sacrificare un po' di reversibilità per poter economizzare sulla flessibilità (cioè serbare l'affanno e la tachicardia per quelle occasioni in alta montagna in cui sia richiesto uno sforzo suppletivo).

Questo fenomeno prende il nome di "acclimazione": il cuore dell'uomo subirà cambiamenti, il suo sangue arriverà a contenere più emoglobina, la sua gabbia toracica e le sue abitudini respiratorie muteranno, e così via. Questi cambiamenti saranno molto meno reversibili dell'affanno, e se l'uomo scende in pianura, può darsi che provi qualche fastidio.

Per usare il linguaggio di questo libro, diremo che nelle modifiche somatiche di adattamento vi è una gerarchia: le esigenze particolari e immediate vengono affrontate al livello superficiale (il più concreto), mentre ai livelli più profondi (più astratti) si affrontano le modifiche più generali. Esiste un parallelismo perfetto tra questo caso e quello della gerarchia dell'apprendimento, dove il proto-apprendimento riguarda il fatto o l'azione particolari, e il deutero-apprendimento riguarda contesti e classi di contesti.

E' interessante osservare che l'acclimazione viene attuata mediante molti cambiamenti su molti fronti (muscolo cardiaco, emoglobina, muscolatura toracica, e così via); invece i provvedimenti di emergenza tendono ad essere localizzati e specifici.

Nell'acclimazione l'organismo acquista una flessibilità superficiale al prezzo di una rigidità a livello più profondo. Ora l'uomo potrà ricorrere all'affanno e alla tachicardia come provvedimenti di emergenza se s'imbatte in un orso, ma si troverà a disagio se scenderà a livello del mare per far visita ai vecchi amici.

Vale la pena esporre questa faccenda in termini più formali. Consideriamo tutte le proposizioni che potrebbero essere necessarie per descrivere un organismo.

Possono essere milioni, ma saranno collegate tra loro in anelli e circuiti di interdipendenza. E, in una certa misura, per quell'organismo ciascuna proposizione descrittiva sarà normativa; cioè, vi saranno un livello massimo e uno minimo oltre i quali la variabile descritta sarà tossica. Se nel sangue c'è troppo zucchero, o troppo poco, si muore: e ciò vale per tutte le variabili biologiche. A ogni variabile è collegato quello che si può chiamare un "metavalore": cioè, la creatura sta bene se la variabile considerata si trova al centro dell'intervallo di variabilità, non al massimo o al minimo. E poichè, le variabili sono collegate tra loro in anelli e circuiti, ne segue che una variabile che si trovi al massimo o al minimo intralcerà tutte le altre variabili dello stesso anello.

La flessibilità e la sopravvivenza sono favorite da qualsiasi cambiamento che tenda a mantenere le variabili in fluttuazione al centro del loro intervallo. Ma una qualsiasi estrema modifica somatica di adattamento spingerà una o più variabili a

valori estremi. Quindi, vi è sempre una tensione che può essere alleviata mediante un cambiamento genetico, purché tale cambiamento non si esprima nel fenotipo con un ulteriore aumento della tensione già presente. Ciò che si richiede è un cambiamento genetico che "modifichi i livelli di tolleranza del valore massimo o minimo (o di entrambi) della variabile".

Se, per esempio, prima del cambiamento genetico (per mutazione o, più probabilmente, per rimescolamento dei geni) la tolleranza di una data variabile fluttuava tra i limiti 5 e 7, un cambiamento genetico che spostasse questi limiti ai nuovi valori 7 e 9 sarebbe positivo, in termini di sopravvivenza, per una creatura che facesse fatica a mantenere la variabile al vecchio valore di 7 mediante modifiche somatiche di adattamento. Inoltre, se le modifiche somatiche spingessero il nuovo valore a 9, si potrebbe ottenere un ulteriore incremento del valore di sopravvivenza mediante un ulteriore cambiamento genetico che consentisse o inducesse un innalzamento dei livelli di tolleranza lungo la stessa scala.

In passato era difficile spiegare i cambiamenti evolutivi collegati al "disuso". Che un cambiamento genetico nella stessa direzione degli effetti dell'abitudine o dell'uso avesse di solito valore di sopravvivenza era cosa facile da immaginare; più difficile invece era vedere come potesse essere vantaggiosa una duplicazione genetica degli effetti del disuso. Tuttavia, se manipoliamo il tipo logico di questo messaggio genetico immaginario, otteniamo un'ipotesi che, con un unico paradigma, riesce a spiegare tanto gli effetti dell'uso quanto quelli del disuso. Il vecchio mistero che circonda la cecità degli animali cavernicoli e il femore di due etti di una balena azzurra di ottanta tonnellate non è più così impenetrabile. Basta solo supporre che il mantenimento di qualunque organo rudimentale, diciamo un femore di cinque chili in una balena di ottanta tonnellate, spinga sempre una o più variabili somatiche verso il limite di tolleranza superiore o inferiore, e si vedrà come possa essere accettabile uno spostamento dei limiti di tolleranza.

Tuttavia, dal punto di vista di questo libro, la nostra soluzione degli altrimenti sconcertanti problemi dell'uso e del disuso è un'illustrazione importante della relazione tra il cambiamento genetico e quello somatico, e, spingendosi più in là, della relazione tra i tipi logici superiori e inferiori di quel vasto processo mentale chiamato "evoluzione".

Il messaggio di tipo logico superiore (cioè l'ingiunzione più nettamente genetica) non ha bisogno di menzionare la variabile somatica le cui tolleranze sono spostate dal cambiamento genetico. Anzi, il testo genetico probabilmente non contiene nulla che assomigli in qualche modo ai nomi o ai sostantivi del linguaggio umano. Io sono convinto che quando si studierà il regno quasi del tutto sconosciuto dei

processi tramite i quali il D.N.A. determina l'embriologia, si troverà che il D.N.A. non menziona altro che relazioni. Se chiedessimo al D.N.A. quante dita avrà questo embrione umano, la risposta potrebbe essere: “Quattro relazioni di coppia fra (le dita)”. E se chiedessimo quanti spazi vi saranno tra le dita, la risposta sarebbe: “Tre relazioni di coppia fra (gli spazi)”. In ciascun caso sono definite e determinate solo le “relazioni fra”. Gli elementi finali delle relazioni nel mondo corporeo non vengono forse mai menzionati.

(I matematici noteranno che il sistema ipotetico qui descritto rassomiglia alla loro teoria dei gruppi, perchè, considera solo le relazioni tra le "operazioni" trasformatrici di qualcosa, e mai il 'qualcosa' in sè).

A proposito di questo aspetto della comunicazione che dal cambiamento somatico, attraverso la selezione naturale, arriva al "pool" genico della popolazione, è importante notare che:

- a) Il cambiamento somatico ha una struttura gerarchica.
- b) Il cambiamento genetico, in un certo senso, è la componente più alta di questa gerarchia (cioè la più astratta e la meno reversibile).
- c) Il cambiamento genetico può evitare, almeno in parte, il costo di imporre rigidità al sistema, ritardando il proprio intervento fino al momento in cui risulta probabile che la situazione affrontata dal soma a un livello reversibile sia davvero permanente, e agendo solo indirettamente sulla variabile fenotipica.

Presumibilmente, il cambiamento genetico sposta solo la "regolazione" (vedi il Glossario, s.v. “Tipi logici”) del controllo omeostatico della variabile fenotipica.

- d) Con questo passaggio dal controllo diretto della variabile fenotipica al controllo della regolazione della variabile c'è anche probabilmente lo schiudersi e l'ampliarsi di possibilità alternative di cambiamento. Le tolleranze relative alle dimensioni del femore della balena sono senza dubbio regolate da dozzine di geni diversi che, sotto questo aspetto, agiscono insieme, ma ciascuno di essi si esprime forse in modo assai diverso in altre parti del corpo.

Un'analoga proliferazione che dall'effetto singolo, al quale l'evoluzionista s'interessa in un dato momento, porta a numerose cause alternative o sinergiche è stato notato nel passaggio dal semplice cambiamento somatico all'acclimazione. E' presumibile che in biologia il passaggio da un livello logico a quello immediatamente superiore sia sempre accompagnato da questo moltiplicarsi delle considerazioni pertinenti.

3. ASSIMILAZIONE GENETICA.

Quanto abbiamo esposto nel paragrafo precedente è esemplificato quasi punto per punto dai famosi esperimenti del mio amico Conrad Waddington, che dimostrarono ciò che egli chiamò "assimilazione genetica". L'esperimento più suggestivo cominciò con la produzione di fenocopie degli effetti prodotti sui moscerini della frutta da un gene detto "bithorax". In tutti i membri ordinari del vasto ordine dei Ditteri, tranne le pulci che sono prive di ali, il secondo paio di ali è ridotto ad appendici con una protuberanza alle estremità, ritenute organi di equilibrio. Per effetto del gene bithorax le ali rudimentali del terzo segmento del torace diventano quasi perfette, e si ottiene quindi un moscerino a quattro ali. Questa profonda modificazione del fenotipo, che risveglia una morfologia antichissima e ora inibita, poteva essere prodotta anche da un cambiamento somatico. Se le pupe venivano intossicate con etere etilico in dose opportuna, i moscerini adulti, quando si schiudevano, presentavano l'aspetto bithorax. Cioè la caratteristica bithorax fu nota sia come effetto genetico sia come effetto di un violento disturbo dell'epigenesi.

Waddington condusse i suoi esperimenti su popolazioni molto numerose di moscerini contenuti in grandi gabbie. A ogni generazione egli sottoponeva queste popolazioni a intossicazione da etere per ottenere le forme bithorax. A ogni generazione sceglieva quei moscerini che meglio incarnavano il suo ideale di sviluppo bithorax perfetto. (Erano tutti animali squallidi e bruttini, assolutamente incapaci di volare). Da questi individui selezionati egli faceva nascere la generazione successiva da sottoporre al trattamento con l'etere e alla selezione. In ogni generazione, Waddington accantonava un certo numero di pupe prima della somministrazione dell'etere e lasciava che si schiudessero in condizioni normali. Alla fine, col procedere dell'esperimento, dopo una trentina di generazioni, le forme bithorax cominciarono a presentarsi nel gruppo di controllo non trattato. La loro discendenza dimostrò che in realtà non era il singolo gene bithorax a formarle, bensì un complesso di geni che insieme producevano lo stato tetratero. Questo esperimento non fornisce alcuna prova di una qualche ereditarietà dei caratteri acquisiti. Waddington accettò il presupposto che il mescolamento dei geni nella riproduzione sessuata e il tasso delle mutazioni non fossero influenzati dall'offesa fisiologica agli organismi. La spiegazione che egli propose fu che una selezione su scala astronomica, ottenuta per esempio sottraendo a una potenziale esistenza molte tonnellate di moscerini, facesse emergere un numero limitato di esemplari bithorax. Egli sosteneva che era legittimo interpretare tutto ciò come una selezione degli individui che possedevano il livello soglia più basso per la produzione dell'anomalia bithorax.

Non sappiamo quale sarebbe stato l'esito dell'esperimento se Waddington non avesse selezionato i bithorax 'migliori'. Forse dopo trenta generazioni egli avrebbe creato una popolazione immune dagli effetti del trattamento con l'etere, o magari una popolazione bisognosa di etere. Ma forse, se la modifica bithorax fosse stata in parte adattativa, come la maggior parte dei cambiamenti somatici, la popolazione avrebbe prodotto, come le popolazioni sperimentali di Waddington, copie genetiche ("genocopie") dei risultati del trattamento con l'etere.

Col neologismo "genocopia" intendo sottolineare che il cambiamento somatico può di fatto precedere quello genetico, sicché, sarebbe più corretto considerare quest'ultimo come la copia. In altre parole, i cambiamenti somatici possono determinare in parte i percorsi dell'evoluzione; e ciò sarà ancora più vero in "Gestalten" più grandi di quella che stiamo considerando ora. La nostra ipotesi deve cioè passare a un tipo logico superiore. Si possono così distinguere tre passaggi nella costruzione della teoria:

- a) A livello dell'individuo, l'ambiente e l'esperienza possono indurre un cambiamento somatico ma non possono influire sui geni dell'individuo. Non esiste alcuna ereditarietà lamarckiana diretta, e una siffatta ereditarietà "senza selezione" esaurirebbe in modo irreversibile la flessibilità somatica.
- b) A livello della popolazione, con un'opportuna selezione dei fenotipi, l'ambiente e l'esperienza generano individui meglio adattati su cui può agire la selezione. In questa misura, la "popolazione" si comporta come un'unità lamarckiana. E' certamente per questo motivo che il mondo biologico appare come il prodotto di un'evoluzione lamarckiana.
- c) Ma sostenere che i cambiamenti somatici "determinano" la direzione del cambiamento evolutivo richiede un nuovo livello di tipo logico, una "Gestalt" ancora più ampia. Dovremmo invocare la coevoluzione e sostenere che l'ecosistema circostante o qualche specie limitrofa cambiano per adattarsi ai cambiamenti somatici degli individui. Questi cambiamenti dell'ambiente potrebbero agire come uno stampo capace di favorire qualunque genocopia dei cambiamenti somatici.

4. IL CONTROLLO GENETICO DEL CAMBIAMENTO SOMATICO.

Un altro aspetto della comunicazione tra i geni e dello sviluppo del fenotipo viene alla luce quando ci interroghiamo sul controllo genetico del cambiamento somatico.

Certamente vi è "sempre" un contributo genetico a tutti gli eventi somatici. Il mio ragionamento è il seguente: se un uomo al sole si abbronzava, possiamo dire che si

tratta di un cambiamento somatico indotto dall'esposizione a una luce avente lunghezze d'onda opportune, e così via. Se in seguito egli si ripara dal sole, perde l'abbronzatura e se è biondo recupera il suo aspetto roseo. Se poi si espone di nuovo al sole, torna ad abbronzarsi. E così via. L'uomo cambia colore quando si espone al sole, ma la sua "capacità" di cambiare in questo modo non è influenzata dal suo esporsi o sottrarsi al sole - almeno, così credo io.

Ma è concepibile (e nei processi più complessi dell'apprendimento è un dato di fatto) che la "capacità" di conseguire certi cambiamenti somatici sia oggetto di apprendimento. E' come se l'uomo fosse in grado di accrescere o ridurre la propria capacità di abbronzarsi al sole. In questo caso, la capacità di conseguire questo metacambiamento potrebbe essere completamente controllata da fattori genetici. Oppure è concepibile che possa esistere a sua volta una capacità di "cambiare la capacità di cambiare". E così via. Ma in nessun caso reale è possibile che la serie dei passaggi sia infinita.

Ne segue che la serie deve sempre terminare nel genoma e sembra probabile che nella maggior parte dei casi di apprendimento e di cambiamento somatico il numero dei livelli di controllo somatico sia piccolo. Possiamo apprendere e apprendere ad apprendere e forse apprendere ad apprendere ad apprendere. Ma probabilmente la successione finisce qui.

Sulla base di queste considerazioni non ha senso chiedersi se una certa caratteristica di un dato organismo sia determinata dai suoi geni o dal cambiamento somatico o dall'apprendimento. Non vi è alcuna caratteristica fenotipica che non sia influenzata dai geni.

Sarebbe più corretto chiedersi: a quale livello di tipo logico il comando genetico agisce nella determinazione di quella caratteristica? La risposta a questa domanda avrà sempre la forma seguente: a un livello logico "più alto" di quello della capacità osservata nell'organismo di conseguire l'apprendimento o il cambiamento corporeo tramite un processo somatico.

Il mancato riconoscimento dei diversi tipi logici del cambiamento genetico e di quello somatico fa sì che quasi tutti i confronti di 'genio', 'doti' ereditarie e simili degenerino in assurdità.

5. NELL'EPIGENESI “DAL NULLA NASCE NULLA”.

Ho già osservato che l'epigenesi sta all'evoluzione come l'elaborazione di una tautologia sta al pensiero creativo. Nello sviluppo embriologico di una creatura non solo non vi è alcuna necessità di nuove informazioni o di cambiamenti di programma, ma l'epigenesi dev'essere in gran parte protetta dall'intrusione di

nuove informazioni. Per ottenere ciò, il modo è quello di sempre. Lo sviluppo del feto dovrebbe seguire gli assiomi e i postulati depositati nel D.N.A. o altrove. Per usare i termini del capitolo 2, l'evoluzione e l'apprendimento sono necessariamente "divergenti" e imprevedibili, ma l'epigenesi dovrebbe essere convergente.

Ne segue che nel campo dell'epigenesi i casi in cui si avrà bisogno di nuove informazioni saranno rari e assai vistosi. Viceversa, vi potranno essere casi, quantunque patologici, in cui una mancanza o una perdita di informazione porta a gravi distorsioni dello sviluppo. In questo contesto, i fenomeni di simmetria e asimmetria offrono una ricca messe di esempi. Sotto questo aspetto le idee guida dell'embrione al suo primo stadio sono semplici e formali, sicché, la loro presenza o assenza è inconfondibile.

Gli esempi meglio conosciuti provengono dallo studio sperimentale dell'embriologia degli anfibi; qui discuterò alcuni fenomeni legati alla simmetria dell'uovo di rana. Ciò che si sa sulla rana vale probabilmente per tutti i vertebrati. Sembra che senza informazioni provenienti dal mondo esterno l'uovo di rana non fecondato non contenga le informazioni necessarie (cioè la "differenza" necessaria) per conseguire la simmetria bilaterale. L'uovo ha due poli differenziati: il polo "animale", dove predomina il protoplasma, e il polo "vegetale", dove predomina il tuorlo. Ma non vi è differenziazione tra i meridiani o linee di longitudine: in questo senso l'uovo ha una simmetria radiale.

La differenziazione dei poli animale e vegetale è stata sicuramente determinata dalla posizione dell'uovo nel tessuto follicolare o dal piano dell'ultima divisione cellulare nella produzione dei gameti; a sua volta, quel piano era stato probabilmente determinato dalla posizione occupata dalla cellula madre nel follicolo. Ma ciò non basta.

Senza una qualche differenziazione laterale tra i lati o meridiani dell'uovo non fecondato, questo non può 'sapere' o 'decidere' quale sarà il futuro piano mediano di simmetria della rana, che è dotata di simmetria bilaterale. L'epigenesi non può cominciare fino a quando un meridiano non è reso diverso da tutti gli altri. Per fortuna, sappiamo come viene fornita questa informazione cruciale: essa proviene, necessariamente, dal mondo esterno e consiste nel punto d'ingresso dello spermatozoo. Di solito lo spermatozoo entra nell'uovo un po' sotto l'equatore, e il meridiano che passa per i due poli e per il punto d'ingresso definisce il piano mediano della simmetria bilaterale della rana. La prima segmentazione dell'uovo segue questo meridiano, e il lato dell'uovo da cui entra lo spermatozoo diviene il lato ventrale della rana.

Inoltre, si sa che il messaggio occorrente non è contenuto nel D.N.A. o in altre parti complesse della struttura dello spermatozoo. Basta anche solo la puntura con una fibra di un pennello di peli di cammello: l'uovo si segmenterà e continuerà a svilupparsi, fino a diventare una rana adulta che salta e acchiappa le mosche. Naturalmente sarà aploide (cioè le mancherà metà del normale corredo cromosomico). Sarà sterile, ma per il resto sarà perfetta in tutto e per tutto. A questo fine lo spermatozoo non è necessario: quello che serve è solo un "marcatore di differenza", quanto alla sua natura l'organismo non ha preferenze. Senza un qualche marcatore non vi sarà embrione. "Dal nulla nasce nulla".

Ma la storia non finisce qui. La futura rana, anzi, già il giovanissimo girino, ha un'anatomia endodermica notevolmente asimmetrica. Come quasi tutti i vertebrati, la rana possiede una simmetria abbastanza precisa nell'ectoderma (pelle, cervello e occhi) e nel mesoderma (scheletro e muscoli dello scheletro), ma è fortemente asimmetrica nelle strutture endodermiche (intestino, fegato, pancreas, e così via). (Anzi, ogni creatura le cui anse intestinali si trovino in un piano diverso da quello mediano dev'essere asimmetrica sotto questo aspetto. Se osservate il ventre di un girino vedrete chiaramente, attraverso la pelle, l'intestino arrotolato su se stesso in una grande spirale).

Come è prevedibile, il "situs inversus" (cioè la condizione di simmetria inversa) si presenta nella rana, ma rarissimamente. Nella specie umana esso è ben noto e riguarda circa un individuo su un milione. Questi individui hanno lo stesso aspetto degli altri, ma all'interno essi sono alla rovescia: la parte destra del cuore alimenta l'aorta, mentre la sinistra alimenta i polmoni, e così via. Le cause di questa inversione non sono note, ma il fatto stesso che essa si presenti indica che l'asimmetria normale "non" è determinata dall'asimmetria delle molecole. Per invertire una parte qualunque dell'asimmetria chimica sarebbe necessario invertirle tutte, poichè, le molecole si devono adattare le une alle altre in modo corretto. L'inversione dell'intera chimica è impensabile e non potrebbe sopravvivere se non in un mondo invertito.

Resta quindi il problema della sorgente dell'informazione che determina l'asimmetria. Deve certamente esistere un'informazione che fornisce all'uovo istruzioni sull'asimmetria corretta (cioè statisticamente normale).

Per quanto ne sappiamo, dopo la fecondazione non vi è nessuna occasione in cui potrebbe essere fornita quest'informazione. L'ordine degli eventi è: primo, l'espulsione dalla madre, poi la fecondazione; dopo di che l'uovo è protetto da una massa gelatinosa per tutto il periodo della segmentazione e del primo sviluppo dell'embrione. In altre parole, l'uovo deve contenere l'informazione necessaria a

determinare l'asimmetria già "prima" della fecondazione. Che forma deve avere questa informazione?

Nella discussione sulla natura della spiegazione, nel capitolo 2, ho osservato che nessun dizionario è in grado di definire le parole "destra" o "sinistra", cioè nessun sistema discreto arbitrario può risolvere la questione: l'informazione dev'essere ostensiva. Ora abbiamo la possibilità di scoprire come questo stesso problema viene risolto dall'uovo.

Credo che, in linea di principio, vi possa essere soltanto un genere di soluzione (e spero che qualcuno con un microscopio elettronico a scansione ne ricerchi le prove). La risposta deve trovarsi nell'uovo prima della fecondazione, e perciò dev'essere in forma tale da poter determinare la stessa asimmetria "qualunque sia il meridiano segnato dall'ingresso dello spermatozoo". Ne segue che ciascun meridiano, quale che sia la sua posizione, dev'essere asimmetrico e che tutti devono essere asimmetrici nello stesso senso.

Questa condizione è soddisfatta nel modo più semplice da una qualche sorta di "spirale di relazioni non quantitative o vettoriali". Tale spirale intersecherà ciascun meridiano obliquamente determinando in ciascuno la stessa differenza tra est e ovest.

Un problema simile sorge nella differenziazione degli arti bilaterali. Il mio braccio destro è un oggetto asimmetrico e un'immagine speculare formale del sinistro. Ma esistono alcuni rari individui mostruosi che hanno due braccia o un braccio biforcuto su un lato del corpo. In questi casi la coppia costituisce un sistema a simmetria bilaterale. Un componente sarà un braccio destro e l'altro un braccio sinistro ed essi saranno in posizione tale da costituire un'immagine speculare (4) Questa osservazione generale fu enunciata per la prima volta da mio padre intorno al 1890 e per molto tempo fu nota come "regola di Bateson". Egli riuscì a dimostrare la validità della sua regola in quasi tutti i phyla di animali attraverso una ricerca compiuta in tutti i musei e in molte collezioni private d'Europa e d'America. In particolare raccolse un centinaio di casi di siffatte aberrazioni nelle zampe dei coleotteri.

Io riesaminai questa faccenda, e dai dati originali di mio padre conclusi che egli aveva sbagliato a chiedersi: che cos'ha determinato questa ulteriore simmetria? Avrebbe dovuto chiedersi: che cos'ha determinato la "perdita" di asimmetria? Avanzai l'ipotesi che le forme mostruose fossero prodotte da una "perdita o dimenticanza" di informazione. La simmetria bilaterale richiede più informazione della simmetria radiale e l'asimmetria richiede più informazione della simmetria bilaterale. L'asimmetria di un arto laterale, per esempio di una mano, richiede un giusto orientamento in tre direzioni: la direzione verso il dorso della mano

dev'essere diversa da quella verso il palmo; la direzione verso il pollice dev'essere diversa da quella verso il mignolo; la direzione verso il gomito dev'essere diversa da quella verso le dita. Queste tre direzioni devono essere combinate in modo corretto per costruire una mano "destra" invece di una mano "sinistra". Se una delle direzioni viene invertita, come quando la mano è riflessa in uno specchio, ne risulta un'immagine rovesciata (si veda il capitolo 3, paragrafo 9). Ma se una delle tre differenziazioni è "perduta o dimenticata", l'arto potrà raggiungere solo la simmetria bilaterale.

In questo caso il postulato "dal nulla nasce nulla" diventa un po' più complesso: dall'asimmetria nasce la simmetria bilaterale quando viene perduta una discriminazione.

6. L'OMOLOGIA.

A questo punto voglio lasciare i problemi della genetica individuale, del cambiamento somatico e dell'apprendimento e i percorsi immediati dell'evoluzione, per considerare i risultati dell'evoluzione su scala più ampia. La mia domanda ora è: che cosa possiamo dedurre dal più ampio quadro della filogenesi circa i processi sottostanti?

L'anatomia comparata ha una lunga storia. Per almeno sessant'anni, dalla pubblicazione dell'"Origine delle specie" fino agli Anni Venti, essa si concentrò sulle correlazioni, escludendo il processo. Il fatto che si potessero costruire alberi filogenetici era considerato una prova a sostegno della teoria di Darwin. La documentazione fossile era inevitabilmente molto incompleta e, in assenza di tali prove dirette di discendenza, gli anatomisti cercavano con avidità insaziabile esempi di quella classe di somiglianze chiamata "omologia". L'omologia 'dimostrava' le correlazioni e le correlazioni erano l'evoluzione.

Naturalmente le somiglianze formali tra le cose viventi erano state notate almeno fin da quando si era sviluppato il linguaggio, che classificava la mia 'mano' con la vostra 'mano', e la mia 'testa' con la 'testa' di un pesce. Ma solo assai più tardi ci si rese conto che era necessario dare una spiegazione di queste somiglianze formali. Ancor oggi, i più non trovano nulla di sorprendente nella somiglianza tra le due mani, non ci vedono alcun problema. Essi non sentono o non vedono alcun bisogno di una teoria dell'evoluzione. Per i più riflessivi tra gli antichi, e anche per gli uomini del Rinascimento, la somiglianza formale tra le creature illustrava il collegamento con la Grande Catena dell'Essere, e queste connessioni erano legami logici, non genealogici.

Comunque sia, il brusco passaggio logico dalla somiglianza formale alla correlazione nascondeva tutta una serie di ipotesi troppo affrettate.

Ammettiamo pure la somiglianza formale in migliaia di casi (uomo e cavallo, aragosta e granchio), e accettiamo l'assunto che in questi casi le somiglianze formali non sono una semplice prova ma, tali e quali, "il risultato di" una relazione evolutiva. Possiamo allora passare a domandarci se la natura delle somiglianze riscontrate in questi casi getti luce sul processo evolutivo.

Domandiamo: che cosa ci dicono le omologie circa il "processo" dell'evoluzione? Quando confrontiamo la nostra descrizione dell'aragosta con quella del granchio, troviamo che alcune componenti sono uguali in entrambe le descrizioni e altre invece differiscono. Pertanto il nostro primo passo consisterà sicuramente in una distinzione tra specie diverse di cambiamento. Alcuni cambiamenti verranno riconosciuti come più probabili e facili; altri saranno più difficili e perciò più improbabili. In un mondo siffatto le variabili che variano più lentamente rimangono indietro e potrebbero diventare il nucleo di quelle omologie su cui sarebbe possibile basare le più ampie ipotesi della tassonomia.

Ma questa prima classificazione dei cambiamenti in "rapidi" e "lenti" richiederà a sua volta una spiegazione. Che cosa possiamo aggiungere alla nostra descrizione del processo evolutivo che ci permetta, forse, di prevedere quali saranno di fatto le variabili più lente, che così diventeranno la base dell'omologia?

Per quanto ne so, l'unico abbozzo di una classificazione siffatta è implicito nella teoria della cosiddetta ricapitolazione.

Il germe della teoria della ricapitolazione fu offerto per la prima volta nel 1828 da uno dei primi embriologi, il tedesco Karl Ernst von Baer, che parlò di "legge degli stadi corrispondenti". Egli dimostrò questa legge ricorrendo al confronto di embrioni di vertebrati non catalogati:

“Non sono affatto in grado di dire a quale classe essi appartengano. Potrebbero essere lucertole o uccellini o mammiferi giovanissimi, tanto completa è la somiglianza, in questi animali, del modo in cui si formano la testa e il tronco. Le estremità sono ancora assenti, ma anche se esistessero, nel primo stadio di sviluppo non ci insegnerebbero nulla, poichè, nascono tutte dalla stessa forma fondamentale” (5).

In seguito, il concetto di "stadi corrispondenti" di von Baer fu ampliato da Ernst Haeckel, contemporaneo di Darwin, che ne ricavò la teoria della ricapitolazione e la tanto discussa asserzione che "l'ontogenesi ripete la filogenesi". Da allora ne sono state proposte formulazioni molto diverse. La più prudente è forse l'asserzione che le larve e gli embrioni di una data specie di solito assomigliano alle "larve" di una specie affine più di quanto gli adulti dell'una specie non

assomiglino agli adulti dell'altra. Ma perfino questa formulazione così prudente è guastata da vistose eccezioni (6).

Tuttavia, nonostante le eccezioni, sono incline a ritenere che l'asserzione generale di von Baer fornisca un indizio importante per determinare il processo evolutivo. Giusta o sbagliata, la sua asserzione solleva importanti interrogativi sulla sopravvivenza non degli organismi bensì dei tratti caratteristici: esiste un massimo comun denominatore fra quelle variabili che diventano stabili e che perciò sono state usate dagli zoologi nella ricerca dell'omologia? La legge degli stadi corrispondenti ha un vantaggio sulle formulazioni successive in quanto il suo autore non si preoccupava di stabilire alberi filogenetici, e perfino la breve citazione riportata sopra contiene spunti particolari che sfuggirebbero a un detective filogenetico. E' possibile che le variabili dell'embrione siano più durevoli di quelle dell'adulto?

Von Baer si occupa dei vertebrati superiori: lucertole, uccelli e mammiferi, creature il cui embrione è protetto dentro un guscio d'uovo pieno di nutrimento o dentro un utero. Con le larve degli insetti, per esempio, la dimostrazione di von Baer semplicemente non funzionerebbe. A qualsiasi entomologo, basterebbe un'occhiata a una serie di larve di coleottero prive di indicazioni, per saper dire subito a quale famiglia appartiene ciascuna. La diversità tra le larve è appariscente quanto la diversità tra gli adulti.

La legge degli stadi corrispondenti vale, apparentemente, non solo per gli embrioni interi di vertebrati, ma anche per gli arti successivi nei primissimi stadi del loro sviluppo. La cosiddetta omologia seriale ha in comune con l'omologia filogenetica il fatto generale che, nel complesso, "le somiglianze precedono le differenze". La chela di un'aragosta adulta differisce notevolmente dalle appendici deambulatorie degli altri quattro segmenti del torace, ma nei primi stadi tutte le appendici toraciche avevano lo stesso aspetto.

Forse dovremmo spingere l'asserzione generale di von Baer fin qui e non oltre, e affermare che, in genere, la somiglianza è "più antica" (sia nella filogenesi sia nell'ontogenesi) della differenza. Per alcuni biologi questa suonerà come una verità lapalissiana, come se si dicesse che, in qualunque sistema ramificato, due punti prossimi al punto di diramazione sono più simili tra loro che non due punti da esso lontani. Ma questa verità apparentemente lapalissiana non sarebbe valida per gli elementi del sistema periodico e non sarebbe necessariamente valida in un mondo biologico prodotto dalla creazione speciale. La nostra verità lapalissiana è in effetti una prova a sostegno dell'ipotesi che gli organismi devono veramente essere messi in relazione tra loro come punti o posizioni su un albero ramificato.

L'asserzione generale che la somiglianza è più antica della differenza è peraltro una spiegazione assai incompleta della presenza dell'omologia in migliaia di casi in tutto il mondo biologico. Quando si dice che le somiglianze sono più antiche delle differenze, non si fa che riproporre la domanda: “perchè, certe caratteristiche diventano la base dell'omologia?”, cambiandone la formulazione in: “perchè, certe caratteristiche diventano più vecchie, sopravvivendo più a lungo, e diventano così la base dell'omologia?”.

Siamo davanti a un problema di "sopravvivenza", non la sopravvivenza di specie o di varietà che lottano in un mondo ostile di altri organismi, ma una più sottile sopravvivenza di "tratti" (elementi di descrizione) che devono sopravvivere tanto in un ambiente esterno quanto in un mondo interno di altri tratti, nell'ambito generale della riproduzione, dell'embriologia e dell'anatomia dell'organismo. Nella complessa trama della descrizione che lo scienziato dà di tutto l'organismo, perchè, certe parti di questa descrizione rimangono vere più a lungo (per più generazioni) di altre parti? E vi è coincidenza, sovrapposizione o sinonimia tra le parti della descrizione e le parti dell'aggregato delle direttive che determinano l'ontogenesi?

Se un elefante avesse la dentatura e le altre caratteristiche formali dei membri della famiglia dei Muridi, sarebbe un topo, nonostante la sua mole. E in realtà l'irace, che è grosso come un gatto, è assai vicino all'ippopotamo, e il leone è assai vicino a un micio. La grandezza in sè sembra avere pochissima importanza: ciò che conta è la forma. Ma che cosa si intenda esattamente in questo contesto per 'forma' o 'struttura' non è facile da definire.

Siamo alla ricerca di criteri mediante i quali riconoscere i tratti che sono a buon diritto candidati a una verità che perdura nel tumulto del processo evolutivo. Due caratteristiche di questi tratti fanno spicco - due maniere tradizionali di suddividere il vasto campo delle 'differenze': la dicotomia tra struttura e quantità e la dicotomia tra continuità e discontinuità. Organismi molto differenti sono collegati tra loro da una serie continua di passaggi, oppure dall'uno all'altro vi è una brusca transizione? Immaginare una transizione graduale fra strutture è arduo (ma non impossibile) e perciò queste due dicotomie probabilmente si sovrappongono. Ci si può, quanto meno, aspettare che i teorici che preferiscono ricorrere alla struttura preferiscano anche teorie che facciano ricorso alla discontinuità. (Ma naturalmente queste preferenze, che dipendono solo dalle propensioni mentali del singolo scienziato o che seguono la moda corrente, sono da biasimare).

A mio giudizio, le scoperte più chiare a questo proposito sono le eleganti dimostrazioni compiute dallo zoologo D'Arcy Wentworth Thompson all'inizio di

questo secolo. Egli dimostrò che in molti casi, forse in tutti i casi da lui esaminati, due forme animali contrastanti ma correlate hanno in comune questo: che se una delle forme è disegnata (per esempio nelle sue linee di contorno) su un comune sistema di coordinate cartesiane ortogonali (per esempio su carta quadrettata), le stesse coordinate, previa un'opportuna incurvatura o distorsione, potranno accogliere l'altra forma. Tutti i punti del contorno della seconda forma cadranno sui punti delle coordinate incurvate aventi lo stesso nome (figura 9).

Ciò che è importante nelle scoperte di D'Arcy Thompson è che in ogni caso la distorsione è sorprendentemente semplice e persiste identica in tutta la raffigurazione dell'animale. L'incurvatura delle coordinate è tale da poter essere descritta con una semplice trasformazione matematica.

Questa semplicità e questa persistenza devono sicuramente significare che le "differenze" tra i fenotipi rivelate dal metodo di D'Arcy Thompson vengono rappresentate da un numero limitato di differenze del genotipo (cioè da un numero limitato di geni).

Inoltre, la persistenza della stessa distorsione in tutto il corpo dell'animale farebbe pensare che i geni in questione siano pleiotropici (cioè influenzino molte parti del fenotipo, forse "tutte", in modi che, in questo senso particolare, risultano armoniosi in tutto il corpo).

Spingersi oltre nell'interpretazione di queste scoperte non è così semplice, e lo stesso D'Arcy Thompson non ci è di molto aiuto. Egli è felicissimo che la matematica si dimostri capace di descrivere certe specie di cambiamento.

A questo proposito è interessante notare l'attuale controversia tra i sostenitori della teoria 'sintetica' dell'evoluzione (l'attuale darwinismo ortodosso) e i loro avversari, i 'tipologi'. Ernst Mayr, per esempio, dichiara schernendo la cecità dei tipologi: "La storia dimostra che il tipologo non ha e non può avere alcuna comprensione della selezione naturale" (7). Purtroppo egli non cita le fonti da cui ricava la sua identificazione del tipo logico dei suoi colleghi. E' troppo modesto per vantarne la paternità? O non sarà forse che, in questo caso, simile riconosce simile?

Sotto sotto, non siamo tutti tipologisti?

Non v'è dubbio, comunque, che vi sono molti modi di considerare le forme animali. E poichè, ci siamo imbarcati in uno studio platonico del parallelismo tra il pensiero creativo e quel vasto processo mentale chiamato "evoluzione biologica", vale la pena chiedersi in ciascun caso: "questo" modo di considerare i fenomeni ha una qualche sua rappresentazione o parallelo entro il sistema di organizzazione dei fenomeni stessi? I messaggi genetici e i segni statici che determinano il fenotipo possiedono quella sorta di sintassi (in mancanza di un

termine migliore) che separerebbe il pensiero 'tipologico' da quello 'sintetico'?

Tra i messaggi stessi che creano e foggiano le forme animali, possiamo riconoscerne alcuni più tipologici e altri più sintetici?

Se la domanda è posta in questa forma, sembra che Mayr sia profondamente "nel giusto" quando propone la sua tipologia. I vecchi disegni di D'Arcy Thompson appunto "separano" due generi di comunicazione all'interno dell'organismo stesso. Essi mostrano che gli animali possiedono due generi di caratteristiche: hanno (a) strutture quasi topologiche relativamente stabili, che hanno comprensibilmente portato gli scienziati a postulare una forte discontinuità nel processo evolutivo. Queste caratteristiche rimangono costanti sotto l'intervento delle (b) caratteristiche quantitative relativamente instabili che si rivelano variabili da una rappresentazione all'altra.

Se tracciamo le coordinate in modo da accomodarvi le caratteristiche quasi topologiche, troviamo che i cambiamenti delle caratteristiche meno stabili devono essere rappresentati come distorsioni delle coordinate.

Nei termini del nostro problema riguardante l'omologia, esistono proprio, a quanto pare, diversi generi di caratteristiche, e l'omologia filogenetica dipenderà sicuramente dalle strutture più stabili e quasi topologiche.

7. ADATTAMENTO E ASSUEFAZIONE.

“Adattamento”, nel linguaggio degli evoluzionisti, è più o meno sinonimo del termine “disegno” nel linguaggio di teologi come William Paley (8), il cui "Evidences" è una voluminosa raccolta di esempi ragguardevoli di eleganti modifiche speciali di adattamento degli animali al loro modo di vita. Ma io sospetto che tanto “adattamento” quanto “disegno” siano concetti fuorvianti. Se consideriamo la produzione di particolari casi di adattamento - la chela del granchio, la mano e l'occhio dell'uomo e così via - come il problema al centro di tutto il vasto insieme di problemi che l'evoluzionista deve risolvere, distorciamo e limitiamo la visione totale dell'evoluzione. Si direbbe che, forse come conseguenza delle sciocche battaglie tra i primi evoluzionisti e la Chiesa, di tutto l'ampio flusso eracliteo del processo evolutivo ci si sia soffermati a esaminare solo certi vortici e ristagni di corrente. Di conseguenza, i due grandi processi stocastici sono stati in parte ignorati. Perfino i biologi professionisti non hanno visto che, nella prospettiva più ampia, l'evoluzione è altrettanto scevra di valori e bella quanto la danza di Shiva, dove tutto, bellezza e bruttezza, creazione e distruzione, è espresso o concentrato in un unico percorso simmetrico complesso.

Mettendo l'uno accanto all'altro i termini "adattamento" e "assuefazione" nel titolo di questo paragrafo, ho cercato di correggere questa visione sentimentale, o per lo meno troppo ottimistica, dell'evoluzione nel suo complesso. Gli affascinanti casi di adattamento che fanno apparire la natura così intelligente e ingegnosa possono anche essere i primi passi verso la patologia e l'eccessiva specializzazione. Eppure è difficile vedere la chela del granchio e la retina umana come primi passi verso la patologia.

Si direbbe che la domanda da porre è: che cosa caratterizza gli adattamenti che si rivelano disastrosi, e in che cosa differiscono da quelli che sembrano essere benefici e che, come la chela del granchio, restano benefici nel corso delle ere geologiche?

La domanda è pressante e tocca da vicino gli attuali dilemmi della nostra civiltà. Ai tempi di Darwin ogni invenzione appariva benefica; oggi non è così. Agli occhi più acuti del Novecento ogni invenzione apparirà sospetta, e si dubiterà che i ciechi processi stocastici cooperino sempre a fin di bene.

Abbiamo un assoluto bisogno di una scienza che analizzi l'intera questione dell'adattamento e della assuefazione a tutti i livelli. Forse l'ecologia è l'inizio di una simile scienza, benché, gli ecologi siano ancora ben lungi dallo spiegarci come sfuggire alla corsa agli armamenti atomici.

In linea di principio, n, il cambiamento genetico casuale accompagnato dalla selezione naturale n,, per quanto riguarda il pensiero, i processi casuali di tentativi ed errori accompagnati dal rinforzo selettivo agiranno necessariamente per il bene della specie o dell'individuo. E a livello sociale non è ancora sicuro che le invenzioni e gli stratagemmi che vengono premiati nell'individuo siano necessariamente vantaggiosi per la sopravvivenza della società; e, per converso, le linee politiche scelte dai rappresentanti della società non sono necessariamente vantaggiose per la sopravvivenza degli individui.

Si possono addurre un gran numero di modelli che indicano come la fiducia nella selezione naturale o nel "laissez faire" sia chiaramente ingenua:

a) Il resto del sistema cambia fino ad accerchiare l'innovazione per renderla irreversibile.

b) L'interazione con altre specie o altri individui porta a un cambiamento del contesto, sicché, diventa necessaria un'ulteriore innovazione dello stesso genere e il sistema subisce un'amplificazione sempre più forte o va in fuga.

c) L'innovazione provoca altri cambiamenti entro il sistema, rendendo necessario rinunciare ad altri adattamenti.

d) La flessibilità (cioè l'entropia positiva) del sistema si esaurisce.

- e) La specie adattata è talmente favorita che distruggerà la propria nicchia ecologica per eccesso di sfruttamento.
- f) Ciò che in una prospettiva a breve termine pareva desiderabile diventa disastroso nei tempi più lunghi.
- g) La specie o l'individuo innovatore arriva ad agire come se non fosse più parzialmente dipendente dalle specie e dagli individui limitrofi.
- h) Con un processo di assuefazione l'innovatore si trova costretto a perpetuare lo sforzo di mantenere costante un certo ritmo di cambiamento. L'assuefazione sociale alla corsa agli armamenti non è fundamentalmente diversa dall'assuefazione individuale agli stupefacenti. Il buon senso spinge sempre il drogato a procurarsi un'altra dose. E così via.
- Insomma, si scoprirà che ciascuna di queste situazioni disastrose contiene un errore di 'tipo logico'. Nonostante il guadagno immediato a un livello logico, in qualche altro contesto, più ampio o più esteso nel tempo, il segno cambia e il vantaggio diventa calamità.
- Non possediamo alcuna conoscenza sistematica della dinamica di questi processi.

8. PROCESSI STOCASTICI, DIVERGENTI E CONVERGENTI.

Molto tempo fa, Ross Ashby (9) osservò che nessun sistema (n, un calcolatore n, un organismo) può produrre alcunché di "nuovo" a meno che non contenga una sorgente di casualità. Nel calcolatore si tratterà di un generatore di numeri casuali che assicurerà che la 'ricerca', le mosse per tentativi ed errori della macchina, arrivino a coprire tutte le possibilità dell'insieme da esplorare.

In altre parole, tutti i sistemi innovativi o "creativi" sono, nei termini del capitolo 2, "divergenti"; viceversa, le sequenze di eventi prevedibili sono "ipso facto", convergenti.

Ciò non significa, per inciso, che tutti i processi divergenti siano stocastici: per esserlo il processo non solo ha bisogno di un accesso alla casualità, ma anche di un comparatore interno, che nell'evoluzione prende il nome di "selezione naturale" e nel pensiero quello di "preferenza" o "rinforzo".

Può anche darsi che agli occhi dell'eternità, che vede tutto in un contesto cosmico ed eterno, "tutte" le sequenze di eventi diventino stocastiche. Agli occhi dell'eternità, o anche a quelli del paziente e compassionevole santo taoista, può esser chiaro che per dirigere il sistema totale non è necessaria alcuna preferenza ultima. Ma noi viviamo in una regione limitata dell'universo, e ciascuno di noi esiste in un tempo limitato. Per noi il divergente è reale ed è una sorgente potenziale di disordine oppure di innovazione.

Talvolta ho addirittura il sospetto che, benché, prigionieri dell'illusione, noi, con le nostre scelte e preferenze, lavoriamo per il taoista, mentre lui se ne sta comodamente seduto. (Mi viene in mente quel mitico poeta che era anche un obiettore di coscienza e che proclamava: "Io sono la civiltà per la quale si stanno battendo gli altri". Forse aveva ragione, in un certo senso?).

Comunque sia, la nostra esistenza si svolge, a quanto pare, in una biosfera limitata, la cui propensione principale è determinata da due processi stocastici combinati. Un tale sistema non può restare a lungo senza cambiare; ma il "ritmo" del cambiamento è limitato da tre fattori:

- a) La barriera di Weissmann tra il cambiamento somatico e quello genetico, discussa in questo capitolo al paragrafo 1, impedisce che le modifiche somatiche di adattamento diventino sconsideratamente irreversibili.
- b) In ciascuna generazione la riproduzione sessuata garantisce che il programma del D.N.A. degli individui nuovi non sia in violento contrasto con quello dei vecchi; si tratta di una forma di selezione naturale che agisce a livello del D.N.A., qualunque sia il significato del nuovo progetto deviante per il fenotipo.
- c) L'epigenesi agisce come un sistema convergente e conservativo; l'embrione che si sta sviluppando è, in sé, un contesto di selezione che favorisce il conservatorismo.

Fu Alfred Russel Wallace a vedere chiaramente che la selezione naturale è un processo conservativo. Il suo modello quasi cibernetico, nella lettera in cui egli spiegava la sua idea a Darwin, è stato già citato (si veda cap. 2, nota 5), ma vale la pena ripeterlo anche qui:

“L'azione di questo principio è esattamente come quella del regolatore centrifugo di una macchina a vapore, che controlla e corregge ogni irregolarità quasi ancor prima che essa diventi evidente; in modo analogo, nessuna carenza squilibrata nel regno animale può mai raggiungere dimensioni cospicue, poichè, si farebbe sentire fin dall'inizio rendendo difficile l'esistenza e quasi certa la susseguente estinzione”.

9. CONFRONTO E COMBINAZIONE DEI DUE SISTEMI STOCASTICI (10).

In questo paragrafo cercherò di rendere più precisa la descrizione dei due sistemi, di esaminare le funzioni di ciascuno di essi e infine di esaminare il carattere del più vasto sistema dell'evoluzione generale che risulta della combinazione dei due sottosistemi.

Ciascun sottosistema ha due componenti (come è implicito nella parola "stocastico", per cui si veda il Glossario): una componente casuale e un processo di selezione che agisce sui prodotti della componente casuale.

Nel sistema stocastico del quale si sono soprattutto interessati i darwinisti, la componente casuale è il cambiamento "genetico", o per mutazione o per redistribuzione dei geni tra gli individui di una popolazione. Io parto dall'assunto che la mutazione non è sensibile alle esigenze dell'ambiente o alla tensione interna dell'organismo. Ma accetto anche l'assunto che il meccanismo di selezione che agisce sugli organismi casualmente variabili comprende sia la tensione interna di ciascuna creatura sia, in seguito, le circostanze ambientali cui la creatura è soggetta.

E' di importanza fondamentale notare che, per quanto riguarda la permanenza degli embrioni in un ambiente riparato (l'uovo o il corpo materno), l'ambiente esterno non esercita una forte azione selettiva sulle novità genetiche fino a quando l'epigenesi non ha compiuto molti passi. In passato e ancora a tutt'oggi la selezione naturale esterna ha favorito quei cambiamenti che proteggono l'embrione e l'individuo immaturo dai pericoli esterni. Ne è risultata una sempre maggiore separazione tra i due sistemi stocastici.

Un altro metodo per assicurare la sopravvivenza di parte, almeno, della prole è quello di accrescerne grandemente il numero. Se ciascun ciclo riproduttivo produce "milioni" di larve, la nuova generazione può sopportare circa sei decimazioni consecutive. Ciò equivale a trattare le cause esterne di decesso come probabilistiche, senza fare alcun tentativo di adattarsi alla loro natura specifica. Con questa strategia, inoltre alla selezione interna viene data piena libertà di agire sul cambiamento.

Così, o perchè, c'è protezione della prole immatura o perchè, essa viene generata in quantità astronomiche, accade che oggi, per molti organismi, le condizioni interne costituiscano il "primo" vincolo cui deve sottostare la nuova forma. Sarà vitale la nuova forma in questo ambito? L'embrione in sviluppo sarà capace di tollerare la nuova forma, oppure il cambiamento provocherà irregolarità letali nel suo sviluppo? La risposta dipenderà dalla flessibilità somatica dell'embrione.

Soprattutto, nella riproduzione sessuata, l'accoppiamento dei cromosomi nella fecondazione impone un processo di comparazione. Ciò che vi è di nuovo nell'uovo o nello spermatozoo viene a contatto con ciò che vi è di vecchio nell'uno o nell'altro, e il confronto favorisce la conformità e la conservazione. Le novità eccessive saranno eliminate per ragioni di incompatibilità.

Al processo di fusione della riproduzione faranno seguito tutte le complessità dello sviluppo, e a questo punto l'aspetto combinatorio dell'embriologia,

sottolineato dal termine "epigenesi", imporrà nuove prove di conformità. Sappiamo che nello stato precedente tutti i requisiti di compatibilità erano stati soddisfatti, con la conseguente produzione di un fenotipo sessualmente maturo. Se non fosse stato così, quello stato non sarebbe mai potuto esistere. E' molto facile cadere nell'errore di ritenere che se il nuovo è vitale allora nel vecchio doveva esserci qualcosa che non andava. Questa opinione, cui sono inevitabilmente inclini organismi che già soffrono delle patologie causate da un cambiamento sociale rapidissimo e frenetico, è naturalmente in gran parte assurda. Ciò che è "sempre" importante è essere certi che il nuovo non sia "peggiore" del vecchio. Non è ancora assodato che una società contenente il motore a combustione interna sia vitale, o che dispositivi elettronici di telecomunicazione come la televisione siano compatibili con l'aggressiva rivalità intraspecifica prodotta dalla Rivoluzione industriale. A parità di condizioni (il che spesso non accade), il vecchio, che ha già superato più prove, ha più probabilità di essere vitale del nuovo, che non è stato ancora sottoposto ad alcuna prova. La selezione interna, allora, è la prima batteria di analisi cui è soggetta qualunque componente o combinazione genetica nuova. Viceversa, le radici immediate del secondo sistema stocastico sono nell'adattamento esterno (cioè nell'interazione tra fenotipo e ambiente). La componente casuale è data dal sistema costituito dal fenotipo in interazione con l'ambiente. Le particolari caratteristiche acquisite generate in risposta a un dato cambiamento dell'ambiente possono essere prevedibili. Se si riducono le riserve alimentari, è probabile che l'individuo dimagrisca, soprattutto attraverso la metabolizzazione del proprio grasso. L'uso e il disuso apporteranno cambiamenti nello sviluppo o nel sottosviluppo di determinati organi. E così via. Analogamente, è spesso possibile prevedere un cambiamento particolare all'interno dell'ambiente: si può prevedere che una variazione climatica verso il freddo ridurrà la biomassa locale e ridurrà quindi le riserve di cibo per molte specie di organismi. Ma ambiente e organismo presi "insieme" diventano imprevedibili (11). N, l'organismo n, l'ambiente contengono informazioni che permettano all'uno di conoscere la mossa successiva dell'altro. Ma in questo sottosistema è già presente una componente selettiva in quanto i cambiamenti somatici provocati dall'abitudine e dall'ambiente (compresa la stessa abitudine) sono adattativi. ("Assuefazione" è il nome della vasta classe di cambiamenti indotti dall'ambiente e dall'esperienza che non sono adattativi e non conferiscono vantaggi in termini di sopravvivenza). Ambiente e fisiologia insieme "propongono" cambiamenti somatici che possono essere vitali o non vitali, ed è lo stato dell'organismo in quel dato momento, così

com'è determinato dalla "genetica", che ne determina la vitalità. Come ho sostenuto nel paragrafo 4, i limiti di ciò che può essere conseguito col cambiamento somatico o con l'apprendimento sono sempre fissati in ultima analisi dalla genetica.

Insomma, la combinazione di fenotipo e ambiente costituisce dunque la componente casuale del sistema stocastico che "propone" il cambiamento; lo stato genetico "dispone", permettendo alcuni cambiamenti e impedendone altri. I lamarckiani sostengono che il cambiamento somatico controlla quello genetico, ma in realtà è vero il contrario: è la genetica che limita i cambiamenti somatici, rendendone possibili alcuni e impossibili altri.

Inoltre, il genoma dell'organismo individuale, come ciò che contiene le potenzialità del cambiamento, è quello che gli informatici chiamerebbero una "banca", una riserva di possibili percorsi alternativi di adattamento. La maggior parte di queste alternative restano inutilizzate e perciò invisibili in qualunque individuo.

Analogamente, per quanto concerne l'altro sistema stocastico, si ritiene oggi che il "pool" genico della "popolazione" sia estremamente eterogeneo. Il mescolamento dei geni nella riproduzione sessuata crea, magari raramente, tutte le combinazioni genetiche che potrebbero presentarsi. Esiste quindi una grande banca di percorsi genetici alternativi che ogni popolazione selvaggia può imboccare sotto la pressione della selezione, come dimostrano gli studi di Waddington sull'assimilazione genetica (discussi nel paragrafo 3).

Se questo quadro è corretto, tanto la popolazione quanto l'individuo sono pronti per muoversi. C'è da aspettarsi che non vi sia bisogno di attendere mutazioni appropriate, il che ha un certo interesse storico. Com'è noto, Darwin cambiò opinione sul lamarckismo nella convinzione che i tempi geologici fossero insufficienti per un processo evolutivo che agisse senza l'ereditarietà lamarckiana. Pertanto nelle edizioni successive dell'"Origine delle specie" egli accettò una posizione lamarckiana. La scoperta di Theodosius Dobzhansky che l'unità di evoluzione è la popolazione, e che la popolazione è un deposito eterogeneo di possibilità geniche, riduce fortemente il tempo richiesto dalla teoria evoluzionistica. La popolazione è in grado di rispondere immediatamente alle pressioni ambientali. L'organismo individuale è capace di cambiamenti somatici adattativi, ma è la popolazione che, tramite la mortalità selettiva, subisce i cambiamenti che vengono trasmessi alle generazioni future. Oggetto della selezione diventa la "potenzialità" del cambiamento somatico. E' sulla "popolazione" che agisce la selezione ambientale.

Passiamo ora a esaminare i contributi separati di ciascuno di questi due sistemi stocastici al processo evolutivo nel suo complesso. Chiaramente, in ciascun caso è la componente selettiva che determina la direzione di quei cambiamenti che vengono alla fine incorporati nel quadro globale.

La struttura temporale dei due processi stocastici è necessariamente diversa. Nel caso del cambiamento genetico casuale, il nuovo stato del D.N.A. esiste fin dall'istante della fecondazione, ma forse non contribuisce all'adattamento esterno se non molto più tardi. In altre parole, il primo criterio del cambiamento genetico è "conservativo". Ne segue che è questo sistema stocastico interno ad assicurare ovunque la chiara evidenza della somiglianza formale nelle relazioni interne tra le parti (cioè l'omologia). Inoltre, è possibile prevedere quale tra le molte specie di omologia sarà la più favorita dalla selezione interna: "in primo luogo" verrà favorita l'omologia citologica, quell'insieme così sorprendente di somiglianze che unisce tutto il mondo degli organismi cellulari. Ovunque guardiamo, all'interno delle cellule troviamo forme e processi confrontabili. La danza dei cromosomi, dei mitocondri e degli altri organelli citoplasmatici e la struttura ultramicroscopica uniforme dei flagelli, ovunque essi si presentino, nelle piante o negli animali - tutte queste somiglianze formali così profonde sono il risultato della selezione interna, che a questo livello elementare si concentra sul conservatorismo.

Una conclusione simile emerge quando ci s'interroga sul destino che attende i cambiamenti che hanno superato le prime prove citologiche. Un cambiamento occorso in una fase "più precoce" nella vita dell'embrione deve disturbare una catena più lunga e quindi più complessa di eventi successivi.

E' difficile o impossibile fornire una qualunque stima quantitativa della distribuzione delle omologie lungo la vita delle creature. Asserire che l'omologia predomina soprattutto nei primissimi stadi della produzione dei gameti, della fecondazione e così via, equivale a fare un'affermazione quantitativa che identifica i "gradi" dell'omologia e assegna un valore a caratteristiche quali il numero dei cromosomi, la struttura mitotica, la simmetria bilaterale, gli arti pentadattili, il sistema nervoso dorsale centrale, eccetera. Una siffatta valutazione risulta estremamente artificiale in un mondo dove (come abbiamo osservato nel capitolo 2) la quantità non determina mai la struttura. Ma il sospetto resta. Le "uniche" strutture formali comuni a tutti gli organismi cellulari - alle piante come agli animali - si trovano al livello cellulare.

Da questi ragionamenti segue una conclusione interessante: dopo tante controversie e tanto scetticismo, la teoria della ricapitolazione è ancora sostenibile. Esiste una ragione a priori per attendersi che la struttura formale degli embrioni rassomigli a quella degli embrioni delle forme ataviche più di quanto la

struttura formale degli adulti non rassomigli a quella degli adulti atavici. Non è certo questo che sognavano Haeckel e Herbert Spencer quando pensavano che l'embriologia dovesse seguire i percorsi della filogenesi. L'attuale formulazione è più negativa: deviare all'inizio del percorso è più difficile (meno probabile) che deviare più avanti.

Se fossimo ingegneri dell'evoluzione e ci trovassimo a dover scegliere un percorso filogenetico che da creature simili ai girini e capaci di nuotare liberamente portasse fino al "Balanoglossus", sessile e vermiforme, che vive nel fango, scopriremmo che il percorso evolutivo più facile eviterebbe disturbi troppo precoci e troppo drastici negli stadi di sviluppo dell'embrione. Potremmo scoprire addirittura che, segmentando l'epigenesi in stadi separati, si otterrebbe una semplificazione del processo "evolutivo". Arriveremmo allora a una creatura con larve simili a girini, capaci di nuotare liberamente, le quali ad un certo punto subirebbero una metamorfosi trasformandosi in adulti sessili e vermiformi.

Il meccanismo del cambiamento non è semplicemente permissivo o semplicemente creativo. Vi è piuttosto un determinismo continuo per cui i cambiamenti che possono intervenire sono membri di una "classe" di cambiamenti conforme a quel particolare meccanismo. Il sistema del cambiamento genetico casuale filtrato dal processo selettivo della vitalità interna conferisce alla filogenesi le caratteristiche di una diffusa omologia.

Se ora consideriamo l'altro sistema stocastico, arriviamo ad un quadro completamente diverso. Benché, l'apprendimento o il cambiamento somatico non possano mai toccare direttamente il D.N.A., è chiaro che i cambiamenti somatici (cioè i famosi caratteri acquisiti) sono di solito adattativi. Adattarsi ai cambiamenti ambientali è utile in vista della sopravvivenza individuale e/o della riproduzione e/o del semplice benessere e della riduzione delle tensioni. Le modifiche di adattamento avvengono a molti livelli, ma a ciascun livello vi è un beneficio reale o apparente. E' bene ansimare quando si sale ad alta quota, ed è bene imparare a non ansimare quando si resta a lungo in alta montagna. E' bene avere un sistema fisiologico capace di compensare uno sforzo fisiologico, anche se l'adattamento conduce all'acclimazione e l'acclimazione può significare assuefazione.

In altre parole, l'adattamento somatico crea sempre un contesto per il cambiamento genetico; se poi tale cambiamento genetico sopravvenga o no, è tutt'altro problema; io lo metterò da parte per il momento, e considererò invece lo spettro di quello che "può" esser proposto dal cambiamento somatico.

Chiaramente, questo spettro o insieme di possibilità porrà un limite esterno a ciò che può essere attuato da questa componente stocastica dell'evoluzione.

Una caratteristica comune dei cambiamenti somatici è subito evidente: "tutti" sono "quantitativi" o, come direbbero gli informatici, "analogici". Nel corpo animale il sistema nervoso centrale e il D.N.A. sono in ampia misura (e forse completamente) digitali, ma il resto della fisiologia è analogico (12).

Così, confrontando i cambiamenti genetici casuali del primo sistema stocastico con i cambiamenti somatici di risposta del secondo, incontriamo di nuovo l'asserzione generale sottolineata nel capitolo 2: "la quantità non determina la struttura". I cambiamenti genetici possono essere fortemente astratti e operare a grande distanza dalla loro espressione fenotipica ultima, e nella loro espressione finale possono indubbiamente essere quantitativi o qualitativi. Ma quelli somatici sono assai più diretti e, a mio avviso, soltanto quantitativi. Le proposizioni descrittive che forniscono alla descrizione della specie strutture comuni (cioè omologia) non sono mai disturbate, per quanto mi risulta, dai cambiamenti somatici che possono essere indotti dall'abitudine e dall'ambiente.

In altre parole, l'opposizione dimostrata da D'Arcy Thompson (si veda la figura 9) sembrerebbe aver radice in questa opposizione tra i due grandi sistemi stocastici (cioè derivare da essi).

Infine, devo mettere a confronto il duplice sistema stocastico dell'evoluzione biologica con i processi del pensiero. Anche il pensiero è caratterizzato da un siffatto duplice sistema? (Se così non fosse, l'intera struttura di questo libro sarebbe sospetta).

In primo luogo è importante notare che quello che nel capitolo 1 ho chiamato "platonismo" è oggi plausibile in base ad argomenti quasi opposti a quelli che potrebbe prediligere una teologia dualistica. Il parallelismo tra evoluzione biologica e mente viene istituito non postulando un Progettista o Artefice nascosto nel meccanismo del processo evolutivo, bensì postulando il carattere stocastico del pensiero. I critici di Darwin del secolo scorso (specie Samuel Butler) volevano introdurre nella biosfera ciò che essi chiamavano "mente" (cioè un'entelechia soprannaturale). Oggi io sottolineerei che il processo "creativo" deve sempre contenere una componente casuale. I processi esplorativi (l'interminabile procedere per "tentativi ed errori" del progresso mentale) possono conseguire la "novità" solo incamminandosi lungo percorsi presentatisi a caso, alcuni dei quali, alla prova, vengono in qualche modo selezionati per qualcosa di simile alla sopravvivenza.

Se ammettiamo che il pensiero creativo sia fundamentalmente stocastico, vi sono parecchi aspetti del processo mentale umano che suggeriscono un'analogia positiva. Cerchiamo una suddivisione binaria del processo mentale che sia stocastica in entrambe le sue metà, le quali però differiranno per il fatto che la

componente casuale dell'una sarà digitale e la componente casuale dell'altra sarà analogica.

Il modo più semplice di affrontare questo problema sembra essere quello di considerare dapprima i processi selettivi che governano e limitano il risultato. In questo caso i due metodi principali per saggiare i pensieri o le idee sono noti a tutti.

Il primo è una prova di coerenza: la nuova idea ha senso alla luce di ciò che già si conosce o si crede? Anche ammettendo che vi siano molte specie di senso e che la 'logica', come già si è visto, sia un modello poco valido di come funziona il mondo, tuttavia una certa qual conformità o coerenza (rigorosa o fantastica) è il primo requisito che il pensatore esige dalle idee che gli si presentano alla mente. Per converso, la genesi delle idee nuove dipende quasi interamente (forse non interamente) dal rimescolamento e dalla ricombinazione di idee che già si possedevano.

Vi è di fatto un parallelismo assai stretto tra questo processo stocastico all'interno del cervello e l'altro processo stocastico costituito dalla genesi dei cambiamenti genetici casuali su cui opera una selezione interna per assicurare una certa conformità tra il vecchio e il nuovo. E se esaminiamo la cosa più da vicino, la somiglianza formale sembra aumentare.

Quando ho discusso la contrapposizione tra epigenesi ed evoluzione creativa, ho sottolineato che nell'epigenesi devono essere tenute lontane tutte le informazioni "nuove", e che il processo somiglia piuttosto all'elaborazione di teoremi all'interno di una tautologia di partenza. In questo capitolo ho sottolineato che l'intero processo dell'epigenesi può essere considerato come un filtro critico ed esatto, che esige certi requisiti di conformità all'interno dell'individuo che si sviluppa.

Vediamo ora che nel processo intracranico del pensiero vi è un filtro simile che, come l'epigenesi entro l'organismo individuale, esige la conformità e la ottiene tramite un processo più o meno somigliante alla logica (cioè somigliante all'individuazione dell'appropriata tautologia per creare teoremi). Nel processo del pensiero il "rigore" è l'analogo di quello che nell'evoluzione è la "coerenza interna".

Insomma il sistema stocastico intracranico del pensiero o dell'apprendimento ha una forte somiglianza con la componente dell'evoluzione in cui i cambiamenti genetici casuali sono selezionati dall'epigenesi. Infine, allo storico delle culture viene così offerto un mondo in cui certe somiglianze formali persistono per molte generazioni di storia culturale, sicché, egli può cercare di individuare tali strutture proprio come uno zoologo cerca le omologie.

Passando ora a quell'altro processo di apprendimento o di pensiero creativo che comprende non solo il cervello dell'individuo ma anche il mondo che circonda l'organismo, vi troviamo l'analogo del processo evolutivo in cui l'esperienza, imponendo cambiamenti di abitudini e del soma, crea quella relazione tra creatura e ambiente che chiamiamo "adattamento".

Ogni azione della creatura vivente comporta una certa dose di tentativi ed errori, e un tentativo, per essere nuovo, dev'essere in qualche misura casuale. Anche se la nuova azione è solo un elemento di qualche "classe" di azioni bene esplorata, deve pur sempre diventare, appunto perchè, nuova, in qualche misura una convalida o un'esplorazione della proposizione "ecco come si deve fare".

Ma nell'apprendimento, come nel cambiamento somatico, vi sono limitazioni e facilitazioni che selezionano ciò che può essere appreso. Alcune di esse sono esterne all'organismo, altre sono interne. Nel primo caso, ciò che può essere appreso in un dato istante è limitato o facilitato da ciò che è stato appreso in precedenza. Esiste anzi un apprendimento ad apprendere, con un limite ultimo, imposto dalla costituzione genetica, per ciò che può essere cambiato immediatamente in risposta alle necessità ambientali. E' come se ad ogni passo venisse rimosso uno strato, fino ad arrivare al controllo genetico (come si è notato nella discussione sul cambiamento somatico, nel paragrafo 4).

Da ultimo, è necessario ricomporre i due processi stocastici che ho separato ai fini dell'analisi. Quale relazione formale esiste tra loro?

A mio avviso, il nocciolo della questione sta nell'opposizione tra digitale e analogico o, per dirla in altri termini, nell'opposizione tra il "nome" e il "processo" che ha quel nome.

Ma l'"assegnazione del nome" è a sua volta un processo, il quale interviene non solo nelle nostre analisi ma, in modo profondo e significativo, anche entro i sistemi che tentiamo di analizzare. Quali che siano la codificazione e la relazione meccanica fra il D.N.A. e il fenotipo, il D.N.A. rimane pur sempre in qualche modo un insieme di ingiunzioni che esigono le relazioni che si manifesteranno nel fenotipo - e, cioè, in questo senso, danno loro un nome.

E quando ammettiamo che l'assegnazione dei nomi è un fenomeno che si presenta nei fenomeni che studiamo e li organizza, riconosciamo "ipso facto" che in quei fenomeni ci attendiamo gerarchie di tipi logici.

Con Russell e coi "Principia" possiamo giungere fino a questo punto. Ma noi non ci troviamo ora nel mondo russelliano della logica astratta o della matematica, e non possiamo accettare una vuota gerarchia di nomi o di classi. Per il matematico va benissimo parlare di "nomi di nomi di nomi" o di "classi di classi di classi", ma per lo scienziato questo mondo vuoto non basta. Ciò che noi cerchiamo di

afferrare è un'interconnessione, un'interazione di passaggi digitali (ossia l'assegnazione del nome) e analogici. "Il processo di assegnazione del nome può a sua volta ricevere un nome", e questo fatto ci obbliga a sostituire alla semplice scala di tipi logici proposta dai "Principia" un'"alternanza".

In altre parole, per ricombinare i due sistemi stocastici in cui ho diviso tanto l'evoluzione quanto il processo mentale ai fini dell'analisi, dovrò considerarli come "alternantisi". Ciò che nei "Principia" appare come una scala fatta di gradini tutti uguali (nomi di nomi di nomi e così via) diventerà un'alternanza di due specie di gradini. Per passare dal "nome" al "nome del nome" dobbiamo passare attraverso il "processo" di assegnare un nome al nome. Dev'esserci sempre un processo generativo mediante il quale le classi, prima di poter ricevere un nome, vengono create.

Questo argomento assai ampio e complesso sarà il tema del capitolo 7.

NOTE AL CAPITOLO 6.

(1). Stranamente, perfino in "Evolution, Old and New" di Butler ci sono pochissime prove che egli fosse particolarmente in sintonia con il raffinato pensiero di Lamarck.

(2). Quasi tutte le specie di rospo si accoppiano nell'acqua e durante l'accoppiamento il maschio afferra la femmina con le zampe anteriori standole sul dorso. Forse "perchè," essa è viscida, in questa stagione il maschio ha sulle mani delle callosità nere e ruvide. Il rospo ostetrico, invece, si accoppia sulla terra e non ha callosità nuziali. Negli anni precedenti la prima guerra mondiale lo scienziato austriaco Paul Kammerer sostenne di aver dimostrato la famosa ereditarietà dei caratteri acquisiti costringendo rospi ostetrici ad accoppiarsi nell'acqua. In tali condizioni nel maschio si formarono le callosità nuziali. Si sostenne che queste callosità crescessero poi ai discendenti del maschio, anche sulla terra.

(3). Arthur Koestler in "The Case of the Midwife Toad" (New York, Vintage Books, 1973) riferisce che le callosità nuziali sono state trovate in almeno un rospo selvatico di questa specie. Quindi il corredo genetico necessario esiste. Questa scoperta riduce fortemente il valore di prova dell'esperimento di Kammerer.

(4). Ho un po' semplificato la regola per questa esposizione. Per un ragguaglio più completo si veda il saggio intitolato "A Reexamination of Bateson's Rule", in "Steps to an Ecology of Mind", cit. [Il saggio non compare nella traduzione italiana citata].

- (5). "Encyclopaedia Britannica", s.v. "Baer, Karl Ernst von (1792-1876)".
- (6). Per esempio, tra i più antichi Enteropneusti, animali marini vermiformi, specie diverse di quello che un tempo era considerato un unico genere "Balanoglossus" hanno un'embriologia affatto diversa. Il "B. kovalevskii" ha larve simili a girini, dotate di fessure branchiali e di notocorda, mentre altre specie hanno larve simili a quelle degli Echinodermi.
- (7). Ernst Mayr, "Populations, Species and Evolution", Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1963, p. 107.
- (8). William Paley (1743-1805) si schierò a difesa della storia della creazione secondo la Genesi molto prima della nascita di Darwin. Il suo "View of the Evidences of Christianity" (1794) è stato fino a poco tempo fa materia di studio obbligatoria per gli studenti di Cambridge che non sceglievano il greco.
- (9). W. Ross Ashby, "Introduction to Cybernetics", New York and London, John Wiley and Sons, Inc., 1956 [trad. it. "Introduzione alla cibernetica", Torino, Einaudi, 1971].
- (10). Questo paragrafo è la parte più difficile e forse più importante del libro. Il profano e specialmente il lettore cui occorra vedere l'"utilità" di tutta la riflessione troverà forse soccorso nell'Appendice, che riproduce una comunicazione inviata ai "regents" dell'Università della California.
- (11). Può essere interessante per il lettore confrontare l'imprevedibilità generata da questi due sottosistemi interagenti con l'imprevedibilità generata dall'interazione tra Alice e il fenicottero nella famosa partita di "croquet".
- (12). Si noti che a un livello epistemologico profondo l'"opposizione" tra digitale e analogico è un'opposizione davvero netta, come quella che si presenta tra i componenti dei sistemi digitali. Questa opposizione o discontinuità è una barriera fondamentale tra il somatico e il genetico (cioè una barriera che impedisce l'ereditarietà lamarckiana).

7.

DALLA CLASSIFICAZIONE AL PROCESSO.

"In principio era il Verbo e il Verbo
era con Dio e il Verbo era Dio".

Giovanni, 1, 1.

"Show me ".

Canzone dalla commedia musicale "My Fair Lady".

Nel capitolo 3 il lettore è stato invitato a meditare su un gruppo eterogeneo di casi illustranti la verità quasi lapalissiana che due descrizioni sono meglio di una.

Questa serie di casi finiva con la mia descrizione di ciò che considero "spiegazione". Affermavo che almeno un genere di spiegazione consiste nell'integrare la descrizione di un processo o di un insieme di fenomeni con una tautologia astratta su cui sia possibile proiettare la descrizione. Possono esistere altri generi di spiegazione, oppure è possibile che ogni spiegazione, ridotta all'osso, sia qualcosa di simile alla mia definizione.

Sta di fatto che il cervello non contiene altri oggetti materiali che non siano i suoi canali e circuiti e scambi e le sue riserve metaboliche e sta di fatto che tutto questo "hardware" non ha mai accesso alle storie raccontate dalla mente. Il pensiero può riguardare porci o noci di cocco, ma nel cervello non ci sono n, porci n, noci di cocco; e nella mente non ci sono neuroni, ma solo "idee" di porci e di noci di cocco. Esiste quindi sempre una certa complementarità fra la mente e gli oggetti della sua attività. Il processo di codificazione o rappresentazione che sostituisce ai porci e alle noci di cocco le idee corrispondenti è già un passo, anzi un salto notevole, nella gerarchia dei tipi logici. Il nome di una cosa non è la cosa e l'idea di porco non è il porco.

Anche se pensiamo a sistemi circuitali più ampi estendentisi oltre i limiti dell'individuo, e li chiamiamo "mente", includendo nella mente l'uomo, l'ascia, l'albero che viene abbattuto e la tacca sul tronco (1); anche se tutto ciò viene visto come un unico sistema di circuiti che soddisfano i criteri di mente avanzati nel capitolo 4, anche in questo caso, nella mente non ci sono n, l'albero n, l'uomo n, l'ascia. Tutti questi 'oggetti' sono soltanto rappresentati nella mente più vasta sotto forma di immagini e di notizie su di essi. Possiamo dire che propongono se stessi, o propongono le loro caratteristiche.

Mi sembra comunque profondamente vero che in tutto il campo della nostra indagine vale qualcosa di simile alla relazione che ho suggerito fra la tautologia e le cose da spiegare. Già il primo passo, dai porci e dalle noci di cocco al mondo delle versioni codificate, immette l'individuo pensante in un universo astratto e, a mio parere, tautologico. Va benissimo definire la spiegazione come un "mettere la tautologia e la descrizione una accanto all'altra". Ma questo è solo l'inizio della faccenda, e limiterebbe la spiegazione alla specie umana. Però, si potrebbe obiettare, i cani e i gatti accettano le cose così come sono, senza tutto questo raziocinare. E invece no: la forza del mio argomento è che il processo stesso di percezione è un atto di assegnazione a tipi logici. Ciascuna immagine è un

complesso di codificazioni e proiezioni a molti livelli; e i cani e i gatti hanno certo anch'essi le loro immagini visive. Quando vi guardano, essi vedono certamente 'voi'. Il cane morsicato da una pulce ha certo l'immagine di un 'prurito' localizzato 'lì'.

Naturalmente resta ancora da applicare quest'asserzione generale al regno dell'evoluzione biologica. Prima di accingerci a questa impresa, tuttavia, è necessario soffermarci sulla relazione tra forma e processo, trattando la nozione di "forma" come l'analogo di ciò che ho chiamato "tautologia" e la nozione di "processo" come l'analogo dell'aggregato dei fenomeni da spiegare. La forma sta al processo come la tautologia sta alla descrizione.

Questa dicotomia, presente nelle nostre menti scientifiche quando 'ci affacciamo' su un mondo di fenomeni, caratterizza anche le relazioni tra i fenomeni stessi che cerchiamo di analizzare. La dicotomia esiste al di qua e al di là della barriera che c'è tra noi e gli oggetti del nostro discorso. Le cose-in-sè (le "Dinge an sich"), inaccessibili all'indagine diretta, stanno tra loro in relazioni paragonabili alle relazioni esistenti tra loro e noi. Anch'esse (persino quelle viventi) non possono avere alcuna esperienza diretta l'una dell'altra questione di grandissima importanza e primo postulato indispensabile per qualsiasi intelligenza del mondo vivente. Ciò che è essenziale è il presupposto che le idee (in un senso molto lato del termine) abbiano una loro forza e realtà. Esse sono ciò che noi possiamo conoscere, e al di fuori di esse non possiamo conoscere nulla. Le regolarità o 'leggi' che legano insieme le idee: ecco le 'verità'. Esse sono la nostra massima approssimazione alla verità ultima.

Per rendere comprensibile questa tesi, descriverò in primo luogo il processo dell'analisi da me compiuta su una cultura della Nuova Guinea (2).

Il mio lavoro sul campo fu influenzato in misura notevole dall'arrivo in Nuova Guinea di una copia del manoscritto di "Patterns of Culture" di Ruth Benedict e dalla mia collaborazione diretta con Margaret Mead e Reo Fortune. Le conclusioni teoriche che Margaret aveva tratto dal suo lavoro sul campo furono pubblicate in "Sex and Temperament in Three Primitive Societies" (3). Il lettore che voglia approfondire la storia di queste idee teoriche può vedere il mio "Naven" e "Sex and Temperament" della Mead, oltre naturalmente all'influente lavoro della Benedict "Patterns of Culture" (4).

La Benedict aveva tentato di costruire una tipologia delle culture impiegando termini come "apollineo", "dionisiaco" e "paranoide". In "Sex and Temperament" e in "Naven" l'accento è spostato dalla caratterizzazione delle configurazioni culturali al tentativo di caratterizzare le persone, i membri delle culture che avevamo studiato. Tuttavia, usammo ancora termini legati a quelli usati dalla

Benedict. In realtà, i suoi tipi erano stati presi dal linguaggio usato per descrivere le persone. Dedicai tutto un capitolo di "Naven" al tentativo di servirmi della vecchia classificazione di Kretschmer che aveva suddiviso le persone in temperamenti "ciclotimici" e "schizotimici" (5). Io usai questa tipologia come una mappa astratta sulla quale analizzare le mie descrizioni degli uomini e delle donne Iatmul.

Questa analisi, e specialmente il fatto di differenziare i tipi dei sessi (il che sarebbe stato estraneo alle idee di "Patterns of Culture"), mi allontanò dalla tipologia e mi condusse a questioni di processo. Diventò naturale considerare i dati sugli Iatmul come paradigmatici delle interazioni tra uomini e donne destinate a creare nei due sessi quella differenziazione di ethos che stava alla base della mia tipologia delle persone. Cercai di vedere come il comportamento degli uomini potesse stimolare e determinare quello delle donne e viceversa.

In altre parole, passai da una classificazione o tipologia a uno studio dei processi che generavano le differenze riassunte nella tipologia.

Ma il passo successivo fu dal processo a una "tipologia del processo". Indicai i processi col termine generale di "schismogenesi" e, dopo aver dato loro un nome, passai alla loro "classificazione". Mi fu chiaro che era possibile stabilire una dicotomia fondamentale. I processi di interazione che avevano in comune la potenzialità generale di provocare la schismogenesi (dapprima, cioè, di determinare il carattere negli individui e poi di creare una tensione intollerabile) erano in realtà classificabili in due grandi generi: quelli simmetrici e quelli complementari. Applicai il termine "simmetrico" a tutte quelle forme di interazione che potevano essere descritte in termini di competizione, rivalità, emulazione reciproca e così via (cioè quelle in cui determinate azioni di A spingevano B ad azioni dello stesso genere, le quali a loro volta spingevano A a nuove azioni simili, e così via. Se A cominciava a vantarsi, questo stimolava B a vantarsi ancora di più, e viceversa).

Applicai invece il termine "complementare" alle sequenze interattive in cui le azioni di A e di B erano diverse ma si combinavano l'una con l'altra (ad esempio: autorità-sottomissione, esibizionismo-ammirazione, dipendenza-assistenza). Notai che queste coppie di relazioni potevano anch'esse risultare schismogeniche (ad esempio, la dipendenza poteva stimolare l'assistenza e viceversa).

A questo punto possedevo una classificazione o tipologia non delle persone ma dei "processi", e mi fu facile e naturale passare da questa classificazione a pormi il problema di che cosa sarebbe potuto scaturire dall'interazione fra i processi suddetti. Che cosa sarebbe accaduto se la rivalità simmetrica (che di per sé dava

luogo a una schismogenesi "simmetrica" da eccessiva competizione) si fosse mescolata con la dipendenza-assistenza "complementare"?

E difatti tra i processi così definiti vi erano interazioni interessantissime. Risultò che i temi di interazione simmetrici e complementari si negano a vicenda (cioè hanno effetti opposti sulla relazione), sicché, quando la schismogenesi complementare (ad esempio autorità-sottomissione) diventa troppo sgradevole, un po' di competizione allenta la tensione; viceversa, quando la competizione va troppo in là, un po' di dipendenza risulta gradita.

In seguito, sotto la voce "estremi legati" ["end-linkage"] (6), studiai alcune delle permutazioni possibili dei temi complementari combinati. Ne venne fuori che una differenza di premesse, di coreografia, quasi, tra la cultura inglese delle classi medie e quella americana è legata al fatto che in Inghilterra l'ammirazione è una funzione eminentemente filiale (cioè è legata alla dipendenza e alla sottomissione), mentre in America è una funzione eminentemente parentale (cioè è legata all'assistenza e all'autorità).

Tutto ciò è stato esposto nei dettagli altrove. Ciò che importa osservare in questo contesto è che i miei procedimenti di indagine erano scanditi da un'alternanza tra la classificazione e la descrizione dei processi. Senza alcun disegno consapevole, ero salito su per una scala che toccava alternativamente la descrizione e il vocabolario della tipologia. Ma questa classificazione in tipi delle persone mi ricondusse allo studio dei processi attraverso i quali le persone arrivavano a essere così com'erano. Questi processi vennero quindi classificati in "tipi" di processi, e anche a questi assegnai un nome. Il passo successivo mi portò dalla classificazione in tipi dei processi allo studio delle interazioni tra i processi così classificati.

Questa scala a zigzag fra la tipologia da una parte e lo studio dei processi dall'altra è illustrata nella figura 10.

Ora intendo dimostrare come le relazioni implicite o immanenti negli eventi della mia esperienza personale che ho appena raccontato (cioè la linea spezzata dei passaggi dalla forma al processo e di qui alla forma) offrono un paradigma suggestivo per la rappresentazione di molti fenomeni, alcuni dei quali già menzionati.

Intendo dimostrare che questo paradigma non è limitato al resoconto personale di come venne costruita una teoria particolare, ma ricorre ripetutamente ovunque vi sia, nell'organizzazione dei fenomeni, un predominio del processo mentale, così com'è definito nel capitolo 4. In altre parole, quando estrapoliamo la nozione di tipo logico dall'ambito della logica astratta, e sulle gerarchie di questo paradigma cominciamo a proiettare gli eventi biologici reali, ci troviamo subito di fronte al fatto che nel mondo dei sistemi mentali e biologici la gerarchia non è soltanto un

elenco di classi, classi di classi e classi di classi di classi, ma è diventata anche una "scala a zigzag dialettica tra forma e processo".

Direi che la natura stessa della percezione segue questo paradigma; che l'apprendimento deve essere modellato secondo lo stesso genere di paradigma a zigzag; che nel mondo sociale la relazione tra amore e matrimonio o tra educazione e posizione sociale segue necessariamente un paradigma simile; che nell'evoluzione la relazione tra cambiamento somatico e cambiamento filogenetico e la relazione tra prodotto del caso e risultato della selezione hanno questa forma a zigzag. Esistono, direi, relazioni simili a un livello più astratto, tra speciazione e variazione, tra continuità e discontinuità, tra numero e quantità. In altre parole, io ritengo che la relazione, tratteggiata in modo piuttosto ambiguo nella storia della mia analisi di una cultura della Nuova Guinea, sia in realtà una relazione che risolverà un grandissimo numero di antichi enigmi e controversie nel campo dell'etica, dell'educazione e della teoria dell'evoluzione.

Comincerò da una distinzione di cui sono debitore a Horst Mittelstaedt, il quale osservò che vi sono due "generi" di metodi di perfezionamento di un'azione adattativa (7). Supponiamo che l'azione sia di sparare a un uccello, e supponiamo dapprima che si debba usare una carabina. Il tiratore guarderà nel mirino e noterà un errore di mira; correggerà l'errore creandone forse un altro, che a sua volta correggerà, e così via, finché sarà soddisfatto. Allora premerà il grilletto e sparerà. Ciò che è importante è il fatto che l'azione autocorrettiva viene compiuta "all'interno" della singola azione di sparare. Per caratterizzare nel suo complesso questo genere di metodi di perfezionamento di un'azione adattativa, Mittelstaedt usa il termine "feedback" ["retroazione"].

Si consideri invece il caso di un uomo che spara a un uccello in volo con uno schioppo o che usa una pistola tenendola sotto un tavolo, sicché, non può correggere la mira. In questi casi deve necessariamente accadere quanto segue: attraverso gli organi di senso viene introdotto un aggregato di informazioni; sulla base di queste informazioni si compie il calcolo; sulla base del risultato (approssimativo) di tale calcolo viene premuto il grilletto. Non vi è alcuna possibilità di correggere gli errori all'interno della singola azione. Per conseguire un qualunque miglioramento, la correzione dev'essere eseguita su un'ampia "classe" di azioni. Se si vuole diventare abili nell'arte del tiro con lo schioppo o con una pistola tenuta sotto un tavolo bisogna esercitarsi a lungo, usando un piattello o qualche bersaglio fittizio. La lunga pratica serve a imparare a correggere l'"assetto" dei propri nervi e muscoli in modo da fornire 'automaticamente' una prestazione ottimale al momento critico. Questo genere di metodi è detto da Mittelstaedt "calibrazione".

Sembra che in questi casi la “calibrazione” stia alla “retroazione” come il tipo logico superiore sta a quello inferiore. Questa relazione è indicata dal fatto che l'autocorrezione nell'uso dello schioppo è possibile solo sulla base di informazioni derivanti dalla pratica (cioè sulla base di una "classe" di azioni passate e compiute). Naturalmente è vero che anche l'abilità nell'uso della carabina può essere accresciuta con l'esercizio. Le componenti dell'azione che vengono così migliorate sono comuni all'uso sia della carabina sia dello schioppo. Con l'esercizio, il tiratore migliorerà il proprio assetto di tiro, imparerà a premere il grilletto senza alterare la mira, imparerà a sincronizzare l'istante dello sparo con l'istante dell'aggiustamento della mira, in modo da non correggere troppo, e così via. Il miglioramento di queste componenti del tiro con la carabina dipende dall'esercizio e da quella calibrazione di nervi, muscoli e respirazione che viene fornita dalle informazioni derivanti da una classe di azioni compiute. Rispetto alla mira, tuttavia, dalla differenza tra il singolo esempio e la classe di esempi segue la differenza di tipo logico. E' anche evidente che ciò che Mittelstaedt chiama "calibrazione" è un caso particolare di ciò che io chiamo "forma" o "classificazione", e che la sua "retroazione" è paragonabile al mio "processo".

La domanda successiva concerne ovviamente la relazione tra le tre dicotomie: forma/processo, calibrazione/retroazione e tipi logici superiori/inferiori. Si tratta di sinonimi? Cercherò di dimostrare che forma/ processo e calibrazione/retroazione sono effettivamente sinonimi, mentre la relazione fra tipi logici superiori e inferiori è più complessa. Da quanto detto risulta chiaro sia che la struttura può determinare il processo, sia che, per converso, il processo può determinare la struttura. Ne segue che deve esistere una relazione tra due livelli di struttura mediati da un'interposta descrizione del processo. Credo che questo sia l'analogo, nel mondo reale, del passaggio astratto che Russell compie dalla "classe" alla "classe di classi".

Consideriamo la relazione fra retroazione e calibrazione in un esempio gerarchico quale è quello della regolazione della temperatura in un'abitazione dotata di caldaia e termostato e con un abitante (figura 11).

Al livello più basso c'è la temperatura. Questa temperatura effettiva agisce istante per istante (è un "processo") su un termometro (una sorta di organo di senso), che è collegato con l'intero sistema in modo tale che la temperatura, espressa dalla curvatura di una lamina bimetallica, apra o chiuda un circuito elettrico (un interruttore, un calibratore) che comanda la caldaia. Quando la temperatura sale sopra un certo livello, l'interruttore viene commutato su “SPENTO”; quando la temperatura scende sotto un certo altro livello inferiore, l'interruttore viene

commutato su "ACCESO". La temperatura della casa fluttuerà quindi intorno a un certo valore compreso fra i due punti di soglia. A questo livello il sistema è un semplice servocircuito, come descritto nel capitolo 4.

Tuttavia, questo semplice circuito con retroazione è regolato da un calibratore posto nella stessa cassetta che contiene il termometro. Su questa cassetta c'è una manopola che il padrone di casa può girare per cambiare l'assetto, o regolazione, del termostato e far così fluttuare la temperatura della casa intorno a un valore diverso. Si noti che nella cassetta si trovano "due" calibratori: il regolatore dello stato ACCESO/SPENTO, e il regolatore della temperatura ALTA/BASSA, intorno alla quale funzionerà il sistema. Se la temperatura media è stata fino a quel momento di 18 gradi, il padrone di casa potrà dire: "Ho avuto un po' freddo ultimamente". Egli giudicherà in base a un "campione" della propria esperienza e poi cambierà la regolazione, portandola a una temperatura che gli sembri più confortevole. Il valore della regolazione (cioè la calibrazione corrente della retroazione) è a sua volta regolato da una retroazione, il cui organo di senso è situato non sulla parete del soggiorno bensì nella pelle dell'uomo.

Ma la regolazione dell'uomo - detta di solito la sua "soglia" - è a sua volta stabilita da un sistema a retroazione. L'uomo può diventare capace di tollerare meglio il freddo se conduce una vita dura o viene esposto al gelo, e può diventare meno tollerante in seguito a un lungo soggiorno ai tropici. Può anche darsi che egli si dica: "Mi sto rammollendo", e che cominci a fare dello sport all'aria aperta, il che finirà per modificare la sua calibrazione. Inoltre, l'uomo potrebbe essere spinto a sottoporsi a un addestramento particolare o a esporsi al freddo in seguito a un cambiamento di posizione sociale: potrebbe farsi monaco o entrare nell'esercito, e acquistare così una calibrazione conforme a una precisa posizione sociale.

In altre parole, le retroazioni e le calibrazioni si alternano in una successione gerarchica. Si osservi che ad ogni alternanza completa (da calibrazione a calibrazione o da retroazione a retroazione) la sfera di pertinenza che stiamo analizzando si allarga. All'estremità più semplice e più bassa della scala a zigzag, la sfera di pertinenza era una caldaia, accesa o spenta; al livello successivo, era una casa la cui temperatura fluttuava intorno a certi valori. Al livello successivo, tale temperatura poteva essere cambiata entro una sfera di pertinenza ora comprendente la casa "più" il suo abitante per un intervallo di tempo molto più lungo, durante il quale l'uomo compiva varie attività esterne.

A ciascuno zig-zag della scala la sfera di pertinenza aumenta. In altre parole, vi è un cambiamento di tipo logico dell'informazione raccolta a ciascun livello dall'organo di senso.

Consideriamo un altro esempio: un tale viaggia in automobile a 100 chilometri all'ora e mette così in allarme l'organo di senso (per esempio il radar) di un agente della stradale. La regolazione o soglia dell'agente gli impone di reagire a qualunque differenza che superi i 15 chilometri all'ora sopra o sotto il limite di velocità.

La soglia dell'agente è stata stabilita dal capo del comando di polizia locale, che ha agito in modo autocorrettivo tenendo conto degli ordini (cioè della calibrazione) ricevuti dalla capitale dello Stato.

La capitale dello Stato ha agito in modo autocorrettivo, poichè, i legislatori hanno tenuto conto dei loro elettori. Gli elettori, a loro volta, avevano fissato una calibrazione all'interno del potere legislativo a favore della linea politica democratica o di quella repubblicana.

Notiamo anche qui una scala alternata di calibrazioni e retroazioni che sale verso sfere di pertinenza sempre più ampie e verso informazioni sempre più astratte e decisioni sempre più vaste.

Si osservi che all'interno del sistema di polizia e di applicazione delle leggi, anzi, in tutte le gerarchie, è assolutamente sconsigliabile che vi siano contatti diretti tra livelli non consecutivi. Per il complesso dell'organizzazione non è bene che esista un canale di comunicazione tra il guidatore dell'automobile e il capo della polizia statale. Questa comunicazione nuoce al morale delle forze di polizia. E neppure è bene che il poliziotto abbia accesso diretto al potere legislativo, poichè, ciò danneggerebbe l'autorità del capo della polizia.

Analogamente, è altrettanto sconsigliabile scendere di due o più gradini nella gerarchia. Il poliziotto non deve esercitare un controllo diretto sull'acceleratore o sul sistema frenante dell'automobile.

L'effetto di un tale salto di livelli, verso l'alto o verso il basso, è che le informazioni che costituiscono una base di decisione adeguata a un livello saranno invece usate come base per prendere decisioni a qualche altro livello, una comune confusione di tipi logici.

Nei sistemi legali e amministrativi questo salto di livelli logici si chiama legislazione "ex post facto". In una situazione familiare errori analoghi si chiamano "doppi vincoli". In genetica, la barriera di Weissmann, che impedisce l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, sembra evitare disastri di questa natura. Permettere un'influenza diretta dello stato somatico sulla struttura genetica potrebbe distruggere la gerarchia dell'organizzazione interna della creatura. Quando confrontiamo "l'imparare" a sparare con la carabina con "l'imparare" a sparare con lo schioppo, introduciamo un'ulteriore complicazione nel semplice paradigma astratto della gerarchia dei tipi logici russelliani. Entrambe le

operazioni comprendono sequenze cibernetiche e autocorrettive; ma la differenza sistemica tra di esse salta immediatamente agli occhi quando le sequenze vengono considerate come contesti di apprendimento.

Il caso della carabina è relativamente semplice. L'errore che dev'essere corretto (cioè l'informazione che dev'essere usata) è la "differenza" tra la mira della canna e la direzione del bersaglio, rivelata dall'allineamento tra mirino e bersaglio. Può darsi che il tiratore debba percorrere molte volte questo circuito: ricevere la notizia dell'errore, correggerlo, ricevere la notizia del nuovo errore, correggerlo, ricevere la notizia di un errore nullo o minimo e infine sparare.

Ma si osservi che il tiratore, nei calcoli che fa al giro successivo, non riporta (o non ha bisogno di riportare) notizie su ciò che è accaduto nel primo giro. L'unica informazione pertinente è l'errore di quel dato istante. Egli non ha bisogno di cambiare "se stesso".

L'uomo con lo schioppo si trova in una situazione completamente diversa. Per lui tra mirare e tirare non vi è alcun intervallo che possa permettergli di correggere la mira prima di premere il grilletto (8). Mirare-e-sparare (con i trattini) è un'unica azione il cui successo o fallimento dev'essere riportato come informazione alla successiva azione di tiro. E' l'intera operazione che dev'essere migliorata, e pertanto l'oggetto dell'informazione è l'intera operazione.

Alla successiva azione di tiro, il tiratore deve calcolare la propria azione basandosi sulla posizione del nuovo bersaglio "e inoltre" sulle informazioni intorno a ciò che ha fatto nel precedente giro del circuito cibernetico e sulle informazioni intorno all'esito di quelle azioni.

Nel terzo giro del circuito, davanti a un nuovo bersaglio, idealmente egli dovrebbe usare le informazioni relative alla "differenza" tra ciò che è accaduto nel primo giro e ciò che è accaduto nel secondo. Potrebbe usare queste informazioni a un livello cinestetico non verbale, dicendo a se stesso con un'immagine muscolare: "Ecco cosa provavo quando ho corretto troppo".

Chi tira con la carabina percorre semplicemente il proprio circuito cibernetico un certo numero di volte "separate"; chi tira con lo schioppo deve invece acquisire via via la propria abilità per accumulazione, inserendo le esperienze successive, come scatole cinesi, ciascuna nel contesto delle informazioni ricavate da tutte le precedenti esperienze pertinenti (9).

Da questo paradigma si vede chiaramente che l'idea di 'tipo logico', quando venga trapiantata dai regni astratti abitati dai filosofi della logica matematica al caotico regno degli organismi, assume un aspetto molto diverso. Invece di una gerarchia di classi ci si trova di fronte a una gerarchia di "ordini di ricorsività".

Il problema che ora pongo a proposito di questi esempi di calibrazione o retroazione riguarda la necessità di distinguere questi due concetti nel mondo reale. Nelle catene descrittive più lunghe, quelle riguardanti il termostato domestico e l'applicazione di una legge o di una norma, sono i fenomeni stessi che contengono una siffatta dicotomia di organizzazione (o che ne sono caratterizzati)? Oppure tale dicotomia è un puro prodotto della mia descrizione? Queste catene possono essere immaginate "senza" un'alternanza immanente di retroazione e calibrazione? Questa alternanza è forse alla base stessa del modo in cui è costituito il mondo dell'azione adattativa? Si devono forse ampliare le caratteristiche del processo mentale (si veda il capitolo 4) fino a far loro comprendere la calibrazione e la retroazione?

Certamente non mancherà chi "preferisce" credere che il mondo sia in prevalenza segmentato da processi di calibrazione, come quei tipologi che secondo Ernst Mayr non potranno mai capire la selezione naturale. E vi sarà anche chi vede solo processi di retroazione.

In particolare, Eraclito, con la sua famosa massima "nessuno può entrare due volte nello stesso fiume", si rallegrirebbe tutto alla vista dell'uomo con lo schioppo, e giustamente potrebbe dire: "Nessuno può sparare due volte con uno schioppo", poichè, a ogni tiro si tratterà di un uomo diverso, diversamente calibrato. Ma poi, ricordando il proprio detto che tutto scorre e nulla è fermo, Eraclito potrebbe fare dietrofront e negare l'esistenza stessa della calibrazione. Dopo tutto, l'essenza della calibrazione è la quiete: il punto in quiete è il perno del mondo in rotazione.

Io credo che la risoluzione di questo problema dipenda dalle nostre idee sulla natura del tempo (così come i paradossi di astrazione russelliani vengono risolti quando nel ragionamento s'introduce il tempo; si veda il capitolo 4).

Il prolungato processo dell'imparare a sparare con lo schioppo è "necessariamente" discontinuo, poichè, le informazioni su se stessi (cioè le informazioni necessarie per la calibrazione) possono essere raccolte solo "dopo" il momento del tiro. In effetti, sparare con uno schioppo sta al maneggiarlo come la gallina sta all'uovo. La famosa battuta di Samuel Butler, che la gallina è il sistema usato dall'uovo per fare un altro uovo dovrebbe essere così corretta: il fatto che la gallina riesca poi ad allevare una covata è la prova che l'uovo da cui è nata era davvero buono. Se il fagiano cade, lo schioppo è stato maneggiato bene, e l'uomo era ben calibrato. Questa prospettiva rende necessariamente discontinuo il processo di come imparare a maneggiare uno schioppo. L'apprendimento può avvenire solo per incrementi separati, ai vari istanti di tiro successivi.

Analogamente, il sistema di regolazione termostatica della temperatura domestica e il sistema di applicazione di una legge sono necessariamente discontinui per motivi legati al "tempo". Se un evento qualunque deve dipendere da qualche caratteristica di un campione multiplo di qualche altra specie di evento, perchè, tale campione si possa accumulare deve trascorrere del tempo, e questo intervallo di tempo segmenterà l'evento dipendente, producendo una discontinuità. Ma naturalmente in un mondo di causalità puramente fisica questi 'campioni' non esisterebbero. I campioni sono puri prodotti della descrizione, creature della mente e foggiatori del processo mentale.

Un mondo del senso, dell'organizzazione e della comunicazione non è concepibile senza discontinuità senza soglia. Se gli organi di senso possono ricevere soltanto notizie di differenze, e se i neuroni o si eccitano o non si eccitano, allora la soglia diviene necessariamente una caratteristica del modo in cui è composto il mondo vivente e mentale.

Il chiaroscuro è un'ottima cosa, ma William Blake ci dice recisamente che gli uomini saggi vedono i contorni e perciò li tracciano.

NOTE AL CAPITOLO 7.

(1). Si veda "Steps to an Ecology of Mind", cit., p. 458 [trad. it. p. 476].

(2). Si veda G. Bateson, "Naven", Cambridge, Cambridge University Press, 1936; Stanford, Cal., Stanford University Press, 1958.

(3). New York, William Morrow & Co., 1935.

(4). New York, Houghton Mifflin & Co., 1934.

(5). Questi termini ormai praticamente scomparsi dall'uso derivavano dall'opposizione tra la psicosi maniaco-depressiva e quella schizofrenica.

"Ciclotimico" indicava il temperamento di coloro che, secondo Kretschmer, erano inclini alla psicosi maniaco-depressiva, mentre "schizotimico" indicava il temperamento degli schizofrenici potenziali. Si veda E. Kretschmer, "Physique and Character", New York, Cooper Square Publications, 1925 [ed. orig. "Körperbau und Charakter", Berlin, 1921] e il mio "Naven", cit., cap. 12.

(6). G. Bateson, "Morale and National Character", in "Civilian Morale", a cura di G. Watson, Boston, Houghton Mifflin & Co. 1942; ristampato in "Steps to an Ecology of Mind", cit. [trad. it. "Morale e carattere nazionale", in "Verso un'ecologia della mente", cit.].

(7). Il primo passo verso questa idea lo devo alla presentazione che Mittelstaedt fece nel 1960 di un suo studio su come la mantide religiosa cattura le mosche. Si

veda "The Analysis of Behavior in Terms of Control Systems", in "Transactions of the Fifth Conference on Group Process", New York, Josiah Macy Jr. Foundation, 1960.

(8). Io imparai a sparare durante la seconda guerra mondiale, con una pistola automatica dell'esercito. L'istruttore mi faceva stare con la schiena rivolta a un grosso albero distante circa due metri, la destra ben stretta sull'arma, che avevo al fianco nella fondina. Dovevo fare un balzo e contemporaneamente voltarmi, estrarre la pistola e sparare prima che i piedi toccassero terra. L'ideale era che la pallottola colpisse l'albero, ma la velocità e la scorrevolezza dell'operazione erano più importanti della precisione.

(9). La questione dei criteri di pertinenza ci porterebbe troppo lontano, a problemi di apprendimento contestuale e di altri livelli di apprendimento.

8.

E ALLORA?

"O, reason not the need: our basest beggars

Are in the poorest things superfluous:

Allow not nature more than nature needs,

Man's life is cheap as beast's".

[Oh, non calcolatemi il bisogno / I nostri mendicanti più meschini / nella cosa più povera hanno il superfluo; / negate alla natura più del suo bisogno / e la vita dell'uomo è vile quanto quella di una bestia.]

SHAKESPEARE, "King Lear", II, 4.

Figlia. E allora? Ci parli di quattro o cinque importanti presupposti e di grandi sistemi stocastici; e partendo di lì noi dovremmo immaginare come "è" il mondo? Ma...

Padre. No, no. Ti ho anche parlato dei limiti dell'immaginazione. Dovresti quindi sapere che non puoi immaginare il mondo come "è". (Perché, poi sottolineare questa paroletta?). E ti ho parlato del potere di autoconvalida delle idee: ti ho detto che il mondo in parte diviene - viene ad essere - come è immaginato.

F. E questa sarebbe l'evoluzione? Questo continuo muoversi e fluire delle idee per mettere d'accordo tutte le idee? Ma non sarà mai possibile.

P. Sì, è vero. Tutto si muove e ruota intorno alle verità. "Cinque più sette continuerà a far dodici". Nel mondo delle idee, i numeri continueranno ad essere

in contrapposizione con le quantità. Probabilmente la gente continuerà a usare i "numerali" come nomi sia per le quantità sia per i numeri. E continuerà a lasciarsi fuorviare dalle proprie cattive abitudini, e così via. Però, sì, la tua immagine dell'evoluzione è esatta. E ciò che Darwin chiamava "selezione naturale" è l'affiorare della tautologia o presupposto secondo cui ciò che resta vero più a lungo resta appunto vero più a lungo di ciò che non resta vero altrettanto a lungo.

F. Sì, lo so che ti piace declamare questa frase. Ma le verità restano vere per sempre? E queste cose che tu chiami "verità" sono tutte tautologiche?

P. Piano, piano. Ci sono almeno tre domande, tutte legate fra loro. Al tempo. Primo, "no". Le nostre opinioni sulle verità possono benissimo cambiare. Secondo, se le verità che sant'Agostino chiamava verità "eterne" siano vere per sempre a prescindere dalle nostre opinioni, questo io non posso saperlo.

F. Ma puoi "sapere" se è tutto tautologico?

P. No, naturalmente. Ma una volta fatta la domanda, non posso evitare di avere un'opinione.

F. Allora, lo è?

P. Lo è che cosa?

F. Tautologico?

P. E va bene. La mia opinione è che la Creatura, il mondo dei processi mentali, è sia tautologica sia ecologica. Voglio dire che è una tautologia capace di guarire lentamente da sola. Se la si lascia stare, qualunque ampia porzione di Creatura tende a stabilizzarsi verso la tautologia, cioè verso una "coerenza interna" di idee e di processi. Ma ogni tanto la coerenza si lacera, la tautologia si infrange come la superficie di uno stagno quando vi si getta un sasso. Poi, lentamente ma immediatamente, la tautologia comincia a guarire. E la guarigione può essere spietata: nel corso di questo processo possono venire sterminate intere specie.

F. Ma, papà, potresti derivare la coerenza dall'idea che essa ricomincia sempre a guarire.

P. Ecco dunque, la tautologia non è infranta, è solo spinta al livello di astrazione successivo, al successivo tipo logico. Ecco.

F. Ma quanti livelli ci sono?

P. No, questo non posso saperlo. Non posso sapere n, se si tratti in ultima analisi di una tautologia n, quanti livelli logici possiede. Io mi ci trovo dentro e perciò non posso conoscere i suoi limiti esterni - ammesso che ne abbia.

F. Mi pare deprimente. Ma il punto della faccenda qual è?

P. No, no: se tu fossi innamorata non faresti questa domanda.

F. Vuoi dire che è l'amore?

P. Ma no. Il mio no era un commento alla tua domanda, non una risposta. E' una domanda che va bene per un industriale occidentale e per un ingegnere. Tutto questo libro riguarda appunto l'errore insito nella tua domanda.

F. Questo nel libro non l'hai mai detto.

P. Ci sono milioni di cose che non ho mai detto. Ma risponderò alla tua domanda: possiede milioni - un numero infinito - di "punti", come li chiami tu.

F. Ma allora è come se non ne avesse nessuno... Papà, è una sfera?

P. Ma sì, come metafora può andare. Una sfera multidimensionale, forse.

F. Mmm... una tautologia che guarisce da sola, che è anche una sfera, una sfera multidimensionale.

F. E a questo punto?

P. Ma ti ripeto che non c'è un "questo punto". Milioni di punti o nessuno.

F. E allora perchè, scrivere questo libro?

P. E' diverso. Questo libro, o tu e io che parliamo, eccetera... questi sono soltanto pezzetti del più grande universo. La tautologia complessiva che guarisce da sola non ha 'punti' che tu possa contare. Ma quando la suddividi in tanti pezzetti, la cosa è diversa. Quando l'universo viene dissezionato compare il 'fine'. Quello che Paley chiamava "disegno" e Darwin chiamava "adattamento".

F. Un prodotto della dissezione e basta? Ma a che serve la dissezione? Tutto questo libro è una dissezione. A che serve?

P. Sì, in parte è una dissezione, in parte è una sintesi. E penso che a un macroscopio abbastanza grosso nessuna idea può essere sbagliata, nessuna finalità distruttiva, nessuna dissezione fuorviante.

F. Tu hai detto che noi ci limitiamo a "creare" le parti di una totalità.

P. No, ho detto che le parti sono "utili" quando vogliamo descrivere delle totalità.

F. Allora tu vuoi descrivere delle totalità? Ma quando l'hai fatto, che cosa ci hai guadagnato?

P. E va bene, diciamo che noi viviamo, come ho detto, in una tautologia che guarisce da sola, la quale più o meno sovente viene lacerata in modo più o meno grave. Così sembra che vadano le cose nella nostra zona di spazio-tempo. Direi anche che qualche lacerazione del sistema ecologico tautologico sia addirittura - in un certo modo - positiva. Può darsi che la sua capacità di guarire da solo abbia bisogno di esercitarsi, come dice Tennyson, "affinch, una sola buona consuetudine non abbia a corrompere il mondo".

E, naturalmente, la morte ha questo lato positivo: per quanto un uomo sia buono, se resta in circolazione per troppo tempo diventa un pernicioso inconveniente. La lavagna su cui si accumulano tutte le informazioni dev'essere cancellata, e i suoi eleganti caratteri devono essere ridotti a una disordinata polvere di gesso.

F. Ma...

P. E così via. All'interno dell'ecologia più grande e più duratura ci sono sottocicli di vita e di morte. Ma che dire della morte del sistema più ampio? Della "nostra" biosfera? Forse agli occhi del cielo o di Shiva, ciò non ha importanza. Ma noi non ne conosciamo altre.

F. Ma il tuo libro ne fa parte.

P. E' naturale. Però, sì, capisco che cosa vuoi dire, e naturalmente hai ragione. N, il cervo n, il leone di montagna hanno bisogno di una giustificazione per esistere, e neppure il mio libro, in quanto parte della biosfera, ha bisogno di una giustificazione. Neanche se ho torto marcio!

F. Possono aver "torto" il cervo o il leone di montagna?

P. Qualunque specie può finire in un vicolo cieco evolutivo e immagino che questa specie commetta un qualche errore, per così dire, se è complice della propria estinzione. Oggi la specie umana, come tutti sappiamo, può distruggere se stessa da un momento all'altro.

F. E allora? Perché, scrivere il libro?

P. Be', in ciò vi è anche un po' di orgoglio, il desiderio che se stiamo tutti marciando imperterriti verso il mare come tanti lemming, vi sia almeno un lemming che prenda appunti e dica: "Io ve l'avevo detto". Credere di poter arrestare la corsa verso il mare sarebbe una presunzione ancora più grande che dire: "Io ve l'avevo detto".

F. Mi sembra che tu stia dicendo delle sciocchezze, papà. Non ti vedo come l'unico lemming intelligente che prende appunti sull'autodistruzione degli altri. Non è da te... ecco. Nessuno comprerà il libro di un lemming sardonico.

P. Già, ma... E' bello vedere che il proprio libro si vende, però è sempre una sorpresa, credo. In ogni caso non è di questo che stiamo parlando ora. (E ti sorprenderebbe sapere quanti libri di lemming sardonici in realtà si vendono molto bene).

F. E allora?

P. Dopo aver rimuginato queste idee per cinquant'anni, ho cominciato pian piano a vedere chiaramente che la stupidità non è necessaria. Ho sempre odiato la

stupidità e ho sempre pensato che fosse una condizione necessaria della religione. Ma sembra che non sia così.

F. Oh, allora è "questo" l'argomento del libro?

P. Vedi, si predica la "fede" e si predica l'"abbandono". Ma io volevo la "chiarezza". Tu potresti dire che la fede e l'abbandono sono necessari per sostenere la ricerca della chiarezza, ma io ho cercato di evitare il genere di fede che porta a nascondere le lacune della chiarezza.

F. Continua.

P. Be', ci sono state delle svolte. Una fu quando capii che l'idea di magia di Frazer era alla rovescia, o al contrario. Sai, l'idea tradizionale è che la religione si sia sviluppata dalla magia, ma io penso che sia stato il contrario... che la magia sia una sorta di religione degenerare.

F. Allora che cosa "non" credi?

P. Be', per esempio non credo che lo scopo originale della danza della pioggia fosse quello di 'far mandare' la pioggia. Ho il sospetto che questo sia un fraintendimento degenerare di un bisogno religioso molto più profondo: affermare l'appartenenza a quella che possiamo chiamare la "tautologia ecologica", le verità eterne della vita e dell'ambiente. C'è sempre la tendenza - il bisogno, quasi - di volgarizzare la religione, di trasformarla in spettacolo, in politica, in magia, in 'potere'.

F. E la percezione extrasensoriale? E la materializzazione? E l'esperienza extracorporea? E lo spiritismo?

P. Tutti sintomi, tentativi sbagliati di compiere sforzi ingegnosi per sfuggire a un rozzo materialismo che sta diventando intollerabile. Il miracolo è l'idea che il materialista ha di come sfuggire al proprio materialismo.

F. Non c'è via di fuga? Non capisco.

P. Oh, sì. Ma vedi, la magia in realtà è solo una specie di pseudoscienza. E come la scienza applicata, essa propone sempre la possibilità del "controllo". Perciò non si può sfuggire a quel modo di pensare ricorrendo a sequenze che contengono quello stesso modo di pensare.

F. Come si sfugge, allora?

P. Ah, già. La risposta al rozzo materialismo non sono i miracoli, ma la bellezza... oppure, naturalmente, la bruttezza. Poche battute di una sinfonia di Beethoven, una variazione Goldberg, un organismo, un gatto o un cactus, il ventinovesimo

sonetto di Shakespeare o i serpenti marini del Vecchio Marinaio. Ricordi? Egli “li benedisse, inconsapevole” e l'Albatros che aveva al collo cadde in mare.

F. Ma tu non l'hai scritto, questo libro. Ecco cosa avresti dovuto scrivere, un libro sull'Albatros e la Sinfonia.

P. Già. Ma vedi, non potevo: prima dovevo scrivere questo. Ora, dopo tutte le discussioni sulla mente e la tautologia e le differenze immanenti e così via, comincio ad essere pronto per le sinfonie e gli albatros...

F. Continua.

P. No, vedi, non è possibile rappresentare bellezza-e-bruttezza su un foglio di carta piatto. Certo, un disegno può essere bello ed essere su un foglio piatto, ma non è di questo che parlo. La domanda è: su quale superficie deve essere proiettata una "teoria" estetica? Se me lo chiedi oggi, posso tentare una risposta; ma due anni fa, quando questo libro non era stato ancora scritto, non avrei potuto.

F. Bene, e quale sarebbe la tua risposta, oggi?

P. E poi vi è la "coscienza", che in questo libro non ho nemmeno toccato - o che ho toccato solo una volta o due. La coscienza e l'estetica sono i grandi problemi non toccati.

F. Ma nelle biblioteche ci sono sale intere piene di libri su questi problemi “non toccati”.

P. No, no, ciò che non è stato toccato è la domanda: su che genere di superficie si dovranno proiettare l'estetica' e la coscienza'?

F. Non capisco.

P. Voglio dire qualcosa del genere: la 'coscienza' e l'estetica' (qualunque sia il significato di queste parole) o sono entrambe caratteristiche presenti in tutte le "menti" (così come sono state definite in questo libro), oppure sono emanazioni... tarde creazioni fantasiose di queste menti. In entrambi i casi, è la definizione primaria di mente che deve accogliere le teorie dell'estetica e della coscienza. E' su questa definizione primaria che dev'essere proiettato il passaggio successivo. La terminologia per trattare la bellezza-bruttezza e la terminologia per la coscienza devono essere elaborate a partire dalle idee contenute in questo libro o da idee simili (o proiettate su queste idee). Semplice, no?

F. Semplice?

P. Sì, semplice. Voglio dire: la proposizione che questo è quanto si deve fare è semplice e chiara. Non voglio dire che sarà semplice "farlo".

F. Bene. Come cominceresti?

P. "Il n'y a que le premier pas qui co-te". La difficoltà sta nel primo passo.

F. Va bene, lascia perdere. "Da dove" cominceresti?

P. Dev'esserci un motivo se a queste domande non è mai stata data risposta. Cioè, come prima indicazione per una risposta potremmo considerare proprio questo: il fatto storico che tanti uomini abbiano provato e non ci siano riusciti. La risposta dev'essere in qualche modo nascosta. Dev'essere così: il fatto stesso di porre queste domande porta l'investigatore fuori strada, su una pista falsa.

F. Ebbene?

P. Allora consideriamo le ovvietà 'da scolareto' che ho raccolto in questo libro, per vedere se per caso è lì che si nascondono le risposte alle domande sulla coscienza o l'estetica. Sono certo che una persona o una poesia o un vaso... o un paesaggio...

F. Perché, non fai un elenco di quelli che chiami i punti 'da scolareto'? Dopo potremmo mettere a confronto con questo elenco le idee di 'coscienza' e di 'bellezza'.

P. Ecco un elenco. In primo luogo c'erano i sei criteri di "mente" (capitolo 4):

1. Fatta di parti che non sono in sé mentali. La 'mente' è immanente in certi generi di "organizzazione" delle parti.
2. Le parti sono attivate da eventi nel tempo. Le differenze, benché, statiche nel mondo esterno, possono generare eventi se "tu" ti muovi rispetto ad esse.
3. Energia collaterale. Lo stimolo (in quanto differenza) non può fornire alcuna energia, ma ciò che reagisce ad esso possiede un'energia, di solito fornita dal metabolismo.
4. Poi le cause-ed-effetti si dispongono in catene circolari (o più complesse).
5. Tutti i messaggi sono codificati.
6. Da ultimo c'è il fatto più importante: i tipi logici.

Tutti questi punti sono abbastanza ben definiti e si sostengono l'un l'altro piuttosto bene. Forse l'elenco è ridondante e potrebbe essere ridotto, ma in questo momento ciò non ha importanza. Al di là di questi sei punti c'è il resto del libro, il quale riguarda diversi generi di quella che ho chiamato "doppia descrizione" e che vanno dalla visione binoculare all'effetto combinato dei 'grandi' processi stocastici e all'effetto combinato della 'calibrazione' e della 'retroazione'. Chiamiamoli anche 'rigore e immaginazione' o 'pensiero e azione'.

Ecco tutto.

F. Benissimo. E dove sistemaresti i fenomeni della bellezza, della bruttezza e della coscienza?

P. E non dimenticare il "sacro". Ecco un altro argomento che non è stato trattato nel libro.

F. Per favore, papà, smettila: come ci avviciniamo a una possibile domanda, tu subito ti scansi. C'è sempre un'altra domanda, a quanto pare. Se tu potessi rispondere a "una" domanda. Una sola.

P. No, non capisci. Che cosa dice E.E. Cummings? “Sempre la più bella risposta a chi fa la domanda più difficile”. Qualcosa del genere. Vedi, io non faccio ogni volta una domanda diversa, io rendo più ampia la stessa domanda. Il "sacro" (chech, ciò significhi) è certamente collegato (in qualche modo) al "bello" (chech, ciò significhi). E se riuscissimo a dire come sono collegati, riusciremmo forse a stabilire il significato delle parole. O forse ciò non sarebbe mai necessario. Ogni volta che aggiungiamo alla domanda un pezzo ad essa collegato otteniamo più indicazioni sul genere di risposta che dovremmo aspettarci.

F. Quindi adesso abbiamo sei pezzi della domanda?

P. Sei?

F. Sì. All'inizio di questa conversazione erano due; ora sono sei. C'è la coscienza, la bellezza e il sacro, poi c'è la relazione tra coscienza e bellezza, la relazione tra bellezza e sacro e la relazione tra sacro e coscienza. In tutto, sei.

P. No. Sette. Dimentichi il libro. I tuoi sei pezzi presi insieme costituiscono una specie di domanda triangolare, e questo triangolo dev'essere in relazione con ciò che si trova in questo libro.

F. D'accordo. Continua, per favore.

P. Penso che il mio prossimo libro mi piacerebbe chiamarlo "Là dove gli angeli temono di posare il piede", perchè, è lì che tutti vogliono che io mi precipiti (*). E' mostruoso... volgare, riduzionista, sacrilego... chiamalo come vuoi... arrivare a precipizio con una domanda troppo semplificata. E' un peccato contro tutti e tre i nostri nuovi principi: contro l'estetica, contro la coscienza, contro il sacro.

F. Ma dove?

P. Già, ecco. Questa domanda dimostra la stretta relazione tra coscienza, bellezza e sacro. La domanda troppo semplice e la risposta volgare vengono dalla coscienza che corre intorno come un cane con la lingua penzoloni - alla lettera il cinismo. Essere consci della natura del sacro o della natura della bellezza è la follia del riduzionismo.

F. E c'entra tutto con questo libro?

P. Sì. Proprio così. Il capitolo 4, l'elenco dei criteri, se fosse l'unico, sarebbe grossolano: sarebbe una risposta volgare a una domanda troppo semplificata. O una risposta troppo semplificata a una domanda volgare. Ma è proprio

l'elaborazione della discussione sulla 'doppia descrizione', su 'struttura e processo' e sui sistemi stocastici doppi, è questa elaborazione che impedisce al libro di cadere nella volgarità. Almeno lo spero.

F. E il prossimo libro?

P. Comincerà da una mappa della regione "dove gli angeli temono di posare il piede".

F. Una mappa volgare?

P. Forse. Ma non so che cosa verrà dopo la mappa e la racchiuderà in una domanda più vasta e più difficile.

NOTA AL CAPITOLO 8.

(*) Allusione a un famoso verso di Alexander Pope: "For fools rush in where angels fear to tread ". ("Ch, gli stolti si precipitano là dove gli angeli temono di posare il piede").

Appendice.

IL TEMPO E' FUORI SQUADRA.

(Comunicazione inviata ai "regents" dell'Università della California nell'agosto del 1978).

Nella riunione del Committee on Educational Policy del 20 luglio 1978, osservai che gli attuali processi educativi sono, dal punto di vista dello studente, una "fregatura". In questa nota spiegherò il mio punto di vista.

E' una questione di "obsolescenza". Mentre buona parte di ciò che le università insegnano oggi è nuovo e aggiornato, i presupposti o premesse di pensiero su cui si basa tutto il nostro insegnamento sono antiquati e, a mio parere, "obsoleti".

Mi riferisco a nozioni quali:

- a) Il dualismo cartesiano che separa la 'mente' dalla 'materia'.
- b) Lo strano fisicalismo delle metafore che usiamo per descrivere e spiegare i fenomeni mentali: 'potenza', 'tensione', 'energia', 'forze sociali', eccetera.
- c) Il nostro assunto antiestetico, derivato dall'importanza che un tempo Bacone, Locke e Newton attribuirono alle scienze fisiche; cioè che tutti i fenomeni

(compresi quelli mentali) possono e devono essere studiati e "valutati" in termini quantitativi.

La visione del mondo - cioè l'epistemologia latente e in parte "inconscia" - generata dall'insieme di queste idee è superata da tre diversi punti di vista:

a) Dal punto di vista pragmatico è chiaro che queste premesse e i loro corollari portano all'avidità, a un mostruoso eccesso di crescita, alla guerra, alla tirannide e all'inquinamento. In questo senso, le "nostre" premesse si dimostrano false ogni giorno, e di ciò gli studenti si rendono in parte conto.

b) Dal punto di vista "intellettuale", queste premesse sono obsolete in quanto la teoria dei sistemi, la cibernetica, la medicina olistica, l'ecologia e la psicologia della "Gestalt" offrono modi manifestamente migliori di comprendere il mondo della biologia e del comportamento.

c) Come base per la "religione" le premesse che ho menzionato divennero "chiaramente intollerabili e quindi obsolete" circa un secolo fa. Dopo l'avvento dell'evoluzione darwiniana, ciò fu espresso in modo piuttosto chiaro da pensatori come Samuel Butler e il principe Kropotkin. Ma già nel Settecento William Blake capì che la filosofia di Locke e di Newton poteva generare solo "tenebrosi mulini satanici".

Ogni aspetto della nostra civiltà è necessariamente spaccato in due. Nel campo dell'economia ci troviamo di fronte a due caricature esagerate della vita - quella capitalista e quella comunista - e ci viene detto che "dobbiamo" schierarci per l'una o per l'altra di queste due mostruose ideologie in lotta. Nella sfera del pensiero, siamo lacerati tra varie forme estreme di negazione dei sentimenti e la forte corrente del fanatismo anti-intellettuale.

Come nella religione, le garanzie costituzionali della 'libertà religiosa' sembrano favorire esagerazioni simili: uno strano protestantesimo del tutto secolare una vasta gamma di culti magici e una totale ignoranza religiosa. Non è un caso che mentre da un lato la Chiesa cattolica sta rinunciando all'uso del latino dall'altro la nuova generazione stia imparando a salmodiare in sanscrito!

Così, in questo mondo del 1978, noi cerchiamo di dirigere un'università e di mantenerne standard 'elevati' di fronte a un crescendo di "sfiducia, volgarità, pazzia, sfruttamento delle risorse, vittimizzazione delle persone e caccia al profitto immediato". Le strida dell'avidità, della frustrazione, della paura e dell'odio.

E' comprensibile che questo Consiglio concentri la propria attenzione su questioni risolvibili in superficie, evitando di impantanarsi in estremismi di qualunque genere. Tuttavia, continuo a credere che prima o poi saremo obbligati a prestare attenzione ai fenomeni di questa profonda obsolescenza.

Come scuola professionale facciamo abbastanza bene il nostro dovere. Riusciamo se non altro a preparare i giovani a fare gli ingegneri, i dottori, gli avvocati; riusciamo a conferir loro le capacità che portano al successo in professioni la cui filosofia pratica è ancora una volta il vecchio pragmatismo dualistico. E questo è molto. Forse non è il compito e la funzione principale di una grande università... Ma non crediate che gli unici ad essere obsoleti siano i docenti, gli amministratori e i membri di questo Consiglio, mentre gli studenti sono saggi, nobili e al passo coi tempi. "Essi sono obsoleti esattamente quanto noi". Siamo tutti nella stessa barca, e il nome di questa barca è "solo" il 1978", il tempo che è fuori squadra. Nel 1979 ne sapremo un po' di più a forza di rigore e di immaginazione, i due grandi poli opposti del processo mentale, letali entrambi se presi da soli. Il rigore da solo è la morte per paralisi, ma l'immaginazione da sola è la pazzia.

Tweedledum e Tweedledee "convennero" di combattere; e non è una fortuna che le diverse e contrastanti generazioni possano convenire che il 'potere' sociale ha dimensioni fisiche e lottare per difendere questa strana astrazione? (In altri tempi e luoghi si combatteva per l'onore', per la 'bellezza', perfino per la verità '...).

Osservando tutto questo guazzabuglio da un'altra angolazione, credo che gli studenti avessero ragione negli Anni Sessanta: c'era qualcosa di molto sbagliato nella loro educazione, anzi in quasi tutta la cultura. Ma credo che sbagliassero nell'identificare l'origine di ciò che non andava. Essi lottarono per essere 'rappresentati', per avere il 'potere'. Nel complesso, vinsero le loro battaglie e ora in questo Consiglio e altrove abbiamo i rappresentanti degli studenti. Ma è sempre più chiaro che aver vinto queste battaglie per il 'potere' non ha cambiato nulla nel processo educativo. L'obsolescenza di cui parlavo è sempre la stessa e tra pochi anni assisteremo sicuramente alle stesse battaglie, combattute per le stesse questioni fasulle, esattamente come prima.

C'è veramente qualcosa di radicalmente sbagliato... e non credo proprio che ciò che è sbagliato sia una sventura necessaria contro la quale non si possa far nulla. Quando si riconosce che qualcosa è necessario si prova una sorta di libertà. A questo riconoscimento segue la chiara visione di come agire. Riusciamo ad andare in bicicletta solo dopo che i nostri riflessi parzialmente inconsci riconoscono e accettano le leggi del suo equilibrio dinamico.

Devo ora chiedervi una riflessione più tecnica e più teorica di quanto non si pretenda di solito dai consigli direttivi a proposito della percezione che essi hanno del proprio posto nella storia. Non vedo perchè, mai il rettore e i docenti di una grande università debbano avere le stesse propensioni anti-intellettuali della stampa o dei "media". Anzi, attribuir loro di prepotenza queste propensioni sarebbe offensivo.

Intendo quindi analizzare quel processo squilibrato detto 'obsolescenza' che potremmo con più precisione chiamare 'progresso unilaterale'. E' chiaro che perchè, vi sia obsolescenza debbono esservi, in altre parti del sistema, altri cambiamenti al cui confronto ciò che è obsoleto resta in qualche modo indietro o in ritardo. In un sistema statico non vi sarebbe obsolescenza!

Sembra che nel processo evolutivo vi siano due componenti, e che analogamente il processo mentale posseda una doppia struttura. Userò l'evoluzione biologica come parabola o paradigma per introdurre ciò che dirò più avanti sul pensiero, sul cambiamento culturale e sull'educazione.

La sopravvivenza (1) dipende da due fenomeni o processi contrastanti, due modi di raggiungere l'adattamento. Come Giano, l'evoluzione deve sempre guardare in due direzioni: all'interno, verso le regolarità dello sviluppo e la fisiologia delle creature viventi, e all'esterno, verso i capricci e le esigenze dell'ambiente. Queste due componenti necessarie della vita si contrappongono in modi interessanti: lo sviluppo interno - l'embriologia o 'epigenesi' - è "conservativo" e richiede che ogni cosa nuova si conformi o sia compatibile con le regolarità dello stato preesistente. Se pensiamo a una selezione naturale di caratteristiche anatomiche o fisiologiche nuove, è chiaro che un aspetto di questo processo selettivo favorirà quei tratti nuovi che non mandano tutto quanto a gambe all'aria. Questo è conservatorismo minimo necessario.

Il mondo esterno invece è in perpetuo cambiamento ed è sempre pronto ad accogliere creature che abbiano subito cambiamenti: esso esige quasi il cambiamento. Nessun animale, nessuna pianta possono mai essere 'confezionati'. La ricetta interna esige la compatibilità, ma non è mai sufficiente per lo sviluppo e la vita dell'organismo. Tocca sempre alla creatura stessa compiere il cambiamento del proprio corpo. Essa deve acquisire certi caratteri somatici tramite l'uso, il disuso, l'abitudine, le privazioni e il nutrimento. Questi "caratteri acquisiti", però, non devono mai esser trasmessi ai discendenti, non devono essere incorporati direttamente nel D.N.A. In termini di organizzazione, l'ingiunzione - per esempio, di fare bambini con spalle robuste che lavorino meglio nelle miniere di carbone - dev'essere trasmessa "attraverso dei canali", e in questo caso il canale è quello della selezione naturale esterna di quei discendenti che (grazie al rimescolamento "casuale" dei geni e alla creazione casuale delle mutazioni) si troveranno ad avere una maggior propensione all'irrobustimento delle spalle se sottoposti al lavoro nelle miniere di carbone.

Sotto la pressione esterna, il corpo dell'individuo subisce un cambiamento adattativo, ma la selezione naturale agisce sul "pool" genico della "popolazione". Si noti però il seguente principio, che di solito sfugge ai biologi: è il carattere

acquisito detto "lavorare nelle miniere di carbone" che costituisce il contesto per la selezione dei cambiamenti genetici detti "maggiore propensione all'irrobustimento delle spalle". I caratteri acquisiti non diventano poco importanti perchè, non sono portati nel D.N.A. e trasmessi da esso. Sono sempre le "abitudini" che stabiliscono le condizioni della selezione naturale.

E si noti il seguente principio inverso: l'acquisizione di abitudini cattive, a livello sociale, stabilisce certamente il contesto per la selezione di propensioni genetiche che finiscono per essere letali.

Siamo così pronti per esaminare l'obsolescenza nei processi mentali e culturali. Se volete comprendere il processo mentale, guardate l'evoluzione biologica e, viceversa, se volete comprendere l'evoluzione biologica, guardate il processo mentale.

Poco fa ho richiamato l'attenzione sulla circostanza che la selezione interna in biologia deve sempre insistere sulla "compatibilità" con il passato immediato, e che nei lunghi tempi dell'evoluzione è la selezione interna che determina quelle 'omologie' che tanto deliziavano la precedente generazione di biologi. E' la selezione interna che è conservativa, e questo conservatorismo si manifesta nel modo più vistoso nell'embriologia e nella conservazione della forma astratta.

Il ben noto processo mentale mediante il quale una tautologia (2) cresce e si differenzia in numerosi teoremi somiglia al processo dell'embriologia.

In breve, il conservatorismo ha radici nella "coerenza" e nella "compatibilità", le quali si accompagnano a ciò che sopra ho chiamato il "rigore" del processo mentale. E' qui che dobbiamo cercare le radici delle obsolescenze.

E il paradosso o il dilemma che ci sconcerta e sgomenta quando ci proponiamo di correggere o combattere l'obsolescenza è semplicemente la paura che abbandonando ciò che è obsoleto, perderemo la coerenza, la chiarezza, la compatibilità, "perfino il senno".

Tuttavia, l'obsolescenza ha un altro aspetto. E' evidente che, se una qualche parte di un sistema culturale 'è in ritardo', dev'esserci qualche altra sua parte che si è evoluta 'troppo in fretta'. L'obsolescenza sta nel contrasto tra queste due componenti. Se il ritardo di una delle parti è dovuto alla componente interna della selezione naturale, allora è naturale congetturare che le radici di un troppo rapido 'progresso' se mi consentitesi troveranno nei processi della selezione esterna.

E difatti le cose stanno proprio così: "il tempo è fuori squadra" perchè, le due componenti che governano il processo evolutivo non vanno più al passo l'una con l'altra. L'immaginazione ha oltrepassato abbondantemente il rigore, e alle persone anziane e conservatrici come me il risultato assomiglia molto alla pazzia, o forse

all'incubo, fratello della pazzia. Il sogno è un processo che non viene corretto n, dal rigore interno n, dalla 'realità' esterna.

In certi campi ciò che ho detto sopra è già noto. E' risaputo che la legislazione è in ritardo rispetto alla tecnologia, e che l'obsolescenza che accompagna la senescenza è un'obsolescenza di modi di pensare che rende difficile ai vecchi stare al passo con i costumi dei giovani. E così via.

Ma io ho detto qualcosa di più di quanto questi esempi particolari potrebbero suggerire. Questi, si direbbe, sono esempi di un principio molto profondo e generale, la cui grande generalità è dimostrata dalla sua applicabilità tanto al processo evolutivo quanto al processo mentale.

Abbiamo a che fare con una specie di relazione astratta che ricorre come componente necessaria in molti processi di cambiamento, e che ha molti nomi. Alcuni sono familiari: struttura/quantità, forma/funzione, lettera/spirito, rigore/immaginazione, omologia/analogia, calibrazione/retroazione, e così via. Alcuni possono preferire una delle due componenti di questo dualismo, e allora noi li chiamiamo 'conservatori', 'radicali', 'liberali' e così via. Ma dietro queste etichette sta la verità epistemologica che afferma recisamente che i poli dell'opposizione che divide le persone sono in realtà necessità dialettiche del mondo vivente. Non ci può essere 'giorno' senza 'notte', o 'forma' senza 'funzione'.

Il problema pratico è un problema di combinazione. Una volta riconosciuta la natura dialettica della relazione tra questi poli di opposizione, come procederemo? Sarebbe facile giocare la partita da una parte sola, ma l'"arte dello statista" richiede qualcosa di più e, in verità, di più difficile.

Ritengo che se è vero che i membri di questo Consiglio hanno qualche dovere significativo, esso è di essere degli statisti, e precisamente in questo senso: il dovere di elevarsi al di sopra delle parti, delle componenti o delle particolari bizzarrie della politica universitaria.

Vediamo come vengono affrontate le opposizioni tra forma e funzione e così via, ricordando che il problema è sempre quello di scegliere bene i tempi: come accelerare "senza pericolo" il cambiamento della forma per evitare l'obsolescenza? E come riassumere e codificare, senza fretta eccessiva, nel corpus della forma le descrizioni del cambiamento di funzionamento?

Nell'evoluzione biologica la regola è semplice: gli effetti del funzionamento che si manifestano in forma immediata nel corpo dell'individuo non potranno mai interferire con il codice genetico individuale. Il "pool" genico della "popolazione" è tuttavia soggetto a cambiamento a causa di una selezione naturale che riconosce le differenze, soprattutto le differenze nella capacità di conseguire un

funzionamento più adattativo. La barriera che proibisce l'ereditarietà 'lamarckiana' protegge appunto il sistema genetico da un cambiamento troppo rapido causato da esigenze magari capricciose dell'ambiente.

Ma nelle culture, nei sistemi sociali e nelle grandi università non esiste una barriera equivalente. Le innovazioni vengono adottate in modo irreversibile e inserite nella dinamica del sistema senza che ne venga verificata la vitalità a lungo termine, mentre i cambiamenti necessari vengono ostacolati dal nucleo degli individui conservatori senza alcuna garanzia che siano proprio quelli i cambiamenti da ostacolare.

Il benessere e il disagio dell'"individuo" diventano gli unici criteri di scelta del cambiamento "sociale", e la fondamentale differenza di tipo logico tra elemento e categoria viene dimenticata finché, la nuova situazione non genera (inevitabilmente) nuovi disagi. La paura della morte individuale e del dolore fanno apparire 'positiva' l'eliminazione delle malattie epidemiche, e solo dopo cent'anni di medicina preventiva scopriamo che la popolazione è aumentata troppo. E così via.

L'obsolescenza non deve essere evitata semplicemente accelerando il cambiamento della struttura, n, può essere evitata semplicemente rallentando i cambiamenti funzionali. E' chiaro che non vanno bene n, un conservatorismo assoluto n, un'assoluta brama di cambiamento. Una combinazione antagonista dei due abiti mentali sarebbe forse migliore di entrambi presi da soli, ma i sistemi antagonisti sono notoriamente soggetti a determinismi estranei. E' probabile che a orientare la decisione sia la 'forza' relativa degli avversari, quale che sia la forza relativa dei loro argomenti.

Non è tanto il 'potere', la 'potenza', che corrompe quanto il "mito" della 'potenza'. Si è già detto che si deve diffidare della 'potenza', così come dell'"energia", della 'tensione' e delle altre metafore fisiche: tra esse, la 'potenza' è una delle più pericolose. Chi si strugge per un'astrazione mitica non potrà mai essere saziato! Noi insegnanti non dovremmo alimentare questo mito.

In un combattimento a due è difficile che ciascun avversario riesca a vedere più in là della dicotomia tra vittoria e sconfitta. Come il giocatore di scacchi, egli è sempre tentato di fare una mossa astuta e ingannevole per ottenere una rapida vittoria. La disciplina del cercare la mossa migliore per ogni posizione dei pezzi è dura da raggiungere e dura da mantenere. Il giocatore deve sempre guardare a una prospettiva più lontana, a una "Gestalt" più vasta.

Siamo così ritornati al punto di partenza, ma ora lo vediamo in una prospettiva più ampia. Questo punto è un'università e noi ne siamo il Consiglio che la dirige. La prospettiva più ampia "concerne" le prospettive, e la domanda che viene posta

è: noi, membri di questo Consiglio, incoraggiamo tutto ciò che negli studenti, negli insegnanti e intorno a questo tavolo promuoverà quelle più ampie prospettive capaci di riportare il nostro sistema entro una giusta sincronia o armonia tra rigore e immaginazione?
Come "insegnanti", siamo saggi?

NOTA ALL'APPENDICE.

(1). Per sopravvivenza intendo il mantenimento di uno stato stazionario attraverso generazioni successive. O, in termini negativi, la prevenzione della "morte del più grande sistema che noi possiamo avere a cuore". L'estinzione dei dinosauri fu trascurabile in termini galattici, ma questo per i dinosauri è una magra consolazione. Noi non riusciamo a preoccuparci gran che dell'inevitabile sopravvivenza di sistemi più grandi della nostra ecologia.

(2). "Tautologia" è il termine tecnico per indicare aggregati o reti di proposizioni quali la geometria euclidea, la geometria di Riemann o l'aritmetica. L'aggregato scaturisce da un gruppo fissato di assiomi o definizioni arbitrari, e una volta enunciati gli assiomi "nessuna 'nuova' informazione può essere aggiunta" al gruppo. La 'prova' di un teorema è la dimostrazione che il teorema era effettivamente tutto implicito negli assiomi e nelle definizioni.

GLOSSARIO.

ADATTAMENTO: Caratteristica di un organismo per cui esso pare inserirsi meglio nel suo ambiente e modo di vivere. Il processo con cui viene conseguito questo inserimento.

ANALOGICO: Vedi DIGITALE.

CASUALE, CASUALITA': Una successione di eventi è detta "casuale" se non c'è alcun modo di prevedere un evento di un dato genere sulla base dell'evento o degli eventi che l'hanno preceduto, e se il sistema obbedisce alle regolarità della probabilità. Si osservi che gli eventi che diciamo "casuali" sono sempre elementi di un qualche insieme limitato. Il risultato del lancio di una moneta non truccata viene detto "casuale". Ad ogni lancio la probabilità che il risultato successivo sia testa o croce resta invariata. Ma la casualità è all'interno dell'insieme limitato: è o testa o croce, non si devono considerare altre possibilità.

CIBERNETICA: Branca della matematica che studia i problemi del controllo, della ricorsività e dell'informazione.

COEVOLUZIONE: Sistema stocastico di cambiamento evolutivo in cui due o più specie interagiscono in modo tale che i cambiamenti della specie A preparano il terreno alla selezione naturale dei cambiamenti della specie B. I successivi cambiamenti della specie B, a loro volta, preparano il terreno per la selezione di cambiamenti più simili nella specie A.

DIGITALE: Un segnale è digitale se tra esso e altri segnali dai quali dev'essere distinto vi è discontinuità (*). Ad esempio, "sì" e "no" sono segnali digitali. Quando invece una grandezza o quantità del segnale viene usata per rappresentare una quantità variabile in modo continuo del referente, il segnale si dice "analogico".
[* Si potrebbe perciò dire che la caratteristica del digitale è l'essere "discreto". In italiano nell'uso tecnico, oltre a "digitale" nel senso sopra definito, si usa anche il termine "numerico", specialmente nel senso di 'elaborazione numerica' e simili, dove quindi l'accento è posto più sulla rappresentazione di entità numeriche che sulla discretezza dei segni adoperati.]

EIDETICO: Un immagine mentale è "eidetica" se possiede tutte le caratteristiche della cosa che viene percepita, specialmente se è riferita a un organo di senso, e sembra così provenire dall'esterno.

ENERGIA: In questo libro io uso il termine "energia" per indicare una "quantità" che ha le dimensioni: massa per il quadrato della velocità (mv^2). Altri, compresi i fisici, usano il termine in molti altri sensi.

ENTROPIA: Il grado di mescolanza, disordine, indifferenziazione, imprevedibilità e casualità (s.v.) delle relazioni tra le componenti di un qualunque aggregato. Il suo contrario è l'"entropia negativa" (neg-entropia), il grado di ordine, classificazione o prevedibilità di un aggregato. In fisica certi generi di ordine sono legati alla quantità di energia presente.

ENTROPIA NEGATIVA: Vedi ENTROPIA.

EPIGENESI: I processi dell'embriologia considerati, ad ogni stadio, nei loro legami con lo stato preesistente.

EPISTEMOLOGIA: Combinazione di un ramo della scienza con un ramo della filosofia. Come scienza, l'epistemologia studia come gli organismi particolari o gli aggregati di organismi "conoscono, pensano e decidono". Come filosofia, l'epistemologia studia i limiti necessari e le altre caratteristiche dei processi di conoscenza, pensiero e decisione.

FENOCOPIA: Un fenotipo (s.v.) che ha in comune certe caratteristiche con altri fenotipi, nei quali tali caratteristiche sono causate da fattori genetici. Nella

"fenocopia" queste caratteristiche sono causate dal cambiamento somatico indotto dalla pressione ambientale.

FENOTIPO: L'insieme delle proposizioni che compongono la descrizione di un organismo reale; l'aspetto e le caratteristiche di un organismo reale. Vedi GENOTIPO.

FILOGENESI: La storia evolutiva di una specie.

FLESSIBILITA': Vedi TENSIONE.

GENETICA: In senso stretto, la scienza della genetica studia tutti gli aspetti dell'ereditarietà e della variazione degli organismi e i processi di crescita e differenziazione all'interno dell'organismo.

GENOTIPO: L'insieme delle prescrizioni e delle ingiunzioni che costituiscono il contributo ereditario alla determinazione del fenotipo (s.v.).

IDEA: Nell'epistemologia proposta in questo libro, la minima unità del processo mentale è una differenza o distinzione o notizia di una differenza. Ciò che viene chiamato "idea" nel linguaggio corrente sembra essere un aggregato complesso di queste unità. Ma nel linguaggio corrente si esiterà a chiamare "idea", per esempio, la simmetria bilaterale di una rana o il messaggio di un singolo impulso neurale.

INFORMAZIONE: Qualunque differenza che generi una differenza.

LINEARE e LINEALE: "Lineare" è un termine tecnico della matematica che qualifica quelle relazioni che sono rappresentate da una retta quando le due variabili siano rappresentate una in funzione dell'altra in coordinate cartesiane ortogonali. Si dice che una serie di cause o di argomenti presenta una relazione "lineale" se la successione non torna al punto di partenza. L'opposto di "lineare" è "non lineare"; l'opposto di "lineale" è "ricorsivo".

MOTO BROWNIANO: Movimento costante, a zig-zag e imprevedibile delle molecole, causato dai loro reciproci urti.

MUTAZIONE: Nella teoria evolutiva tradizionale la prole può differire dai genitori per i seguenti ordini di ragioni:

1. Cambiamenti del D.N.A., detti "mutazioni".
2. Rimescolamento dei geni nella riproduzione sessuata.
3. Cambiamenti somatici acquisiti durante la vita dell'individuo in risposta alla pressione ambientale, all'abitudine, all'età e così via.
4. Segregazione somatica, cioè la perdita o il rimescolamento di geni nell'epigenesi, che dà luogo a zone di tessuto aventi costituzione genetica differenziata. I cambiamenti genetici sono sempre digitali (s.v.), ma la teoria moderna preferisce (a ragione) credere che l'evoluzione sia fatta, in generale, di "piccoli" cambiamenti. Si suppone che molti piccoli cambiamenti mutazionali si

combinino nel corso di molte generazioni per creare differenze evolutive più grandi.

OMOLOGIA: Somiglianza formale tra due organismi tale che le relazioni tra certe parti di A sono simili alle relazioni tra le parti corrispondenti di B. Questa somiglianza formale è considerata una prova della correlazione evolutiva.

ONTOGENESI: Il processo di sviluppo dell'individuo; è l'embriologia più tutti i cambiamenti che l'ambiente e l'abitudine possono imporre.

PARALLASSE: Moto "apparente" degli oggetti osservati quando l'occhio dell'osservatore si muove rispetto ad essi; differenza tra la posizione apparente degli oggetti vista da un occhio e la posizione apparente vista dall'altro.

PROCRONISMO: Verità generale secondo cui gli organismi portano, nella loro forma, prove della loro crescita passata. Il procronismo sta all'ontogenesi come l'omologia (s.v.) sta alla filogenesi.

RIDUZIONISMO: Compito di ogni scienziato è di trovare la spiegazione più semplice, più economica e (di solito) più elegante che dia conto di tutti i dati conosciuti. Oltre questo punto, il riduzionismo diventa un vizio se è accompagnato da un'esagerata pretesa che la spiegazione più semplice sia l'unica. Può darsi che i dati siano da capirsi nell'ambito di una qualche "Gestalt" più ampia.

SACRAMENTO: Segno esterno e visibile di una grazia interna e spirituale.

SOMATICO: (Dal greco "soma", "corpo"). Si dice che una caratteristica ha origine "somatica" se si vuole sottolineare che essa è stata conseguita mediante un cambiamento del corpo avvenuto durante la vita dell'individuo per azione dell'ambiente o dell'esercizio.

STOCASTICO: (Dal greco "stochazein", "tirare al bersaglio con l'arco", cioè diffondere gli eventi in modo parzialmente casuale, sicché, alcuni di essi hanno esito più favorevole). Se una successione di eventi combina una componente casuale con un processo selettivo in modo che solo certi risultati del casuale possano perdurare, tale successione viene detta "stocastica".

TAUTOLOGIA: Insieme di proposizioni connesse in cui la validità dei "legami" non può essere messa in dubbio. La verità delle proposizioni invece non è richiesta. Esempio: la geometria euclidea.

TAXON: Unità o aggregato nella classificazione degli animali o delle piante (ad esempio una specie, un genere o una famiglia).

TENSIONE: Difetto di entropia, condizione che si presenta quando l'ambiente esterno o una malattia interna pongono richieste eccessive o contraddittorie alla capacità di adattamento dell'individuo. L'organismo difetta e insieme ha bisogno di "flessibilità", avendo consumato tutte le sue alternative non marcate disponibili.

TIPI LOGICI: E' opportuno dare una serie di esempi:

1. Il nome non è la cosa nominata ma è di tipo logico diverso, superiore a quello della cosa nominata.
2. La classe è di tipo logico diverso, superiore a quello dei suoi membri.
3. Le direttive o il controllo derivanti dalla regolazione del termostato domestico sono di tipo logico superiore al controllo derivante dal termometro. (La "regolazione" è fissata da un apparecchio posto sulla parete che può essere predisposto sulla temperatura intorno alla quale fluttuerà la temperatura dell'abitazione).
4. La parola "tumbleweed" (*) è dello stesso tipo logico di "cespuglio" o "albero". Non è il nome di una specie o di un genere di piante, bensì il nome di una classe di piante i cui membri hanno un loro modo particolare di crescere e propagarsi. [* Alla lettera, "arbusto rotolante", termine americano usato per una serie di piante che in autunno si staccano dalle radici e rotolano per le praterie sotto la spinta del vento.]
5. "Accelerazione" è di tipo logico superiore a "velocità".

TOPOLOGIA: Branca della matematica che ignora le quantità e si occupa solo delle relazioni formali tra le componenti, specie quelle componenti che possono essere rappresentate geometricamente. La topologia studia quelle caratteristiche (ad esempio di una superficie o di un corpo) che restano invariate rispetto a una distorsione quantitativa.