

016c Reti, reti, reti. L'insieme delle varie connessioni a tutti i livelli, dal periferico al centrale, può essere considerato come una serie di reti. Esse interagiscono reciprocamente. Tramite questa interazione, l'onda di risonanza attraversa l'intera macchina.

Da qui in poi sono possibili due procedure descrittive del medesimo insieme: la prima conduce al concetto di midollo spinale, la seconda approfondisce la funzionalità del sistema globale. Il tutto è riconducibile all'ecosistema configurato come macchina immersa in un ambiente.

4. PREFAZIONE DEL LIBRO

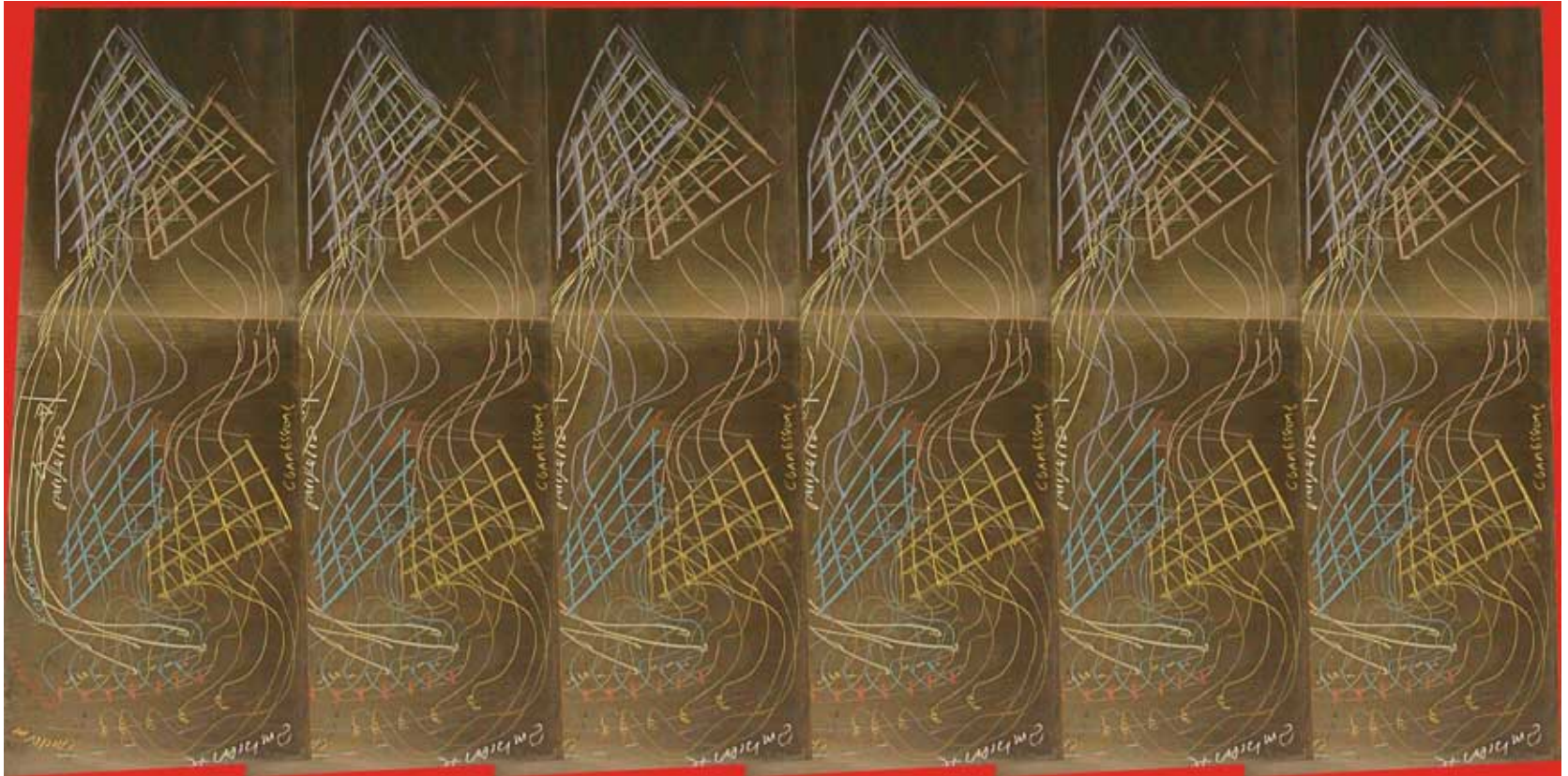
- 4.1 La realtà e la conoscenza
- 4.2 Il gergo degli specialisti
- 4.3 La biologia sui libri di testo della scuola
- 4.4 Che cosa si vede dal buco della serratura?
- 4.5 Chi chiama al telefono dall'interno del nostro corpo?
- 4.6 La logica biomolecolare
- 4.7 Le trasformazioni energetiche nelle cellule viventi

4.1 La realtà e la conoscenza. Il libro che state leggendo si intitola *Cento Lavagne*. Non si tratta di un titolo metaforico, perché consiste appunto nella riproduzione di circa 100 disegni eseguiti, tramite gessi colorati, sulla lavagna da Antonio, fotografati da Marco Battaglia con una *Agfa* digitale e di alcuni commenti raccolti durante i seminari del mercoledì mattina all'ENEA di Frascati. Il libro è una sorta di parziale gemello di un altro libro scritto da Antonio lungo il corso degli ultimi 31 anni della sua esistenza, dove con fulminanti sintesi di pochissime e criptiche parole, l'autore annota i suoi cangianti stati d'animo (il volume è intitolato, in maniera appropriata, *Momenti*) perché non vadano perduti. Eccone un esempio con valenza poliforme:

*la realtà
tutta s'esiste
che poi
d'attraversare l'homo e di depositarsi
è conoscenza*

Dato che sia *Momenti* sia *Cento Lavagne* rappresentano, in versione poetica il primo, in versione pittorica il secondo, alcuni aspetti di un progetto in chiave evolucionistica fino dalla lontana vicinissima infanzia, la citazione in argomento è stata modificata dall'autore in:

*la realtà
tutta s'esiste
che poi
d'attraversare d'indizi l'homo
sorge proietto*



017 Montaggio di più moduli. Una volta richiamata la definizione di moduli del sistema, la loro cucitura attraverso la coppia di reti interne conduce alla rappresentazione cibernetica di midollo spinale, come sovrapposizione di più strati interni.

Uno dei possibili sottotitoli di *Cento Lavagne* è "Breve storia figurata del linguaggio intrinseco e dinamico del corpo". Tuttavia, quello che ha in testa Antonio non è un testo scolastico e neppure universitario. Antonio, come è già stato velatamente accennato in precedenza, pensa alla realizzazione di un automa cibernetico, il quale sia in grado di iniziare e continuare il proprio apprendimento dalle interazioni che esso scambia con l'ambiente esterno. Tornando ancora a *Momenti*, il progetto esecutivo della macchina viene così sintetizzato:

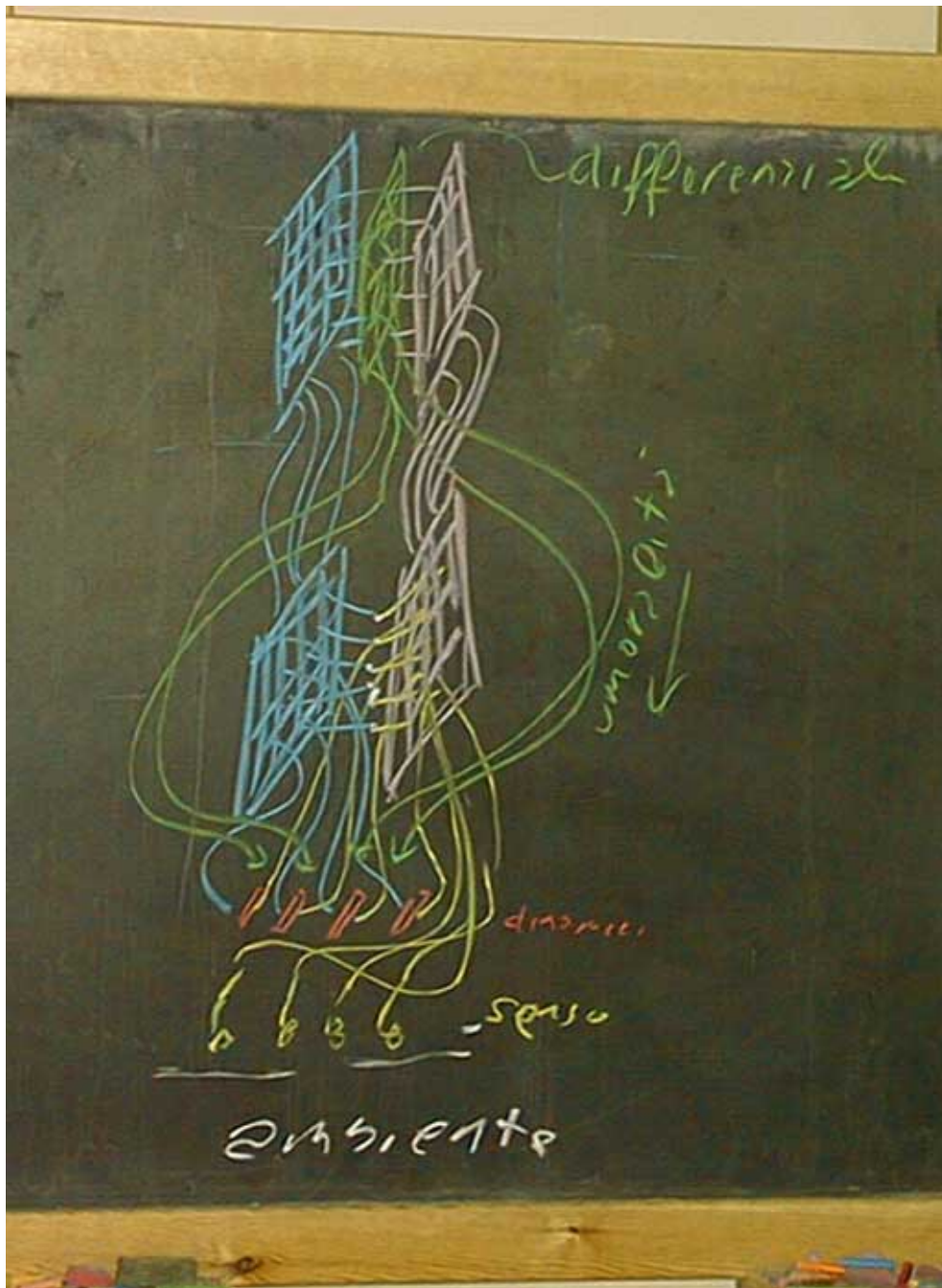
*di quel che adesso è intorno
sensi trasduce a interno
e d'indiziar di mente
la risonanza avvia
fino alla scena*

Come si vede, si tratta di un lavoro lungo impegnativo e paziente, del quale pare comunque opportuno lasciare il maggior numero possibile di tracce scritte. Si intende che il contributo è corale da parte di tutto il gruppo di *Teoria e Prassi della Conoscenza*. In verità si era pensato a qualche aneddoto iniziale, per rompere il ghiaccio. I ricordi di un apprendistato infantile con le cosiddette "scienze degli esseri viventi e dell'uomo" richiamavano luoghi comuni triti e tristi come, la cellula e la sua membrana, il sempre citato ma incomprensibile uovo, la sedia e il ginocchio e il martelletto dell'ortopedico, come lavorano i muscoli delle tue braccia quando porti alle labbra un bicchiere pieno di acqua oppure di mercurio (sic!)?, come fa il tuo corpo a evitare di essere investito dall'automobile che passa con il rosso al semaforo che tu stai attraversando? E così via.

È sembrato in primo luogo opportuno richiamare soltanto lo spirito dei testi scolastici e poi risalire la china da lì, correggendo lungo il tragitto le troppe facilonerie e inserendo al loro posto visioni più organiche e concrete.

La scelta del linguaggio ha presentato il suo conto in termini di problemi: infatti tra i *target* destinatari di *Cento Lavagne* devono sicuramente esseri inclusi gli odierni studenti, tutti i neofiti di neuroscienze, ma anche i curiosi, gli umanisti, i filosofi.

Scartate subito le citazioni dotte, si è cercata una forma discorsiva tra



018 Il modulo sistemico. Elemento costitutivo di base della rappresentazione sistemica. Un sensore (in giallo) in quattro versioni; un elemento dinamico, costituito da una singola fibra muscolare (in rosso), un sensore propriocettivo (in giallo), una via afferente (in blu); una prima coppia di reti (in blu e in rosa), e una seconda coppia di reti (in blu e in rosa) con in mezzo la rete rivelatrice di differenziali (in verde).

Il giovane Holden e Il giornalino di Gianburrasca. La nostra è stata la generazione cresciuta con *Charlie Brown*: come si conciliano i tre linguaggi appena citati con chi, adolescente oggi, rimane incantato dalle magie di *Harry Potter* o, per lo meno, dalle sue gesta cinematografiche?

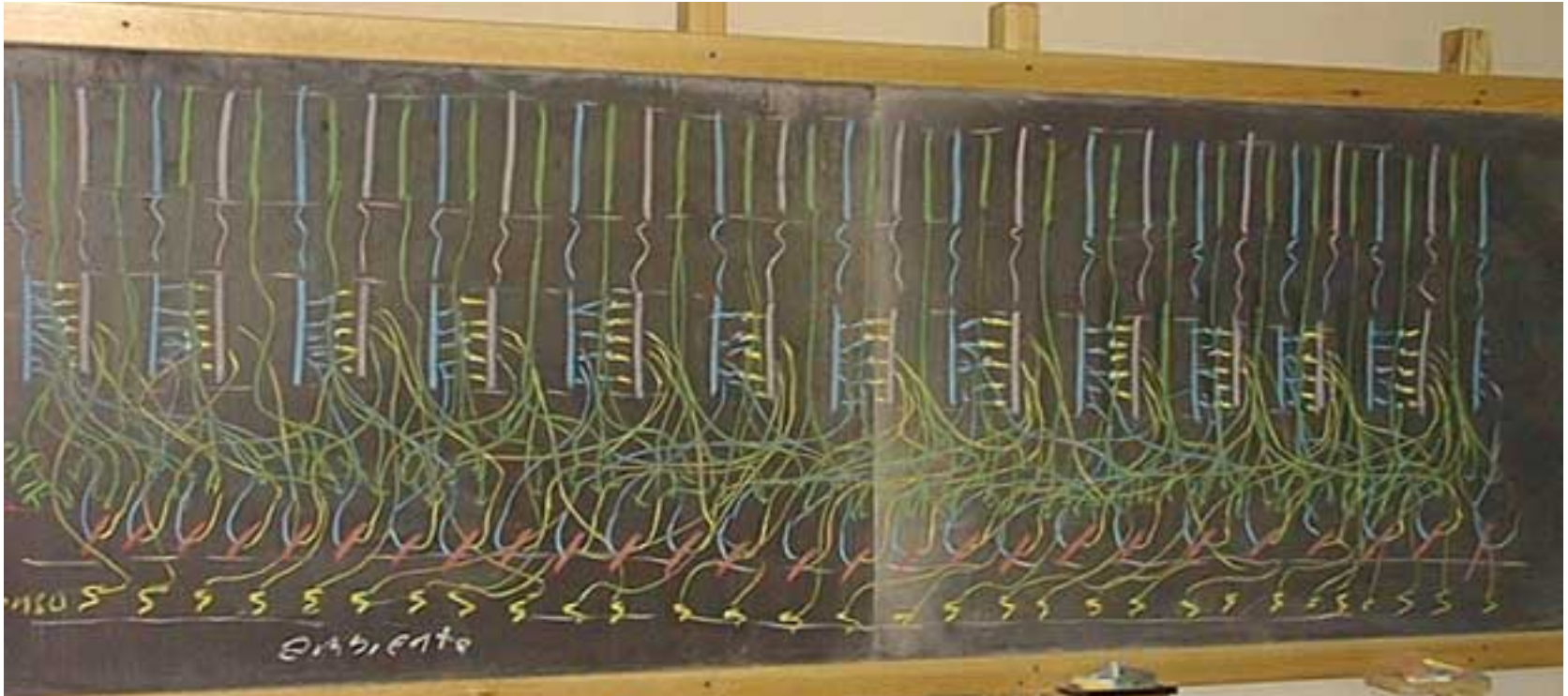
4.2 Il gergo degli specialisti. Per gli studiosi di scienze mediche, le due discipline di base sono la *anatomia* e la *fisiologia*. La prima si occupa della struttura degli organismi viventi e specialmente delle loro parti interne per mezzo della dissezione e dell'esame microscopico. La seconda tratta le funzioni vitali degli esseri viventi quali la nutrizione, la respirazione, la riproduzione e la escrezione.

Le mappe biologiche presenti in *Cento Lavagne* sono le stesse dei testi medici ma da qui in poi le due strade si separano: quella medica percorre i sentieri della tradizione, quella cibernetica cerca nel terreno vergine dell'innovazione seguendo un approccio sostanzialmente *sistemico*. In altre parole si cercano analogie con sistemi chimici e fisici presenti in natura oppure costruiti dall'uomo.

*che a divenir robot
il corpo mio
dentro s'avvampa*

Allora l'apparato circolatorio dei mammiferi è assimilato a un circuito idraulico, il sistema nervoso centrale diventa una rete, l'assone che trasmette impulsi nervosi è identificato con un cavo di una rete, il linguaggio diventa un codice di intenzioni collettive di caccia o di lavoro e così via.

4.3 La biologia sui libri di testo della scuola. "I nostri apparati sensori sono i mezzi che ci consentono di entrare in relazione con il mondo che ci circonda. Forniscono gli strumenti che avvertono noi e gli altri animali della presenza di un predatore o di una preda, di un amico o di un nemico, se qualcosa è buona da mangiare o meno, dei cambiamenti del clima e delle stagioni. Consente al bambino di identificare la madre e alla madre di riconoscere il bambino; sono anche la fonte dei nostri piaceri e del nostro godimento estetico e ci forniscono gli elementi per apprendere." Fino a qui sembra proprio una favola infantile: manca soltanto la colonna sonora della "Pastorale" di Beethoven e l'idillio è completo. Ritroviamo la stessa



019 Rappresentazione sistemica del montaggio multimodulare. La comunicazione tra moduli adiacenti può avvenire in due maniere: (i) la prima ha luogo tra le reti più interne (midollo spinale) grazie ai rivelatori di differenziali; (ii) la seconda ha luogo nello strato degli elementi dinamici grazie alla configurazione degli interallacciamenti tra reti esterne e elementi dinamici.

trattazione nei libri di testo universitari.

Il linguaggio è cambiato di tono.

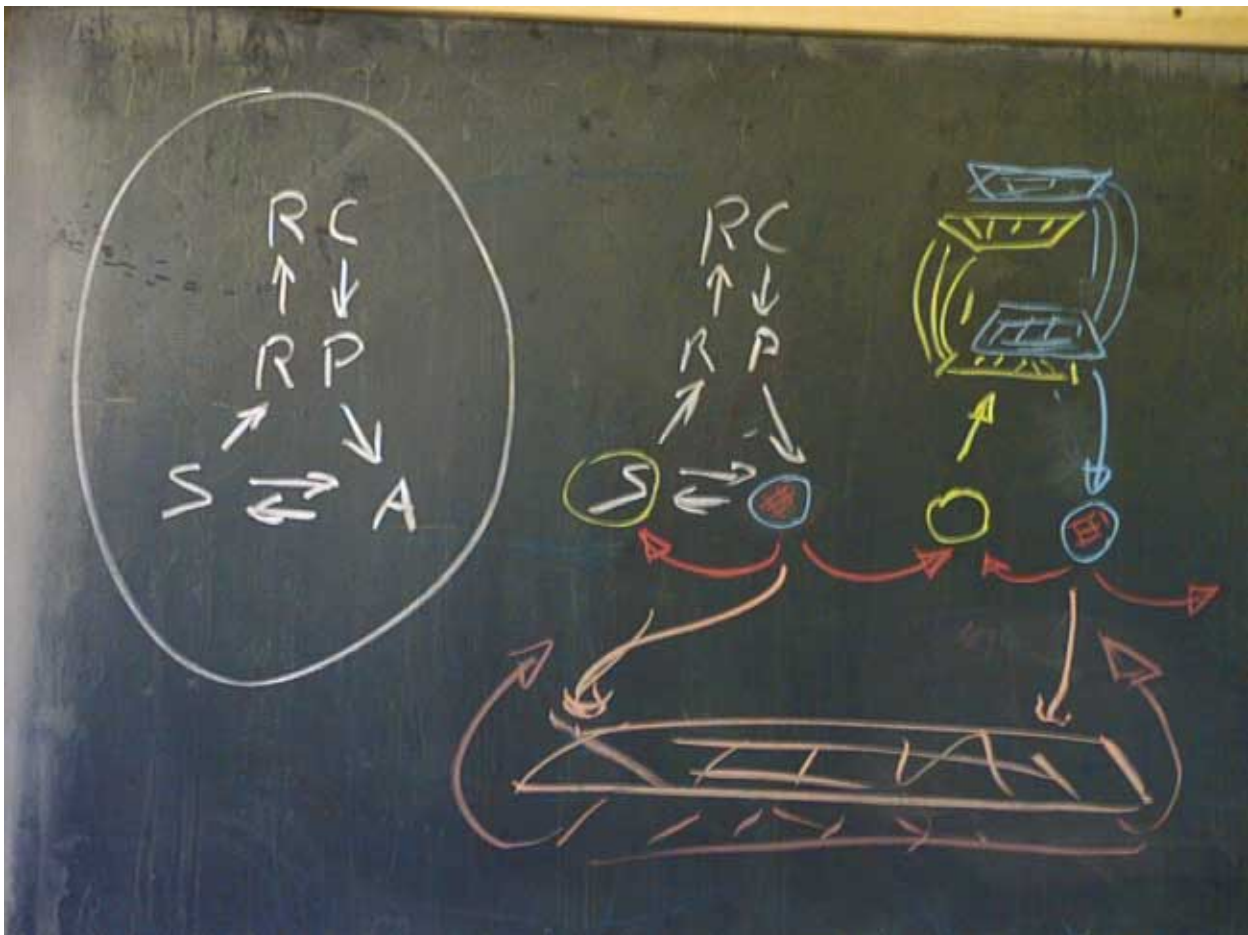
"I nostri organi di senso sono il risultato dell'adattamento e dell'evoluzione e, attraverso questi lunghi processi, sono stati tagliati a misura delle nostre capacità specifiche."

*che il corpo mio
fatto di mente
di quel che incontra
a trapassar di sedimento
verso di me
per me
fa scene dentro*

La verità è un'altra, più drammatica ma anche estremamente più interessante. Provate a fermarvi un attimo, prendere fiato e leggere il prossimo paragrafo.

4.4 Che cosa si vede dal buco della serratura? Ognuno di noi vive dentro l'universo del proprio cervello. Da esso si proiettano in gruppi verso l'esterno milioni di fragili fibre nervose sensoriali, adattate in modo unico a prelevare campioni degli stati energetici del mondo che ci circonda: calore, luce, forza e composizione chimica. Questo è tutto ciò di cui possiamo mai avere conoscenza diretta: tutto il resto è deduzione logica soggettiva. Davvero? Tornano alla mente i condannati all'ergastolo, *Le mie prigioni* di Silvio Pellico. Vivremo sempre all'interno del nostro cervello? Non potremo mai uscire da questa gabbia per andare a vedere che cosa c'è fuori? Qualcuno, in vena di scherzare in maniera un po' pesante, ha persino affermato che lì fuori non vale proprio la pena di andare, perché, tanto, non esiste nulla!

*di ritrovar la mente
che a riciclar quando gli mando
della memoria chiama gl'addendi
e di centrifugare il tutto
a me
rende d'abbrivo*



019e Schema sinottico generale della lavagna 015. Rappresentazione cibernetica riepilogativa.

4.5 Chi ci chiama al telefono dall'interno del nostro corpo? L'individuo non si accorge minimamente del traffico che ha luogo all'interno della rete nervosa cablata in tutte le zone più impensabili del corpo, ma avverte urgenti chiamate dai "cellulari" disposti nel suo organismo, i quali inviano segnali di dolore, di fame, di sete, di nausea oppure la sensazione di avere la vescica piena o l'intestino che langue.

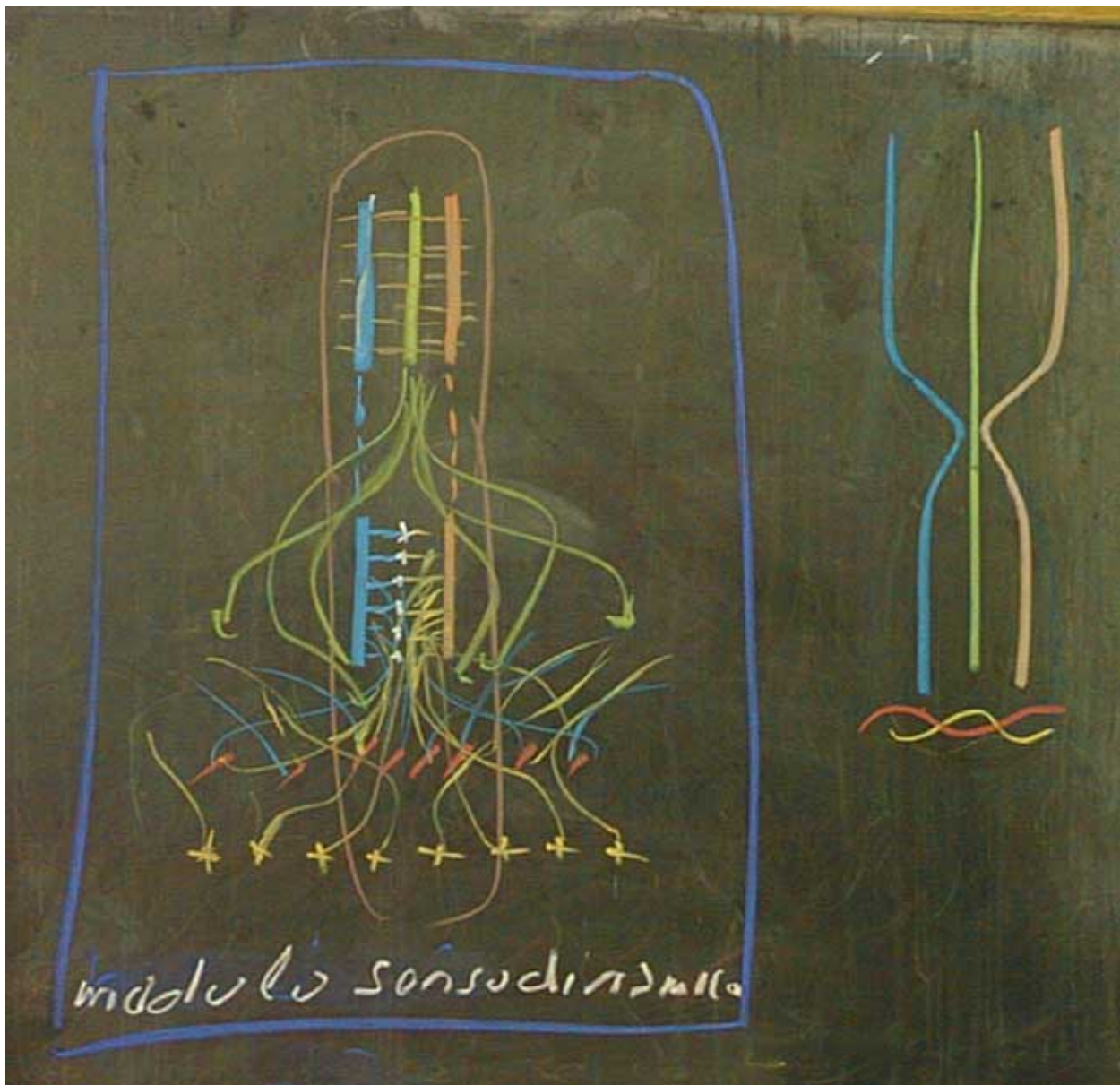
*e di scoprire
pezzo per pezzo
il corpo mio
sempre di più m'avverto*

Questa continua telecronaca del tipo "tutte le sensazioni, secondo per secondo" guida, rappresenta e controlla il "pianeta corpo" in tutte le sua attività mentali e motorie attraverso lo spazio della nostra vita.

*e della mente mia
tutte le parti
e della pelle
e delle viscerali sembianze
fanno il costruito*

4.6 La logica biomolecolare. Gli organismi viventi sono composti di molecole prive di vita. Queste molecole, quando vengono isolate ed esaminate individualmente, obbediscono a tutte le leggi fisiche e chimiche che descrivono il comportamento della materia inanimata. Eppure gli organismi viventi possiedono caratteristiche straordinarie che non si riscontrano in agglomerati di materia inanimata. Se esaminiamo alcune di queste proprietà speciali, possiamo avviarci allo studio di questi argomenti con una migliore comprensione delle domande (per le risposte, ci vorrà un po' più di tempo) fondamentali sul segreto della vita. In prima istanza, la domanda può essere formulata così: quale e dove è la riserva energetica che conduce alla vita?

*vita che compio
e il corpo mio
che a illuminar sé stesso
scena fino alle mosse*



020 Il modulo cibernetico. Esso costituisce un sistema completo in tutte le sue parti, a sua volta costituito dall'unione di unità elementari (cfr. alfabeto Morse) ed è in grado di riprodurre strutture e quindi funzioni a seconda delle modalità di assemblaggio.

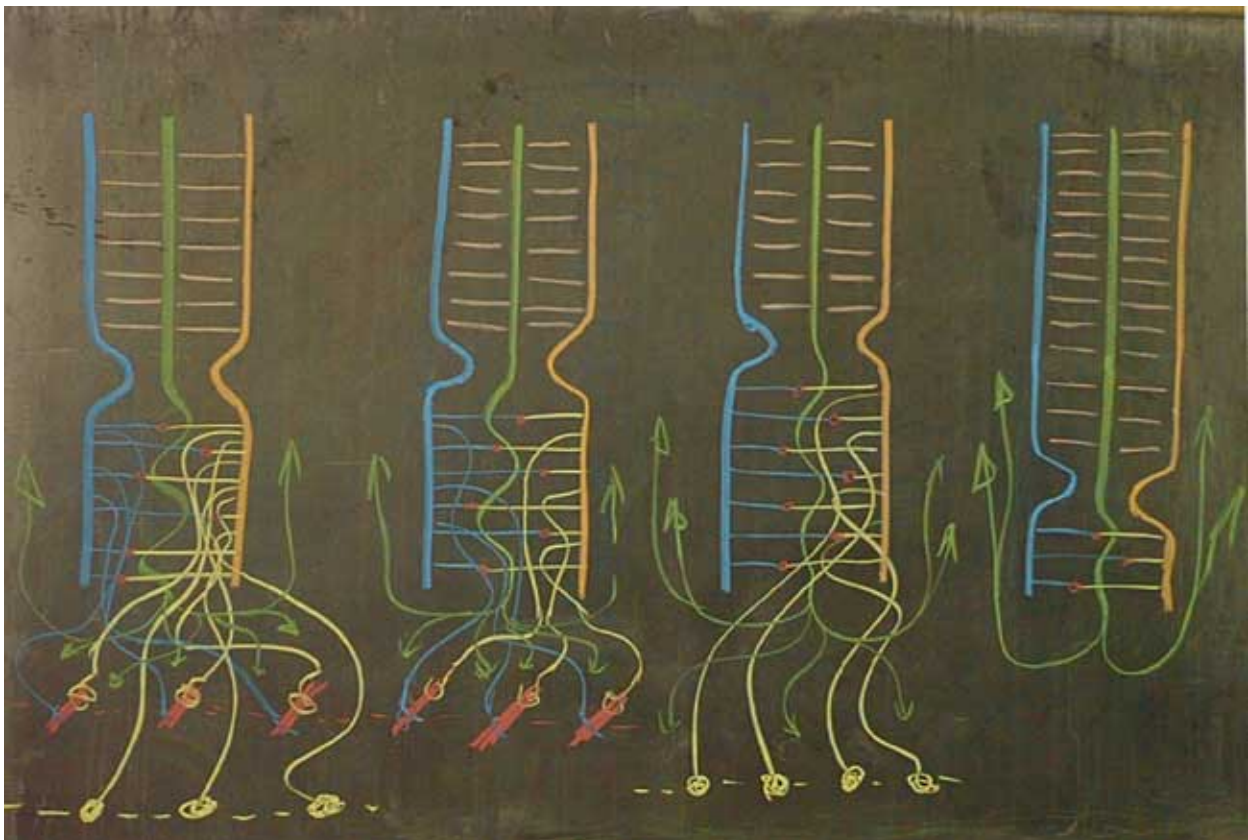
4.7 Le trasformazioni energetiche nelle cellule viventi. L'ambiente degli organismi viventi è assolutamente essenziale agli organismi stessi, non soltanto come fonte di energia libera, ma anche come fonte di materiali grezzi. Tuttavia le realizzazioni della natura avvengono alla luce del *principio della massima economia: l'organizzazione molecolare della cellula si basa sulla semplicità.*

Nel linguaggio della termodinamica, gli organismi viventi sono sistemi *aperti* perché scambiano sia energia sia materia con il loro ambiente e, così facendo, lo trasformano. È caratteristico dei sistemi aperti il fatto di non essere in equilibrio con il proprio ambiente. Anche se sembra che gli organismi viventi siano in equilibrio, perché non subiscono modificazioni visibili all'osservazione, in realtà essi esistono in *equilibrio dinamico.*

*e di restar
sono allo zero
che poi
a risonar la mente
dietro gl'indizi
strati della pelle
ad arrivar
mille fantasmi fanno*

Si definisce "equilibrio dinamico" quella condizione di un sistema aperto in cui la velocità di trasferimento di materia ed energia dall'ambiente è bilanciata esattamente dalla velocità di trasferimento di materia ed energia al sistema. Fa perciò parte della logica molecolare della vita il fatto che la cellula sia un sistema aperto non in equilibrio, una macchina che estrae energia libera dall'ambiente, provocando in tal modo un aumento del suo disordine.

*e di deforme specchio
sempre più in fondo
dentro la pelle mia
di quanto intorno
a me
fa di proposizione*



021 Le modalità di assemblaggio. Il modulo base e tre sue configurazioni speciali: (i) modulo base completo di tutte le sue componenti (023); (ii) modulo base privato dello strato dei sensori esterni (024); (iii) modulo base privato dello strato degli elementi dinamici (025); (iv) modulo base privato sia dello strato dei sensori esterni sia dello strato degli elementi dinamici (026). La diversa struttura dei quattro moduli si ricollega direttamente a processi evolutivi.

Inoltre, e questo è un altro riflesso del principio di massima economia, le cellule viventi sono molto efficienti nel manipolare energia e materia. Le cellule superano di gran lunga la maggior parte delle macchine costruite dall'uomo nell'efficienza in cui convertono l'energia assorbita in lavoro. Il sistema che trasforma l'energia nelle cellule viventi è costituito interamente da molecole organiche relativamente fragili ed instabili che non sono in grado di sopportare temperature troppo elevate, forti correnti elettriche e condizioni acide o basiche estreme.

La cellula vivente è essenzialmente isoterma, vale a dire tutte le parti della cellula operano alla medesima temperatura. Inoltre, non esistono differenze significative di pressione tra le varie parti della cellula. Per queste ragioni, le cellule non sono in grado di usare il calore come fonte di energia, poiché il calore può svolgere lavoro, a pressione costante, soltanto se si passa da una zona a temperatura maggiore ad una zona a temperatura minore.

Le cellule viventi non assomigliano perciò ai motori termici o ai motori elettrici, i tipi di motori che sono familiari perché costruiti dall'uomo. Al contrario, esse seguono un altro importante assioma della logica molecolare della vita: *le cellule viventi funzionano come motori chimici isotermici*. L'energia che le cellule assorbono dal loro ambiente è trasformata in energia chimica, che viene quindi usata per svolgere il lavoro chimico richiesto per la biosintesi dei componenti cellulari, il lavoro osmotico necessario per trasportare materiali all'interno della cellula e il lavoro meccanico della contrazione e del movimento. Tutte queste trasformazioni avvengono a temperatura costante.

*l'homo fatto d'universo
fagocita universo*

Tra le comuni macchine costruite dall'uomo, poche sono capaci di utilizzare energia chimica per svolgere lavoro a temperatura costante. Infatti la tecnologia ingegneristica non ha ancora prodotto un motore utilizzabile per convertire isotermicamente energia chimica in energia meccanica, eppure questo tipo di conversione dell'energia avviene in un fenomeno noto a tutti, la *contrazione muscolare*.