

L'ALBERO DELLA CONOSCENZA

Un nuovo meccanismo per spiegare le radici biologiche della conoscenza umana.

**HUMBERTO MATURANA
FRANCISCO VARELA**

INTRODUZIONE

Questo libro non è solo un'altra tra le molte introduzioni alla biologia della conoscenza. Questo è un prospetto globale per un approccio alternativo all'intendimento delle radici biologiche del comprendere.

Viene esposta un'interpretazione che non concepisce il conoscere come una rappresentazione del "mondo là fuori", bensì come permanente produzione di un mondo attraverso il processo stesso del vivere.

CAP 1 CONOSCERE LA CONOSCENZA

Questo libro può essere visto come un invito a interrompere l'abitudine a cadere nella tentazione della certezza. Infatti, "ogni esperienza di certezza è un fenomeno individuale, sordo all'atto conoscitivo di un altro, in una solitudine che si supera solamente nel mondo che si crea con esso".

La riflessione è un procedimento per conoscere il mondo in cui conosciamo, un atto per volgerci su noi stessi. L'unica opportunità che abbiamo per scoprire le nostre cecità è di riconoscere che le certezze e le conoscenze degli altri sono a loro volta poco chiare e tenui quanto le nostre.

CAP 2 L'ORGANIZZAZIONE DEL VIVENTE

Il punto di partenza consiste nel rendersi conto che ogni conoscenza dipende dalla struttura di colui che conosce. Dunque, il primo passo dell'itinerario è il fatto che la conoscenza è l'azione di colui che conosce e ha le sue radici nelle modalità stesse del suo essere vivente e nella sua organizzazione. Non si possono comprendere le basi biologiche della conoscenza solo con lo studio del sistema nervoso, ma è necessario capire come questi processi siano radicati nell'essere vivente nella sua totalità.

Alla base di questo libro vi è la denominazione di "essere vivente" e l'organizzazione che li definisce come classe. La proposta degli autori è che gli esseri viventi si caratterizzano in quanto tali perché si riproducono da soli, ovvero hanno un'organizzazione *Autopoietica*.

La nozione di autopoiesi propone di interpretare i dati empirici da un punto di vista specifico che sottolinei il fatto che gli esseri viventi sono "unità autonome". Il modo che rende gli esseri viventi autonomi è l'autopoiesi.

Dunque, nella misura in cui l'organizzazione autopoietica determina la fenomenologia biologica nella realizzazione degli esseri viventi come entità autonome, è *fenomeno biologico ogni fenomeno che implichi l'autopoiesi di almeno un essere vivente*.

CAP 3 RIPRODUZIONE ED EREDITARIETA'

Al fine di comprendere gli esseri viventi, in tutte le loro dimensioni, e quindi comprendere noi stessi, si rende necessario capire i meccanismi che rendono l'essere vivente un essere storico. Con questo fine innanzitutto viene esaminato il fenomeno della riproduzione.

Affinché ci sia riproduzione, devono verificarsi due condizioni fondamentali: l'unità originale e il processo che la riproduce. Nel caso degli esseri viventi l'unità originale è un essere vivente, un'unità autopoietica, e il processo deve terminare con la formazione di almeno un'altra unità autopoietica distinguibile da quella che si considera originale.

Considerando in questo modo il fenomeno della riproduzione si afferma che la riproduzione non è costitutiva del vivente. La riproduzione non può essere parte dell'essere vivente perché per riprodurre qualcosa è necessario che questo qualcosa sia

costituito come unità e abbia un'organizzazione che lo definisce. Affinché nella divisione di una particolare unità abbia luogo il fenomeno della riproduzione, la struttura dell'unità in oggetto deve avere un'organizzazione di tipo *distribuito* e non compartimentato. La caratteristica principale del processo riproduttivo (a differenza della replica e della copia) è che tutto avviene nell'unità come parte di essa e non c'è separazione fra il sistema riproduttore e il sistema riprodotto. Inoltre le unità risultanti dalla divisione riproduttiva, pur avendo la stessa organizzazione dell'unità generale e presentando aspetti strutturali simili a essa, contengono anche aspetti strutturali diversi da essa e tra le unità generate.

Il fenomeno della riproduzione implica, necessariamente, la creazione sia di somiglianze sia di differenze strutturali fra "progenitori", "figli" e "fratelli". Ciò che vuole essere messo in evidenza è il fatto che il fenomeno della riproduzione e dell'eredità di differenze strutturali nei discendenti è tipico di tale fenomeno e che nella riproduzione di esseri viventi non riveste certamente un ruolo di minore importanza.

CAP 4 LA VITA DEGLI ORGANISMI PLURICELLULARI

L'ontogenesi è la storia del cambiamento strutturale di un'unità che avviene senza che essa perda la sua organizzazione. Tale trasformazione innescata dalle interazioni con l'ambiente non cessa fino alla sua disintegrazione.

Due o più unità autopoietiche si possono trovare accoppiate nella loro ontogenesi quando le loro interazioni acquisiscono un carattere ricorrente o molto stabile. Ciò avviene fino a quando non si disintegrano ed avverrà un "accoppiamento strutturale".

Le cellule dei sistemi pluricellulari esistono normalmente solo in densi aggregati con altre cellule, che costituiscono l'ambiente di realizzazione della loro autopoiesi. La riproduzione sessuata degli organismi pluricellulari permette da un lato l'incrocio fra linee riproduttive e dall'altro un grandissimo aumento delle possibili variazioni strutturali in ogni evento riproduttivo. Indipendentemente dalle dimensioni e dall'aspetto esteriore le tappe sono sempre le stesse, infatti tutti gli organismi pluricellulari nonostante la loro grande diversità conservano la riproduzione attraverso una tappa unicellulare come caratteristica centrale della loro identità.

Parliamo di organismi pluricellulari per riferirci a tutte quelle unità nella cui struttura si distinguono aggregati cellulari in stretto accoppiamento. Qualunque sia l'organizzazione dei pluricellulari (riscontrabile in tutti i grandi raggruppamenti degli esseri viventi) essi sono composti da sistemi autopoietici di primo ordine e formano discendenze attraverso la riproduzione a livello cellulare.

CAP 5 LA DERIVA NATURALE DEGLI ESSERI VIVENTI

La grande rete di trasformazioni storiche degli esseri viventi rappresenta la trama della loro esistenza come esseri storici. La chiave per comprendere l'origine dell'evoluzione si trova nell'associazione costante fra le differenze e somiglianze in ogni tappa riproduttiva, conservazione dell'organizzazione e cambiamento strutturale.

Possiamo comunque distinguere 2 strutture che vanno considerate operativamente indipendenti l'una dall'altra, essere vivente e ambiente, fra le quali si realizza una congruenza strutturale necessaria. I cambiamenti prodotti dall'interazione fra essere vivente e ambiente sono innescati da un agente perturbante e determinati dalle strutture del perturbato.

Con lo scopo di chiarire meglio possiamo distinguere quattro domini (o ambiti o ranghi) specificati dalla struttura di un'unità:

1. *dominio dei cambiamenti di stato*: tutti quei cambiamenti che non alterano la sua classe d'identità.
2. *dominio dei cambiamenti distruttivi*: cambiamenti strutturali per cui l'unità perde la sua organizzazione.
3. *dominio delle perturbazioni*: interazioni che innescano cambiamenti di stato.
4. *dominio delle interazioni distruttive*: perturbazioni che provocano un cambiamento distruttivo.

Va notato che in un sistema dinamico strutturalmente determinato, poiché la struttura è in continuo mutamento, anche i domini strutturali subiscono variazioni, anche se restano sempre specificati in ogni istante della struttura in mutamento.

Ogni cambiamento strutturale in un essere vivente avviene nell'ambito necessario della conservazione della sua autopoesi e quelle interazioni che innescheranno in esso cambiamenti strutturali compatibili con tale conservazione saranno perturbazioni mentre saranno interazioni distruttive le altre. L'ambiente dunque può essere visto come un continuo *selettore* dei cambiamenti strutturali che l'organismo subisce nella sua ontogenesi.

Di fronte al fenomeno di accoppiamento strutturale fra organismi e ambiente come sistemi operazionalmente indipendenti, se prestiamo attenzione al mantenimento degli organismi come sistemi dinamici nel loro ambiente, questo mantenimento apparirà sotto forma di una compatibilità fra gli organismi ed il loro ambiente che chiamiamo *adattamento*. Conservazione dell'autopoesi e conservazione dell'adattamento sono condizioni necessarie per l'esistenza degli esseri viventi.

Organismo e ambiente si modificano in modo indipendente: gli organismi ad ogni tappa riproduttiva, l'ambiente seguendo una dinamica diversa. Dall'incontro di queste due variazioni avranno origine la stabilizzazione e la diversificazione fenotipica.

Uno degli aspetti più interessanti dell'evoluzione è il modo in cui la coerenza interna di un gruppo di esseri viventi compensa una determinata perturbazione. Per esempio se si verificasse un grosso mutamento nella temperatura terrestre, solo gli organismi capaci di vivere entro tali nuovi limiti potrebbero mantenere ininterrotta la propria filogenesi.

L'evoluzione assomiglia dunque a uno scultore vagabondo che passeggia per il mondo e raccoglie cose qui e là, unendole poi nel modo consentito dalle loro strutture e circostanze, si costituiscono così forme complesse che non sono il prodotto di un progetto ma di una deriva naturale.

I mutamenti che avvengono hanno origine nella deriva che si configura nell'incontro funzionalmente indipendente fra organismo e ambiente. Poiché non vediamo tutti i fattori che intervengono in tale incontro, la deriva ci appare come un processo casuale.

CAP 6 DOMINI COMPORTAMENTALI

E' necessario distinguere fra determinismo e possibilità di previsione. Si parla di previsione ogni volta che dopo aver considerato lo stato attuale di qualunque sistema che stiamo osservando, si afferma che in esso si instaurerà uno stato conseguente, risultante dalla sua dinamica e che potremo osservare. Dunque, una previsione individua ciò che ci aspettiamo che accada. Da ciò si deduce che non sempre esiste la possibilità di previsione. Tenere a mente tali condizioni è importante in particolare quando studiamo cosa succede nell'ontogenesi degli organismi pluricellulari dotati di sistema nervoso, ai quali abitualmente attribuiamo un dominio comportamentale molto vasto e molto ricco.

Come molti esperimenti hanno evidenziato a partire dagli anni 50, il funzionamento del sistema nervoso è espressione della sua connettività, cioè della sua struttura di connessioni, ed il comportamento deriva dal modo con cui in esso si stabiliscono le relazioni di attività interne.

Oggi il punto di vista più popolare e corrente considera il sistema nervoso come uno strumento mediante il quale l'organismo ottiene le informazioni sull'ambiente che poi utilizza per costruire una rappresentazione del mondo che gli permette di scegliere un comportamento adatto per sopravvivere in esso. La nostra prima tendenza nel descrivere ciò che accade nei diversi casi, si indirizza in un modo o nell'altro verso l'utilizzo di una qualche forma della metafora rispetto al ricavare "informazioni" dall'ambiente che si rappresenta dal di dentro". Ogni nostro ragionamento precedente ha però messo in chiaro che procedere con questo tipo di metafora è in contraddizione con tutto quello che sappiamo sugli esseri viventi.

Dobbiamo dunque imparare a camminare sulla linea mediana sul filo del rasoio. Per uscire da questa contraddizione apparente basta tenere a mente ciò che è stato detto, tenendo presente i differenti domini ovvero mantenendo chiara la nostra "contabilità logica".

Il comportamento degli esseri viventi non è un'invenzione del sistema nervoso e non è esclusivamente associato ad esso. La presenza del SN ha l'effetto di espandere il dominio dei possibili comportamenti perché mette a disposizione dell'organismo una struttura versatile e plastica.

CAP 7 SISTEMA NERVOSO E CONOSCENZA

In questo capitolo si vuole esaminare in che modo il SN permette di ampliare i domini di interazione di un organismo. La parola comportamento viene associata solitamente ad azioni di movimento, ma tale caratteristica non è universale fra gli esseri viventi. Esistono infatti molte forme di vita prive di movimento, come per esempio le piante. Nonostante ciò molti organismi hanno basato sul movimento non solo la loro riproduzione, ma anche la loro alimentazione e le modalità di interazione con l'ambiente. E' in rapporto a tali esseri viventi nei quali la deriva naturale ha portato all'affermazione della motilità, che il SN assume importanza.

Per spiegare la correlazione sensomotoria pluricellulare può essere utile prendere come esempio l'idra, un metazoo che appartiene ai celenterati. L'idra possiede una delle forme più semplici di SN, costituito da una ragnatela di interconnessioni. Nel dettaglio possiamo osservare una superficie sensoriale, una superficie motoria e delle vie di interconnessione fra i due tipi di superficie (la rete di neuroni). Ciò che contraddistingue i neuroni sono le ramificazioni citoplasmatiche che permettono di mettere in contatto tra loro elementi cellulari situati in parti molto distanti del corpo.

Le influenze reciproche che hanno luogo fra neuroni sono di molti tipi. La più conosciuta è una scarica elettrica che si propaga ad alta velocità lungo il prolungamento neuronale chiamato *assone*. I neuroni giungono attraverso le loro espansioni fino ad altri neuroni, le quali sono molto specializzate sono note come *dendriti* e *neuriti* (assoni). Sia in queste zone che su altri corpi cellulari si stabiliscono contatti chiamati *sinapsi*: punto in cui effettivamente si producono influenze reciproche nell'accoppiamento fra neurone e cellula.

In breve il sistema neuronale forma così una rete che fa sì che fra superficie sensoriale e superficie motoria sia sempre presente una serie di interconnessioni neuronali e costituisce quello che chiamano sistema nervoso. La differenza nei vari esseri viventi dotati di SN non sta nell'organizzazione di base della rete generatrice di correlazioni sensomotorie, ma nella forma secondo cui questa rete si perfeziona nelle varie specie. Dunque l'organizzazione di base del SN umano segue essenzialmente la stessa logica del SN dell'idra.

Il meccanismo mediante il quale il SN amplia il dominio di interazioni di un organismo è *accoppiando superfici sensoriali e motorie mediante una rete di neuroni la cui configurazione può essere molto varia*. Mediando questo accoppiamento con una rete di neuroni si aumenta lo spettro delle possibili correlazioni sensomotorie dell'organismo e si amplia il dominio del comportamento. Il SN quindi per la sua caratteristica architettura non ostacola ma anzi arricchisce il carattere autonomo dell'essere vivente.

La ricchezza plastica del SN non risiede nel fatto che conserva rappresentazioni "schematiche" del mondo, ma nel fatto che nella sua continua trasformazione resta congruente con le sue trasformazioni dell'ambiente.

Negli insetti la plasticità è apparentemente molto limitata, forse a causa del minor numero di neuroni e delle loro ridotte dimensioni. Il fenomeno di cambiamento strutturale si manifesta con più forza fra i vertebrati ed in particolare tra i mammiferi.

Comportamenti innati e appresi

Ogni volta che negli organismi di una stessa specie si sviluppano certe strutture indipendentemente dalle peculiarità della loro storia di interazioni, si dice che tali strutture sono determinate geneticamente e che i comportamenti che esse rendono possibili sono *istintivi* (es. neonato). Al contrario se le strutture che permettono un certo comportamento tra i membri di una specie si sviluppano solo in seguito a una particolare storia di interazioni si dice che le strutture ontogenetiche e che i

comportamenti sono *appresi*. I comportamenti innati e appresi sono in quanto comportamenti, indistinguibili nella loro natura e nella loro realizzazione. La distinzione sta nella storia delle strutture che li rende possibili.

Dobbiamo dunque tener conto della nostra "contabilità logica" e non descrivere l'apprendimento come interiorizzazione dell'ambiente, perché ciò confonde solo le idee. In conclusione, se in un organismo è presente un SN ricco e diffuso come nell'uomo, l'accoppiamento strutturale può dar vita a nuovi fenomeni. Nell'uomo ciò rende possibile il linguaggio e l'autocoscienza.

CAP 8 I FENOMENI SOCIALI

In questo capitolo ci si occupa della fenomenologia relativa agli accoppiamenti di III° ordine, ovvero degli accoppiamenti fra organismi dotati di SN, dove entrano in gioco gli stessi meccanismi già descritti nelle unità autopoietiche di II° ordine.

Gli accoppiamenti di III° ordine sono in qualche misura necessari per la continuità della discendenza negli organismi a riproduzione sessuata, poiché i gameti di individui diversi devono incontrarsi e fondersi. Inoltre i giovani hanno bisogno di cure da parte dei genitori, in questo modo si verifica con facilità un accoppiamento comportamentale nella procreazione e allevamento dei piccoli.

Noi esseri umani tendiamo a ritenere naturale che la donna si occupi dei figli e che l'uomo si faccia carico della protezione e del sostentamento. Tale idea in parte è dovuta al fatto che essendo mammiferi abbiamo periodi più o meno lunghi di allattamento, in cui la prole è per forza associata alla madre. Tale suddivisione di ruoli non è però universale, infatti alcune specie di uccelli hanno una secrezione lattea nel becco sia del maschio sia della femmina, ed il maschio del pesce spinarello costruisce il nido, caccia via la femmina ed aspetta la schiusa delle uova dedicandosi anche alla sorveglianza dei piccoli.

Insetti e vertebrati sociali

Esempi molto noti di insetti sociali sono: formiche, termiti, vespe, api. Tra le *formiche Myrmicinae* la maggior parte non partecipa alla riproduzione che è limitata ai maschi e alla regina.

Il meccanismo di accoppiamento nella maggior parte degli insetti sociali è quello di scambio di sostanze ed è quindi un accoppiamento chimico, chiamato *Trofallassi*, da cui dipende la distribuzione di certe sostanze in tutta la popolazione come per esempio gli ormoni.

Nei vertebrati alcuni tipi particolari di comportamento (vedi dinamiche di branco), in cui animali diversi ricoprono ruoli diversi, permettono ai membri di entrare in relazione mediante attività che non sarebbero possibili per individui isolati.

Nei branchi di lupi si possono rintracciare dinamiche che somigliano a quelle degli insetti sociali, ma differiscono da questi per una maggior flessibilità del SN e dell'accoppiamento audiovisivo.

Nei primati si verificano situazioni simili, in cui per esempio fra i babuini si può osservare un accoppiamento all'interno del gruppo che tende a stabilire una gerarchia di dominanza fra i maschi.

Fenomeni sociali, comunicazione e fenomeno sociale

Per fenomeni sociali intendiamo quei fenomeni associati alle unità di III° ordine. Quando si stabiliscono accoppiamenti di III° ordine, le unità così formate, anche se transitorie, generano una particolare fenomenologia, la quale si basa sul fatto che gli organismi che compongono tali unità realizzano la loro ontogenesi tramite i loro mutui accoppiamenti nella rete di interazioni reciproche, formata nel costituire le unità di III° ordine. Tali meccanismi che stabiliscono e mantengono la coesione variano da caso a caso.

Ogni volta che si è in presenza di un fenomeno sociale si ha un accoppiamento strutturale fra individui. Dunque possiamo descrivere un comportamento di coordinazione reciproca fra essi. Chiamiamo quindi *comunicazione* la mutua induzione di comportamenti coordinati che si verifica fra membri di un'unità sociale.

Un suggestivo esempio di comunicazione è facilmente osservabile nel canto di certi uccelli, quali i pappagalli ed i loro simili. Questi animali vivono in foreste in cui filtra poca luce ed in cui non sono in contatto visivo. Dunque si ha la costituzione di una coppia attraverso la generazione di un canto in comune. La melodia emessa è un duetto e sarà unica perché unica è la storia di ogni accoppiamento.

Le configurazioni comportamentali che vengono acquisite nella dinamica comunicativa di un ambiente sociale e che risultano stabili attraverso le generazioni, saranno denominate *comportamenti culturali*.

Un'inclinazione molto importante dei vertebrati è l'*imitazione*, la quale da un punto di vista comportamentale permette che certe modalità di interazione vadano al di là dell'ontogenesi dell'individuo e si mantengano più o meno invariate attraverso generazioni successive.

L'imitazione e la continua selezione comportamentale all'interno del gruppo hanno in questo un ruolo essenziale, perché rendono possibile lo stabilirsi dell'accoppiamento fra giovani e adulti, attraverso cui si specifica una certa ontogenesi che vediamo espressa nel fenomeno culturale.

CAP 9 DOMINI LINGUISTICI

Storia naturale del linguaggio umano

L'istituzione ontogenetica di un dominio di comportamenti comunicativi può essere descritta come lo stabilirsi di comportamenti coordinati associabili a termini semantici. L'aspetto determinante del coordinamento comportamentale così prodotto sta cioè nel significato di ciò che l'osservatore può vedere nei comportamenti, e non nell'accoppiamento strutturale dei componenti.

Sebbene l'uomo non sia l'unico dotato di un dominio linguistico, il suo dominio è molto più vasto e coinvolge tutti gli aspetti della vita, in modo molto maggiore che in qualunque altro animale. In questo libro ci si limita ad identificare la caratteristica fondamentale del linguaggio, capace di modificare i domini comportamentali umani in modo tanto radicale da rendere possibili nuovi fenomeni come la riflessione e la coscienza, permettendo a chi lo usa di descrivere se stesso e le circostanze in cui si trova.

Nel caso dell'uomo il fatto fondamentale è che l'osservatore vede che le descrizioni possono essere fatte considerando altre descrizioni come se fossero oggetti o elementi del dominio di interazione. Lo stesso dominio linguistico diventa cioè parte dell'ambiente di interazioni possibili. Solamente quando si produce questa riflessione linguistica si ha linguaggio.

Negli insetti la coesione dell'unità sociale è data da un'interazione chimica la trofallassi. Tra gli esseri umani la trofallassi sociale è il linguaggio che ci fa esistere in un mondo di interazioni linguistiche ricorsive sempre aperto.

Storia naturale del linguaggio umano

I cambiamenti che resero possibile la comparsa del linguaggio, intervenuti nei primi animali, hanno a che vedere con la storia di animali sociali. L'arricchimento del dominio linguistico associato a una socialità ricorrente, permise di giungere alla produzione del linguaggio.

In seguito ad alcuni esperimenti si è pensato che almeno nei gorilla (e in altri primati superiori), ci sia una certa possibilità di autoimmaginazione e pertanto di riflessione. Non sono però ancora chiari i meccanismi che permettono loro tale riflessione, ammesso che esistano.

La mente e la coscienza

Nella vita di tutti i giorni si organizza e si rende coerente una continua concatenazione di riflessioni che chiamiamo coscienza e che associamo alla nostra identità. Nella rete di interazioni linguistiche in cui ci muoviamo manteniamo una continua ricorsività descrittiva che chiamiamo *IO*, che ci permette di conservare la nostra coerenza operativa linguistica e il nostro adattamento nel dominio del linguaggio. Ciò è talmente evidente che ci risulta invisibile. Solo quando il nostro

accoppiamento strutturale fallisce in qualche dimensione della nostra esistenza ci rendiamo conto se riflettiamo. Questi momenti costituiscono la motivazione per nuovi modi di accoppiamento e nuove descrizioni.

La mente non è una cosa che sta nel nostro cranio: la coscienza e la mente appartengono al dominio di accoppiamento sociale ed è lì che si realizza la loro dinamica. Dunque, gli esseri umani si realizzano in un mutuo accoppiamento linguistico, non perché il linguaggio ci permette di dire quello che siamo ma perché siamo nel linguaggio, in un continuo essere immersi nei mondi linguistici e semantici con i quali veniamo a contatto.

CAP 10 L'ALBERO DELLA CONOSCENZA

Questo libro ha seguito un itinerario circolare mostrando come il fenomeno della conoscenza genera la domanda della conoscenza. L'inizio dunque coincide con la fine. Conoscere la conoscenza no significa seguire l'andamento di un albero, con un saldo punto di partenza che cresce gradualmente fino a raggiungere tutto quello che c'è da conoscere.

La conoscenza della conoscenza obbliga. Ci obbliga a tenere un atteggiamento di permanente vigilanza contro la tentazione della certezza. Ci obbliga perché sapendo di sapere, non possiamo negare ciò che sappiamo. Ciò comporta un'etica che non possiamo eludere. In questa etica il punto principale è che farsi veramente carico della struttura biologica e sociale dell'essere umano equivale a porre al centro la riflessione su cosa questi sia capace di fare e cosa lo distingua.

In questo libro si afferma che alla base delle difficoltà dell'uomo attuale sta il mancato riconoscimento della conoscenza. Non vengono date al lettore indicazioni per il comportamento concreto, lo scopo è di invitare alla riflessione che porta a conoscere la sua conoscenza.