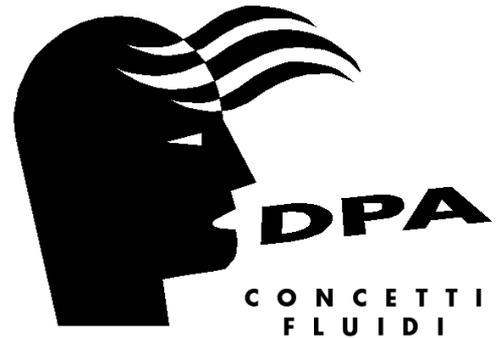


Associazione DPA-Concetti Fluidi
c/o M. Bertone
Via Lorenzini 14 - 10147 TORINO
E.mail dpacf@spm.it



UN'EPISTEMOLOGIA DELL'ACCOPIAMENTO STRUTTURALE UOMO-COMPUTER

Il computer: una intelligenza potenziale e cinetica

L'uomo è un organismo biologico, culturale e tecnologico. Non è individuabile quindi una svolta tecnologica nel suo agire: la selce levigata è importante quanto il computer nella co-evoluzione tra l'organizzazione biologica dell'uomo e gli strumenti a lui funzionali. L'evoluzione della mano e delle capacità manipolative sono state selezionate dall'ideazione di strumenti che avvantaggiavano il possessore di doti prensili particolari, così come gli strumenti si sono via via affinati e si sono evoluti in rapporto alle maggiori potenzialità offerte all'uomo. L'uomo, come specie, è quindi un selezionatore di tecnologia, contraddistinto sia dalle proprie caratteristiche biologiche come, ad esempio, il disporre di un cervello adeguato, sia da quelle socioeconomiche, (i sistemi produttivi le risorse disponibili): oggi una punta di freccia non ci serve a nulla ma senza il petrolio sarebbero inutilizzabili le automobili. Per altro ogni individuo non deve replicare e conoscere l'intero processo necessario per giungere allo strumento: le potenzialità di codificazione del linguaggio umano consentono la riproduzione, la diffusione e l'evoluzione di artefatti sempre più complessi, tanto che ormai non serve più che qualcuno detenga da solo tutte le competenze ed i "saperi" necessari ad una specifica innovazione tecnologica. Lo psicologo britannico Richard Gregory ci insegna che certi strumenti racchiudono un' *intelligenza potenziale*, esterna all'individuo che li adopera, in quanto essi ci consentono un loro uso produttivo trasmettendoci anche capacità e competenze nel loro stesso impiego. Lo strumento può essere anche un *moltiplicatore di intelligenza*, giacché reca in sé non solo la funzionalità, ma anche la tecnologia che l'ha prodotto e la potenzialità di indurne di nuove nel suo impiego (*intelligenza cinetica*)¹.

Oggi giorno le potenzialità offertaci dagli strumenti telematici, multimediali e soprattutto dal computer probabilmente hanno avuto un grosso peso nell'evidenziare l'esistenza di questi processi coevolutivi e di moltiplicazione delle intelligenze. Non possiamo ovviamente predire dove tale processo ci possa condurre, ma certamente resterà valida la considerazione che è parte della nostra natura avvalerci dell'apporto dello strumento e che ci coevoliamo con esso. Siamo il frutto di una connessione tra fattori biologici e tecnologici: se non ci facciamo troppo prendere dalle predizioni o dagli incubi della moda "ciber", che prospetta computer che salvano il mondo o, al contrario, sottomettono l'uomo, possiamo renderci conto di come l'estrema versatilità dello strumento computer porterà l'intelligenza umana sempre più spesso ad essere moltiplicata dalla

¹ Richard Gregory "La mente nella scienza" Mondadori Editore 1985.

intelligenza cinetica racchiusa in esso. Suggestivo pare citare allora il sociologo Luciano Gallino che abbiamo potuto recentemente sentire parlare degli uomini quali soggetti viventi che si evolvono in soggetti tecnologici² e quindi detentori di “fasci di intelligenze” che si moltiplicano e si trasformano in rapporto al loro evolversi

Quando lo strumento tecnologico è una macchina, dotata quindi di un’organizzazione e di sistemi di controllo, qualcosa di più versatile e flessibile di una *protesi tecnologica* di tipo “semplice” (statico, con una struttura non dinamica) quale può essere un paio di occhiali od un martello, emerge l’esigenza di un’analisi puntuale dell’interazione uomo-macchina. L’uomo, organismo *autopoietico*, essere vivente, *macchina cognitiva*, è *accoppiato strutturalmente*³ alla macchina artificiale, e tale accoppiamento ci permette di individuare una meta-macchina biotecnologica (fig. 4). Esiste tra questi due sottosistemi un’interazione governata da feedback ed autoregolazioni oltre dall’emergere di nuove strutture: tali strutture sono definite dai caratteri della sovra-organizzazione che consegue all’accoppiamento strutturale. Autoregolazioni e strutture non risiedono né nell’uno né nell’altro sistema, ma nel sovra-sistema che li accomuna. Un’automobile che percorra un’autostrada è un sistema uomo-macchina che non è governato dall’uomo ma si governa da sé. Il conducente modifica le sue prospettive, il suo senso di corporeità, le sue percezioni in rapporto alle sue relazioni col veicolo che creano un continuo rapporto di feedback tra i due sotto-sistemi. Que rapporto governa l’automobile perché un’automobilista mai si sognerebbe di guidare a prescindere dalle retroazioni avvertibili attraverso l’auto.

Il percepire questa fondamentale caratteristica dell’accoppiamento strutturale uomo-macchina ci permette di chiederci se esistano particolari contesti formativi adeguati a sviluppare tutte le potenzialità di quella intelligenza cinetica che la macchina racchiude. Nel fare questo poniamo particolare attenzione alla macchina computer giacché oggigiorno è emblematica del processo d’accoppiamento descritto, oltre ad approdare sempre più frequentemente nel luogo che maggiormente è attento ai processi cognitivi: la scuola. Ci sembra necessario parlare di formazione e di computer in una chiave cognitivista e costruttivista. Questo approccio induce in questo campo una attenzione diversa dallo sviluppo di una semplice didattica del computer. Dobbiamo costruire un modello pedagogico che parte da un’attenzione epistemologica al rapporto uomo-computer. Leggiamo infatti sempre più frequentemente il pericolo di un superficiale approccio che guarda strettamente alla caratteristica tecnologica dello strumento, che per altro in ambito formativo pare poco significativa in rapporto alla sua rapida evoluzione, e mostra poca attenzione alle potenzialità, ma anche alle esigenze, che conseguono dall’“accoppiamento cognitivo” necessario per il funzionamento del computer: l’accoppiamento con l’uomo che è la macchina per apprendere più formidabile che si conosca.

L’uomo macchina cognitiva: autopoiesi e costruttivismo

Perché intendere l’uomo una macchina? Non vogliamo agire in termini riduzionistici proporre una prospettiva meccanicistica. Al contrario l’utilizzo del modello della macchina, intesa in termini cibernetici, richiama la prospettiva epistemologica dell’essere attenti all’uomo in rapporto alle proprie dinamiche auto-organizzative. Intendere gli esseri viventi qua *macchine cognitive*, (fig. 3) dal batterio all’*homo sapiens sapiens*, significa individuare delle organizzazioni che, in chiave filogenetica, si sono evolute in milioni di anni, vincendo la loro sfida per la sopravvivenza, mutandosi attraverso processi selettivi; significa guardare ad individui che sopravvivono mantenendo basso livello di entropia (disordine) interno auto-riorganizzandosi come sistemi mantenendo, fino alla loro morte, un sufficiente livello di ordine interno (neghentropia) “metabolizzando” le perturbazioni

² Dibattito sulle “intelligenze multiple” al convegno “Freinet: i fili ed i nodi” con la partecipazione di H. Gardner.

³ Ci riferiamo alla terminologia utilizzata da H. Maturana e F. Varela: si veda *Autopoiesi e cognizione* Marsilio Editore 1985 e *L’albero della conoscenza* Garzanti Editore 1992.

esterne. L'evoluzione delle specie, il loro adattamento ma anche il modificarsi dei singoli individui è sinonimo di apprendimento. Caratteristica fondante delle macchine cognitive, lo scopo che, a posteriori, può essere loro attribuito, è che producono e mantengono se stesse. La macchina cognitiva si auto-organizza: è strumento e prodotto contemporaneamente. Ci accostiamo così ad un modello *autopoietico*⁴ degli organismi viventi: ciascun organismo è fondato sulla sua organizzazione interna; dal punto di vista dell'organismo l'ambiente è perturbazione rispetto a cui ristrutturarsi in base alle proprie potenzialità organizzative. Cambiando prospettiva possiamo ritenere allora che le macchine cognitive, le macchine per apprendere, non costruiscono in sé rappresentazioni della realtà, ma si danno ragione della realtà esterna in rapporto al sé (bisogni, struttura, caratteristiche, organizzazione preesistente). Apprendere è riorganizzarsi, ricostruirsi in un dualismo biologico-cognitivo. La riorganizzazione può ricadere nella dimensione biologica (come tonificare un muscolo), genetica (modificare il DNA con di processi di selezione), cognitiva (comprendere teorema di Pitagora), emozionale (provare piacere nel sentire una musica) dell'organismo-uomo: sono processi di natura differenti, con differenti vincoli e potenzialità, spesso in interazione tra loro, ma sono tutti apprendimenti perché volti ad abbassare l'entropia interna dell'organismo, a garantirgli la sopravvivenza, a soddisfare i suoi bisogni, a reagire alle perturbazioni esterne. Adottiamo quindi una posizione epistemologica costruttivista, perché l'apprendimento risulta essere una auto-costruzione interna all'organismo che dà significato, in rapporto al soggetto, alla realtà esterna.

Il computer: una macchina banale

Il computer risulta anch'esso essere una macchina ma tutt'altro che una macchina cognitiva. Nonostante i progressi della AI (intelligenza artificiale) in realtà le macchine sulle nostre scrivanie, o le reti di computer di Internet non hanno nulla di cognitivo se non le competenze di chi le usa o la già cita intelligenza potenziale legata al loro progetto. Tuttavia questo elemento di intelligenza potenziale, moltiplicatrice dell'intelligenza dell'utente va sottolineato a confronto con altre macchine, forse altrettanto utili ma prive di essa. Il computer è essenzialmente una *macchina banale*⁵ (fig. 1 e 2). Se batto il tasto "A" sulla tastiera del computer certamente mi aspetto di vedere comparire una "A" sul monitor e se ripeto l'operazione cento volte vorrò vedere cento "A". Se comparisse una "B" dovrei ritenere che qualcosa non va per il verso giusto. Ad un input corrisponde un output. Se inserisco i dati di un'equazione non so, come osservatore, quale sarà il risultato finale che computer darà, ma da quei dati replicherà sempre la medesima risposta, cosa che è sicuramente necessaria ai nostri scopi. Ma questo pregio del computer, che su questo piano risulta infallibile, ci conferma che la "storia" del computer non modifica i suoi comportamenti: i possibili stati interni sono indipendenti dalla sequenza di input. In una macchina non banale, come l'uomo, la propria storia, l'interazione con l'esterno modifica gli stati interni, come abbiamo potuto vedere. Se vediamo l'uomo come *scatola nera*⁶, prescindendo dall'organizzazione interna, leggendolo come macchina banale, come rapporto deterministico tra input ed output non riusciremmo a leggerne il comportamento: questa ipotesi comportamentista è naufragata a fronte dei processi auto-organizzativi che creano nuovi stati interni in modo imprevedibile dagli input ricevuti. Certo computer può simulare una macchina non banale, ma avremo sempre la possibilità di ri-inizializzarlo, facendogli ricompiere esattamente gli stessi passi e rimodificandone gli stati interni esattamente nello stesso modo. L'illusione del comportamento non banale potrà essere arricchita solo attraverso l'introduzione del fattore casuale il quale però non è sintomo di una riorganizzazione del computer ma solo di indipendenza tra input ed output data appunto dal caso.

⁴ Si vedano i riferimenti bibliografici nella nota 3.

⁵ Per un approfondimento del concetto di macchina banale in prospettiva epistemologica si veda di H. von Foerster "Cibernetica ed epistemologia" in AA.VV. "La sfida della complessità" Feltrinelli Editore 1985.

⁶ Oggetto rispetto a cui ci poniamo quali osservatori esclusivamente degli elementi di ingresso e di uscita

La “banalità” della macchina computer è per noi essenziale: è un pregio, ma denota una macchina “stupida”, che non apprende dall’esperienza, se non accumulando dati sul hard-disk (che non è organizzativamente parte della macchina ma una memoria esterna indipendente da essa) ma replica e velocizza gli apprendimenti di chi ha progettato la macchina ed i suoi programmi. Un qualsiasi batterio è molto meno banale e cognitivamente più efficiente di un computer. Questo non vuole dire che i computer saranno sempre così: macchine connessionistiche si stanno approntando per risolvere, ad esempio, problemi di percezione, mettendo in gioco processi di auto-organizzazione: è quindi corretto parlare di studi e ricerche nel campo della AI che, forse, porteranno a macchine intelligenti e cognitive (ci vorrà forse uno psicologo per ripararle anziché un tecnico informatico?).

La non banalità di una macchina cognitiva come l’uomo non solo ci consente processi creativi, di avere senso estetico e dell’ironia, di possederle una mente ed una coscienza e di poterne parlare, ma è fondamentale per attribuire significati al mondo in rapporto a noi stessi: questa potenzialità un computer non ce l’ha.

Computer scatola nera da scoperchiare

Sebbene nel quotidiano, tecnicamente, ci rapportiamo all’uso del computer come ad una scatola nera, mentalmente la apriamo per darci una ragione del suo funzionamento. Le nostre fantasie, modelli, l’individuazione di *atteggiamenti intenzionali*⁷ ci portano a costruire delle mappe cognitive che al di là della loro pertinenza tecnica sono lo strumento nostro, squisitamente individuale, adatto a darci una ragione del funzionamento del computer in rapporto con noi. Questo perché, come già detto, non siamo macchine banali: non possiamo funzionare banalmente in rapporto al computer. Se così fosse il computer non potrebbe essere quel moltiplicatore di intelligenze di cui si parlava inizialmente. Ci accoppiamo strutturalmente al computer ricorrendo all’analogia, al pensiero creativo, mettendo in campo un’alternanza tra processi induttivi e deduttivi, attingendo dall’esperienza, definendo mappe mentali sempre più complesse. Apprendere ad usare un computer comporta poi, quale esigenza, apprendere ad apprendere: imparare ad usare il mouse comporta di per sé la possibilità di usarlo ancora, di usarlo in modo diverso e strutturare la base cognitiva per fare questo. Apprendere l’uso del computer reca in sé la possibilità di modificare tali apprendimenti. Anche nell’uso del computer riconosciamo quindi la presenza dei processi metacognitivi. L’idea che l’approccio al computer possa essere squisitamente tecnico, debba prevedere l’interiorizzazione di procedure identiche per tutti gli utenti, sarebbe come pensare che l’uomo non sia altro che *la protesi biologica* della macchina. Evidentemente si apre una contraddizione tra l’esigenza di un utilizzo pratico e diffuso, riproducibile della macchina, ed il fatto che gli utenti non solo ne facciano differenti usi, ma che modellizzino differentemente la loro iterazione con essa. Questo è un nodo centrale sul problema dell’apprendimento del computer che richiede più che una risposta univoca nell’esigenza di una ricerca nella costruzione di contesti di apprendimento. Per quanto il computer venga sigillato noi, mentalmente, lo apriamo, costruiamo modelli di interazione con esso e della meta-macchina non banale data dall’accoppiamento macchina cognitiva - macchina computer. Parallelamente la messa in atto dei processi metacognitivi diviene una risorsa formativa importantissima. Il computer è per certi versi uno strumento tecnologico esemplare per trattare i temi dell’approccio umano allo strumento ed al suo rapporto con la tecnologia.

⁷ L’atteggiamento intenzionale pone l’osservatore a prevedere “...il comportamento [ad es. del computer] come se esso fosse frutto di un agente razionale...”. Questo atteggiamento effettivamente funziona nella previsione dei sistemi autoregolati al di là che il sistema “comprenda” effettivamente i suoi obiettivi. Si veda D. C. Dennett “*La mente e le Menti*” Sansoni Editore 1997.

Formazione e computer

In conclusione possiamo indicare una serie di piste possibile per la messa in gioco dell'oggetto computer in campo formativo:

- Certamente esiste la possibilità e la necessità di formazione alle tecniche d'uso, in cui si deve intendere la macchina come un moltiplicatore della capacità dell'utente e non come adeguamento dell'utente alla macchina, suo allenamento nell'ambito di una logica tutta data. Certamente questo vuole dire creare dei ponti tra le potenzialità cognitive dell'utente e la macchina, che comunque non può essere riplasmata da chi la usa, ma possiede una sua logica, utilizza dei linguaggi definiti riproduce schemi che sono propri dei processi che hanno portato alla sua realizzazione: ugualmente però l'utente detiene schemi mentali, esercita propri processi cognitivi, ha una propria esperienza di cui si deve tenere conto. Si determina quindi un punto di equilibrio tra la macchina che deve avere caratteristiche universali riproducibili e l'utente che è un soggetto unico, non generalizzabile.
- Si può utilizzare la macchina computer come strumento per formare; se il computer moltiplica l'intelligenza può essere inteso come un importante supporto in questo senso. La sua vera potenzialità non è quindi tanto nel facilitare o velocizzare il compito, nell'offrire una modalità tecnica: per un formatore l'uso del computer determina contesti formativi differenti e nuovi che innanzi tutto possono determinare l'esigenza di una ricerca di quali siano le ricadute pedagogiche del suo uso che, come detto, sono emblematiche del problema del formare in rapporto ad un contesto di realtà che è anche tecnologico e per questo in evoluzione. Formare quindi non all'attualità tecnologica ma formare alla tecnologia intesa come continua evoluzione.
- I primi due punti possono essere anche considerati sinergici. Formare all'uso del computer comporta anche formare alla sua evoluzione, fornire competenze utili per apprendere ad apprendere, per rendere capaci gli utenti di affrontare positivamente i continui "salti" cognitivi che sono insiti nell'innovazione tecnologica. Il computer può essere strumento per imparare ad "accoppiarsi cognitivamente" con esso stesso nonostante, o meglio ancora attraverso, le sue evoluzioni.
- Il computer è un oggetto emblematico per comprendere come siamo fatti noi stessi. Comprendiamo, come ci rapportiamo alla tecnologia, in che senso siamo macchine. Il computer è un oggetto banale inserito però in sistemi complessi consentendo di essere un elemento particolarmente suggestivo per costruire nuove interpretazioni sul come ci rapportiamo alla realtà. Su di un piano strettamente educativo, soprattutto nella scuola è forse questo il fattore a cui andrebbe rivolta maggiormente l'attenzione nel trattare l'oggetto computer. La scuola, specialmente quella dell'obbligo, dovrebbe non tanto essere orientata verso oggetti significativi (che non hanno di per sé doti educative) ma strutturando i contesti educativi, ovvero lavorando su progetti, dovrebbe accostarsi agli oggetti più funzionali ai propri obiettivi. Il computer ci suggerisce allora di lavorare a scuola per progetti e per campi problematici. Allo sforzo che si lega al dovere progettare, connettendosi con i colleghi, verificare in *itinere* il lavoro, consentire un controllo di senso agli alunni (i ragazzi devono sapere su quale progetto lavorano, cosa dovranno ricercare e perché) certamente si aggiunge una opportunità per gettare ponti tra le discipline, un dialogo tra i docenti sui temi dell'educare in rapporto all'esperienza concreta e comune, per rompere la routine dei programmi ripetuti, per sperimentarsi, accettando anche di modificare e modificarsi per gradi.

Dalla macchina banale alla meta-macchina bio-tecnologica

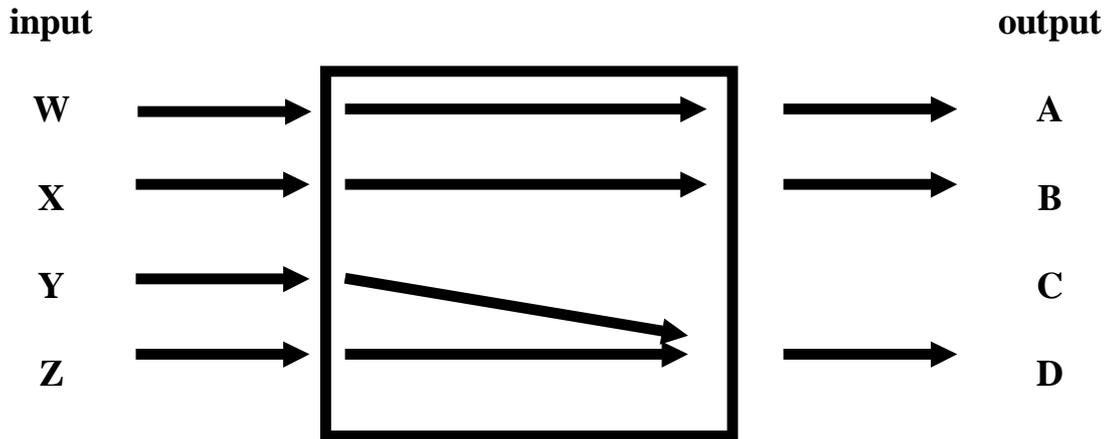


Figura 1 Questa macchina banale consente di correlare input ed output. Anche ignorando le dinamiche interne come nel caso della “scatola nera” un osservatore potrà aspettarsi che ad una Y o una Z in ingresso una si avrà una D in uscita; ad una W correlerà una A mentre non si aspetterà mai l’uscita C.

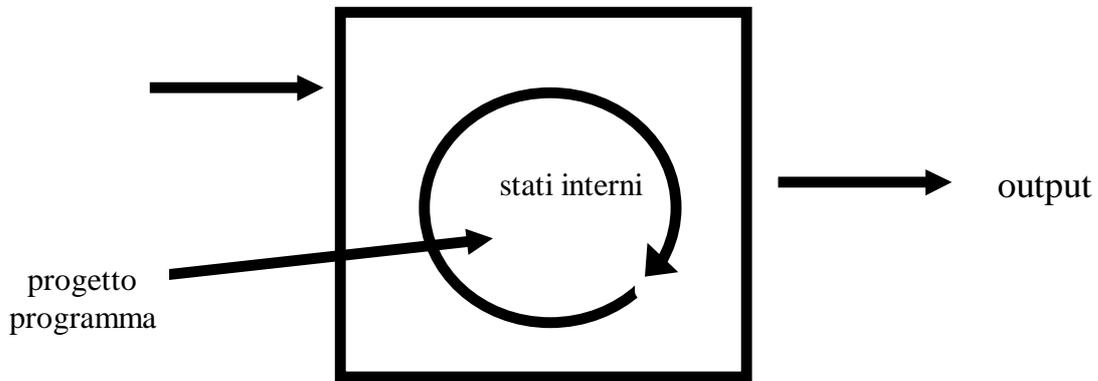


Figura 2 In questa macchina la correlazione input - output è consentita da un autoregolazione di stati interni rappresentata dalla freccia chiusa su se stessa. In una lavatrice, ad esempio, pressostato e termostato regolano autonomamente temperature e quantità d’acqua. In questo modo la macchina è flessibile in rapporto alle fluttuazioni dell’ambiente. L’uscita costante, l’acqua sporca od il bucato pulito definiscono una macchina banale che è tale in virtù delle autoregolazioni interne che garantiscono la regolarità (e la prevedibilità) del suo funzionamento. Le autoregolazioni sono infatti funzionali ad un progetto (ad esempio attraverso il programma) che ha predefinito le caratteristiche dell’output.

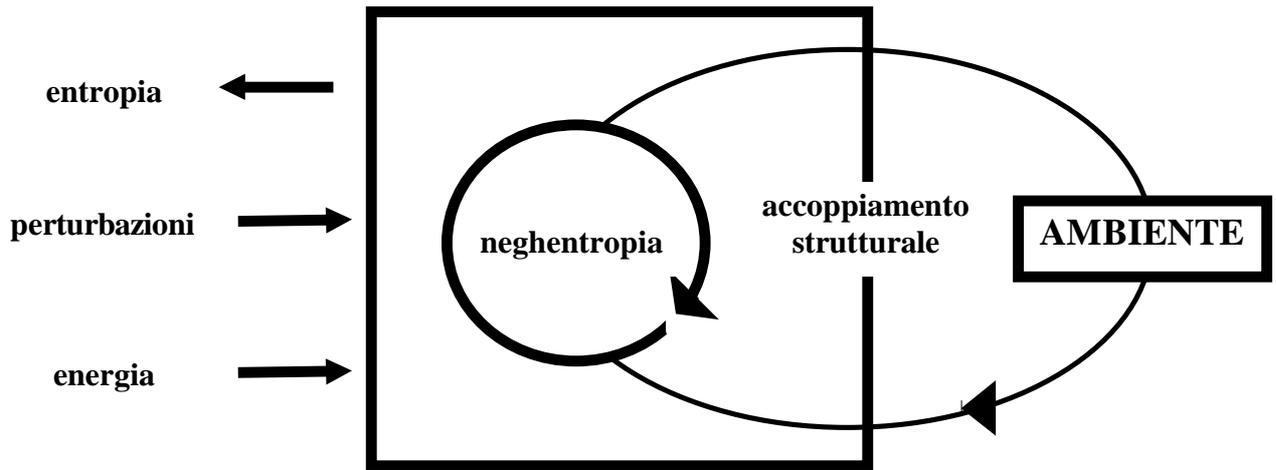


Figura 3. Se non esiste un progetto od un programma, lo ignoriamo, è parte degli stati interni o si trasforma in rapporto agli input, la macchina non è prevedibile, non è banale. La macchina illustrata è autopoietica. La funzione della macchina è mantenere l'ordine interno (neghentropia) in rapporto alle perturbazioni esterne. Per fare questo si auto-organizza: produce l'ordine su cui si basa la propria organizzazione. La macchina "produce" se stessa utilizzando una fonte di energia ed aumenta l'entropia (il disordine) esterno in rispetto del secondo principio della termodinamica. Per fare questo interagisce con l'ambiente (si accoppia strutturalmente), ma l'output è finalizzato alla macchina stessa: è una macchina cognitiva, il suo trasformarsi è apprendimento. L'accoppiamento strutturale si basa anch'esso su di un'autoregolazione, nel caso della **figura 4** con una macchina ¹ale come il computer. Abbiamo così una meta-macchina non banale.

