

## Alcune note sul problema della genesi delle norme etiche (bozza da completare e verificare)

Agosto 1994

È radicata la tendenza a dare definizioni di *genere umano* che contemporaneamente appaiano sia un criterio per distinguere i suoi appartenenti da altri esseri, sia una evidenza del loro valore.

Esse assumono forme diverse quali: *unico essere dotato di autocoscienza; unico essere in grado di produrre teorie, arte, morali, miti, ecc.* Altre volte accezioni implicite di ciò si nascondono dietro formule generali ed astratte come *sacralità della vita, difesa della vita, finalità della vita, ecc.*

Così come sarebbe fuori luogo dare giudizi sulla bontà di un pesce al cartoccio parlando del funzionamento dell'apparato digerente, non è mia intenzione dare giudizi di valore in merito a queste formulazioni, ma cercare di mostrare come esse siano inconsistenti se pretendono di rappresentare gerarchie di valori fondate al di là di una soggettiva percezione del piacere e del dolore.

Trovo queste enunciazioni nel solco della tradizione che vorrebbe assegnare al cosiddetto *genere umano*, secondo una accezione acritica e data per scontata di questa locuzione, una posizione indiscutibilmente privilegiata *ab initio*, in una cornice dominata dal dogma della fissità delle specie, con tutte le sue ascendenze filosofiche e religiose<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> È interessante notare come il dogma della fissità delle specie abbia condizionato profondamente gli ultimi 2500 anni circa (100 generazioni) del nostro modo di pensare, almeno. Per dare un'idea delle scale temporali in gioco, va ricordato tuttavia che, secondo i ritrovamenti fossili, la presenza di ominidi sulla terra dotati di una cultura idonea a far loro produrre manufatti (soprattutto armi-utensili per aumentare l'efficacia di intervento sull'ambiente) e probabilmente a far loro usare la parola, abbraccia un periodo di circa 600 mila - 1 milione di anni (24-40 mila generazioni). Se si annoverano nel computo ominidi come i *Ramapithecus*, in grado di usare pietre scheggiate per produrre utensili, il periodo può essere esteso a 15 milioni di anni (600 mila generazioni).

Durante questo arco di tempo, è plausibile supporre che si siano sedimentate anche molte altre pratiche comportamentali vantaggiose, riscontrabili tuttora. Tra queste pratiche si potrebbero ipotizzare: la capacità di appiattare la coscienza della memoria evolutiva per rendere possibile l'attività di autolegittimazione; e la risoluzione di conflitti mediante l'uso della forza, con uccisione degli avversari a scopo alimentare, prima, e con la loro riduzione in schiavitù, in seguito, quando la tecnologia rese possibile ottenere, dal lavoro di uno schiavo (detratto il suo mantenimento), un surplus di risorse alimentari rispetto al suo consumo diretto come fonte di cibo. Una moderna forma di predazione intraspecifica, oltre a quella della riduzione in varie forme di schiavitù e della eliminazione fisica per conflitto di interessi, potrebbe essere quella finalizzata al prelievo di organi da soggetti sani, vivi e per niente intenzionati a privarsene, qualora ne venisse provata la effettiva pratica.

Inoltre non è affatto detto che l'influenza sui comportamenti umani attuali sia confinabile al periodo che corrisponde alla comparsa della capacità di produrre utensili e di usare la parola. [Per una documentata trattazione storiografica di alcune questioni riguardanti la produzione di utensili e la comparsa del linguaggio, si può vedere a cura di: Charles Singer, E. J. Holmyard, A. R. Hall, T. I. Williams, *A History of Technology*, Clarendon Press, Oxford, 1954. Trad. It.: *Storia della tecnologia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1961, 1966, 1992].

Tra le influenze religiose che possono aver contribuito a formare questo atteggiamento specistico, si possono menzionare quelle contenute nei passi della Genesi (VI sec. a.C.) dedicati all'origine della vita:

Lo stesso dualismo tra '*natura*' e '*cultura*', così radicato in molta parte della produzione intellettuale, può forse essere letto in quest'ottica<sup>2</sup>.

Si accompagna a questo modo di pensare, in genere, un'altra presunzione strabiliante. Quella secondo cui il pensiero è considerato una caratteristica data misteriosamente per acquisita, autoevidente. Di essa non vale la pena di chiedersi come si sia potuta formare e di come si possa continuamente formare in quanto processo materiale. Il problema della genesi del pensiero viene

---

“E Dio disse: «Brulichino le acque d'un brulichio d'esseri viventi, e volatili volino sopra la terra, sullo sfondo del firmamento del cielo». E così avvenne; Dio creò i grandi cetacei e tutti gli esseri viventi guizzanti, di cui brulicano le acque, secondo le loro specie, e tutti i volatili alati, secondo la loro specie. E Dio vide che era buono. Allora Dio li benedisse dicendo: «Siate fecondi, moltiplicatevi e riempite le acque dei mari; e i volatili si moltiplichino sulla terra». E venne sera, poi mattina: quinto giorno.

Di nuovo Dio ordinò: «La terra produca esseri viventi, secondo la loro specie». E avvenne così. Dio fece le fiere della terra, secondo le loro specie e il bestiame, secondo la propria specie e tutti i rettili del suolo secondo la loro specie. E Dio vide che era buono.

Finalmente Dio disse: «Facciamo l'uomo a norma della nostra immagine, come nostra somiglianza, affinché possa dominare sui pesci del mare e sui volatili del cielo, sul bestiame e sulle fiere della terra e su tutti i rettili che strisciano sulla terra.» [Genesi, 1,20-26].

Così, più avanti, Dio a Noè: “E di tutto ciò che vive, di ogni carne, fanno entrare nell'arca due fra tutti, per sopravvivere con te; siano un maschio e una femmina: dei volatili, secondo la loro specie, del bestiame, secondo la loro specie, e di tutti i rettili della terra, secondo la loro specie; due tra tutti verranno a te per sopravvivere.” [Genesi, 6,19-20].

D'altra parte la Bibbia, pur fondando tutto lì sopra, procede piuttosto spedita sulla questione dell'origine della vita (1 pagina su 2000) e in genere sulla questione dell'origine del mondo (4 pagine su 2000), quasi ad evidenziarne il carattere di dogma indimostrabile. Naturalmente oggi sappiamo che basta guardare alla televisione un documentario sugli animali e sui meccanismi biologici di base per accorgersi che le cose sono meno misteriose, meno mistiche e un po' più articolate di così.

Un altro motivo del radicato atteggiamento specistico potrebbe forse essere ritrovato nella profonda influenza, diretta e indiretta, del pensiero di Platone (427-347 a. C.).

È curioso notare come l'impostazione che la Genesi dà dei fenomeni vitali sia tuttora, per molti, in modi variamente dissimulati, il motivo profondo della inaccettabilità della visione darwiniana di quei fenomeni.

La caratteristica specifica di questa tradizione può essere ricondotta alla concezione, prodotta con un processo di astrazione, secondo cui la legittimità *appartiene* alla LEGGE (di Dio) e non agli uomini. Questa concezione è stata ereditata da una parte della tradizione del pensiero laico. Tuttavia questa concezione si trova fortemente in difficoltà quando deve rendere ragione della sua genesi. Anche la concezione teocratica risulterebbe fortemente in difficoltà, qualora l'ipotesi dell'esistenza di Dio si manifestasse non necessaria per spiegare i fenomeni biologici (sulla formazione di molecole prebiotiche in grado di riprodursi e dare origine al DNA si veda l'articolo riassuntivo di L. E. Orgel, *L'origine della vita sulla Terra*, Le Scienze n° 316, Dicembre 1994).

A onor del vero, va detto che, sulla questione della legittimità della Legge, la tradizione cristiana non è così rigida. Nel corso della sua storia, su questa questione, come su altre cruciali, per quanto ne so, ha prodotto complessivamente una tale sovrapposizione di posizioni da fare invidia al più criptico pronunciamento Zen, mostrando così una vera vocazione al comportamento adattivo, che di solito si associa alle varie forme di intelligenza. Ma di ciò sarebbe meglio parlasse chi di queste cose ne sa più di me, dato che io ne so praticamente nulla, come praticamente nulla so di altre cose, tranne forse un po' di algoritmi.

<sup>2</sup> Questo dualismo — quella cosa che, ad esempio, fa parlare di *natura* trattando di certi aspetti del comportamento umano più assimilabili a quello degli animali, e di *cultura* per altri ritenuti *specifici* dell'uomo e comparsi misteriosamente, chissà poi come, ad un certo punto recentissimo della sua storia — a mio parere, rischia di essere una distinzione concettuale fuorviante. Ma non voglio discutere qui questa questione.

volentieri ignorato da questo modo di pensare, mentre molto rilievo viene dato al suo esserci.

Il presupposto fondamentale della diversità *ab initio*, vera pietra angolare di ogni pensiero legittimista, rischia anche di essere l'unica possibilità per fondare l'esistenza di un minimo comune denominatore tra gli appartenenti al *genere umano*, e l'esistenza di una gerarchia di valori che non sia frutto solo del desiderio arbitrario e soggettivo. In una parola, rischia di essere l'unica possibilità per tentare di dare *legittimazione oggettiva* all'agire<sup>3</sup>.

L'altro dogma, che accompagna il presupposto della diversità *ab initio* e ne costituisce il complemento ineliminabile, la *fissità delle specie*, esclude la possibilità di formulare una teoria della genesi delle differenze, e costringe, in ambito biologico, ad adottare una posizione creazionista di qualche tipo. Questa posizione è difficilmente sostenibile sulla base delle evidenze sperimentali attualmente disponibili e non regge alla prova dei fatti (ogni giorno che passa meno che mai).

Proprio l'abbandono di questo dogma ha consentito, a partire da Darwin, che venisse riformulata, su basi nuove e suffragate da fatti convincenti, tra l'altro tutta la biologia, evidenziandone i collegamenti con la fisica e la chimica, da una parte, l'antropologia descrittiva ed etnografica, lo studio comparato dei comportamenti, ecc., dall'altra. Il concetto di *evoluzione per mezzo della selezione naturale degli organismi in grado di riprodursi in un ambiente* è diventato ultimamente una specie di collante<sup>4</sup> di una serie di discipline interrelate che indagano i fenomeni della vita e dell'intelligenza nelle sue varie manifestazioni.

Che le specie si evolvano è ormai confortato da innumerevoli evidenze osservative e sperimentali, ed è constatabile in laboratorio con organismi che si riproducono velocemente. I convinti evoluzionisti non hanno mai avuto dubbi che tutto quanto si poteva dire sulla continuità evolutiva tra diverse specie animali valesse anche per gli uomini<sup>5</sup>.

Remore di natura religiosa a parte, rimaneva però ostico da superare lo scoglio delle obiezioni che facevano leva sulla (relativa) maggior complessità delle facoltà cerebrali degli uomini, anche perché si tratta di spiegare il proprio operato cerebrale mediante quello stesso operare. La presupposta differenza sostanziale dovuta al pensiero — quel privilegio del pensiero di cui l'uomo goderebbe — ha fatto da ostacolo per un po' alla tesi della continuità biologica tra la specie umana e altri animali estesa a tutti gli aspetti, ed ha contribuito a sorreggere il dogma della *differenza irriducibile*.

Gli sviluppi recenti delle neuroscienze, in senso allargato (neurobiologia in senso stretto, modellazione

<sup>3</sup> Per essere aderenti ai fatti storici, va fatto notare che, finora, il dogma della diversità *ab initio* è servito solo a legittimare, del supposto *genere umano universale*, ciascuno dei sottoinsiemi in conflitto con gli altri, e, con essi, le loro rispettive azioni.

<sup>4</sup> Metafisico? Forse: nel senso di schema concettuale idoneo produrre congetture e spiegazioni non metafisiche dell'evoluzione, e inadatto a produrre norme.

<sup>5</sup> Basti dire che in molte delle opere di Darwin stesso sono frequenti gli argomenti tendenti a evidenziare la continuità tra specie umana e altre specie animali, e a comprendere, tra gli aspetti sottoposti ad evoluzione, anche i comportamenti, oltre le caratteristiche morfologiche.

computazionale connessionista di porzioni di sistemi nervosi, approfonditi studi sul meccanismo della visione e sugli organi della percezione, ecc.), e di tutte le branche della biologia in generale, stanno ormai cominciando a mostrare chiaramente in che modo il pensiero possa manifestarsi come risultato complessivo della attività di cellule neurali in connessione con il resto dell'organismo, e come risultato di un processo evolutivo. E stanno anche cominciando a mostrare in che modo attività cerebrali, come la produzione di pensiero, che una certa tradizione filosofica ha chiamato attività spirituale, o mentale, o razionale, siano molto più strettamente connesse e interdipendenti con attività cerebrali di regolazione (come le attività dell'apparato sensomotorio, ghiandolare, ecc., e in generale le attività per la realizzazione dell'omeostasi) da quella tradizione sempre considerati meno nobili, probabilmente perché facilmente omologabili a quella di animali ritenuti inferiori.

Molto lavoro rimane da fare. Anzi solo provare a immaginare quanto lavoro ci sia da fare fa venire i brividi. Ed è anche quasi sicuro che qualcosa di paragonabile ad un sistema nervoso biologico non sarà mai riproducibile artificialmente, data la sua complessità. Almeno non con tecnologia elettronica, è la mia sensazione<sup>6</sup>. E parimenti difficile mi pare la possibilità di intervenire su di esso in modo più mirato e selettivo di quello che passa attraverso gli organi della percezione, evolutisi con esso.

Ma esso appare sempre meno misterioso. E sembra proprio che la spiegazione del suo funzionamento come produttore di pensiero anche umano, nelle sue linee generali, sia una via tracciata con chiarezza. Questa via esclude ipotesi *'spiritualiste'*, esclude discontinuità sostanziali tra sistema nervoso umano e sistemi nervosi animali, ed esclude la necessità di ricorrere a metodi di indagine fondamentalmente separati per condurre lo studio<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Si pensi alla incommensurabile maggior complessità ed autonomia di un virus, ad una scala dimensionale parecchio più ridotta ( $10 \div 300$  nm,  $10^{-8} \div 10^{-7}$  m, in organizzazione tridimensionale), comparata a quella di un circuito microelettronico VLSI (proprio a voler spingere i limiti della tecnologia attuale, un transistor si fa nell'ordine dei  $1 \div 10$   $\mu$ m,  $10^{-6} \div 10^{-5}$  m, in organizzazione poco più che bidimensionale, cioè a strati bidimensionali con scavi lungo la terza dimensione).

Senza contare che già alla scala del DNA ( $10^{-9} \div 10^{-7}$  m) si hanno macchine chimiche complete in grado di modificare la propria struttura e organizzare molecole per la propria riproduzione, mentre un dispositivo elettronico ( $10$   $\mu$ m,  $10^{-5}$  m) è sostanzialmente stabile nella sua organizzazione molecolare, alle temperature ordinarie di funzionamento.

Per dare una sensazione delle dimensioni:

- $1$  nm =  $10^{-9}$  m corrisponde a un miliardesimo di metro.
- un atomo si può considerare avere una dimensione dell'ordine dei  $10^{-10}$  m (Raggio di Bohr =  $5.291 \cdot 10^{-11}$  m, corrispondente al raggio della prima orbita dell'elettrone nell'atomo di idrogeno).
- la maggior parte delle cellule è mediamente dell'ordine dei  $\mu$ m ( $1$   $\mu$ m = un milionesimo di metro).

<sup>7</sup> Per una panoramica approfondita sull'approccio connessionista allo studio della attività cerebrale e del pensiero si può vedere di D. Parisi, *Intervista sulle reti neurali*, Il Mulino, Bologna, 1992; e, sempre in italiano, gran parte del dibattito che si svolge sulla rivista *Sistemi Intelligenti*, Il Mulino, Bologna, 1989 e segg.

Di fondamentale importanza, per una introduzione organica e approfondita a questo fondamentale campo di studi, è il testo di P.S. Churchland, T.J. Sejnowski, *The Computational Brain*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1992.

Inoltre questi studi sono un importante passo verso la produzione di forme sintetiche di vita, oggetto di indagine, tra gli altri, di quel nuovo filone di ricerca che (forse un po' pomposamente) è noto con il nome di *Artificial Life (AL)* o *Vita Artificiale*.

Alla luce di queste esperienze il concetto di *vita* diventa sempre più evanescente, ed è sempre più difficile riuscire a dare una definizione di *fenomeno vitale* che sia al tempo stesso soddisfacente, non ambigua ed eticamente non inquietante per la nostra sensibilità, così come si è evoluta, a mano a mano che se ne svelano i meccanismi.

Le formulazioni di *genere umano* viste in apertura mi sembrano poco utilizzabili per fondare un'etica normativa. Per diversi aspetti, tra cui: l'instaurarsi di una *petitio principii* se si vuole usarli per stabilire delle gerarchie di valori, e il prodursi di una specie di paradosso se si applicano a situazioni di fatto. Vi sono poi altre considerazioni, di cui parlerò più avanti, che rendono, a mio parere, queste definizioni poco interessanti sul piano del tentativo di capire cosa siano i fenomeni della vita e del pensare. Queste considerazioni prendono lo spunto sostanzialmente dal lavoro sperimentale che si sta facendo in questi anni tendente a mostrare come facoltà considerate immateriali, come quelle mentali o spirituali, possano emergere come risultato complessivo dalle interazioni materiali tra gruppi di neuroni organizzati in sistemi nervosi.

1) Provo ad analizzare il primo aspetto. Il fatto di produrre Teorie, Arte, Morali, Miti, ecc. (d'ora in poi etichettati come TAMM), come carattere distintivo, non

implica un giudizio di valore. Bisogna presupporlo. Tutt'al più indica una maggior complessità nelle facoltà cerebrali di alcuni uomini rispetto ad altri, o di molti uomini rispetto a molti animali.

Psicologicamente il passaggio è comprensibile: – Io tengo molto a me stesso, ho grande valore – Io *senso* di appartenere al quel gruppo di cui alcuni membri producono TAMM, mi riconosco *di* quel gruppo, sono *simile* ai membri di quel gruppo – In quanto membro di quel gruppo posso produrre TAMM – Dunque produrre TAMM ha un grande valore – Coloro che possono produrre TAMM hanno un grande valore – . QED.

Non si può dire però che sia un ragionamento *oggettivamente* ben fondato. Fa largo uso di inferenze induttive poco controllate e concetti vaghi come la relazione di similarità.

Inoltre non è detto che il fatto di produrre TAMM introduca ben definiti criteri di demarcazione.

Io, per esempio, non sarei mai in grado di dipingere né il Giudizio Universale né la più scadente crosta da rigattiere.

E non sono in grado neppure di capire la gran parte delle teorie prodotte da altri. Per esempio: non sono affatto sicuro di afferrare pienamente il concetto di transustanziazione e la sua differenza dal concetto di consustanziazione. Eppure sembra essere un passaggio importante nel pensiero cristiano. Inoltre, nonostante ripetuti sforzi, mi sono praticamente del tutto oscure le *Critiche* di Kant, soprattutto nella parte costruttiva<sup>8</sup>, o la

---

Per una raccolta dei contributi storici fondamentali all'approccio connessionista (per lo più articoli apparsi su varie riviste scientifiche) si può vedere a cura di J. A. Anderson, E. Rosenfeld, *Neurocomputing: Foundations of Research*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1988.

Il testo più noto che descrive i fondamenti dell'approccio computazionale connessionista è: J. L. McClelland, D. E. Rumelhart, *Parallel Distributed Processing - Explorations in the Microstructure of Cognition*, 2 vol., The MIT Press, Cambridge, MA, 1986. I suoi curatori sono i ricercatori che tra i primi hanno realizzato un algoritmo di apprendimento relativamente efficiente per effettuare l'addestramento di una classe particolare di reti neurali artificiali, quelle a propagazione di segnale non rientrante (feed-forward networks). Questo algoritmo, noto col nome di *backpropagation*, è fondamentalmente basato su una progressiva, lenta riduzione dell'errore tra risposta attesa e risposta ricostruita dalla rete in funzione degli input di stimolazione. Questa riduzione viene fatta aggiustando i pesi di connessione (sinapsi artificiali) che propagano il segnale dall'input verso l'output attraverso strati multipli interconnessi di dispositivi per il processamento del segnale (neuroni artificiali), in analogia a quanto avviene nei sistemi neurali biologici tra organi sensori e organi attuatori. La disponibilità di questo algoritmo e la crescita di complessità delle reti neurali artificiali, che grazie ad esso si è reso possibile studiare, ha permesso di superare una lunga fase di stallo in queste ricerche, principalmente dovuta alla loro precedente inadeguatezza nell'apprendere a restituire semplici associazioni di Input/Output non lineari, come la classica funzione logica XOR. Questo algoritmo è tuttora tra i più utilizzati nelle reti neurali artificiali costruite per risolvere problemi applicativi dove siano necessari algoritmi che apprendano dal contesto. Questa architettura di rete e questo algoritmo di apprendimento non esauriscono il panorama delle reti studiate. Altre reti connessioniste vengono prese in considerazione. Tra queste si possono menzionare le reti di Kohonen e le reti ART di Grossberg e Carpenter, caratterizzate entrambe dal fatto di non aver bisogno insieme di apprendimento. Sono utilizzate principalmente in problemi di costruzione di categorie. [Cfr. più avanti la breve descrizione del funzionamento di reti neurali artificiali.]

Molte sono ormai le riviste scientifiche che ospitano articoli su questi temi. Tra le molte: *Neural Networks*, Pergamon Press, organo ufficiale della International Neural Network Society; *Neural Computation*, The MIT Press.

<sup>8</sup> In che senso, ad esempio, si può parlare di giudizi analitici (cioè veri in virtù del significato delle parole) in assenza di un linguaggio con cui formulare astrazioni, per esempio in un mondo popolato solo di meduse? E se prima non c'erano e adesso ci sono, si pone il problema della loro genesi, cioè della loro contingenza.

E cosa sono i giudizi sintetici a priori? Capisco che sarebbero utili per fondare una conoscenza del mondo indipendente dai soggetti e da procedure induttive. Ma di nuovo, come si generano?

Supposto anche di poter formulare un sistema di assiomi e di poter dimostrare teoremi in modo indipendente da implicazioni sensoriali e manipolazioni materiali (uso di carta e penna, attivazione e inibizione neuronale, ecc.), come si *agganciano* i fatti del mondo agli assiomi, se non attraverso un processo materiale di riduzione e di astrazione delle osservazioni? Come si propone l'enunciato di un teorema da dimostrare, senza una concomitante e interattiva osservazione di regolarità (per esempio il riconoscimento della ricorrenza di *forme*)? Come si può fare ciò *a priori* senza un regresso all'infinito (regole, regole di regole, regole di regole di regole, ecc.), come si vorrebbe con i *giudizi sintetici a priori* (sempre che io abbia capito che cosa si intende per essi)?

Che io sappia, nessuno nasce con nozioni di spazio e tempo. Un bambino fa prima esperienza con il dolore di battere il naso per terra che a orizzontarsi nello spazio; e, prima, impara anche che è meglio ripararsi con le mani dagli effetti molesti della legge di gravità. Impara prima a parlare che a rendersi conto delle successioni e a collocare gli eventi nel tempo. Nessuno nasce con la capacità di usare il linguaggio, ma la acquisisce con l'esposizione a stimoli ambientali attraverso gli organi sensoriali. Nessuno nasce già capace di manipolazioni simboliche. Le acquisisce con l'esercizio, magari spinto da urgenze alimentari o come attività ludica che gli procura piacere. Qualcuno arriva a complessità elevate nella capacità di manipolazione simbolica, come coloro che si occupano di matematica e di logica; altri si fermano prima o sviluppano altre capacità in altre direzioni. Per tutte queste cose si pone il problema della loro genesi. E una teoria del *come si pensa* non può, a mio parere, trascurare senza danno il problema del *come si forma il pensiero*.

Nonostante ciò, per quanto ne posso capire io, va comunque riconosciuto a Kant il grandissimo merito di aver posto l'accento sul soggetto conoscente come termine problematico del processo conoscitivo, mostrando i limiti di ogni oggettivismo ingenuo.

dottrina dell'anima di Platone, così come molte teorie filosofiche.

Anche per capire un teorema matematico o una teoria scientifica mi ci vuole tempo. E sono lontanissimo dal conoscerne per bene anche solo una minima parte. Sono edifici immensi, anche se, in linea di principio, ripercorribili da chiunque.

Anzi, in genere, più studio e meno sono sicuro di aver capito bene ciò che già credevo di sapere. Poi dimentico, e ogni volta devo ricostruire dei passaggi. Ma io non faccio testo. Sono noti, infatti, i miei tratti animaleschi.

Fa maggiormente testo invece, a mio parere, il fatto che alcuni animali producano utensili o edifici non necessariamente banali in vista di qualcosa da loro desiderato (raggiungere una leccornia, scacciare le mosche, regolare la temperatura delle loro abitazioni, ecc.). E sfido molti ingegneri a costruire tensostrutture della arditezza di una ragnatela. Ma forse io ho un concetto troppo tecnicistico di Arte. Forse l'Arte è un'altra cosa. Una cosa di cui a me sfugge il senso.

Sono note, inoltre, alcune capacità di pensiero astratto di molti animali. Come la capacità di contare e di fare semplici operazioni aritmetiche o di fare piani di azione. Oppure di usare a ragion veduta una tastiera con simboli astratti per fare richiesta di oggetti e di azioni desiderati (ad esempio fare una passeggiata o fare un certo gioco), o per rispondere a domande che vengono loro poste a voce.

Inoltre le teorie sono prodotte della attività cerebrale e, quando non ne notiamo segni esteriori, è sempre incerto dire se questo è perché non esistono, o se è perché non vengono comunicate, o se è perché la comunicazione non viene interpretata correttamente. Questo vale sia tra uomini e uomini, sia tra animali e uomini.

La socialità animale è complessa. Vi si trovano comportamenti articolati e soggettivi, vi si trovano ritualità. Sarebbe troppo semplicistico liquidarla con locuzioni vaghe del tipo '*manifestazione dell'istinto*', come per lungo tempo si è fatto, in contrapposizione alle manifestazioni dell'intelletto o della ragione. Come se noi uomini non dessimo mai luogo a '*manifestazioni dell'istinto*'. E cosa dire del senso morale di una certa mucca, ma non di tutte le mucche, che a una certa ora della sera non vuol sentire ragioni e, di sua iniziativa, trova da ogni pascolo la via della stalla dove *deve* allattare il suo vitello?

Quanto ai miti, essi sono specificamente legati al linguaggio dei narratori, e per il regno animale, al momento, non si trovano facilmente interpreti per traduzioni articolate. Sicché non possiamo dire nulla di certo sull'argomento.

Si può dire che la differenza biologica, comportamentale e intellettuale tra un uomo e una capra è minore di quella tra una capra e un'oca. Almeno da un punto di vista non antropocentrico<sup>9</sup>. Vedere orangutan e

gorilla farsi articolate mappe mentali del territorio che abitano, o ammaestrare i loro figli per una diecina d'anni (poco meno di un quarto della loro vita) prima di averne altri, o adottare gli orfani anche senza una norma di diritto esplicito che regolamenti le adozioni, a me fa un po' di impressione.

Ma le distanze tra uomini e animali sono presto ristabilite quando si vedono leoni o scimmie fare stragi di cucciolate generate dal precedente maschio dominante, per potersi accoppiare senza noie. Benché prendere a martellate genitori e organizzare battute di caccia a bambini randagi per controllare la sovrappopolazione sia talvolta uno sport praticato tra noi umani con soddisfazione e con raffinato dispiego di razionalità pianificatoria. E sembra non soltanto di questi tempi, visto che da molti secoli ci si è premurati di stilare norme e comandamenti che lo vietassero all'uomo buono.

Più si osservano gli animali, e più inquietano.

2) Ora provo ad analizzare il secondo aspetto. La formulazione secondo cui carattere distintivo ed esclusivo dell'uomo, nella sua qualità di essere *dotato di valore prioritario*, sarebbe il fatto di produrre Tamm verrebbe fortemente messa in crisi se esistessero due insiemi di esseri dotati di quelle stesse abilità in misura paragonabile.

Recentemente, se ho capito bene e se la notizia verrà confermata, sono stati scoperti, in Inghilterra nel Sussex, resti fossili databili a oltre 500 mila anni fa, parrebbe, di una specie di *homo sapiens* con caratteristiche diverse da quelle dei contemporanei paleantropi (*homo sapiens neanderthalensis*, ecc.) e molto più simile a noi. Se fosse così, questo fatto sancirebbe l'ipotesi che siano esistite per un certo tempo sulla terra almeno due linee evolutive umane (delle quali poi una estintasi) parallele e abbastanza distinte, probabilmente oggetto di predazione reciproca, ciascuna delle quali capace di produrre artefatti di complessità paragonabile. Peraltro l'evoluzione parallela, indipendente e convergente di comportamenti e di morfologie (anche se per aspetti minori e non tali da impedire interfertilità, almeno nel caso degli uomini attuali) si manifesta con qualche frequenza, ed è in ogni caso una ipotesi plausibile.

D'altra parte la documentata esistenza di popolazioni antropofaghe (dotate di Tamm) e predatrici (reciproche o non) di altre popolazioni (anch'esse dotate di Tamm) mette questa definizione di fronte ad un antipatico paradosso.

Se accettiamo che essere dotati di Tamm sia sufficiente a definire l'insieme degli *esseri umani*, e se appartenere all'insieme degli *esseri umani* significa, ad esempio, essere, per definizione, intrinsecamente titolare di *diritti umani* (che mettano al riparo i membri di quell'insieme dalla predazione reciproca a scopo alimentare), dobbiamo accettare dai fatti che avere Tamm non sia discriminante per appartenere all'insieme degli *esseri umani*, oppure che un sottoinsieme di *esseri umani*, definiti tali in quanto aventi Tamm, non appartenga agli *esseri umani*<sup>10</sup>. Cioè ci riduciamo al fatto che per

<sup>9</sup> D'altra parte, recentemente, l'arcivescovo di York, *Primate of England*, seconda carica ecclesiastica della Chiesa d'Inghilterra, ha pubblicamente annunciato, senza ironia pare, che anche alcuni mammiferi superiori hanno l'anima. Questa affermazione, se da una parte mostra interessanti aperture in direzione animalista e, ancora più importante, mostra di recepire alcune indicazioni dell'evidenza sperimentale, dall'altra annuncia la fine di uno dei dogmi *essenziali* per la sussistenza di un pensiero cristiano e legittimista.

<sup>10</sup> Del resto è nota la tendenza di alcune popolazioni, da noi giudicate primitive, a considerare *non uomini* esseri umani estranei che non praticano gli stessi comportamenti della tribù, e per converso ad accettarli come *uomini* quando mostrano di praticare gli stessi comportamenti. C'è da chiedersi se l'ansia di convertire alla Vera Fede, propria di tutte le

appartenere agli *esseri umani* al fine di essere titolari di *diritti umani* occorre essere titolari di *diritti umani*. Che è un po' circolare come argomentazione.

Situazioni argomentative simili si presentano ogni volta che una supposta prerogativa intrinseca dei supposti esseri umani *di fatto* viene violata. Cioè ogni volta che un supposto *dover essere* viene violato. Il *dover essere* viene perciò a demarcare il crinale tra il possibile e l'impossibile. O meglio il *non dover essere* coincide con l'impossibile. E ciò che resta, dopo la perdita dell'universalità, è la parte possibile del *voler essere*. Così il limpido *dover essere*, prerogativa dell'umano sulla natura, degenera rapidamente in un *voler essere*, ovvero in un oscuro oggetto del desiderio.

Argomentazioni simili si prestano, e sono usate, a dare una parvenza di razionalità a *qualsiasi* tratto che si voglia considerare distintivo di *essere umano* e più in generale di *essere dotato di valore* in contrapposizione al suo opposto *essere NON dotato di valore*<sup>11</sup>.

Sono infatti il sostegno di ogni argomentazione legittimante.

Il regresso all'infinito, fino ad una ridicola morte ed estinzione per fame, cui sono costrette certe posizioni animaliste nel tentativo di salvare coerenza ed etica<sup>12</sup>,

---

religioni soprattutto monoteiste (ma non mi sentirei di escludere del tutto anche una certa religione della Ragione), sia un retaggio residuo di queste consuetudini tribali o sia invece una esigenza quasi logico-formale fondamentale per costruire la definizione di *essere umano*, in vista della fondazione dell'*essere qualche cosa*.

<sup>11</sup> Si pensi al razionalismo-razzismo naïf di certe argomentazioni popolari: "... Dormono in dieci in una stanza, e ci fanno pure da mangiare. Non hanno nemmeno il bagno. Sentisse che puzza... Se cercassero di fare come noi non ci sarebbero problemi. Ma così, come si fa... Anche per il loro bene... Bisognerebbe che gli dessero una sistemazione migliore...".

Oppure alla razionalità, dal quel punto di vista, di certi pronunciamenti integralisti. Così (pare) un imam: "Dal momento che ci hanno privato dei nostri *diritti*, dal momento in cui si rifiutano di instaurare lo Stato Islamico, abbiamo il *diritto* di proclamare la Jihad contro tutti coloro che collaborano con il potere. Avete il *diritto* di uccidere gli agenti della repressione. Anche se sono musulmani. La nostra fatwa cancella i vostri peccati".

<sup>12</sup> In un recente congresso di animalisti, probabilmente minore, pare si sia discusso se fosse eticamente più corretto mangiare i vegetali crudi o cotti. Naturalmente le posizioni erano discordanti e pare fossero ferocemente difese dai rispettivi sostenitori, divisi tra *puri e duri* e *possibilisti*. Non è chiaro se la discussione abbia affrontato questioni riguardanti la liceità di usare antibiotici o peggio antimicotici ed antiparassitari, nel caso di affezioni come la scabbia o il verme solitario o affezioni da altri parassiti o funghi, dato per scontato che si debbano sopportare presenze per lo più soltanto fastidiose, come pulci, pidocchi e zanzare.

Pare non sia ancora stata affrontata pubblicamente (e misteriose pertanto sono le posizioni dei più coerenti) la questione che riguarda la liceità del sistema immunitario umano ad intervenire contro gli agenti infettanti.

Un'altra questione sulla quale non si conoscono prese di posizione ufficiali, è quella sulla liceità per certi animali di fare razzia di altri animali, eventualmente umani. Se questa parrebbe una *necessità naturale* per alcune specie come l'airone cinerino in relazione a rane e pesciolini, o del falco pellegrino in relazione ad altri volatili, la questione è più controversa nel caso dello scimpanzé o della gallina. È noto infatti che lo scimpanzé può sopravvivere benissimo con una dieta vegetale cruda senza dare la caccia ad altre scimmie, e che si conoscono esempi di galline virtuose morte di vecchiaia nutrendosi soltanto di granoturco crudo, senza dare la caccia ai lombrichi.

D'altra parte la questione è filosoficamente genuina ed interessante. E alcuni filosofi se ne stanno occupando a fondo. Infatti, se si vuole evitare che il conflitto evidenziato dai fatti sfugga alla normabilità, occorre che

dovrebbe mettere una pulce nell'orecchio sulla fondamentale inconsistenza dei discorsi etici normativi. Inoltre questa considerazione ci suggerisce che proprio il dogma della fissità delle specie, accompagnato dal dogma dell'ordinamento gerarchico di esse (stile Bibbia, per intenderci), rischia di essere l'unico schema fondativo possibile per un'etica normativa e legittimante. Il suo essere dogmatico e arbitrario sembrerebbe una caratteristica ineliminabile. Ma questi dogmi sono incompatibili con la *genesi delle differenze*, che i fatti invece mostrano accadere.

Può darsi che quello analizzato sia solo un paradosso linguistico. Però intanto esclude la possibilità di includere, ad esempio, il divieto di caccia del proprio simile tra le eventuali norme morali generali proprie di esseri dotati di TAMM.

Inoltre ciò fa notare come i confini che definiscono diversità e somiglianza siano estremamente mobili e sfumati e dipendenti dai criteri di osservazione individuali.

Probabilmente constatazioni analoghe, che smorzavano la nettezza delle differenze, contribuirono a suggerire a Darwin il ribaltamento del concetto di *fissità delle specie*, orientandolo a cercare invece un meccanismo per spiegare la genesi delle differenze. Che trovò con la formulazione della teoria dell'origine delle specie per mezzo della selezione naturale<sup>13</sup>.

Per contro, una chiara nozione condivisa del *diverso* comunque inteso, rende agevole il riconoscimento di appartenenza a un gruppo e la elaborazione di norme

---

esso sia regolato da una qualche gerarchia di interessi e di valori (prima viene il bene degli esseri più importanti e poi quello di quelli meno importanti). Per fare ciò però occorre poter distinguere sia gli esseri che i valori e fondare una gerarchia. Ma tale possibilità di distinzione si è rivelata debole, come è dimostrato dall'esistenza stessa del dibattito.

Infatti, se deve valere una gerarchia di interessi e di esseri, ma non si è certi di poterla stabilire, non si capisce dove e perché ci si debba fermare alle galline o all'insalata, invece di procedere, attraverso il *proconsul* e l'*australopithecus*, a includere ora questa ora quella varietà di *homo sapiens sapiens*, vuoi la varietà *candidus*, o quella *niger*, o quella *fulvus*, o quella *longus*, o quella *brevis*, o quella *technologicus*, ecc.

Una possibile soluzione della questione è stata data da alcune popolazioni umane, ormai quasi del tutto estinte, e da alcuni animali feroci, anch'essi quasi del tutto estinti, che hanno dichiarato *de facto* lecito cibarsi indifferentemente di carne umana o animale. Interessante sarebbe dirimere la questione se ciò sia da attribuirsi alla pressione di urgenze alimentari cogenti, o se sia una manifestazione del libero arbitrio.

<sup>13</sup> Sovente si tende a confondere l'adozione di una prospettiva darwinista con l'uso ideologico che di essa è stato fatto. Per lo più esso è riconducibile allo schema del '*darwinismo sociale*', o di altri schemi tardo ottocenteschi desiderosi di interpretare la teoria dell'evoluzione a supporto di opposte posizioni politiche, liberal-conservatrici o socialiste, in una troppo frettolosa pretesa di fondare '*scientificamente*' una *teoria del valore*. Questa interpretazione del darwinismo è, a mio parere, scorretta, in quanto dà la sensazione di voler introdurre *valutazioni oggettive* nella descrizione di un meccanismo. Ciò viene fatto essenzialmente implicando la nozione di '*progresso generale verso il meglio*' come risultato del processo di selezione naturale. Questo atteggiamento contiene in sé la presunzione di un ordine oggettivo nella esplicitazione delle preferenze. Esso può servire per *legittimare* una linea di azione, ma è altrettanto dogmatico e arbitrario quanto la presunzione di una gerarchia di valori e un ordine di importanza delle specie. Però esso non è affatto un componente del meccanismo evolutivo darwiniano. In linea generale si può dire che, forse, sarà meglio per i sopravvissuti e peggio per i soccombenti, ma ciò è irrilevante per il funzionamento del meccanismo.

Per una, a mio parere, corretta, approfondita ed esauriente introduzione alle problematiche darwiniane, si può vedere di C. Patterson, *Evolution*, British Museum (Natural History), London, 1978.

comuni da considerare Vere e Buone, da rispettare e far rispettare. Di solito si è molto ben disposti a dire come il *diverso* dovrebbe essere, per essere accettabile. Quasi mai si è disposti ad accettare il suo modo d'essere per come si manifesta<sup>14</sup>.

Sarà un caso, ma una chiara nozione di *barbaro* è sempre fondamentale alla costituzione di una legittimità e alla conseguente formulazione di una etica normativa, con il suo corredo di miti legittimanti, e di una formalizzazione giuridica.

Un'altra condizione che di solito viene invocata per affermare la diversità *sostanziale* dell'uomo e la sua unicità (e quindi, con un azzardato passaggio argomentativo implicito, il suo *valore superiore*), sarebbe la sua capacità di *autocoscienza*.

A parte le considerazioni esposte sopra in merito alla universalizzazione dei tratti distintivi e del valore, a me pare un po' sospetto, dal punto di vista del metodo, invocare come carattere distintivo qualcosa di così rarefatto come l'autocoscienza che, al massimo, si può credere di sperimentare attraverso l'autointrospezione. Come si può usare una percezione *soggettiva* per antonomasia, come l'autocoscienza, per fondare *oggettive* gerarchie di valori?

Posto che essere capaci di autocoscienza sia più importante che saper tessere una ragnatela — la qual cosa, trattandosi di un giudizio di valore, è, da un punto di vista darwiniano, del tutto irrilevante, in quanto le due abilità sono viste come esperimenti evolutivi diversi che esplorano parallelamente lo spazio delle possibilità biologiche e sono eventualmente in competizione nella lotta per la sopravvivenza —, a mio parere è un po' pretestuoso attribuire a sé stessi una sensazione che può essere sperimentata solo su di sé, e negare o attribuire ad altro da sé, a piacere, ciò che per definizione non può essere sperimentato sull'altro.

Salvo qualche eccentrico che dice di crederlo, nessuno è mai stato *anche* un cavallo, o un moscerino, per poterlo dire. Ma di più. Nessuno è mai stato *anche* un altro essere umano. Poter eventualmente comunicare esperienze interiori con un altro dipende *strettamente* dal fatto che la somiglianza genetica con l'altro *eventualmente* è forte, che questa somiglianza genetica *eventualmente* ha prodotto un cervello e un corpo abbastanza simili e che i due cervelli nei rispettivi corpi *eventualmente* sono stati esposti durante la vita a successioni di esperienze sensoriali analoghe che li hanno modificati plasticamente in modo analogo.

---

<sup>14</sup> Si pensi alle parole vuote che si sono spese sul *'nuovo ordine mondiale'*.

Oppure si pensi ai falansteri ecologici che da ogni angolo (di questa parte ricca del mondo, naturalmente) si progettano per l'altra parte. L'altra parte, ovviamente, sente puzza di bruciato e fa di testa sua, anche se ciò non significa che sia per forza meglio o peggio.

Il prof. Vittorio Hösle, nel suo saggio *La filosofia della crisi ecologica*, ha dato un contributo notevole per porre i fondamenti concettuali di questa nuova branca del sapere. Il saggio, illuminante per come proponga la fondazione di *"una nuova scienza che abbia una concezione della conoscenza dell'essere incentrata sull'idea del bene"*, è tratto da un ciclo di lezioni da lui tenute a Mosca, dopo la caduta dell'URSS, in occasione di un programma di aggiornamento culturale a beneficio dei paesi dell'ex-Est europeo. [cfr. V. Hösle, *La filosofia della crisi ecologica*, Einaudi, Torino, 1993].

Credo sia difficile comunicare esperienze di autocoscienza con un cerebroleso grave ridotto ad uno stato vegetativo, o con una persona in coma o addormentata. Come credo sia difficile comunicare la sensazione del correre a qualcuno che non ha mai posseduto l'uso delle gambe. Chissà che effetto fa, ad un sostenitore entusiasta dell'autocoscienza, sapersi incapace di dominare la perdita della coscienza per quasi un terzo della sua esistenza. Potrebbe morire di insonnia.

Ma, forse, è difficile comunicare esperienze di autocoscienza persino a uomini di culture profondamente diverse. E forse persino a persone a noi vicinissime. Che cosa possiamo infatti dire delle sensazioni di un'altra persona? Possiamo *immaginare* di essere al suo posto e *presumere* di provare le stesse sensazioni.

Anche le teorie più astratte. In che senso si può dire che esistono se non vengono ricostruite attraverso catene di attivazioni neurali nel cervello di qualche essere, e se non vengono scatenate da qualche fatto sensibile (la stimolazione di qualche oggetto, l'osservazione di qualche fenomeno, l'ascolto di qualche resoconto, la lettura di qualche testo)? Sperimentalmente si sono trovati recettori che, reagendo a certe molecole, provocano sensazioni di piacere e di dolore. Non si sono trovati, almeno finora, meccanismi che negli individui, autori delle teorie ecc., reagiscano ad astrazioni senza intermediazione di fatti sensibili o senza dar luogo a fatti osservabili. In particolare, non si sono trovati meccanismi che reagiscono al concetto di *bene comune* senza intermediazione dell'apparato percettivo-computazionale dell'individuo. Persino "la materia di cui sono fatti i sogni" ha origini ed effetti materialmente consistenti e rilevabili.

Solo una rudimentale semplificazione platonicheggiante può farci ritenere che i meccanismi fisici che regolano l'attività cerebrale siano ininfluenti sulla produzione di pensiero. Questi meccanismi sono estremamente intricati e plastici. Connessioni *fisiche* intricate e circolari esistono tra zone del cervello che si mostrano attive in corrispondenza di operazioni *'coscienti'* e zone del cervello che si mostrano attive in corrispondenza di operazione *'inconscie'* di regolazione. Non è possibile separare in modo semplice queste attività. Tutto reagisce con tutto, in maggiore o minore misura. E non si può dire che una influenza minore di uno stimolo in un certo istante non produca un effetto grande in un istante successivo. È una proprietà dei sistemi dinamici complessi non lineari. E il cervello, di animali come di uomini, ha tutta l'aria di esserlo.

La possibilità o la impossibilità di comunicare esperienze di autocoscienza non implica la possibilità che esistano o non esistano esperienze analoghe in altri esseri, uomini o animali. Inoltre possedere o non possedere capacità di autocoscienza, di nuovo, non ci dice nulla circa la possibilità di effettuare un ordinamento di valore a prescindere dal soggettivo *volere* — accompagnato dal *piacere* che ci procura — che esso abbia valore.

Bisogna, credo, guardarsi dalle trappole delle parole. Non è affatto detto che in principio fosse il Verbo. I paleontologi ci dicono che, molto probabilmente, il linguaggio verbale è stato *inventato* come strumento, in concomitanza all'aumentata capacità di produrre utensili e alla assunzione della posizione eretta. Possedere questo

strumento può, ma non necessariamente e non per sempre, essere un'arma che procura un vantaggio su chi non lo possiede nello stesso grado. Chi dice che per la coscienza non sia la stessa cosa? Chi dice che oltre la coscienza non si possa inventare nulla? Per esempio la abilità di porre, per approssimazioni successive, vincoli ai gradi di libertà dei linguaggi, in modo da confinare e circoscrivere le generalizzazioni applicabili ai fatti di cui esse intendono parlare? Il pensiero scientifico sembra, a mio modo di vedere, uno strumento che va in quella direzione. Esso fa un uso critico e controllato, tra l'altro, dei meccanismi di induzione<sup>15</sup>, cosciente del fatto che le regole formali del corretto ragionare non bastano per parlare delle regolarità dei fenomeni senza la loro osservazione.

Un bel saggio di Francesco Remotti<sup>16</sup> mette in evidenza, tra le altre cose, una dicotomia nel parlare di *natura umana* presente nella nostra tradizione filosofica, almeno da Montaigne<sup>17</sup> e Pascal<sup>18</sup> in poi (se non già dai Sofisti). Da una parte sta la visione stratigrafica e specistica che intenderebbe trovare, sotto lo strato superficiale delle differenze inessenziali dei costumi, un fondo costante e stabile della natura umana. Ma, per questa strada, il disaccordo su quale sia questo fondo costante è massimo<sup>19</sup>. Dall'altra parte sta un atteggiamento

<sup>15</sup> Fossoro ben anche soltanto meccanismi psicologici, una sorta di mito, utili a produrre congetture formulate con qualche linguaggio da sottoporre a confutazione.

<sup>16</sup> F. Remotti, *La tolleranza verso i costumi*, in: *Teorie etiche contemporanee*, a cura di C. A. Viano, Bollati Boringhieri, Torino, 1990.

<sup>17</sup> “Le leggi della coscienza, che noi diciamo nascere dalla natura, nascono invece dal costume. Dato che ciascuno venera entro di sé le opinioni e le abitudini morali approvate e accolte attorno a lui, non può staccarsene senza provare un qualche rimorso, né seguirle senza ricavare soddisfazione (...) Il principale effetto della potenza [del costume] è che ci afferra e ci stringe in modo che a malapena possiamo riaverci dalla sua stretta e rientrare in noi stessi per discorrere e ragionare dei suoi comandi. In verità, poiché li succhiamo col latte fin dalla nascita e il volto del mondo si presenta siffatto al nostro primo sguardo, sembra che noi siamo nati a condizione di seguire quel cammino. E le idee comuni che vediamo aver credito intorno a noi e che ci sono infuse nell'anima dal seme dei nostri padri, ci appaiono come generali e naturali. Per cui accade che quello che è fuori dei cardini del costume, lo si giudica fuori dei cardini della ragione; e Dio sa quanto irragionevolmente, per lo più.” [M. de Montaigne, *Essais*, (1580), tratto da F. Remotti, cit.]

<sup>18</sup> Se ci fosse una vera equità “la vedremmo radicata in tutti gli Stati del mondo e in tutti i tempi, mentre, per converso, nulla si vede di giusto o d'ingiusto che non muti qualità col mutar di clima. Tre gradi di latitudine sovvertono tutta la giurisprudenza; un meridiano decide della verità (...) Singolare giustizia, che ha come confine un fiume! (...) Il costume fonda tutta l'equità, per la sola ragione che è seguito: questo è il fondamento mistico della sua autorità.” [B. Pascal, *Pensées*, (1670), tratto da F. Remotti, cit.]

<sup>19</sup> Per ironia della sorte, è curioso notare che una caratteristica comune della supposta natura umana, in grado forse di ridurre il disaccordo, potrebbe essere proprio la capacità di inventare e confezionare armi, usando per questo qualsiasi cosa, comprese le attitudini e le consuetudini morali proprie e degli avversari. È assai probabile che la produzione e l'uso di armi sia una invariante molto più evidente e specifica che non la forma di organizzazione sociale o familiare, o i costumi sessuali, o la comunicazione, o il senso di giustizia.

E, per altra ironia della sorte, chissà come mai l'uso di sostanze stupefacenti, variamente ritualizzato, è un'altra costante (il tè, il caffè, il tabacco, l'alcool in varie forme di vino, birra e distillati vari, l'hashish, l'oppio, la cocaina, i funghi o i rospi allucinogeni, gli psicofarmaci della farmacia ufficiale, e chissà quanti altri di maggiore o minore azione).

di relativismo culturale, dove le differenze culturali sarebbero profonde ed essenziali, fino a far coincidere la supposta natura umana con gli stessi costumi, irriducibilmente diversi.

Ed è interessante come la difficoltà di legittimare le norme etiche fosse acutamente e dolorosamente sentita dallo stesso Pascal<sup>20</sup>. Una via di uscita forse egli la trovò nell'accettare con atto di fede il mistero, considerando cioè una scommessa vantaggiosa, in quanto la posta sarebbe la vita eterna.

Senza nessuna presunzione, trovo più interessante l'atteggiamento di chi continua ad indagare i fatti con procedure euristiche senza presumere di avere già la verità in tasca, appagandosi del piacere che la pratica dell'esplorazione procura.

Ora, è del tutto plausibile che schemi di comportamento che hanno favorito la affermazione di coloro che li adottano, rispetto a coloro che adottano schemi di comportamento alternativi, vengano interpretati, prima, come regole di pratica che funzionano bene in un certo contesto, poi, man mano che si consolidano (se il contesto nel frattempo non varia troppo) come consuetudini, e infine come vere e proprie norme o tabù la cui violazione comporta sanzioni temute<sup>21</sup>. Si può vedere

La storia mostra che, per procurarsi stupefacenti, gli uomini sono generalmente disposti a darsi un po' più da fare del solito, in modo talvolta più, talvolta meno, equilibrato e socialmente approvato, a seconda dei soggetti, delle sostanze in relazione ai luoghi e delle altre condizioni al contorno. E chissà come mai i recettori interessati dalla chimica dell'eros sono gli stessi attivati da quelle sostanze e in generale da sostanze o situazioni che procurano piacere o dolore. E chissà come mai alla riproduzione è statisticamente correlato in qualche misura il piacere dell'eros. Sarà perché quelli che hanno trovato la menzionata pratica nel suo complesso piacevole si sono riprodotti di più, mentre gli altri di meno; o sarà perché qualcuno ha *normato* che la riproduzione avvenisse così da principio e per sempre. Sarà che chi, nei secoli, ha fatto uso smodato di stupefacenti ha avuto, statisticamente, meno occasioni di diventare un maestro di quell'arte, e fare proseliti, di chi invece ha avuto con quelle sostanze un rapporto più equilibrato o non l'ha avuto; o sarà perché qualcuno ha *normato* che assumere stupefacenti è il *Male*. Sarà che chi, in genere, ha fatto esperimenti troppo arditi è stato fatto fuori dal mondo circostante e non è qui a raccontarci come si fa; oppure sarà perché qualcuno ha *normato* i comportamenti affinché alla fine il *Bene* trionfi sul *Male* (salvo inspiegabili eccezioni ed errori di percorso). O che il *Male* sia di questo mondo e il *Bene* dell'altro, a seconda che si preferisca vedere il bicchiere mezzo pieno o mezzo vuoto?

<sup>20</sup> “Chi riconduce (l'autorità) alla sua origine, la annulla (...) l'arte di far la fronda, di sovvertire gli Stati, sta nello scuotere le consuetudini vigenti, scandagliandole sin nella loro fonte, per mostrare che mancano di autorità e di giustizia (...) Bisogna che il popolo non si avveda della verità dell'usurpazione: è stata compiuta in passato senza ragione, è diventata ragionevole. Bisogna che sia considerata autentica, eterna, e ne resti celata l'origine, se non si voglia che abbia presto fine.” [B. Pascal, *Pensées*, (1670), tratto da F. Remotti, cit.]

<sup>21</sup> [rivedere, sviluppare, riscrivere e riposizionare]

• <concetto della separazione tra *teoria* (fatto logico-linguistico) e *previsione* [neurale] (fatto pre-linguistico regolativo fisico-fisiologico).>

Si possono fare *previsioni* senza fare *teorie*. (es. quando inciampo non faccio (non uso) una *teoria* sulla caduta dei gravi, ma faccio una *previsione* (dei calcoli neurali) dell'evoluzione della perturbazione dell'equilibrio e metto eventualmente in atto delle correzioni adattive (dei calcoli neurali) per ripristinare una situazione di equilibrio desiderata). Tutto ciò in modo più o meno conscio o inconscio rispetto alla sua eventuale concomitante verbalizzabilità, indifferentemente>

- <alla *previsione* basta una *anticipazione correlativa probabilmente vera* (sbilanciata verso la conferma) in funzione di una situazione ambientale *riconosciuta simile* ad un'altra e *discriminata* da altre, in quanto più vantaggiosa, dal punto di vista evolutivo, che nessuna *previsione*>
- <alla teoria serve una *verifica* di stare trattando di fatti del mondo. La può ottenere esponendosi alla falsificabilità>
- <principio di falsificazione buono per distinguere una teoria linguistica (logica) che voglia parlare del mondo da pure locuzioni linguistiche arbitrarie>
- <ma un sistema nervoso non passa attraverso una formalizzazione linguistica (logica) per fare previsioni efficaci, bensì è un sistema di regolazione che riconosce una situazione ambientale e produce una anticipazione dell'evoluzione della situazione e una correzione adattiva operando sugli organi connessi. Questo che sia un lombrico o un uomo)>
- <un sistema nervoso produce il linguaggio e la logica come sottoprodotto della sua attività e si serve eventualmente dei suoi risultati come scorciatoia associativa in alcuni casi, che funziona se correttamente vengono fatti gli opportuni *legami* tra mondo e *logos* (linguaggio, logica, matematica) rilevanti per il mondo (approccio scientifico con proposizioni falsificabili che discriminano i fatti) o irrilevanti per il mondo (approccio metafisico)>

Va ricordato che da un punto di vista evolutivo non è importante fare teorie corrette; ma fare e usare previsioni affidabili (se il *logos* funziona viene usato come predittore affidabile, se no no).

A questo serve (e per questo si è evoluto-coevoluto) un organo come il sistema nervoso. Ad anticipare, anche inconsciamente, la percezione di un fatto vantaggioso o svantaggioso (associato in genere a sensazioni piacevoli o spiacevoli) nel futuro e a mettere in atto azioni idonee a evitarlo o a favorirlo. Per esempio: a scansarci se vediamo un oggetto venirci addosso, ad avvertire un altro che un oggetto gli sta piombando addosso, ecc.

Così come l'apparato gastro-enterico si è evoluto-coevoluto, in alcuni esseri viventi, per costituire scorte di energia utilizzabili attraverso il processo metabolico. Quel complesso organico è un compromesso che in certe situazioni ambientali procura vantaggio nella selezione naturale. In altre no, ad esempio in ambienti a relativamente alta temperatura (80÷100 °C), dove pure sono state trovate forme di vita come i batteri termofili, quel complesso organico non è vantaggioso e infatti non sono stati trovati esseri viventi (batteri o uomini) che di solito vivono a temperature più basse. Cuocerebbero quasi subito.

Ad esempio il famoso tabù dell'incesto, su cui si è esercitata volentieri la fantasia di molti antropologi culturali e di molti studiosi della psiche, è riclassificabile come una regola di pratica formulata in termini di mitologia narrativa (*teoria arbitraria*), tendente ad evitare pratiche sessuali tra consanguinei (fatto che aumenta la probabilità di avere figli con tare ereditarie). Oggi abbiamo una teoria biologica potente che ci permette di spiegare con buona approssimazione come rapporti tra consanguinei abbiano probabilità di dar luogo a manifestazioni di tare genetiche ereditarie nel fenotipo che in caso di maggior varietà genetica verrebbero occultate.

Nel corso del tempo ci si può essere accorti che figli nati da consanguinei più probabilmente manifestavano disfunzioni. La prima cosa che viene in mente nelle culture cosiddette primitive è quella di attribuire l'evento sgradito ad una maledizione (o l'evento gradito ad una benedizione). Per evitare la maledizione si fanno ipotesi a caso su che cosa può averla scatenata e si evitano quelle cose in maniera superstiziosa. In gruppi separati possono anche sorgere teorie arbitrarie completamente diverse. Possono coesistere più teorie contemporanee. La cosa è irrilevante. Le credenze che danno risultati (in questo caso la riduzione di nascite precarie) vengono rafforzate, le altre vengono indebolite (sia per effetto della propagazione per apprendimento, sia per effetto della selezione naturale).

Il principio di indipendenza della *correlazione* tra fatti dello stesso dominio dalla *teoria arbitraria* che ne fornisce una spiegazione-interpretazione, consente di fare a meno di dover cercare un collegamento di causa-effetto tra quelle teorie la teoria e i comportamenti effettivi adottati.

Cercare perciò qual'è l'origine o la causa dell'istituzione, ad esempio, del tabù dell'incesto è irrilevante. Tanto sono tutte corrette e tutte scorrette. Infatti la cosa importante è che consentano di riconoscere un fatto che sia fisicamente correlato con un altro fatto (in genere gradito o sgradito), anche se la correlazione fisica non viene riconosciuta, e consentano di riconoscere e di vietare quel fatto come tabù o di incentivarlo come propiziatorio.

Che il processo di produzione di regole di pratica, tabù e norme etiche avvenga per produzione di *teorie arbitrarie* è indirettamente testimoniato dalla nascita, esistenza e scomparsa di numerose superstizioni prive (o che possono apparire tali in altri contesti conoscitivi) di qualsiasi correlazione con fatti che potrebbero essere graditi o sgraditi.

Non è strettamente necessario che una credenza o una teoria siano una aderente illustrazione del meccanismo che lega tra loro due fatti perché esse funzionino come meccanismo di previsione. Quasi sempre è sufficiente che catturino una correlazione fisica tra fatti e che le previsioni siano effettuate tra fatti che stanno nel dominio di validità della correlazione, perché la previsione funzioni, cioè che sia tendenzialmente diversa da una previsione casuale.

Queste due operazioni, *cattura di una correlazione* e *riconoscimento di un fatto che sta in un dominio*, sono due operazioni per le quali l'apparato percettivo-computazionale biologico (umano e animale) sembra progettato apposta. Queste due operazioni funzionano nei sistemi nervosi biologici (e nelle loro simulazioni computazionali con reti neurali connessioniste) indipendentemente dal linguaggio o da una codificazione formale della conoscenza dei fenomeni che mettono in correlazione. Esse sono indipendenti da una qualsiasi descrizione formale del mondo. Inoltre sono il risultato di una normale attività fisica della macchina percettivo-computazionale costituita dal sistema nervoso. Quindi sono, in qualche modo, più fondamentali. Questo può spiegare come un mollusco possa riconoscere una situazione di pericolo o una potenziale fonte di cibo, in un modo che funziona, anche senza avere una conoscenza formale delle situazioni impreviste di pericolo o di potenziale presenza di cibo, e possa estendere con l'apprendimento quella conoscenza. Mentre un robot, programmato con tecniche che descrivono le relazioni logico-formali del mondo con cui ha a che fare, non riesce a padroneggiare situazioni che non siano formalmente ed esplicitamente previste.

Si può istruire un robot a fare operazioni intellettuali raffinate. Ad esempio, a giocare a scacchi, e a farlo meglio di tutti o quasi gli uomini. Ma non è un caso che il gioco degli scacchi sia un 'mondo' formalmente ben definito, tenuto insieme da *regole* completamente note in anticipo. È molto meno facile programmare un robot con tecniche formali e renderlo in grado di fare operazioni di riconoscimento di oggetti o di situazioni o, in genere, riconoscimento di *relazioni di somiglianza* e riconoscimento di *regolarità*. E in ogni caso, nei casi ben definiti e confinati in cui si riesce a farlo, ciò accade perché esiste una teoria formale nota al programmatore per cercare quelle somiglianze e regolarità che viene codificata dettagliatamente nell'algoritmo. Poi questi algoritmi prendono un tempo di calcolo comparativamente molto grande rispetto ad operazioni simboliche e logiche. Con un andamento temporale esattamente opposto a quello dei sistemi nervosi: poco tempo per manipolazioni logico-simboliche, molto tempo per operazioni induttive e statistiche contro l'opposto nei sistemi nervosi biologici.

Il processo di *teorizzazione arbitraria* si configura perciò come un semplice *processo di etichettatura*, cioè di riconoscimento della forma di un problema a cui si associa una etichetta linguistica (o anche solo sonora, o altro a piacere) del tutto irrilevante rispetto alla meccanica degli eventi. Questo processo è di nuovo effettuabile in modo del tutto *fisico* dalla stessa macchina percettivo-computazionale senza dover ricorrere a regressi all'infinito lungo catene di meta-teorie e al postulato di entità mentali non fisicamente rilevabili.

Quindi, nel caso specifico dell'incesto, non è strettamente necessario avere nozioni di genetica molecolare per fare una teoria sbagliata (qualunque essa sia) che conclude su fatti che funzionano. Si istituisce così una correlazione tra fatti che funziona (il tabù dell'incesto è diffuso in diverse culture, e comportamenti tendenti a ridurre l'accoppiamento tra consanguinei si rafforzano anche tra alcuni animali). Tuttavia il tabù dell'incesto è un tabù che viene violato, a conferma del fatto che in realtà non esiste alcun vincolo fisico, ma esso rappresenta solo una inconscia sedimentazione di un comportamento tentente ad evitare conseguenze sgradite, la cui probabilità di verificarsi ha un fondamento fisico.

Questo schema di processo per catturare correlazioni tra fatti utilizzate per fare previsioni funzionanti, indipendentemente dall'averne una articolata e più calzante teoria dei meccanismi che li regolano e li collegano, sembra molto diffuso e lo si ritrova sovente. Si veda ad esempio come, presso la popolazione Yami, la costruzione della misura del tempo e della sua calibratura, utilizzate per fare previsioni essenziali per la sopravvivenza, seguano questo schema [Cfr. nota 51 più oltre].

Inoltre quanti rimedi della farmacopea pre-scientifica si sono rivelati effettivamente farmacologicamente efficaci (cioè attivi non solo per effetto placebo), anche se le teorie sul loro funzionamento si sono rivelate chiaramente sbagliate, quando il loro funzionamento è stato spiegato da una teoria più potente? E quanti farmaci efficaci vengono oggi prodotti e prescritti, anche se il loro meccanismo di azione è dichiaratamente non

la cosa come un processo di formazione di prototipi, in analogia con quanto avviene in una rete neurale artificiale<sup>22</sup>. E si può anche capire come si formino caste di sacerdoti custodi di queste norme, e come si formino miti legittimanti<sup>23</sup> tendenti ad affermare che quanto è, è sempre stato così e sempre sarà così per l'eternità. Molto dipende dal rapporto tra la percezione delle regolarità dell'ambiente<sup>24</sup> e le effettive regolarità, e dalla estrapolabilità di queste percezioni di regolarità. Fino al prossimo bivio catastrofico, quando le tensioni tra norme e fatti sortiscono in rapidi e caotici mutamenti nell'ambiente e nei comportamenti, fino ad assestarsi su nuovi equilibri,

---

ancora ben chiarito? Credo che la storia del pensiero scientifico insegni innanzitutto ad aver un atteggiamento scientifico nei confronti dei fatti, prima che un metodo formale per indagare i fatti.

Mi viene in mente un vecchio film con Rock Hudson dove il protagonista per nascondersi finisce in un ambulatorio ostetrico. Senza saperlo si finge malato e accusa nausea. L'infermiera scandalizzata entra a chiamare il medico perché lo cacci via. Ma il medico esce dalla sua stanza eccitato dalla curiosità correndo: "Dov'è! ... Voglio vedere! Non si può mai dire. Potrebbe essere un nuovo fenomeno mai scoperto. La Scienza è aperta a ogni fenomeno" Chissà che non ci sia più atteggiamento scientifico in quelle parole che non in quelle di molti possessori di Verità, a priori o rivelate o formali o oggettive.

<sup>22</sup> Nel senso espresso da P. M. Churchland (in *Fatti morali e conoscenza morale*), anche se io sono un po' meno convinto di lui che si possa parlare di un processo di oggettivazione in direzione di un progresso. Preferisco non dare valutazioni perché le ritengo improprie in un contesto dove non si specificano i soggetti destinatari dei benefici di un progresso. Non può essere data per autoevidente la relazione di somiglianza tra soggetti (reti neurali) diversi e sul loro convergere verso prototipi unificanti. Se essa può essere un fattore meno critico, in relazione a regolarità forti, può non essere trascurabile nel caso di situazioni meno stabili. [P. M. Churchland, *A Neurocomputational Perspective. The Nature of Mind and the Structure of Science*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1989. Trad. it.: *La natura della mente e la struttura della scienza. Una prospettiva neurocomputazionale*, Il Mulino, Bologna, 1992.]

<sup>23</sup> Basti una citazione per tutte: "Dio creò gli uomini a norma della sua immagine; a norma di della immagine di Dio li creò; maschio e femmina li creò. Quindi Dio li benedisse e disse loro: «Siate fecondi e moltiplicatevi, riempite la terra e soggiogatela, ed abbiate dominio sui pesci del mare, sui volatili del cielo, sul bestiame e su ogni essere vivente che striscia sulla terra»." [Genesi, 1,20-26].

Tuttavia le più antiche testimonianze di questo mito (intorno al VI sec. a. C.) sono posteriori di alcune migliaia di anni alla domesticazione del cane e di altri animali da cortile (resti datati al C-14 situano la domesticazione del cane attorno al 9000 a. C., almeno). Inoltre si rilevano moltissimi esempi di relazioni simbiotiche tra animali, apparentemente senza alcuna legittimazione mitica (formiche e afidi, squali e remore, uomini e batteri, ecc.).

<sup>24</sup> Non si confonda il termine *ambiente* usato in questo scritto con la nozione di ambiente (supposto naturale, dunque buono, contrapposto ad uno snaturato, dunque cattivo) che sovente una approssimativa e malintesa cultura ambientalista ha contribuito a diffondere. Qui, e in generale nella consuetudine scientifica (sempre che io la interpreti correttamente), si tende ad intendere per *ambiente* ciò che sta al contorno del sistema di cui si parla e con cui questo sistema ha interazioni di ogni tipo (es. scambio di molecole, scambio di energia, scambio di informazione, interazioni attraverso campi di forze, ecc.).

Non vi è mai, nel termine *ambiente* usato qui, alcuna connotazione di valore che voglia sottintendere il desiderio di una sua preservazione o di una sua alterazione in qualche direzione privilegiata. L'alterazione dell'*ambiente* è contestuale e inscindibile dall'avvenire delle interazioni del sistema di cui si sta parlando con ciò che sta all'esterno dal sistema stesso. Il concetto di *ambiente* è un concetto necessario per poter parlare, per approssimazioni successive, del funzionamento di un sistema senza dover disporre in anticipo di una imprecisabile *teoria del Tutto* che dia conto di tutti gli accadimenti conosciuti e sconosciuti.

seguendo una analoga sequenza evolutiva. Emblematica, ad esempio, è la meccanica di formazione delle gerarchie nei branchi di lupi. Ma senza andare troppo lontano, si possono interpretare in questa luce i frequenti esempi, nella storia umana, di rottura della legittimità preesistente e nascita, sulle ceneri di essa, di una nuova legittimità che sovente cerca subito, nel gran calderone del passato, ragioni mitologiche di sé stessa mentre si consolida.

La difficoltà di spiegare le transizioni, le eccezioni e le violazioni a partire da un'ottica normativa, senza ricorrere al mistero, rende invece, a mio parere, assai appetibile un'ottica evolucionista, nel senso di Darwin, come schema di spiegazione. Esso rende plausibile spiegare quei fatti in modo omogeneo. Il costo è la rinuncia a poter formulare una progettazione normativa dell'agire in modo oggettivamente fondato. Questa viene sostituita da un atteggiamento progettuale soggettivo, reattivo e adattivo delle proprie azioni<sup>25</sup>. Dove per soggetto si intende chi abbia qualche facoltà e potere di azione.

---

<sup>25</sup> Una calzante definizione del comportamento come attività adattiva è stata data da D. O. Hebb:

"Il comportamento è innanzi tutto adattamento all'ambiente sotto la guida sensoriale. Allontana l'organismo da eventi dannosi e lo avvicina a eventi favorevoli, oppure introduce cambiamenti nell'ambiente immediatamente circostante in modo da rendere la sopravvivenza più probabile." [D. O. Hebb, *A Textbook of Psychology* (pp. 44-45), Wiley, New York, 1949].

D. O. Hebb è noto, a coloro che si occupano di modelli connessionisti del funzionamento di porzioni di sistemi nervosi, per aver dato la prima formulazione della regola fisiologica di apprendimento per le modificazioni sinaptiche. Questa formulazione si è rivelata di fondamentale utilità per la comprensione della plasticità cerebrale agli stimoli sensoriali e per il superamento dei limiti della interpretazione della attività nervosa secondo lo schema Stimolo-Risposta (SR). Essa è nota come sinapsi di Hebb:

"Quando un assonni della cellula A è sufficientemente vicino da eccitare una cellula B e ripetutamente e persistentemente prende parte nello sparare segnale (firing) verso di essa, un qualche processo di crescita o di cambiamento metabolico ha luogo in una o ambedue le cellule in modo tale che l'efficienza di A, in quanto cellula che spara segnale su B, è incrementato." [D. O. Hebb, *The Organization of Behavior* (p. 62), Wiley, New York, 1949].

Hebb è noto anche per aver coniato il termine *connessionismo* che caratterizza un approccio completamente materialista e subsimbolico allo studio del funzionamento del cervello e dei sistemi nervosi (umano o animale, indifferentemente) come produttori di pensiero e regolazione. Il *connessionismo* vede l'attività cerebrale come produttrice di pensiero e regolazione in modo fondamentalmente indifferenziato. Questa attività viene realizzata mediante propagazione di segnale attraverso il reticolo neuronale interconnesso, con una modulazione di questo segnale effettuato dall'insieme delle connessioni sinaptiche che fungono da *pesi* della propagazione del segnale. Questi *pesi* sono soggetti a variazione con l'esposizione all'ambiente, e si modificano nel corso dell'apprendimento.

"Questa teoria è evidentemente una forma di connessionismo, uno dei tanti della forma a 'centrale di commutazione', anche se non è incentrata sulle connessioni dirette tra i canali afferenti ed efferenti: non è una psicologia "S-R", se R significa risposta *muscolare*. Le connessioni servono piuttosto a stabilire attività centrali autonome, che sono poi la base per ulteriore apprendimento." [D. O. Hebb, *The Organization of Behavior* (p. xix), Wiley, New York, 1949].

Seguono questo approccio i modelli computazionali che, simulando il funzionamento di aggregati di neuroni interconnessi, tentano di mimare, con risultati generalmente apprezzabili e talvolta sorprendenti, operazioni tipiche di porzioni di sistemi nervosi biologici. Esempi di problemi trattabili con questo tipo di algoritmi, chiamati comunemente *reti neurali*, sono: il riconoscimento di immagini, il completamento di informazione mancante a partire da frammenti di essa, la generazione di categorie a partire da casi individuali, e, in genere, tutte quelle operazioni che possono beneficiare di un meccanismo induttivo. Questo tipo di problemi sono generalmente di difficile trattamento con algoritmi di altro tipo. Due rilevanti caratteristiche di questa classe di algoritmi, comune ai sistemi

La perplessità che uno schema evolucionista può sollevare è il fatto che delle regolarità nelle morfologie e nei comportamenti dei viventi si percepiscono, e un ordine delle cose comunque compare (che sia un ordine esterno, o della natura, oppure un ordine interno, o della ragione). La principale obiezione etica potrebbe essere che basta definire il *bene* come l'operare in conformità a quell'ordine.

A questa obiezione si può rispondere che l'ordine e le regolarità che compaiono sono la risultante trasformata, il riflesso statistico e non deterministico, indiretto e trasformato, di ordine e regolarità presenti nell'ambiente; e che questo ordine risultante non è di per sé *noto in anticipo*, ma è piuttosto *prodotto* come risultato delle interazioni a tutte le scale, dalla scala molecolare a quella degli aggregati macroscopici che percepiamo.

Le forme di vita possono essere interpretate come una sorta di nuvola di fluttuazioni parzialmente casuali attorno alle regolarità fisiche sottostanti in equilibrio talvolta instabile. Esse progressivamente esplorano, un po' a tentoni, quelle regolarità per scoprirne tutte le pieghe, ed esplorandole le alterano. Se quelle regolarità si modificano, questa nuvola le segue, adattandovisi, cioè alterandole e alterandosi. Questa concezione non ha bisogno di presupporre che esistano regolarità sottostanti, né che debbano continuare ad esistere. Dice solo che se regolarità ci sono, i fenomeni vitali, con le loro forme di pensiero, ne sono una sorta di riflesso statistico che viaggia insieme. Se quelle regolarità cessano di esserci ed entrano in una fase di disordine più o meno grande, i fenomeni vitali entrano in una fase di disordine in qualche modo correlata. Tutto ciò senza presupporre che i singoli oggetti macroscopici individuati come *esseri viventi* debbano essere singolarmente ordinati, predeterminati, programmati, e deterministicamente vincolati.

In una parola: non è necessario che il destino di ciascuno stia scritto nel regno dei cieli o da qualche altra parte. Piuttosto calza a pennello quell'altro detto: "Se Dio esiste, ha *sicuramente* qualcosa di più divertente da fare che pensare a me".

Perché questa descrizione informale e semplicistica non sembri solo una strampalata congettura, proverò ad essere un po' più circostanziato. Spero che mi si perdoneranno approssimazioni, semplificazioni, imprecisioni ed errori dovuti soprattutto alla mia ignoranza. Ma quello che vorrei indicare è una linea di pensiero.

Gli organismi che hanno storicamente formato il nostro concetto intuitivo di *essere vivente* (uomini, animali, vegetali) sono, alla luce di quanto si sa oggi, solo una parte di quelle che si considerano forme di vita. Questo concetto di essere vivente identifica approssimativamente quegli organismi che vanno sotto la denominazione di *eucarioti*

---

nervosi biologici, sono: la loro plasticità al contesto che li rende capaci di apprendimento mediante stimolazione, e la loro relativa aspecificità rispetto al compito da svolgere. Interessante aspetto di questi algoritmi è la loro sperimentata capacità di generalizzare (produrre abbozzi di *idee*, in vago senso platonico) ed interpolare abbozzi di concetti astratti. Sorprendente è il fatto, sperimentato, che la degradazione strutturale di un algoritmo addestrato (eliminazione di nodi neurali) comporta una degradazione, nelle prestazioni dell'algoritmo, che presenta forti analogie con la degradazione delle prestazioni così come si evidenziano in sistemi nervosi biologici soggetti a patologie che comportano la perdita di neuroni.

*pluricellulari* o *metazoi* (cioè organismi costituiti da aggregati di cellule differenziate e specializzate che hanno il nucleo racchiuso in una membrana che lo separa dal citoplasma). A queste forme di vita vanno aggiunti gli *eucarioti unicellulari* o *protozoi* (organismi autonomi costituiti da una sola cellula con membrana che separa il nucleo dal citoplasma, es. amebe), i *procarioti* (organismi unicellulari senza membrana nucleare, es. batteri e alghe azzurre), i *virus* (organismi non cellulari in grado di funzionare e riprodursi solo all'interno di cellule, ma in grado di mutare le caratteristiche di funzionamento delle cellule ospiti).

Tutti questi esseri, considerati attualmente come viventi, condividono una caratteristica: alla base del loro funzionamento sta il DNA contenuto nelle cellule (nel nucleo delle cellule, negli eucarioti) e nei virus. Il DNA può essere visto come una macchina chimica elementare, anche se di grandissima complessità, in grado di fare fondamentalmente due cose: replicarsi e regolare la sintesi di proteine che caratterizzano una cellula (e, di riflesso, un organismo pluricellulare).

Le proteine sono catene di amminoacidi composte con una ventina di tipi di amminoacidi in combinazione qualsiasi. Una catena di 100 elementi (lunghezza tipica di una proteina) può perciò assumere in teoria  $20^{100}$  forme diverse, ciascuna con caratteristiche fisico-chimiche generalmente diverse. Questo è un numero di gran lunga superiore al numero stimato di atomi dell'intero universo. Si stima che in una singola cellula umana siano presenti anche 10.000 tipi diversi di proteine contemporaneamente. Alcune di queste proteine funzionano da catalizzatori (enzimi, fattori di crescita, ecc.) per favorire o inibire altre reazioni chimiche di vario tipo, comprese quelle che agiscono sulla stessa molecola di DNA per regolarne il funzionamento. Altre hanno funzione strutturale (es. la cheratina, per la formazione di peli, scaglie, aculei, unghie, artigli, piumaggio, strato corneo dell'epidermide; il collagene, presente in ossa, cartilagini, tendini; ecc.). Altre ancora hanno funzione di trasporto (l'emoglobina nei globuli rossi per il trasporto di ossigeno dai polmoni alle varie cellule, ecc.). La differenziazione proteica sta alla base della differenziazione cellulare e ne condiziona la funzionalità. La differenziazione cellulare, a sua volta, sta alla base della formazione strutturale dei tessuti e di tutti gli organi macroscopici presenti negli organismi pluricellulari (sistema circolatorio, respiratorio, gastroenterico, muscolare, scheletrico, ghiandolare, genitale, nervoso, ecc.; tutti interrelati tra loro)

La replicazione, che è anch'essa una reazione chimica controllata dallo stesso DNA, tende a riprodurre una copia identica della molecola di DNA di partenza. La replicazione del DNA avviene nel corso di una divisione cellulare al termine della quale da una cellula madre si ottengono due cellule figlie con lo stesso corredo di DNA. Per questa sua caratteristica, il complesso di molecole di DNA, presente in una cellula o in un virus, può essere visto come deposito di informazione (*codice genetico* o *genoma*) pronto a reagire chimicamente per ripetere gli stessi processi successivamente, e procedere in questo modo alla costruzione dell'organismo secondo le informazioni ivi codificate e in funzione delle condizioni ambientali di contorno.

Se si guarda il codice genetico come un deposito di informazione, il filamento di DNA, scandito in *geni*, funziona come una sequenza di istruzioni per regolare il procedere di una complicata sequenza di reazioni chimiche. Questa sequenza di istruzioni si attiva quando si presentano nell'ambiente certe molecole, di volta in volta idonee a scatenare il processo controllato da questa o quella molecola di DNA o da parti di essa.

In genere il processo è scatenato in corrispondenza di un gene preposto alla sintesi di una certa proteina. Le *regioni regolative* del gene regolano, in funzione delle condizioni ambientali, la quantità di proteine che vengono costruite sulla base delle informazioni residenti nella *regione strutturale* del gene.

La sintesi proteica avviene in due fasi: la trascrizione, in cui il gene viene copiato in una molecola di RNA messaggero (mRNA, una sorta di copia a stampo della porzione di DNA interessata); la traduzione, in cui lo mRNA viene letto dai *ribosomi* che costruiscono la proteina. I ribosomi, scorrendo lo mRNA, riconoscono, come conformi al codice presente sullo mRNA, i vari *amminoacidi elementari* presenti nell'ambiente (sintetizzati in precedenza dall'organismo o assunti con l'alimentazione). Li catturano e li assemblano in filamento proteico secondo la sequenza di informazioni presente sullo mRNA. Il meccanismo di riconoscimento è simile a quello di una chiave e la sua serratura

Se si guarda il DNA in modo un po' più generico ed astratto, lo si può vedere come un meccanismo che seguendo un certa sequenza di operazioni produce situazioni nel suo intorno idonee a influenzare il suo procedere successivo nel seguire il programma di operazioni. In altre parole non come una macchina che ripete pedestramente un compito ripetitivo (es. un orologio), ma piuttosto come un meccanismo reattivo in attesa che scateni certe attività in funzione di ciò che gli sta intorno. Tra le attività che può scatenare, vi è anche la replicazione o la riparazione di sé stesso (cioè delle istruzioni di esecuzione in esso contenute). La replicazione così effettuata ha generalmente successo, nel senso che il processo riproduce una nuova molecola, copia identica della matrice.

Talvolta però, per la presenza nell'ambiente di molecole solitamente estranee o per effetto di radiazioni ionizzanti (agenti *mutageni*), avvengono mutazioni casuali che alterano<sup>26</sup> porzioni di DNA, cioè il codice riprodotto da questo processo. La mutazione può avere più o meno successo ambientale, nel senso che può essere più o meno in grado di resistere alle aggressioni chimiche ambientali in cui è immersa (ad esempio ad operazioni di sintesi *ex novo* di sequenze di nucleotidi per riparare le sequenze alterate). Queste aggressioni tendono, in generale, a riportare la situazione all'equilibrio precedente la mutazione. A seguito di ciò, la mutazione può mantenere o meno la capacità di funzionare e replicarsi a sua volta. Se ne è in grado, il nuovo codice così formato comincerà a replicarsi e a funzionare. In particolare comincerà a regolare la produzione di proteine in maniera generalmente difforme dal codice originario. Ad esempio, la formazione di cellule

tumorali può essere visto come l'indiretto successo di una mutazione a scala cellulare.

Già alla scala del DNA si ha perciò una macchina chimica generalmente stabile, in grado di organizzare la materia tanto da riprodurre una copia identica di sé e comporre, in modo ripetibile e secondo un processo ordinato, proteine molto diverse. Inoltre il suo funzionamento è scatenato da situazioni ambientali ed è autoregolato. In più questa macchina è dotata di una fondamentale instabilità aleatoria, relativamente rara in rapporto al suo normale funzionamento, che talvolta le fa produrre copie mutate di sé stessa da sottoporre alle interazioni ambientali.

Se le mutazioni influenzano le cellule germinali (ovuli e spermatozoi) dei metazoi (eucarioti pluricellulari) e queste mutazioni riescono a dare luogo ad organismi pluricellulari a loro volta in grado di produrre cellule germinali funzionanti, la mutazione si può propagare ereditariamente e dar luogo a nuovi individui pluricellulari mutanti. Come tali, e come gli individui non mutanti, questi individui pluricellulari mutanti verranno sottoposti alle interazioni ambientali alla loro scala. Il che comporta confrontarsi con i vincoli e le aggressioni che l'ambiente propone, come contestualmente accade alla scala cellulare.

Una più frequente fonte di variazione casuale nei metazoi è l'accoppiamento di *gameti* complementari<sup>27</sup> che portano ciascuno metà del corredo di informazione genetica presente nel DNA dell'individuo da cui rispettivamente provengono.

Nei metazoi, il DNA è organizzato in lunghi filamenti chiamati *cromosomi*. I cromosomi sono presenti, nelle cellule dei metazoi, in *coppie omologhe*<sup>28</sup>. Durante il normale ciclo di replicazione cellulare (*mitosi*) essi si duplicano, e una copia di ciascuno dei due membri della coppia omologa di tutti i cromosomi migra in direzione di uno di due provvisori poli cellulari. A questo segue la divisione del citoplasma.

Diversamente che nella mitosi, durante il ciclo (*meiosi*) di produzione delle *cellule germinali* (i *gameti*) i cromosomi si duplicano, ma a migrare verso un polo sono ambedue le copie di un membro della coppia di cromosomi, mentre l'altro membro migra verso l'altro polo. Così per tutti i cromosomi. Si originano così due cellule, ciascuna con due copie unite di ciascun cromosoma omologo spaiato. Durante questa prima fase della divisione meiotica, e *prima* dello spaiamento dei cromosomi, avviene però anche uno scambio di geni tra cromosomi omologhi

<sup>27</sup> [rivedere] Considerati di sesso opposto, in quanto ad esempio nella specie umana, una differenza in una coppia omologa di cromosomi è responsabile delle differenze macroscopiche tra i maschi e femmine. Di qui si parla di ricombinazione sessuata del DNA (riproduzione sessuata nei metazoi), ma occorre tenere distinto il concetto di ricombinazione sessuata del DNA dalla differenziazione di caratteristiche macroscopiche legate per lo più agli organi copulatori. Queste differenze macroscopiche non sono presenti ad esempio negli ermafroditi (es. lumache) che pure hanno una ricombinazione sessuata del patrimonio genetico. [Cfr. nota 33]

<sup>28</sup> Esse sono caratterizzate in genere da un alto grado di somiglianza, ad eccezione, ad esempio, della coppia omologa responsabile, nella specie umana e in molti animali, della differenziazione sessuale nel *fenotipo* (la famosa coppia di cromosomi XY nel maschio e XX nella femmina della specie umana). Questa somiglianza fa in modo che il processo di scambio di geni durante il *crossing-over* non dia luogo a variazioni troppo incaute che avrebbero scarse probabilità di funzionare.

<sup>26</sup> Con processi chimico-fisici soggetti alle regolarità atomiche della materia ordinaria, e non metafisici.

(*crossing-over*), che è di fatto una miscelazione di caratteristiche del DNA operata tra i due cromosomi omologhi. Successivamente ciascuna delle due cellule con metà dei cromosomi si suddivide ulteriormente come in un normale ciclo di mitosi, ma le cellule risultanti, a questo punto, possiedono solo più un corredo cromosomico spaiato, ricombinato e dimezzato<sup>29</sup>. Una disfunzione a livello cromosomico comporta generalmente gravi disfunzioni e difformità rispetto alla normalità degli individui che non manifestano la disfunzione (es. la relativamente diffusa sindrome di Down, causata dalla presenza di 3 esemplari del cromosoma 21 anziché 2, detta *trisomia 21*).

Riassumendo. La produzione di gameti complementari avviene attraverso un processo di suddivisione cellulare detta *meiosi*. Durante questo tipo di suddivisione cellulare solo metà del patrimonio genetico ricombinato viene riversato nel gamete in formazione.

<sup>29</sup> Se per ipotesi, puramente teorica e combinatoria, diciamo che ciascuno dei cromosomi omologhi della coppia presenta qualche differenza (come nel caso molto evidente della coppia XY nella specie umana, e come effettivamente accade nel caso di *geni eterozigoti*, o *alleli*, cioè geni diversi che occupano la stessa posizione sui cromosomi omologhi, differenze che potrebbe essersi prodotte ad esempio per micromutazioni del DNA); e se facciamo l'ipotesi che non sussistano altri vincoli che legano tra loro i vari cromosomi nel decidere di migrare verso un polo o l'altro durante la prima fase della meiosi, allora le combinazioni tra loro differenti che possiamo ottenere sono di  $2^n$  tipi di gameti diversi, dove  $n$  è il numero di coppie omologhe di cromosomi. Questo considerando soltanto binaria, a livello dei cromosomi omologhi, la loro differenza.

La possibilità che più geni eterozigoti siano presenti nello stesso cromosoma, congiunto al fatto che durante la prima fase della *meiosi* si attui il *crossing-over* (es. scambio di geni *alleli*, per cui il DNA viene organizzatamente miscelato), rende l'esplosione combinatoria teorica immensamente più grande.

Pur nell'ipotesi riduttiva di sola differenza binaria, un individuo della specie umana, che normalmente ha 23 coppie di cromosomi, potrebbe perciò teoricamente dar luogo a 8.38 milioni di tipi di gameti differenti. Considerando che ciascuno dei due gameti complementari può combinarsi con altrettanti altri per formare una cellula diploide, si otterrebbero teoricamente  $7.03 \cdot 10^{13}$  genotipi diversi a partire dal genoma di due individui, ciascun genotipo virtualmente in grado di dar luogo a individui con caratteristiche diverse. Questo ipotizzando differenze solo binarie nei cromosomi considerati come unità compatte. Se poi consideriamo che ciascun cromosoma è a sua volta costituito da molte sequenze di geni, e che sovente la manifestazione di caratteristiche macroscopiche dipende dalla attività combinata di più porzioni di DNA di geni appartenenti a cromosomi diversi, ma che talvolta basta un solo gene per esprimere una caratteristica importante o una disfunzione letale, si ha un'idea della potenza espressiva dei meccanismi del DNA e della loro complessità praticamente indecifrabile, a volerne seguire le interazioni in modo deterministico. (Si pensi che non si riesce, dal punto di vista fisico, a dar conto, *in modo deterministico*, neppure del moto delle molecole in un volume di gas omogeneo e inerte. Figurarsi dar conto, *in modo deterministico completo*, di meccanismi reattivi complessi come le molecole del DNA).

Al di là della loro effettiva rilevanza, queste considerazioni danno un'idea delle esplosioni combinatorie possibili che si hanno già ad un primo gradino di ipotesi di interazione, e danno anche un'idea del ruolo che l'ambiente ha nello smussare, ridurre e stabilizzare le differenze potenziali. Inoltre si intravede anche il ruolo che l'ambiente ha nel fornire informazioni di vincolo per limitare e circoscrivere l'esplosione combinatoria.

Inoltre confrontare le possibili esplosioni combinatorie del DNA con la relativa regolarità dei suoi effetti biologici macroscopici (ad esempio la relativa similitudine degli individui alla scala di metazoi), ci dà anche un'idea delle omologie, delle ridondanze e delle stabilità ipotizzabili nei meccanismi genetici molecolari, pur conservando essi una fondamentale duttilità nella capacità di produrre differenza in presenza di condizioni ambientali mutate e selettive.

Esso troverà la parte complementare di patrimonio genetico in un altro gamete complementare che andrà ad incontrare. I due gameti incontrandosi potranno iniziare un processo di replicazione e differenziazione cellulare che tenderà a produrre progressivamente un nuovo individuo pluricellulare indipendente (*fenotipo*) dagli individui produttori dei gameti da cui ha avuto origine<sup>30</sup>. Se l'unione dei gameti incontra condizioni ambientali favorevoli, il processo di normale replicazione cellulare procede con il nuovo DNA ricombinato. Altrimenti i gameti, o la loro unione, degenereranno senza ulteriori repliche cellulari. L'unione di due gameti avviene casualmente con l'incontro meccanico di ovuli e spermatozoi (fecondazione).

Il tasso di incontro tra gameti è generalmente molto basso in relazione al numero di gameti prodotti<sup>31</sup>, e molto alto in relazione ai fenotipi che in genere arrivano a sviluppo completo (si pensi al numero di semi che vanno dispersi senza germogliare, o al numero di girini che non diventano rane adulte). Questa eccedenza di capacità riproduttiva consente che si mantenga alta la pressione degli individui sull'ambiente, ed è la ragione principale per cui ogni nicchia ambientale viene regolarmente esplorata e occupata da organismi viventi che mostrano caratteristiche

<sup>30</sup> In realtà sia il processo di divisione cellulare più frequente (*mitosi*) che quello meno frequente per la produzione di gameti (*meiosi*) andrebbe descritto con più dovizia di particolari. Come pure le questioni legate al DNA andrebbero approfondite. Ma questo allungerebbe molto il ragionamento, e questo scritto non vuole essere un testo di biologia. La cosa che si vuole evidenziare con gli accenni biologici qui fatti, è che una spiegazione biochimica non misteriosa della diversità biologica è possibile, è stata fatta, funziona egregiamente ed è reperibile in qualsiasi buon testo di biologia (ad esempio: E. Lawrence, *Guida alla biologia moderna*, Garzanti 1993).

In particolare poi, nel filo del ragionamento di questo scritto, si vogliono evidenziare alcune cose in relazione ai meccanismi biologici. E cioè:

- L'esistenza di un meccanismo di replicazione dotato di regolarità alla base del funzionamento degli organismi viventi a livello del DNA.
- Il funzionamento interattivo con l'ambiente del DNA, secondo lo schema: il DNA opera sull'ambiente, l'ambiente opera sul DNA. Ciò in modo complesso, non lineare e non predeterminabile dal DNA.
- Il carattere aleatorio delle mutazioni durante la replicazione del DNA.
- L'esistenza di un secondo livello di replicazione degli individui pluricellulari dotato di regolarità e costruito sulle spalle del meccanismo di riproduzione cellulare regolato dal DNA.
- L'esistenza di interazioni tra gli individui pluricellulari e l'ambiente, di nuovo secondo lo schema: gli individui operano sull'ambiente, l'ambiente opera sugli individui. Ciò avviene in modo complesso, non lineare e non predeterminabile dagli individui.
- Il carattere aleatorio della ricombinazione del DNA operato dalla unione di patrimoni genetici simili che avviene durante la riproduzione sessuata degli individui pluricellulari (cioè con miscelazione di patrimonio genetico).
- La riduzione di probabilità di dar luogo a *genotipi*, e di lì ad individui, troppo diversi o esattamente identici che si ottiene con la ricombinazione sessuata del patrimonio genetico durante la riproduzione degli individui pluricellulari (produzione di biodiversità). Variazioni troppo grandi o nulle avrebbero una grande probabilità di non funzionare o funzionare poco in un ambiente le cui variazioni di regolarità, rispetto alla successione degli eventi riproduttivi, sono piccole ma possono essere non nulle. Per contro piccole variazioni sono adeguate a produrre con maggior probabilità individui relativamente più idonei alle nuove condizioni ambientali o a una maggiore esplorazione di esse.

<sup>31</sup> Ad esempio, nella normale vita riproduttiva degli individui della specie umana attuale (considerandola di 30 anni) il tasso di incontro riuscito è uno su molti miliardi per lo spermatozoo, e 1÷5 su circa 350÷400 per l'ovulo, con escursioni che vanno da 0 a 20÷25 al numeratore.

più idonee di altri a farlo<sup>32</sup>. L'operazione di incontro tra gameti è resa possibile o agevolata da una vasta gamma di pratiche comportamentali messe in atto dagli individui produttori dei gameti. Queste pratiche comportamentali vanno comunemente sotto il nome di pratiche sessuali<sup>33</sup>.

---

<sup>32</sup> Come un bosco tende a rioccupare un prato che non venga più falciato o brucato, e, per converso, un prato tende a rioccupare un bosco quando il bosco viene brucato e falciato.

Ed è la ragione biologica fondamentale della regola secondo cui "Le pecore si distribuiscono seguendo l'erba sul prato". E dell'altra regola secondo cui: "L'iniziativa occupa lo spazio lasciato libero dall'inadempienza".

Queste regole suggeriscono anche che, se nicchie ambientali si formano (es. a seguito della proibizione dell'uso di stupefacenti), qualcuno disposto ad occuparle si trova sempre (es. comportamenti criminali, più o meno auto-organizzati, in relazione a quella proibizione, che rendono possibile superare il divieto). Suggerisce anche che se la nicchia è particolarmente appetibile (es. i profitti attesi sono alti), molti individui tendono ad occuparla. Ma se occuparla comporta rischi sempre più alti, saranno i nuovi individui, che avranno sviluppato le opportune attitudini comportamentali per uscire indenni da quei rischi (dal loro punto di vista e rispetto alle loro personali scale di valori, e non rispetto a presunte buone o cattive scale di valori), ad occuparla.

<sup>33</sup> Il fatto che la riproduzione sessuata di individui pluricellulari avvenga per unione di gameti di sesso opposto non implica che gli individui pluricellulari che li producono siano di sesso opposto, cioè presentino caratteristiche morfologiche o funzionali che li diversifichino (es. dimensioni, aspetto, organi genitali differenziati).

L'unione di gameti di sesso opposto inoltre non implica che si formi un unico individuo pluricellulare da questa unione (es. gemelli monozigoti umani, che si sviluppano dall'unione di un solo spermatozoo e un solo ovulo).

In un individuo pluricellulare possono essere presenti organi per produrre ambedue i gameti di sesso opposto (es. alcuni gasteropodi come le lumache, o gran parte dei vegetali). La fecondazione perciò può avvenire mediante la cessione di gameti di un sesso da parte di uno o più individui verso l'incontro di gameti di sesso opposto ceduti da uno o più altri individui (es. comportamenti sessuali normalmente promiscui in alcuni tipi di rane, ma a ben vedere diffusissimi in tutte le specie, umani compresi). Tutto ciò senza avere alcuna stretta relazione con quello che si definisce comportamento sessuale degli individui.

In alcune specie di metazoi ermafroditi la fecondazione può avvenire tra gameti prodotti sia dallo stesso individuo (ermafroditismo autogamo, es. cestodi, trematodi, alcuni bivalvi) che da individui diversi (ermafroditismo dicogamo, es. alcuni anellidi come i lombrichi, alcuni crostacei, alcuni gasteropodi, i tunicati). Alcuni ermafroditi talvolta alternano la riproduzione sessuata con cicli di riproduzione agamica (cioè per gemmazione o scissione o frammentazione, ma senza ricombinazione del patrimonio genetico). La riproduzione sia ermafrodita (autogama e dicogama) che agamica è frequente tra i vegetali.

I casi di completo ermafroditismo nella specie umana sono molto rari e patologici. Meno rari i casi di pseudoermafroditismo nel quale l'individuo ha un solo tipo di gonadi, ma per un difetto dello sviluppo embrionale presenta genitali del sesso opposto.

Questo indipendentemente dal fatto che gli individui pluricellulari...

Pertanto ogni richiamo moralistico ad una astratta *natura delle cose*, quando si parla degli atti che gli individui pluricellulari compiono per far incontrare gameti di sesso opposto, è totalmente infondata. Essa rappresenta soltanto una delle possibili azioni riproduttive. E in ogni momento la forma che questi atti assumono è soltanto indice della loro eventuale desiderabilità da parte degli individui pluricellulari, condizionata dai vincoli presenti nell'ambiente.

Che sia così è anche confermato dal successo biologico che hanno le fecondazioni cosiddette artificiali nelle loro varie forme: umane, animali e vegetali. Ad esempio, con la fecondazione artificiale dei bovini si ottengono tassi di riproduzione anche 20 volte superiori rispetto alla fecondazione cosiddetta naturale.

Ne risulta che non si può invocare la *natura delle cose* per collegare l'unione di gameti di sesso opposto (la fecondazione nella riproduzione sessuata dei metazoi) con i comportamenti cosiddetti sessuali praticati dagli individui pluricellulari nel loro eventuale esercizio del piacere. Questo collegamento si può fare solo *a posteriori*, in senso *statistico* e *provvisorio*, e non, come taluni vorrebbero far credere, in senso *necessario* e *normativo*.

Questo processo consente una ricombinazione del patrimonio genetico ed è un modo di produrre casuale differenza biologica organizzata (*biodiversità*). Se il risultato della ricombinazione produrrà ancora un DNA in grado di funzionare, l'individuo pluricellulare che ne risulta erediterà una miscela di caratteristiche dei due DNA originari e delle loro espressioni macroscopiche indirette, risultato della sintesi proteica regolata dal nuovo DNA ricombinato. A sua volta, giunto a maturazione sessuale, sarà in grado di produrre gameti con quel corredo di DNA.

Nel caso si incontrino gameti di individui molto diversi (ad esempio gameti di individui appartenenti a specie molto diverse), il DNA così ricombinato avrà meno probabilità di funzionare (o non funzionerà del tutto), e più probabile e precoce sarà l'esito letale dell'organismo che si va costituendo. Nel caso di incrocio tra individui di specie più geneticamente vicine (es. asino e cavallo, ibridi vegetali di vario tipo, ecc.) si possono produrre individui che funzionano completamente o solo parzialmente (es. possono essere scarsamente o per nulla capaci di riprodursi alla scala di metazoi).

In generale più è diverso il DNA dei due gameti (e di riflesso, più sono diverse le caratteristiche macroscopiche dei produttori di quei gameti) e più sarà improbabile che i gameti si incontrino. E, se si incontrano, che l'eventuale individuo risultante funzioni.

Visto dal punto di vista di un meccanismo che si organizza sulle spalle di un altro meccanismo, la ricombinazione sessuata del patrimonio genetico appare essere un modo ingegnoso per produrre variazioni che hanno una alta probabilità di funzionare rispetto alla mutazione pura e semplice. Infatti essa conserva notevoli simmetrie, regolarità e ridondanze nel codice, senza per questo impedire il prodursi di variazioni. Inoltre questo meccanismo di ricombinazione crea una ridondanza utile nel caso di eventuali deficienze nel DNA provenienti da uno dei genitori o danni che si sono prodotti.

Ne risultano un processo di variazione non troppo demolitorio e una evoluzione lenta. In un ambiente che varia poco in rapporto alla velocità di riproduzione degli individui che lo occupano, questo meccanismo ha buone probabilità di produrre individui che conservano le caratteristiche idonee all'ambiente precedente, ma che comunque possono occupare efficacemente nuove nicchie ecologiche libere e gradualmente esplorare regolarità dell'ambiente. In quest'ottica, non è dunque un caso che si sia diffuso negli organismi più complessi.

Talvolta l'individuo che ne risulta (l'espressione fenotipica del DNA di quel genotipo) possiede una miscela di caratteristiche che ha successo nell'ambiente, e si propaga. Ad esempio, se si considera il desiderio dell'agricoltore di ottenere floride colture di mais come un fattore ambientale, la eventuale scarsa prolificità degli ibridi di mais alla generazione successiva non è un fattore limitante, se guardato dal punto di vista del mais ibrido. Il tutto può essere visto come un processo di simbiosi

---

Questo nemmeno presupponendo la fissità delle specie, come è dimostrato dal perfetto successo biologico ottenuto con la menzionata fecondazione artificiale umana.

La *natura delle cose* sembra proprio avere più fantasia e spregiudicatezza di quella mostrata dai compilatori di norme etiche con la interpretazione che di essa ne danno.

coevolutiva. Un esempio analogo può essere il caso dei muli. O degli attuali animali transgenici. O di specie coevoltuesi in stretta simbiosi.

Un processo di scambio di materiale genetico con ricombinazione avviene anche in protozoi e batteri, ma in forma di trasferimento di materiale genetico da una cellula donatrice a una cellula ricevente, e non mediante accoppiamento di gameti di sesso opposto. Questa forma di ricombinazione va sotto il nome di *coniugazione*. Ne risulta che questi esseri viventi sono soggetti a variazione in modo meno sistematicamente organizzato che nella ricombinazione sessuata e corrono perciò maggiormente il rischio che le variazioni che si producono siano più irregolari, radicali e squilibrate. Come conseguenza la loro evoluzione può avere un andamento più turbolento. Infatti, oltre che per coniugazione possono avere modificazioni del DNA per mutazione, che produce in genere grande variazione ma relativamente bassa probabilità di funzionamento.

Le tecniche di ingegneria genetica del DNA ricombinante possono essere considerate una ulteriore forma di produzione di differenziazione. Per certi aspetti sono simili alla coniugazione che avviene nei protozoi e nei batteri. Esse consistono nel cambiare porzioni di DNA di un organismo con porzioni di DNA estraneo per favorire o inibire il manifestarsi di certe caratteristiche macroscopiche, valutando la probabilità che il pezzo di DNA su cui si opera sia correlato a quelle caratteristiche macroscopiche che si intende variare e che il tutto funzioni (es. sostituire la porzione di DNA che fa marcire rapidamente i pomodori, negli ormai famosi e quasi commerciali pomodori transgenici, per renderli più adatti alle attuali catene urbane di distribuzione alimentare). Il risultato che si ottiene da queste pratiche è dello stessa qualità di quello che si ottiene con casuali processi di mutazione-ibridazione, soltanto fatto in modo più mirato.

I rischi connessi per gli altri esseri in ambiente possono essere più o meno gravi. Sono esattamente gli stessi causati dalla origine di nuove forme di vita che entrano nella competizione ambientale, o dalla scomparsa di forme di vita esistenti, come normalmente già accade. Può essere però decisiva la rapidità con cui ciò accade, in quanto si può creare un aumento di turbolenza nella competizione ambientale a cui gli organismi esistenti non sono adattati. Dall'altra parte va detto però che queste mutazioni mirate producono caratteristiche che si potrebbero generare o si sono già generate nel corso dell'evoluzione, o che addirittura normalmente potrebbero esistere ma non si conoscono.

Queste caratteristiche, in genere, sono vantaggiose per gli individui che le portano solo in condizioni ambientali molto particolari, e sono perciò, per lo più, intrinsecamente a rischio di estinzione rapida. Ad esempio, il sopra menzionato pomodoro transgenico, che non marcisce rapidamente, ha successo in un ambiente dove viene coltivato, cioè dove ne viene forzata la riproduzione. Se nessuno ne forza la riproduzione, il suddetto pomodoro è svantaggiato a marcire più lentamente, in quanto avrà meno probabilità di far germogliare i suoi semi.

In ogni caso la cautela nell'esercizio di queste operazioni mi sembra sensata. Ma non è comunque una pratica del demonio, come a qualcuno piace credere<sup>34</sup>.

Dire, come sto facendo io, che queste operazioni di modifica del DNA si fanno, è facile, dopo che qualcuno le ha fatte e divulgate. Mettersi a scoprire i meccanismi del DNA, o anche solo studiarli e capirli per poterli mettere le mani e fare tecnicamente le operazioni di cui ho parlato, è un po' meno facile<sup>35</sup>.

Vale la vecchia regola per cui "tra il dire e il fare c'è sempre di mezzo il mare". E io probabilmente non sarei nemmeno in grado di badare alla sterilizzazione delle provette. Comunque, anche se detto in modo informale e impreciso, questo è, grosso modo, quello che la genetica molecolare ci fa sapere su come funzionano i meccanismi biologici di base allo stato attuale delle conoscenze. La convinzione che la teoria genetica molecolare sia una teoria valida è rafforzata dal fatto che le azioni su organismi biologici fatta in conformità alle sue asserzioni funzionano. In ogni caso è la teoria più potente prodotta finora sui fenomeni biologici, anche se è in opera solo da pochi decenni e viene continuamente aggiornata e ampliata.

A partire da certi stadi di complessità dei metazoi (eucarioti pluricellulari), quali i celenterati (meduse), compaiono, in quegli organismi, aggregati cellulari specializzati che formano i sistemi nervosi. Semplificando e generalizzando, si può dire che i sistemi nervosi contribuiscono a dare una più flessibile reattività all'ambiente agli organismi che li posseggono. Questi aggregati cellulari, quando cominciano ad organizzarsi in reticolo interconnesso, sono in grado di realizzare forme di

---

<sup>34</sup> Con buona pace di quelli che temono l'avvento dell'*era della scienza e della tecnica*, in contrapposizione all'*età dell'oro* piena di quella *humanitas* che conferirebbe una sorta di immortalità poetica. Come quella degli eroi mitici, o quella del credente integrale impegnato in ogni sorta di *Jihad*. Chissà che, sotto sotto, questi cantori dei Sublimi Valori non siano solo dei grandi e inguaribili fifoni.

Mi piacerebbe vederli accendere un fuoco senza fiammiferi o accendini, visto che i fiammiferi sono stati inventati come prodotto della scienza e della tecnica solo nel 1827. E non parlo di inventare un modo per accendere il fuoco. Dico solo accendere un fuoco, magari con un piccolo trapano ad archetto che si sono costruiti, per cuocere il coniglio selvatico che hanno convinto a farsi cacciare, armati delle loro infallibili abilità affabulatorie. Ops! Pardon; le granaglie che si sono procacciate. Dimenticavo che in essi c'è, in genere, una sensibilità paesaggistica e una propensione antivenatoria.

<sup>35</sup> Allo stesso modo, avere una conoscenza operativa approfondita delle cose di cui parlo disinvoltamente in questo scritto è cosa ben diversa da avere solo, come nel mio caso, una informazione superficiale di seconda o terza mano di quello che altri hanno scoperto o fatto con fatica. La mia competenza tecnica specifica è ristretta, più o meno, a come far funzionare certi algoritmi, certi calcolatori, e certi strumenti di misura che reagiscono all'ambiente, esistenti o progettabili.

Ma ribadisco che la mia intenzione qui è soltanto quella di tentare di esporre una linea di pensiero, che non è neppure poi tanto originale.

Attraverso di essa vorrei che si intravedesse una via materialista per la comprensione dei fenomeni vitali (pensiero compreso) non misteriosa in linea di principio. Sarei già molto contento se qualcuno leggendo riuscisse a farsi anche solo vagamente una sensazione di come questo approccio possa funzionare.

Ogni preteso appello a locuzioni come *mistero della vita*, *mistero del pensiero*, *irriducibilità dell'Uomo alla materia*, *natura dell'Uomo*, *anima dell'Uomo*, ecc. rischia solo di essere una forma di pigrizia intellettuale, se non intende nemmeno provare a ridurre il mistero. Oppure un rifiuto ideologico a voler fare i conti con i fatti.

*memoria plastica* di informazione, anche se non sono i soli dispositivi biologici in grado di svolgere funzione di memoria. Il DNA, ad esempio, ne è un altro, e il sistema immunitario un altro ancora.

In particolare, la memoria biologica realizzata mediante reticoli di cellule neurali non è statica e localizzata come quella di un calcolatore o di un testo scritto, ma è dinamica e ricostruttiva e risiede, per così dire, in modo distribuito, nella più o meno accentuata capacità trasmettere segnale propria delle connessioni (sinapsi) che connettono tra loro i vari neuroni. A questa caratteristica di ricostruttività si devono, con ogni probabilità, le sue capacità di integrare informazione mancante e fare interpolazioni e generalizzazioni. Rudimentali<sup>36</sup> simulazioni di come una tale memoria ricostruttiva possa funzionare si hanno con reti neurali artificiali addestrate a fare ricostruzioni di immagini a partire da frammenti di esse.

I sistemi nervosi biologici, pur essendo estremamente complessi sia dal punto di vista cellulare che anatomico, fisiologico e funzionale, ai fini della comprensione generale del loro funzionamento possono essere schematizzati come un reticolo di unità di processamento di segnale connesse tra loro. Questo reticolo, si configura come un reticolo fortemente interconnesso a molti stadi che propaga segnale da cellule presenti negli organi sensori verso cellule presenti negli organi effettori.

Un sistema nervoso biologico è costituito da un numero grande di cellule specializzate, i *neuroni*. Ce ne sono da diverse migliaia, negli organismi meno complessi, a diversi miliardi nella specie umana.

Volendo semplificare, da un punto di vista funzionale un neurone fa una cosa abbastanza semplice. Riceve impulsi di segnale (chimico, attraverso appropriate molecole, i *neurotrasmettitori*, o elettrico) su alcune zone della membrana cellulare (i *dendriti*). Accumula questo segnale (in un certo senso, è come se si gonfiasse, se il segnale arriva tramite connessioni eccitatorie, o sgonfiasse, se il segnale arriva tramite connessioni inibitorie). Oltre una certa soglia il segnale viene scaricato lungo altri filamenti ramificati della cellula (l'*assone*) e va a liberare a sua volta molecole di neurotrasmettitori destinate ad altri neuroni a cui è collegato o ad altre cellule di organi effettori (muscoli, ghiandole). I neuroni sono collegati tra loro mediante *sinapsi* che possono modulare la quantità di segnale diretto da ciascun neurone verso ciascun altro. Così il segnale, partito da uno stimolo sensoriale dall'esterno o dall'interno (neurotrasmettitori e altre molecole) e opportunamente instradato dalla modulazione delle sinapsi, raggiunge selettivamente gli organi effettori (muscoli, ghiandole). Questa attività è continuamente in atto in tutto

---

<sup>36</sup> Rudimentali rispetto alla complessità delle reti biologiche di neuroni, ma raffinate dal punto di vista concettuale per come hanno contribuito a svelare proprietà e caratteristiche complessive di reti interconnesse di oggetti aventi caratteristiche di interfaccia simili ai neuroni biologici.

La ricerca tendente a capire, attraverso simulazioni computazionali, come queste reti funzionino e possano dare indicazioni sui meccanismi di formazione del pensiero è tuttora in espansione. L'uso di reti neurali artificiali si sta rivelando interessante in varie applicazioni dove l'impiego di algoritmi convenzionali può risultare problematico. [Cfr. nota 25].

il reticolo, e gli impulsi di segnale partono da ciascun neurone a frequenze dell'ordine di 10÷1.000 impulsi al secondo, aumentando o diminuendo di frequenza in funzione della quantità di impulsi complessivamente ricevuti in ingresso attraverso i collegamenti con gli altri neuroni a monte di quel neurone.

La modulazione di segnale effettuata dalle sinapsi è funzione della intensità con cui esse connettono tra loro due neuroni. Questa intensità di connessione varia nel tempo e questa variazione altera la risposta complessiva del reticolo, modificando i percorsi preferenziali che il segnale compie dai neuroni collegati agli organi sensoriali verso quelli collegati agli organi attuatori. Si hanno così due classi di perturbatori del reticolo: le varie azioni dell'ambiente sui neuroni (comprese quelle generate dall'interno dell'organismo), che fungono da generatori di segnale e da indicatori della situazione ambientale, e le modulazioni prodotte dalle sinapsi che rappresentano gli effetti dell'apprendimento nel modificare i percorsi preferenziali dei segnali per ottenere le prestazioni dell'organismo più idonee alla situazione ambientale del momento, in base all'esperienza acquisita.

L'esperienza acquisita si manifesta sostanzialmente in due modi: nella menzionata variazione di peso delle connessioni sinaptiche, e nella struttura del reticolo neurale (del cervello e dei suoi collegamenti per gli animali a sistema nervoso centrale) ereditata geneticamente come esperienza acquisita indirettamente attraverso il processo di evoluzione per selezione naturale. Recentemente G. M. Edelman ha proposto una ulteriore modalità di strutturazione del reticolo neurale funzionante attraverso un meccanismo di selezione darwiniana a livello somatico in atto tra i neuroni<sup>37</sup>.

Il meccanismo biologico attraverso cui le sinapsi modificano il loro peso di connessione in funzione degli stimoli di apprendimento non è ancora stato ben chiarito, e molti modelli sono stati proposti. Ma si sa che avviene, e che avviene sostanzialmente in accordo alle modalità postulate da D. O. Hebb<sup>38</sup>.

Oltre a ciò va considerata la progressiva morte neuronale<sup>39</sup> che riducendo il numero di neuroni contribuisce ad un relativo progressivo irrigidimento funzionale e a una relativa perdita di capacità di discriminazione del reticolo nel suo complesso.

Modelli computazionali connessionisti, che simulano la struttura reticolare del sistema nervoso con le relative sinapsi e la propagazione di segnale, sono stati

---

<sup>37</sup> G.M. Edelman, *Neural Darwinism*, cit.

<sup>38</sup> Sinapsi di Hebb. [Cfr. nota 25]

<sup>39</sup> Anche se recentemente qualcuno ha ipotizzato che ci sia una continua produzione di neuroni nel corso della vita di un individuo. Secondo questa ipotesi il sistema nervoso sarebbe in qualche modo simile ad un tessuto intermedio tra un tessuto fluido (es. sangue) e tessuti maggiormente organizzati strutturalmente. Allo stato attuale, per quanto ne posso sapere io dal di fuori degli aspetti biologici specifici, non so dire se sia qualcosa più che una congettura. Sarebbe per altro una congettura interessante che avrebbe dalla sua parte due questioni a favore: l'avvicinamento cellulare in analogia con gli altri tessuti, e il fatto che consentirebbe di rendere più facilmente ragione della plasticità cerebrale e della sua capacità di riorganizzazione. Tuttavia non so valutare la attendibilità di questa ipotesi. [rivedere]

costruiti e, pur nella loro relativa rudimentalità (rispetto alla complessità dei reticoli biologici, ma non rispetto alla concettualizzazione del problema dei reticoli neurali come produttori di pensiero) hanno mostrato che reticoli siffatti possono dar luogo a funzioni intellettive proprie dei sistemi nervosi. Inoltre hanno consentito di cominciare a chiarire in che modo un reticolo di neuroni e sinapsi, che funzionano come descritto, possano produrre processi tipicamente cognitivi e mentali, come i processi di apprendimento da esempi, di induzione, di categorizzazione, di generalizzazione, di interpolazione concettuale, di scoperta di correlazioni. Oltre a ciò si sono mostrati in grado di svolgere altrettanto bene compiti di regolazione adattiva<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> Una formulazione, a mio parere illuminante tutt'ora, di come vadano considerati i modelli fisici o computazionali reticolari semplificati di un sistema nervoso biologico, e cosa ci si può aspettare da essi, è stata data da H. D. Block.

“Con il *Perceptron*, Rosenblatt ha offerto per la prima volta un modello che era: (a) specificato in termini sufficientemente precisi da permettere il test di prestazioni asserite, (b) sufficientemente complesso da offrire la speranza che il suo comportamento potesse essere interessante, (c) sufficientemente semplice da suggerire che la sua prestazione potesse essere analizzata e prevista, e infine (d) non in contrasto con fatti biologici noti. Senza dubbio il modello rappresenta una enorme semplificazione anche solo della struttura cerebrale attualmente conosciuta; ma se non viola i vincoli biologici (come il numero di unità, l'organizzazione delle connessioni, l'affidabilità dei componenti, il meccanismo della trasmissione del segnale, la velocità di risposta, la stabilità della prestazione rispetto al malfunzionamento o alla estirpazione di componenti, la capacità di memorizzazione dell'informazione, ecc.) e se esibisce anche solo rudimentali funzioni cerebrali, allora, anche se di fatto non opera nello stesso modo del cervello, esso fornisce ancora almeno una possibile spiegazione di come la struttura del cervello, per quanto la conosciamo ad oggi, potrebbe essere organizzata per realizzare queste funzioni.” [H. D. Block, *The Perceptron: a model for brain functioning*, Reviews of Modern Physics 34:123-135, 1962] [Sul *Perceptron* si può vedere: F. Rosenblatt, *The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain*, Psychological Review, 65:386-408, 1958]

Ed è interessante la congettura di Block (che si ritrova poi in G. M. Edelman, specificata in termini biologici e generalizzata a vari aspetti della evoluzione somatica di un individuo) a proposito della insufficiente informazione presente nel codice genetico per specificare completamente la struttura delle connessioni del reticolo neurale. Questo fatto renderebbe impossibile studiare in modo analitico deterministico il funzionamento dei reticoli neurali biologici, e li porrebbe nella classe di quei problemi il cui studio può essere fatto dal punto di vista macroscopico-statistico che oggi prendono il nome di sistemi complessi non lineari (es. sistemi meteorologici, meteorologia e in genere sistemi termodinamici macroscopici).

[...] Secondo le parole di M. Singer, «Praticamente ogni tipo di schema di connessione che può essere immaginato può essere trovato nel cervello». Sembra impossibile poter fare una mappa della intera topologia di una rete neurale. Inoltre, anche se riuscissimo a farlo, saremmo di fronte allo scoraggiante compito di analizzare il funzionamento di una tale rete. Ora, in un computer digitale ogni connessione deve essere quella altrimenti la risposta può essere completamente errata. Se fosse vero anche per il cervello che il malfunzionamento o la errata disposizione di una sola connessione possa distruggerne completamente la funzione, allora non potremmo sperare di capire come il cervello opera finché non avessimo portato a termine l'impossibile compito di determinare l'esatto schema delle connessioni della rete neurale e la sua analisi. Tuttavia, è chiaramente non vero che le connessioni debbano essere esattamente al loro posto perché il cervello funzioni. Questo è provato dal fatto che, anche se i neuroni non si rigenerano, funzioni temporaneamente perse dopo l'asportazione di porzioni del cervello, sono in seguito ripristinate. Inoltre sembra improbabile che i geni contengano l'informazione per specificare ciascuna delle  $10^{13}$  connessioni. Sembra più plausibile che solo certi parametri di crescita siano specificati e che le connessioni finiscano in modo più o meno casuale, soggette a questi vincoli. In questo modo lo schema dettagliato delle connessioni sarebbe unico per ciascun individuo. Se è vero che gli individui, con schemi di connessione

Per dare una sensazione della complessità del reticolo rappresentato dal sistema nervoso umano, si pensi che in esso si stima siano presenti dai 10 ai 100 miliardi di neuroni, ciascuno connesso con 1.000÷10.000 altri o con cellule sensibili a, o produttrici di, stimoli chimici, luminosi, termici, meccanici. Le connessioni sono intricate

specificati soltanto da alcuni parametri di crescita, funzionano in modi simili, allora c'è speranza che la prestazione di un simile sistema possa essere analizzato nei termini di tali parametri. Questo implica anche che il funzionamento del cervello sia radicalmente diverso in linea di principio dalla circuiteria logica dei computers digitali. La scoperta di questi principi pone questioni matematiche che sono vere e proprie sfide.” [H. D. Block, *The Perceptron: a model for brain functioning*, Reviews of Modern Physics, 34:123-135, 1962]

Queste considerazioni, se fossero state pienamente recepite, avrebbero dovuto essere state anche una seria messa in guardia dall'accettare come plausibili i modelli 'mentalistici' del funzionamento delle abilità cognitive umane che furono proposti successivamente dalla Intelligenza Artificiale classica, con un iniziale discreto successo. Caratteristica comune alla base di questi modelli sta il presupposto della indipendenza delle abilità cognitive dalla macchina fisica che le produce, e la conseguente assunzione che il processo cognitivo è un processo logico-formale. Di qui la assunzione del calcolatore elettronico, in quanto macchina logico-formale astratta, come modello del processo cognitivo stesso e non solo come di una macchina utilizzabile per fare conti e simulazioni di fenomeni fisici conosciuti. Questa impostazione può essere, in qualche modo, ricondotta a posizioni filosofiche radicalmente razionaliste o mentaliste o spiritualiste o formaliste.

Accadde invece che Minsky e Papert dimostrarono che il *Perceptron* di Rosenblatt (che aveva una struttura di rete molto semplice in rapporto alle reti neurali biologiche, fatta sostanzialmente solo di input connessi agli output) non poteva imparare a fare alcune semplici operazioni che la mente mostrava di poter fare agevolmente. Si dimostrò che il *Perceptron* non poteva imparare a fare operazioni non linearmente separabili, come calcolare la funzione XOR. Da questo si congetturò, erroneamente, che anche topologie di rete più articolate fossero affette da limitazioni analoghe. Questo fatto segnò, fino ai primi anni '80, la caduta di interesse verso questo filone di ricerca sul funzionamento dei sistemi nervosi a favore dell'approccio logicistico, che mostrava di essere molto promettente sul piano dei risultati considerati prodotto di esseri intelligenti (macchine per giocare a scacchi, macchine per fare calcoli complicati, ecc.). Tuttavia il sostanziale insuccesso di quelle macchine logico-formali nel riprodurre operazioni apparentemente banali compiute con grande facilità da molti esseri viventi, quali il riconoscimento di situazioni, la capacità di apprendere dagli esempi, la capacità di riconoscere somiglianze, la capacità di fare semplicemente operazioni di induzione, portò a riconsiderare l'approccio logicistico a favore di un ritorno allo studio della fisica dei sistemi nervosi [cruciale fu un articolo di J. J. Hopfield, *Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities*, Proceedings of the National Academy of Sciences, 79:2554-2558, 1982]. Questo nuovo rilancio dell'approccio fisico (o meglio di ispirazione biofisica) ha portato alla realizzazione di modelli di simulazione di reti neurali artificiali più complesse del *Perceptron* e alla realizzazione di algoritmi per addestrarle (es. algoritmo di *backpropagation* per reti *feedforward* ad opera di McClelland e Rumelhart). A partire da esse ha preso nuovo impulso lo studio delle facoltà intellettive come prodotto della fisica dei sistemi nervosi.

Questo fatto non va comunque interpretato come un rigetto dei risultati raggiunti dall'approccio logicistico. E non va nemmeno interpretato superficialmente come un rifiuto degli strumenti logico-formali. Infatti difficilmente macchine che simulano i sistemi nervosi potranno mai raggiungere la velocità di calcolo e la precisione di risultato raggiungibili da una computazione simbolica, in situazioni dove esiste una teoria formale che descrive in modo soddisfacente e circostanziato un fenomeno, o un algoritmo per fare un calcolo. E alcuni formalismi sviluppati sono molto belli. Quello che sembra oggi infruttuoso è proseguire la ricerca del *prodursi* di comportamenti intelligenti per via logico-formale. Questa via ha mostrato che, già per aspetti apparentemente banali e alla portata di un insetto, si generano esplosioni combinatorie e regressi all'infinito indomabili e incompatibili con le caratteristiche dell'essere che manifesta quei comportamenti 'intelligenti'.

La palla sembra così tornata alle macchine statistiche, ai sistemi di regolazione e alle 'ineleganze' e 'oscurità' della biologia e dei sistemi termodinamici, se comparata alla limpidezza della logica.

e, in parte, indirettamente circolari, cioè tali che il segnale durante la sua propagazione attraverso altri neuroni, può tornare indirettamente indietro a contribuire a riattivare gli stessi neuroni da cui era partito<sup>41</sup>.

L'osservazione comparata di sistemi nervosi di animali a vari stadi di complessità mostra che l'evoluzione ha prodotto specializzazione localizzata di certe funzioni nervose in modo progressivamente crescente con l'aumentare di complessità dell'organismo. Così ad esempio nel cervello umano si distinguono zone come la corteccia, dove sembrano risiedere le 'partenze' delle attività coscienti; i gangli basali e il cervelletto, fondamentali, in connessione con la corteccia, per coordinare, specificare nel dettaglio, sincronizzare e facilitare le successioni dei movimenti; l'ippocampo, fondamentale, con le sue connessioni da e verso la corteccia, per la formazione della memoria a lungo termine; ecc. E la corteccia mostra di essere organizzata per mappe funzionalmente separate e fortemente interconnesse. Ma questo non va interpretato come residenza rigida e localizzata di quelle funzioni. Cioè non si deve intendere che esiste un neurone che codifica il concetto di cane e un altro quello di gatto e un altro ancora quello della classe che comprende il concetto di cane e di gatto, ecc. secondo uno schema simbolico e localizzato di rappresentazione della conoscenza, come si può fare su un foglio di carta o su un calcolatore digitale simbolico (quelli che oggi comunemente si usano). Infatti questo non si accorderebbe con la capacità del cervello di mantenere certe funzioni specifiche (ad esempio la memoria di un oggetto) dopo aver subito lesioni alla zona normalmente preposta a quelle funzioni. Oppure, se mostra di perderle, con la capacità di riacquistarle attraverso la riorganizzazione di quelle funzioni. A parte altre considerazioni, la fragilità strutturale di una organizzazione esasperatamente localizzata delle funzioni cerebrali porrebbe seri problemi di affidabilità di funzionamento in occasione anche di piccole lesioni. In una parola, un organismo che possedesse un organo vitale così critico sul piano dell'affidabilità avrebbe poche probabilità di sopravvivere.

È stata infatti mostrata una notevole plasticità e capacità di riorganizzare altrove, con limiti abbastanza elastici, quelle funzioni perdute a causa di danni a quelle parti che in precedenza le assolvevano. E sono anche state evidenziate interconnessioni bidirezionali massicce tra aree funzionalmente distinte.

---

<sup>41</sup> Cioè con segnale rientrante. Questo particolare consente eventualmente il prodursi, internamente al sistema nervoso stesso, complessi inter-lock, risonatori e oscillatori regolabili che possono mantenersi oscillanti a spese dell'energia ricavata dall'attività metabolica. Questo fatto potrebbe consentire di trovare spiegazioni alla apparente indipendenza da stimoli sensoriali esterni di certe attività cerebrali e al loro assetamento progressivo verso condizioni di equilibrio instabile o al loro snodarsi in successioni (es. macroscopico intuitivo: il progressivo chiarirsi di un concetto, o l'aggiustamento progressivo della coordinazione di un movimento intenzionale).

Un modello semplificato di un simile fenomeno rientrante, lo possiamo produrre su una rete neurale artificiale addestrata a restituire in uscita un insieme di informazioni che solitamente gli si forniscono in ingresso. Se colleghiamo virtualmente le uscite che rappresentano la stima delle informazioni in ingresso ai corrispondenti ingressi e facciamo iterare il processo di propagazione del segnale dagli ingressi verso le uscite ogni volta prendendo ...generalmente migliorando la sua stima dell'informazione mancante.

L'organizzazione funzionale di un sistema nervoso va piuttosto vista come una sorta di decantazione statistica, una sorta di compromesso a minima resistenza tra i numerosissimi vincoli ambientali e la storia biologica collettiva (ereditata con il DNA organizzatosi evolutivamente) e individuale (plasmata e accumulata somaticamente con l'esposizione agli stimoli sensoriali e ai vincoli dell'ambiente). Un po' come il delta di un fiume che scava ramificazioni con il progressivo passaggio dell'acqua in funzione non solo dei vincoli orografici, ma anche in funzione di ciò che è accaduto nella sua storia (piene, maree, interventi umani o animali, ecc.), trovando un equilibrio idrogeologico più o meno stabile, anche se comunque sempre soggetto a modificazioni, talvolta repentine.

<descrizioni di reti neurali artificiali connessioniste>

La cosa interessante da evidenziare, in questo contesto, riguardo alle reti neurali artificiali connessioniste è che architetture computazionali simili a quelle dei sistemi nervosi biologici si sono dimostrate in grado, operando in modo analogo a quelle biologiche, di produrre effetti analoghi a quelli biologici sia per quanto riguarda le prestazioni di regolazione sia per quanto riguarda le prestazioni più prettamente astratte di pensiero (astrarre prototipi, interpolare e integrare ricostruttivamente informazione, catturare correlazioni tra fatti senza che esplicitamente siano istruite per farlo in base a correlazioni attese, degradare le proprie presatzioni 'intellettuali' in modo analogo ai sistemi nervosi biologici in presenza di 'patologie' che ne alterano in modo analogo le caratteristiche strutturali, ecc.). Il tutto, ovviamente, senza dover fare ricorso a nozioni primigenie infuse da chissà quale entità misteriosa in forma linguistica o simbolica<sup>42</sup>, ma formandosele con l'apprendimento tramite un'esposizione 'sensoriale' all'ambiente fatta di stimoli e informazioni di errore (*feedback*), al pari di qualsiasi sistema autoregolato complesso. E, cosa interessante, senza dover fare assunzioni extrabiologiche, cioè senza fare assunzioni che non siano producibili dall'attività biochimica del DNA che costruisce l'organismo e dall'attività dell'organismo così costruito.

Se anche le attuali (e, con ogni probabilità, le future) reti neurali artificiali connessioniste (generalmente simulate su calcolatori strutturalmente concepiti per funzionare in altro modo) non sono in grado di competere con i sistemi neurali biologici quanto a prestazioni, esse sembrano però del tutto convincenti e feconde come

---

<sup>42</sup> Della quale attività simbolica non si trovano in alcun modo tracce fisiche strutturali (localizzazione dei contenuti mnestici, meccanismi di processamento simbolico, sede delle idee, sede delle astrazioni, trattamento formale del linguaggio, disambiguazione semantica, ecc.), ma si trova solo processamento di segnale da stimoli sensoriali interni (neurotrasmettitori e altre molecole) o esterni (stimoli luminosi, meccanici, termici, chimici su cellule specializzate) verso organi effettori (muscoli, ghiandole). Salvo future evidenze sperimentali contrarie e salvo accettare entità mentali metafisiche, occorre perciò supporre che la capacità di manipolazione simbolica di cui disponiamo sia, assieme alle varie capacità di regolazione più o meno inconse, *uno dei risultati macroscopici di una attività neurale subsimbolica di processamento di segnale che costituisce il substrato fisico diffuso per tutto l'insieme delle attività dei vari sistemi nervosi (umani e animali)*.

approccio esplicativo del funzionamento dei sistemi nervosi biologici e della loro capacità di produrre pensiero.

Dalle analisi di complessità e di funzionamento del sistema nervoso umano comparato con la nostra attività di introspezione, emerge così che ciò che ci ricordiamo con coscienza è solo una frazione molto piccola della attività cerebrale e niente affatto facilmente separabile dalla restante che è delegata a fare regolazioni adattive.

In breve. Le forme di vita più complesse (i metazoi, cioè uomini, animali e vegetali) possono essere visti come macchine che si riproducono ad almeno due livelli. A livello cellulare e a livello di organismi macroscopici. La selezione naturale opera sulle cellule dando forma e funzionalità all'organismo pluricellulare, e sugli organismi macroscopici, tendendo a far riprodurre di più quegli organismi le cui organizzazioni cellulari funzionano in modo più idoneo all'ambiente con cui essi interagiscono.

In altri termini gli esseri viventi possono essere viste come macchine che, mediante complesse reazioni chimiche, organizzano la materia sottostante all'interno dei suoi vincoli. Considerando le sequenze dei modi in cui questo può avvenire alla scala dei metazoi, l'esplosione combinatoria del numero di possibilità che ne risulta è enorme (tanto che non so farne neppure una stima minima grossolanamente attendibile). Questo pur restando nell'ambito delle regolarità atomiche e del numero di atomi presenti ad esempio nel sistema solare.

Il processo di *evoluzione mediante selezione naturale di esseri che si riproducono in un ambiente* può essere visto come un operatore produttore di ordine (nel senso approssimativamente matematico del termine operatore, cioè di procedura al termine della quale si ottiene una trasformazione degli operandi) che opera su oggetti tra loro interagenti in un ambiente, le cui regolarità sono ad essi ignote e, per ipotesi, soggetti al caso. Se le reazioni biochimiche del DNA fossero soggette a regolarità molto più forti e non fossero invece reazioni parzialmente instabili e soggette a variazioni parzialmente governate dal caso presente nell'ambiente loro intorno, né noi né i vegetali saremmo qui ad indagare regolarità. Ma se non ci fossero regolarità per niente, parimenti non saremmo qui ad indagare regolarità. Per concisione si può decidere di chiamare la procedura menzionata sopra *operatore darwiniano*.

È controverso affermare che esistano eventi veramente casuali. È nota infatti la affermazione di A. Einstein secondo cui "Dio non gioca ai dadi". Tuttavia se essi non esistessero potremmo parlare, in modo deterministico, delle intricate interazioni della realtà fisica alle varie scale soltanto attraverso una imprecisabile *teoria del Tutto* che dia conto di tutti gli eventi effetto di tutte le interazioni. Cosa che risulterebbe *in linea di principio* impraticabile a chiunque di noi, come a qualunque *entità fisica complessa finita* (d'ora in poi EFCF) che fosse espressione *parziale* di quelle interazioni<sup>43</sup>. Infatti una

<sup>43</sup> Un essere vivente in ogni istante è composto da un numero finito di atomi. Esso scambia molecole con l'ambiente. Supporre che un essere vivente, pur parziale in quanto parte del *Tutto*, non sia un essere finito, ma infinito (perciò dotato, in teoria, di una infinita quantità di informazione),

simile teoria dovrebbe poter descrivere, come parte della teoria, tutte le interazioni (ad esempio cerebrali) avvenute per produrla (quelle avvenute nel meccanismo che la produce). Ma una EFCF per produrre tale *teoria del Tutto*, impegnerebbe solo una parte delle interazioni di cui dovrebbe rendere conto nella formulazione di quella teoria<sup>44</sup>. Ci si troverebbe cioè in una situazione analoga a quella in cui un sottoinsieme finito dovrebbe poter mappare se stesso più qualcos'altro in modo non ambiguo, cioè in modo da poter distinguere tutti gli elementi di se stesso più quelli non appartenenti a sé stesso. Questo si avrebbe solo almeno con la coincidenza della EFCF con il *Tutto*<sup>45</sup>.

---

equivarrebbe, di fatto, a dire, ad esempio, che un certo atomo di carbonio in una molecola non sia del tutto funzionalmente identico ad un altro, tale che ogni atomo possa essere distinto individualmente. In conseguenza di ciò ogni molecola potrebbe essere diversa da ogni altra e avere, in linea di principio, un comportamento diverso da ogni altra. A queste condizioni prese in senso forte, cioè che ogni molecola abbia effettivamente, e non solo possa avere, un comportamento differenziato, la quantità di informazione di ogni molecola sarebbe infinita perché infiniti (ma anche imprevedibili) sarebbero gli esiti possibili delle sue interazioni con il contesto. Peccato che ciò implicherebbe una non regolarità fondamentale nel comportamento della materia alle energie in cui hanno luogo i processi biologici, equivalente a supporre che in una reazione chimica vi sia una alterazione indescrivibile degli atomi che vi intervengono (qualcosa di simile ad una transustanziazione). Una simile eventualità non è mai stata dimostrata, per quanto ne so. E comporterebbe una revisione fondamentale di tutta la fisica. Per altro, solo a queste condizioni si può supporre un contenuto di informazione potenzialmente infinito, ad esempio, nel DNA. Ma una tale ipotesi comporterebbe anche una completa irregolarità della materia, tale che nessun aggregato di atomi mostrerebbe un comportamento regolare e nessuna regolarità macroscopica sarebbe individuabile.

Questa ipotesi rischia di essere pertanto solo una pura congettura linguistica (una sorta di *Achille e la Tartaruga* in formato postmoderno) e non ha, a suo sostegno, alcuna evidenza osservativa. Essa, semmai, illustra solo la possibilità di parlare oltre ciò che si può dire delle cose, e la possibilità di generalizzare in modo incontrollato e fantastico. Come in un film si possono far volare asini, rinunciando a dar conto di alcune loro interazioni con il loro intorno che il più delle volte li caratterizzano, come la forza di gravità, ecc. Dello stesso tipo, a mio parere, sono i *circoli viziosi della coscienza*.

<sup>44</sup> A meno di poter costruire una teoria implicita, sotto forma di qualche legge generale ricorsiva. Ma una teoria simile avrebbe poi bisogno di attingere informazioni dall'ambiente per procedere nella descrizione-previsione deterministica degli stati futuri del sistema. In altre parole dovrebbe costruire gli oggetti della sua previsione proprio come avviene con lo snodarsi dei fatti. In questo modo saremmo ricondotti al caso in esame.

<sup>45</sup> Ma vi è una ragione ancora più fondamentale per cui una *entità fisica complessa* che fosse *parziale*, anche se *infinita*, (cioè fosse un sottoinsieme infinito P degli infiniti stati *determinati* del *Tutto*), non potrebbe dire di avere una conoscenza di tutti gli stati del *Tutto*. Per poterlo fare dovrebbe infatti poter distinguere in modo non ambiguo ciascun stato proprio da uno stato esterno. Ci sarebbe infatti sempre almeno uno stato esterno a P, diciamo x, la cui immagine in P per ipotesi è codificata da p, appartenente a P., e p è anche immagine di sé stesso in quanto ogni elemento di P è immagine di sé stesso perché P possa almeno codificare sé stesso, per il quale non ci sarebbe un modo per decidere da P se p è lo stato p o lo stato x. Se ora supponiamo che ci sia, ad esempio, una *legge deterministica* dal punto di vista del *Tutto* che dicesse che ad uno stato q di P segue *sempre* x, da P non si potrebbe decidere se a q segue p o segue x, prima che P interagisca con x. [rivedere]

Detto così sembra complicato, ma se si pensa ad esempio alla funzione  $y=x^2$  la cosa è banale. L'immagine di questa funzione (il valore che y può assumere in funzione di x) è un sottoinsieme infinito degli infiniti valori dell'insieme  $\mathcal{R}$  dei numeri reali che x può assumere. Cioè c'è una procedura che associa in modo determinato (una legge deterministica) per ogni x il corrispondente valore di y. Ma se ci mettiamo dal punto di vista di y non possiamo sapere quale dei due possibili valori di x ha prodotto y. È il problema dell'inversa di una

Dobbiamo perciò accontentarci di scovare regolarità e confini di validità di queste regolarità solo in condizioni che semplificano la complessità delle interazioni fisiche. Ed è ciò che facciamo. Solo avendo una chiara percezione delle semplificazioni e delle restrizioni che imponiamo alla descrizione degli oggetti di cui parliamo, possiamo dire cose che funzionano quando vengono confrontate con i fatti<sup>46</sup>.

Provo a fare un esempio. La EFCF che dovrebbe formulare la supposta *teoria del Tutto* (diciamo il cervello di un essere molto più intelligente del più intelligente uomo, ma non un *deus ex machina* immateriale e dotato di poteri miracolosi, in linea di principio indescrivibile), dovrebbe essere in grado di fare previsioni deterministiche delle interazioni fisiche che lo governano nell'atto di formulare la suddetta teoria, e in più di fare previsioni deterministiche di tutte le interazioni che gli stanno intorno, e quindi almeno di una loro parte.

Si troverebbe cioè in una situazione analoga a quella del DNA della cellula iniziale di un organismo pluricellulare che si mette a fabbricare l'organismo in questione. Stando alle argomentazioni di G. M. Edelman, che ritengo del tutto convincenti, l'informazione contenuta nel solo DNA non è sufficiente ad esprimere deterministicamente tutte le interazioni che danno luogo a forma, funzione e posizione nello spazio di ogni cellula che si forma nel processo di sviluppo dell'embrione<sup>47</sup>. Eppure

---

corrispondenza non biunivoca molti-uno. Questo esempio ci mostra come non necessariamente la possibilità di distinguere infiniti stati ci consenta di dirimere completamente l'ambiguità.

In un contesto dove l'influenza dell'osservatore sugli osservati è trascurabile, l'ambiguità pesa poco sulla determinazione degli stati futuri.

Ma in un contesto, come quello di un organismo biologico che osserva sé stesso, dove gli equilibri sono molto instabili, l'influenza del processo di disambiguazione non è trascurabile.

Queste considerazioni illustrano come anche una *entità fisica complessa infinita parziale* non sia in grado di prevedere deterministicamente tutti i suoi stati futuri in un ambiente con cui interagisce, ma abbia bisogno di evolvere con esso per dirimere l'ambiguità dell'eventuale informazione costruttiva implicita presente in essa. I sistemi biologici mostrano proprio questa caratteristica: presenza di informazione costruttiva implicita (sotto forma, ad esempio, di meccanismo del DNA) e interazioni con l'ambiente. Insieme evolvono e riducono l'ambiguità producendo un individuo. Dal punto di vista di un individuo biologico in un ambiente, parlare per essi di normatività in senso necessario, o a priori, e credere di conoscerla è una pura illusione infondata.

A ciascuno stabilire ciò che pensa di essere come soggetto che formula teorie. Se il *Tutto* o parte del *Tutto*. Ma attenzione non basta essere l'immagine in scala, o il modello, del *Tutto*, bisogna proprio *essere* il *Tutto* che comprende tutti i modelli di sé stesso.

<sup>46</sup> Trasferire troppo disinvoltamente a scale macroscopiche il concetto di *legge di natura*, così come talvolta viene usato in fisica per descrivere, ad esempio, regolarità forti nelle interazioni tra atomi, è una operazione razionalmente scorretta e deprecabile. Soprattutto se diamo al concetto di *legge di natura* una accezione rigidamente deterministica per fenomeni macroscopici relativamente instabili come quelli di origine biochimica. Tentare poi di parlare di *leggi di natura* a proposito di norme etiche (cioè di consuetudini consolidate) basandosi sulla assonanza linguistica della locuzione *legge di natura*, e pensare che in quanto tali vincolino in un qualche *dover essere* i comportamenti, mi pare una operazione addirittura strabiliante, ai confini del paranormale. È proprio una cosa che non riesco a capire, in qualunque modo provi a pensarla.

<sup>47</sup> Cfr. G. M. Edelman, *Topobiology: An Introduction to Molecular Embryology*, Basic Books, New York, 1988. Trad. it.: *Topobiologia. Introduzione all'embriologia molecolare*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993.

l'organismo pluricellulare si forma. Condensando, semplificando e banalizzando le sue argomentazioni, Edelman teorizza che ciò accade in virtù di reazioni biochimiche in parte governate dal DNA e in parte effetto di interazioni con il suo intorno regolate da un processo darwiniano di selezione naturale delle cellule in un ambiente che propone vincoli di vario tipo<sup>48</sup>.

Allo stesso modo del DNA nell'esempio menzionato, quella EFCF (noi) possiede informazione per regolare (produrre in modo determinato) solo una parte delle interazioni che la legano all'ambiente e per determinare normativamente gli stati e gli eventi successivi. Mentre è il suo interagire casualmente con ciò che le sta intorno, regolato dall'*operatore darwiniano*, che le fa produrre gli stati successivi e scoprire regolarità nell'ambiente. In altre parole è soltanto il segnale di *feedback* dall'ambiente che consente alla EFCF di dirimere la sua intrinseca ambiguità dovuta alla sua ineliminabile incompletezza. Questo segnale viene generato attraverso la ricorsiva applicazione dell'*operatore darwiniano*.

Perciò, concludendo questa argomentazione, l'unico modo possibile di ragionare in modo non misterioso per una qualsiasi (e ogni) *EFCF che non è il Tutto* (ad esempio noi) è ragionare *come se* eventi casuali accadessero in relazione alla sua (nostra) possibilità di conoscere-parlarne. Questo indipendentemente dai motivi per cui si manifesta il *caso*, quali: l'ignoranza delle leggi che regolano un fenomeno; la eventuale non esistenza di esse; l'ignoranza delle condizioni iniziali; l'impossibilità materiale di effettuare un calcolo troppo lungo o complesso; un intervento essenziale del principio di indeterminazione di Heisenberg nel fenomeno.

In questo modo si può introdurre il *caso* come concetto operativo, senza fare implicazioni metafisiche sulla sua esistenza.

E allo stesso modo si può veder comparire l'operatore darwiniano come *limitatore di infinità*<sup>49</sup> e come

---

<sup>48</sup> Una indicazione macroscopica indiretta del fatto che il DNA di un individuo non possiede l'informazione completa per specificare tipo, forma e posizione nello spazio di ogni cellula che si forma in un organismo pluricellulare, la possiamo dedurre dal fatto che si producono cicatrici in occasione di eventi casuali, dal punto di vista del DNA, come una ferita (a meno di presumere che il DNA sia il *Tutto*, e pertanto in possesso dell'informazione esplicita di ogni fatto futuro dell'universo o implicita di tutte le combinazioni di fatti possibili nell'universo). In una cicatrice si ha una alterazione della geometria della pelle rispetto a quella che si avrebbe se non si fosse prodotta la ferita. Se il DNA di un individuo possedesse l'informazione per la posizione di ogni cellula nello spazio le cicatrici non si produrrebbero. Invece, durante il processo di rigenerazione cellulare, le cellule devono confrontarsi con l'ambiente loro intorno. La cicatrice risultante è il risultato di questo confronto. G. M. Edelman teorizza che sia un confronto regolato darwinianamente.

L'*operatore darwiniano* assume la funzione di *limitatore di infinità*. Ciò rende possibile il prodursi di un fatto ordinato (la cicatrice) in presenza di fatti casuali (la ferita) e consentendo di evitare di dover sopporre la disponibilità, per i soggetti agenti (le cellule), di infinta informazione preesistente per regolare il processo (assenza di ricorso ad un regresso all'infinito).

In un certo senso l'apprendimento di un individuo potrebbe essere visto come un lento e continuo processo di *cicatrizzazione*, con sempre nuove *ferite* inferte dai sensi esposti all'ambiente (sia detto senza alcuna connotazione doloristica, anche se non va interpretata solo come una metafora, ma come una vera e propria alterazione cellulare, almeno a livello di sinapsi e di neuroni).

<sup>49</sup> *Limitatore di infinità* nel senso che sopporre il suo operare rende superfluo ricorrere ad infinità di vario tipo perché sia spiegabile il prodursi di un ordine macroscopico nei fenomeni biologici (regressi all'infinito)

produttore di differenziazione macroscopica ordinata a partire dal caso e dalle regolarità-vincoli sottostanti, in assenza di una legge normatrice (impossibile dal punto di vista di una EFCF) che consenta di determinare univocamente gli eventi e gli stati successivi alla maniera, per esempio, di un algoritmo deterministico di calcolo. Secondo questa visione delle cose, ci si troverebbe cioè di fronte a una sorta di indeterminazione macroscopica con l'operatore darwiniano che agisce come algoritmo per la riduzione dell'indeterminazione.

In questo modo si può anche intravedere il comparire della conoscenza per *bootstrapping*<sup>50</sup>, come un processo materiale di evoluzione darwiniana.

Almeno, così sembra comprensibile e sensato poter dire.

Questo modo di vedere le cose ha alcune conseguenze su alcune questioni filosofiche classicamente dibattute:

- La conoscenza viene intesa come una esplorazione delle regolarità mediante la produzione di evoluzione adattiva che agisce sulle EFCF. L'evoluzione si presenta senza attributi di valore. La conoscenza non si presenta come qualcosa di passivo e indipendente dalle EFCF che viene da esse incamerato progressivamente verso una direzione privilegiata. Essa diventa il risultato del fatto stesso che le EFCF si autoproducono mediante evoluzione adattiva senza direzione finale. La intercomunicazione della conoscenza risulta imperfetta, cioè può produrre stati *tendenzialmente* uguali in due EFCF *tendenzialmente* uguali. Ma non produce stati *perfettamente* uguali in EFCF *perfettamente* uguali.
- Una istanza di prudenza nell'assumere per validi i dettami positivi della ragione, quale essa ci appare<sup>51</sup>.

---

nelle spiegazioni, necessità di infinita informazione, ecc.). [Cfr. anche la nota 48]

<sup>50</sup> I *Boostraps* sono gli anelli di cuoio ai lati degli stivali per infilarseli. In senso figurato: operazione di *tirarsi su dai propri stivali*, ovvero di succedere a sé stesso. Il concetto è usato nel gergo informatico per definire quel processo che esegue istruzioni che producono come effetto la generazione di altre istruzioni da eseguire successivamente, attingendole da memorie statiche finite e dall'ambiente, ed eventualmente modificandole prima di eseguirle. Un tipico *bootstrap* viene eseguito all'accensione di un calcolatore. A rigore potrebbe essere considerato *bootstrap* una intera istanza di esecuzione di un calcolatore, cioè dalla sua accensione al suo spegnimento. Generalmente però in informatica si considera avvenuto il *bootstrap* quando il funzionamento di una macchina si stabilizza (ad esempio quando il sistema operativo comincia ad eseguire operazioni cicliche come aspettare un input dalla tastiera, ripartire il tempo di CPU ai vari processi attivi, ecc.).

<sup>51</sup> Un esempio dei limiti a cui vanno incontro ragionamenti produttori di astrazione quando tendono a stabilire dei *dover essere*, ce la dà l'analisi di una teoria scientifica primitiva per ottenere una misura del tempo.

Un metodo per il computo del tempo nel corso dell'anno molto usato da popolazioni che non hanno sviluppato praticamente alcuna nozione astronomica è quello di distinguere ed identificare le fasi lunari, probabilmente per la facilità di osservazione e di computo. Tuttavia questo metodo richiede una procedura di correzione perché l'identificazione e il computo siano tenuti in fase con l'anno sidereo e in fase con l'avvicinarsi delle stagioni, fatto questo che più conta in relazione alla pianificazione economica della disponibilità di cibo. Il caso qui riportato è, a mio parere, particolarmente interessante perché mette in evidenza come processi conoscitivi, ad esempio, della misura di tempo e delle operazioni di calibrazione di tale misura possano scaturire senza neppure avere una chiara nozione del concetto di tempo né del concetto

Essi scaturiscono da processi di astrazione che non

---

esplicito di calibrazione di una misura. Il raffronto di questo esempio con altri modi di computare il tempo, ad esempio il nostro attuale, dovrebbe anche far riflettere, a mio parere, sul processo evolutivo che conduce alla *formazione* del pensiero, in contrapposizione a visioni del mondo che ne danno per scontata l'esistenza.

[...] Gli Yami dell'isola di Botel-Tobago presso Formosa hanno un'economia che s'impenna sull'arrivo stagionale di rilevanti banchi di pesci volanti, che fanno la loro comparsa in quelle acque verso marzo. Un ulteriore fatto stagionale è che verso la metà di giugno i tifoni sono così frequenti che la pesca in mare aperto è impraticabile per le fragili imbarcazioni degli Yami. Essi calcolano il tempo mediante le lune e tutte le loro festività cadono a una particolare luna nuova o luna piena. Il punto di controllo per il loro anno è una festività nel periodo d'inattività tra il nono e il decimo mese del loro ciclo, ossia verso marzo. In tale ricorrenza gli Yami si mettono in mare per attirare i pesci volanti con fiaccole accese. Prima di tale data la pesca con le fiaccole è tabù. Se i pesci volanti giungono all'appuntamento, la pesca con le fiaccole si protrae per tre mesi fino alla fine del dodicesimo mese, che viene quindi considerata la fine del ciclo annuale. Dall'inizio del primo mese la pesca con le fiaccole è di nuovo tabù. Se i pesci volanti mancano all'appuntamento, gli Yami non biasimano se stessi per aver sbagliato il calcolo, ma incolpano i pesci del ritardo. In tali anni essi prolungano ancora per una luna la stagione della pesca con le fiaccole e il ciclo dell'anno continua per 13 anziché per 12 mesi [lunari]. In questo modo nell'insieme di un certo numero di anni il calendario Yami si manterrà in fase con l'anno sidereo, sebbene gli Yami stessi non abbiano alcun'idea di cosa sia un anno sidereo e non facciano osservazioni astronomiche. [...] [E. R. Leach, *Computo primitivo del tempo*, in C. Singer, *A History of Technology*, cit.]. Un resoconto più completo su questo ed altri sistemi si trova in: E. R. Leach, *Primitive Calendars*, in *Oceania*, 20, 1950.

L'esempio degli Yami ci mostra come sia perfettamente possibile che sorga e si sviluppi, sotto lo stimolo della sopravvivenza, la capacità di rilevare delle regolarità, di scoprire un metodo di calibrazione degli errori di osservazione e su questa base fare persino delle previsioni affidabili sull'arrivo dei pesci volanti, pur costruendo una razionalità infondata così superstiziosa e saccente (almeno tale appare a noi, dal nostro punto di osservazione) da attribuire ai pesci volanti l'errore nelle previsioni e nel dover essere del mondo. E si capisce anche la funzione del tabù. Esso è il custode del processo di calibrazione della misura di tempo, da cui dipende la previsione della raccolta di cibo e del pericolo dei tifoni.

Quante volte potremmo rilevare questo schema di ragionamento razionale, magari con passaggi più complessi e sottili di cui ora non ci accorgiamo neppure, nei molti dover essere contenuti nelle varie etiche normative storiche, ivi compresa quella pretestuosamente fondata sui principi della ragione? A volte la ragione, soprattutto quella pratica che deve poi confrontarsi con i fatti, è meno limpida di quanto riluca.

Eppure gli Yami sono certi della loro ragione, che a noi appare *solo* un insieme di credenze ingegnosamente correlato ai fatti.

Questo esempio, ma molti altri se ne potrebbero trovare e citare anche tra le teorie scientifiche (il sistema tolemaico per prevedere la posizione degli astri funzionava benissimo per gli intorni del suo campo di applicazione), a mio parere ci dovrebbe far riflettere intorno a speculazioni troppo astratte sui principi di ragione. Sia quella che pretende di fare astrazione dai fatti, sia quella che riconduce a razionalità assoluta l'accadere. La prima non tiene conto dei possibili errori compiuti nel processo di astrazione. La seconda non tiene conto del fatto che accadono eventi casuali. L'idea di ragione si è storicamente evoluta, probabilmente, sui primi, più accessibili e più regolari modelli disponibili, quali quelli riconducibili alla astrazione della meccanica macroscopica. Quei principi potrebbero essere cresciuti (vagamente nel senso in cui un cristallo cresce e si dispone in geometrie correlate alla struttura atomica dei suoi componenti) su un cervello che si è stabilizzato intorno a osservazioni (perciò prodotte dai sensi) di certe regolarità. Così come il cervello degli Yami si è stabilizzato intorno alla regolarità biologica dei pesci volanti (senza manifestarne alcuna coscienza) e a quella astronomica della luna, senza neppure immaginare di poter fare teorie astronomiche e biologiche più articolate.

Ma non c'è nessun criterio per dire che le regolarità scovate o percepite *qui e ora* sono *tutte* le regolarità; né come esse condizionino *nessariamente* l'accadere macroscopico.

In fondo la scoperta del reticolo neuronale (senza il quale non si sa se il pensiero *sia o non sia in essere*, per dirla un po' alla maniera dei filosofi) è recente, e ancora più recenti, anzi recentissimi, i tentativi di capirne i meccanismi di funzionamento. Di più, sono *lavori in corso*.

possono fare a meno di trascurare *sempre* una parte, sovente molto grande, delle interazioni di cui sono un modello e da cui sono prodotte. Non possono essere, per definizione, una mappa uno-uno delle interazioni di cui vogliono fare una descrizione. Ne sono solo, per così dire, un riassunto. Il loro è un compito negativo di stabilire i confini delle regolarità esplorate, di escludere l'impossibile, di eliminare le congetture confutate.

- Una altrettanta istanza di prudenza nell'assumere per valida, dal punto di vista delle EFCF, la cosiddetta assoluta *razionalità del reale*. Se essa potrebbe forse essere affermata dal punto di vista del *Tutto*, non lo è dal punto di vista delle EFCF, per via della presenza ineliminabile del *caso*, discussa sopra. Come conseguenza della assoluta razionalità del reale, se fosse così, il futuro sarebbe prevedibile in modo certo dal nostro punto di vista di EFCF. Questo è un po' più sostenibile per regolarità forti rispetto alla nostra scala, come, ad esempio, le regolarità delle interazioni atomiche o delle interazioni planetarie rispetto alla nostra possibilità di interferire con esse. Ma la cosa non è così sostenibile per sistemi complessi ad equilibrio instabile, come il nostro cervello, un ecosistema o una partita di calcio, sempre rispetto al complesso di interazioni alla nostra scala.

Se l'ovulo e lo spermatozoo da cui si sono evoluti, che so, Platone, Giulio Cesare o Napoleone non si fossero incontrati, ma altro fosse successo, per esempio fosse venuto fuori il fratello o la sorella di Platone, di Giulio Cesare o di Napoleone, con grande probabilità altro di altrettanto *razionalmente reale* sarebbe successo. La regolarità che produsse quegli eventi è una regolarità estremamente instabile. Anche a *supporre* la necessità come una caratteristica del *Tutto*, la descrizione completa delle interazioni che produssero quegli eventi in modo *eventualmente* deterministico ci è *assolutamente* inaccessibile. E ogni deduzione da ciò, inespriabile. Di conseguenza non possiamo affermarne la necessità. O peggio dedurre necessità per fatti futuri, ma solo *eventualmente* probabilità.

- La irrilevanza del problema dell'esistenza di Dio alla scala delle EFCF. Infatti, nella più debole delle ipotesi (e cioè che il *caso* non fosse intrinseco alla natura delle cose, ma fosse solo una nostra impossibilità di comprenderla), se pure Dio esistesse come *Tutto*, non avrebbe possibilità di manifestarsi a qualsiasi EFCF, per via dell'imponderabile presenza del *caso*, quale esso appare alla EFCF. Sarebbe un Dio assolutamente *inaccessibile* e *mutò*, in ogni senso esprimibile dalle varie EFCF, anche se da esse creduto parlante. E perciò non potrebbe impartire loro né leggi né norme comprensibili, in quanto esse sarebbero sempre delle interpretazioni parziali a causa della parzialità delle EFCF, e pertanto in linea di principio smentibili in qualsiasi momento. Ne risulterebbe così menomato di almeno un potere ecc., per chi volesse continuare la discussione verso un regresso all'infinito. Ma dato che la questione è irrilevante, non mi interessa proseguire.

Come corollario si ha che qualsiasi cosa può essere detta nel nome di Dio. Ciò comporta che ciò che viene detto è completamente ambiguo, in quanto non consente di fare distinzioni che funzionano dal punto di vista

delle EFCF. Perciò il suo contenuto di informazione è nullo.

Su come interazioni di tipo darwiniano possano supplire alla insufficienza di informazione presente nel DNA per specificare completamente forma e funzione di aggregati di cellule quali i tessuti biologici; su come DNA ed interazioni darwiniane insieme formino una coppia complementare; e su come questo ragionamento possa essere esteso a spiegare la coppia inscindibile *determinazione ereditaria e plasticità all'ambiente* dei sistemi nervosi, si possono vedere gli scritti di G. M. Edelman<sup>52</sup>. Questi scritti tendono a mostrare come non sia necessario postulare entità extrabiologiche per spiegare l'emergere di manifestazioni macroscopiche come le funzioni intellettive, e come per converso l'introduzione di entità extrabiologiche tenda a produrre regressi all'infinito nei tentativi di spiegazione che ne fanno uso.

Una approssimata sensazione di come un *operatore darwiniano* possa agire per produrre ordine, la dà una analisi qualitativa del funzionamento degli algoritmi genetici<sup>53</sup>.

- <descrizione sintetica>
- <descrizione alg. gen. a fitness invariante (caso del perfetto allevatore)>
- <ruolo della anticipazione soggettiva della fitness>
- <sua interpretazione come utilità soggettiva e intersoggettiva (=fitness deformata dalla struttura percettiva e dal punto di vista). Impossibilità della stima assoluta intersoggettiva (fondazione del valore) perché la fitness potrebbe essere indeterminata e non solo sconosciuta (carezza di informazione). Questo in quanto la possibilità di utilità intersoggettiva è subordinata alla esistenza di regolarità nella fitness, alla possibilità di essere percepita dall'apparato percettivo-elaborativo dei soggetti, alla maggiore o minore

<sup>52</sup> G. M. Edelman, premio Nobel per la Medicina nel 1972 per le sue ricerche sulla struttura degli anticorpi. Tra le sue opere di attinenza a questa discussione:

- G. M. Edelman, *The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness*, Basic Books, New York, 1989.
- G. M. Edelman, *Topobiology: An Introduction to Molecular Embryology*, Basic Books, New York, 1988.  
Trad. it.: *Topobiologia. Introduzione all'embriologia molecolare*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993.
- G. M. Edelman, *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection*, Basic Books, New York, 1987.
- G. M. Edelman, *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind*, Basic Books, New York, 1992.  
Trad. it.: , Adelphi, Milano, 1993.

<sup>53</sup> Cito solo due testi sull'argomento Algoritmi Genetici (GA) dai quali si può ricavare una più ampia bibliografia. Il primo di essi è comunemente considerato un *seminal book* sull'argomento.

J. H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 1975; The MIT Press, Cambridge, MA, 1992.

Z. Michalewicz, *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verlag, New York, 1992.

Una panoramica informativa sull'argomento Vita Artificiale si trova in un articolo di P. Scaruffi, *Quei primi passi della vita*, su *Tuttoscienze*, n. 529 di Mercoledì 2 Settembre 1992.

Negli ultimi tempi su riviste di informatica, si possono facilmente trovare sull'argomento sintetici articoli introduttivi con taglio applicativo.

somiglianza dell'apparato percettivo-elaborativo tra i diversi soggetti. In questo caso l'algoritmo produrrebbe ancora ordine anche senza correlazione con l'ordine degli stati precedenti >

- <analisi qualitativa nel caso di fitness variante sia per casualità che per effetto di interazione con i soggetti>

Una formulazione interessante dove la fitness è indeterminata e dove vigono solo vincoli di ambiente e di regolarità subindividuali: limite della memoria e tempo di CPU (vincolo delle risorse esterne), struttura del meccanismo subindividuale diffuso di funzionamento (una sorta di vincoli-regole di algoritmica reazione biochimica, che stanno agli individui complessi finiti come le reazioni chimiche stanno agli organismi unicellulari), applicazione dell'operatore darwiniano, è stata data da Thomas S. Ray alle cui pubblicazioni rimando per brevità<sup>54</sup>.

<breve desc>

Ebbene, questi esseri algoritmici, inizialmente identici, hanno mostrato la capacità di modificarsi e di specizzarsi dinamicamente, via via acquisendo ruoli di prede e predatori, instaurando simbiosi cooperative, forme di parassitismo, ecc. La cosa importante da notare, in questo contesto, a mio parere, è, di nuovo, la comparsa di comportamenti macroscopici impressionantemente simili nelle loro relazioni reciproche, alle relazioni tra i comportamenti di organismi biologici estremamente più complessi. Il tutto a partire dalle regolarità di un *substrato materiale* (le micro-operazioni del codice macchina per le reazioni bio-algoritmiche) del tutto ignaro ed indifferente al funzionamento di aggregati di operazioni a ordini di complessità diversa (gli esseri algoritmici che si riproducono).

L'aspetto concettualmente rilevante dell'esperimento computazionale di T. Ray, in questo contesto, è quello di aver mostrato in modo controllato e ripetibile, che proprietà macroscopiche proprie del comportamento di organismi viventi, come parassitismo, predazione di parassiti, simbiosi coevolutive, ecc., emergono evolutivamente dalla interazione materiale finita di meccanismi subindividuali finiti e formalmente non ambigui (ben definiti), sottoposti ad un processo di evoluzione per selezione naturale, senza presupporre concetti come finalità ecc. e senza avere codificato dall'inizio norme di comportamento dei soggetti algoritmici. Questi meccanismi subindividuali sono le macroistruzioni del codice macchina di Tierra, corrispondenti a reazioni chimiche di paragonabile stabilità e complessità. Essi sono distribuiti uniformemente nell'ambiente e attraversano i confini dei soggetti algoritmici, proprio come le molecole attraversano i confini degli organismi biologici nel loro manifestarsi come esseri macroscopici.

Si può trovare limitato l'esperimento di T. Ray se si comparano gli organismi biologici a quelli algoritmici del suo esperimento. Ma occorre tenere presente che al posto di una CPU sequenziale che fa procedere le reazioni

chimiche virtuali un passo alla volta, gli organismi biologici possono contare su un processo che si svolge in modo intrinsecamente parallelo da alcuni miliardi di anni. Cioè ovunque ci sia una molecola di DNA si ha un dispositivo, una micromacchina, che dà luogo a un processo di replicazione con variazioni, in parallelo temporale e in interazione fisica con tutte le altre micromacchine.

Se le cose funzionano così, si può capire come si producano strutture localmente ordinate, novità e differenze anche senza presupporre né l'esistenza di una direzione globale dell'ordine (o finalità, o progetto) alla scala degli esseri viventi quali li percepiamo macroscopicamente, né la necessità della conoscenza di quell'ordine da parte dei soggetti agenti. Forse si potrebbe chiamare questa cosa *processo di autorganizzazione*.

Alla luce di ciò, presupporre l'esistenza di un ordine morale normativo mi pare soltanto la proiezione di un desiderio che può dare piacere, ma della cui consistenza si può, più che ragionevolmente, fortemente dubitare. La pretesa di voler dare carattere di necessità alle norme, di riconoscere loro una originalità rispetto all'accadere, mi sembra un po' come se un mio neurone o una mia molecola di DNA pretendessero di *normare* il mio pensiero e il mio comportamento, di stabilire un *dover essere*. Un neurone trasferirà più o meno segnale in funzione del suo intorno, e una molecola di DNA si replicherà e controllerà la produzione di proteine, in funzione del suo intorno. E basta. Sarà semmai il complesso di queste interazioni che ci appariranno come esseri vitali, come comportamenti e come pensieri. E se è vero che in un certo senso un neurone o una molecola di DNA individuano una *necessità*, cioè possono essere visti come un tratto vincolante che stabilisce un *dover essere*, essi lo fanno stabilendo il crinale tra il *possibile* e l'*impossibile* dovuto ai vincoli fisici, e non, ad esempio, tra un supposto *bene* e un supposto *male*. Cioè è sufficiente che un comportamento (ad esempio supposto *irrazionale* o *malvagio*) si manifesti, perché la sua negazione non possa far parte di un *dover essere*.

Con tutto ciò, sarebbe stupido da parte mia negare che gli esseri umani siano simili tra loro e diversi da altri animali. Come un ragno è diverso da un cane. E sarebbe altrettanto stupido negare che le nostre facoltà innanzitutto cerebrali sono molto potenti, se paragonate a quelle di altri animali. Quello che voglio dire è che considero la constatazione di differenze o somiglianze insufficiente a costruire *gerarchie di valori* che non siano arbitrarie e soggettive, e basate sul desiderio che così siano. È in quella inafferrabile, amorfa e volubile definizione di *similitudine tra diversi* nel percepire il piacere e il dolore, e solo di lì, che si può tentare di trovare una certa *somiglianza di voleri* tendenti a procurare piaceri ed evitare dolori. Questo tentando azioni sull'ambiente oppure tentando di inibire le sensazioni a sé sgradevoli ed di esaltare quelle a sé piacevoli.

Sono convinto che sia solo attraverso la *simpatia* e la *compassione* (nel senso di costante reciproca verifica della *somiglianza delle passioni*) che si può tentare di instaurare una comunicazione intersoggettiva. Ma simpatia e compassione hanno il difetto di essere intrinsecamente instabili e poco definibili in astratto. Ogni altra pretesa fondativa mi sembra fatica sprecata.

<sup>54</sup> T. S. Ray, *Is It Alive Or Is It GA?*, in: R. K. Belew, L. B. Booker, *Proceedings of the Fourth International Conference on Genetic Algorithms*, Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1991.

E considero una ipotesi fuorviante la assunzione a priori di uno statuto speciale per la *macchina biologica umana* (pensiero compreso), per lo studio della quale occorrerebbero metodi, a priori, speciali. L'evidenza sperimentale non mostra questo. E la direzione dell'evoluzione dell'evidenza sperimentale tende a ridurre il margine entro cui una visione antropocentrica e spiritualista dei fenomeni vitali ha senso. Non siamo né l'inizio né la fine di un processo evolutivo. Siamo esperimenti biologici in corso d'opera, modellatori del e modellati dal contesto.

Non è concettualmente proficuo, a mio parere, usare la nostra potenza per legittimare la nostra pretesa superiorità e pretendere che questa operazione sia conoscitivamente efficace. Questa operazione è, semmai, un esercizio del desiderio e una ricerca del piacere. Si illude, accecato da un integralismo latente, chi pensi, in buona fede, di propinarla come Verità.

Anch'io, come credo molti, preferisco vivere in una situazione dove non corro il rischio di essere aggredito continuamente, ma non lo considero un fatto di per sé dovuto o giusto. Per vivere in quella situazione sono disposto a rinunciare anche a una buona parte delle mie facoltà e del mio arbitrio, ma so di non poter avere garanzie di reciprocità.

C'è chi è disposto a sacrificare molta della sua libertà in cambio di sicurezza; chi meno al prezzo di maggior rischio. Non sempre le due cose si conciliano. Molti poi vorrebbero sacrificare poca libertà e ottenere molta sicurezza. Alcuni ci riescono, in genere a scapito di altri che ottengono poca sicurezza pur sacrificando molta libertà. Talvolta ci riescono in molti, bruciando eredità accumulate in passato o, se possono, prendendo a prestito il futuro.

Molti potrebbero chiamare questa (auto)limitazione della libertà *civiltà del diritto*. Ma, anche nella sua accezione più debole, essa implica almeno un patto. Qualcuno la può anche subire come una *pax romana*. E il patto, come tutti i patti, si può sempre rinegoziare conflittualmente o infrangere. Poi non è detto che il patto implicito stipulato si mantenga rispettabile quando variano le condizioni contestuali, anche indipendentemente dalla volontà dei contraenti. E poi il patto è viziato in origine dal fatto che ciascuno vi è gettato dentro nascendo, in modo non contrattato e assolutamente arbitrario. Ci si trova perciò a dover fondare una ragionevolezza astratta del patto in assenza dei contraenti di quel patto stesso.

Le condizioni della vera giustizia, quella che dovrebbe trovare un obiettivo equilibrio dei valori, è una cosa talmente misteriosa che forse è più simile a un desiderio o a un sogno che a qualcosa di concretamente individuabile.

Gli esiti storicamente trovati per approssimare questo desiderio mi sembrano essere fondamentalmente due: quello che persegue la fondazione della *norma* o il rispetto della *forma* del patto, e quello che giustifica a posteriori l'equilibrio dei fatti risultanti, comunque si producano. La prima si presta, in ogni momento, ad essere sovvertita dall'*accadere*, indipendentemente dalla volontà di qualcuno, per la discussa non normabilità dell'*accadere*, e non sempre soddisfa il *senso* di giustizia; la seconda registra lo stato di fatto di ciò che accade e scontenta il *senso* di giustizia dei più. Il primo è quello che, pur con

grossolana approssimazione, mi pare si possa forse raggruppare sotto il concetto di *civiltà del diritto* (nei vari sensi di: *diritto naturale*, *diritto morale*, *diritto come forza* e *diritto come tecnica sociale*<sup>55</sup>). Il secondo, forse, sotto il concetto di *realpolitik*<sup>56</sup>. Ambedue compresenti e variamente intrecciati nella storia degli uomini, quale la conosciamo.

Temo non ci siano soluzioni a questo scacco del desiderio. Di qui il mio parlare, un po' villanamente, di *circolo vizioso della coscienza*, per concetti come quello di Giustizia, Finalità della nostra esistenza, Bene, ecc., genericamente raggruppabili sotto la dicitura *bisogno di infinito*, se pretendiamo di spiegarli diversamente da sensazioni che rappresentano abilità acquisite da certi individui nel corso dell'evoluzione, utili a produrre *eventualmente* un vantaggio nella competizione per la sopravvivenza.

Le considerazioni qui espresse mi orientano a pensare che la visione statica delle differenze sia un presupposto ineliminabile per avviare un processo di legittimazione. Ma come tale in *perenne*, *continuo* ed *essenziale* rischio di sovversione per ragioni che hanno la loro origine profonda nella biochimica degli organismi viventi.

Proprio la consapevolezza di essere in ogni caso un esperimento biologico in corso mi fa dire che la prudenza e la moderazione nell'uso della forza e la tolleranza verso gli altri esperimenti biologici siano soggettive regole di buon senso. Ma questo non vuol dire che ogni opinione debba essere protetta da argomentazioni che, eventualmente, ne mostrano l'inconsistenza, anche se sono brutali.

C'è poi comunque sempre un luogo da qualche parte dove la tolleranza non basta a dirimere conflitti fondamentali, come quelli posti da conflitti di interesse irriducibili, o dagli effetti di un sincero integralismo religioso, o dal tema dell'aborto, dalla sovrappopolazione e dai temi sollevati dalla bioetica in genere. Lì si sceglie sempre usando la forza. E lì ogni etica generalizzante mostra le sue inconciliabili contraddizioni.

Di conseguenza, quando si crede di operare in conformità a *norme etiche* di qualsiasi tipo, si è costretti ad una *fondamentale* propensione all'integralismo e a comportamenti *necessariamente* ipocriti al confronto con i fatti.

La coscienza dov'è, quando il sistema immunitario attacca gli agenti patogeni? La coscienza dov'è, oltre le

---

<sup>55</sup> Secondo la suddivisione in quattro concezioni fondamentali della nozione di *diritto* formulata da Nicola Abbagnano. [N. Abbagnano, *Dizionario di filosofia*, voce: *DIRITTO*, Utet, Torino, 1960, 1971; Tea, Milano, 1993].

<sup>56</sup> “E molti si sono immaginati repubbliche e principati che non si sono mai visti né conosciuti essere in vero. Perché elli è tanto discosto da come si vive a come si dovrebbe vivere, che colui che lascia quello che si fa per quello che si dovrebbe fare, impara piuttosto la ruina che la preservazione sua; perché uno uomo, che voglia fare in tutte le parti professione di buono, conviene rovine infra tanti che non sono buoni. Onde è necessario a uno principe, volendosi mantenere, imparare a potere essere non buono, et usarlo e non usare secondo la necessità”. [N. Machiavelli, *Il principe*, XV].

endorfine prodotte dal cervello? E come non confessare senza un po' di disagio, se non un senso di colpa, il piacere che procura il sentirsi buoni. E il piacere che procura il senso di colpa?

La coscienza può essere vista, fuor di metafora, come una fabbrica di queste molecole. Per queste molecole, introdotte dall'esterno o prodotte dall'organismo per effetto di stimolazioni neurali derivanti da attività cerebrali precedenti, il sistema nervoso dispone di recettori che stimolano o inibiscono le sensazioni di piacere e di dolore. Questo sembra proprio essere il luogo dove si opera la saldatura tra le operazioni di osservazione, le operazioni di valutazione e le azioni. Esso è un luogo irrimediabilmente fisicamente connesso al sistema nervoso dell'individuo. Resta perciò possibile solo un'etica dell'emotività, tendente ad agire come *psicofarmaco*, attraverso l'arte retorica.

Oppure un'etica delle proposizioni ipotetiche, espresse nella forma: <se vuoi ottenere  $y$  con probabilità  $p$  nel contesto  $x$ , allora *forse* devi fare  $a_1, a_2 \dots a_n$ >. Ma un'etica siffatta, posto che fosse formulabile esplicitamente, soddisferebbe ancora i fautori di un'etica normativa, o sarebbe solo un catalogo dei gradi di libertà dell'agire? La sostituzione di locuzioni come '*Bene per tutti fare*' con locuzioni del tipo '*alcuni preferiscono fare*' soddisferebbe ancora costoro?

Ho l'impressione che comunque uno provi a girare la questione della genesi delle norme etiche si trova sempre di fronte ad un dilemma: o rinunciare a spiegare la genesi delle differenze per poter fondare una legittimità oggettiva; o rinunciare a fondare un'etica normativa oggettiva per poter rendere ragione della genesi delle differenze e delle norme. In quest'ottica il darwinismo è, tra l'altro, un potente quadro teorico utile a produrre spiegazioni non metafisiche sulla genesi delle differenze, anche se, per certi aspetti, può essere visto come un programma metafisico di ricerca.

Delle due alternative, a me, francamente, soddisfa di più la seconda, come in generale preferisco le operazioni che tendono a ridurre il mistero rispetto a quelle che tendono a celebrarlo.

Ho la sensazione che la gigantesca portata del disincanto dell'essere a favore dell'incanto dell'esplorare, provocato dal ribaltamento concettuale di Darwin, con influenze sul modo stesso in cui *accade di pensare*, abbia solo appena appena cominciato a sfiorarci, preferendo molti rimuovere, facendo finta di niente.

**Bruno Caudana**