

Il testo seguente è tratto dal libro: *L'educazione nella civiltà tecnologica: un bilancio preventivo e consuntivo* di M. Laeng, ed. Armando (1984)  
Ricordo che la nascita del pc IBM è del 1983.

.....

## **Il linguaggio informatico: analisi**

In questo senso quindi l'educazione pone nell'arte della comunicazione delle informazioni la sua possibilità di vincere o di perdere. Ma queste caratteristiche si ritrovano puntualmente nel linguaggio informatico; si ritrovano in una forma - direi - per qualche verso resa più acuta, per qualche altro più circoscritta.

Cominciamo dagli aspetti per i quali il linguaggio informatico approfondisce l'analisi o la sintesi propria del linguaggio comune.

*L'analisi:* non v'è dubbio che chi impara a programmare è costretto a fare una segmentazione in parti ultime del suo processo, non foss'altro perché vi è costretto dalla macchina: la macchina che è una stupida collaboratrice della nostra intelligenza, ma una utilissima collaboratrice, pronta e docile, serve alle nostre istruzioni, per cui si deve risolvere il discorso nei passi più elementari possibili.

Quando penso che grandi filosofi del passato (basterebbe rammentare Cartesio, o Husserl) hanno tante volte proposto, per sostituire alla confusione delle idee, alla babele delle lingue, un ritorno da capo alle origini, una ripartenza da una sorta di *punto zero* dell'indagine, io mi chiedo se in quella loro aspirazione ci fosse qualche cosa che oggi viene forse soddisfatto, almeno in parte, dalla risposta che il discorso informatico sta introducendo nella mentalità, nel modo di procedere, nei metodi, negli approcci stessi del lavoro scientifico.

La risoluzione del discorso in *parti elementari* era stata tentata più volte dagli studiosi di logica del passato, ma mai come oggi essa ci è stata imposta dalle circostanze perché - ripeto - la macchina ha bisogno di essere istruita fino all'ultimo dettaglio; questo ci ha permesso di procedere (per usare ancora l'espressione di Cartesio) ad analizzare quelle *longues chaînes de raisons*, quelle lunghe catene di ragionamenti, di cui il discorso umano si è sempre intessuto.

L'altro aspetto è quello ben noto, per cui non si può soltanto risolvere il discorso in passi elementari, ma bisogna altresì che questi passi elementari siano articolati l'uno dopo

l'altro secondo un *ordine sequenziale* preciso, un ordine che non è rigido e inflessibile, perché ammette stazioni di scambio, diversioni, ramificazioni, ma le deve comunque *tutte* prevedere.

E' l'esigenza della algoritmizzazione. L'algoritmizzazione rende esplicita la struttura logica profonda del pensiero sottostante la struttura superficiale che la riflessione schematica sul pensiero vivo, procedendo per conto suo, fa e produce senza accorgersene.

Un terzo aspetto per il quale l'analisi viene approfondita ed esaltata nel linguaggio informatico, più che negli altri, è quella delle *strategie* che procedono ad una riduzione di incertezza. Noi sappiamo perfettamente che non sempre ci è possibile impostare un discorso le cui premesse contengano già a priori tutte le potenziali conclusioni che se ne potranno trarre. Esistono larghi settori, e sono i più stimolanti, del nostro sapere, che sono aperti all'imprevisto, che si aprono soprattutto all'interrogazione dell'esperienza, perché solo essa può darci risposta, sceverando, distinguendo, discriminando, setacciando fra le molte ipotesi esatte quella sola che è vera, o per lo meno quella che è più compatibile con i fatti, salvo che ulteriori indagini ci costringano a rivederla. Quindi, molta parte del nostro sapere avviene in condizioni di informazione imperfetta; il sapere a posteriori non è nella luce completa onnirisolutiva del sapere a priori, completo come quello; il sapere basato sull'informazione imperfetta non può che procedere per riduzioni progressive di incertezza.

Ora, dopo il grande sviluppo glorioso dell'analisi, soprattutto, negli ultimi tre secoli della nostra storia, soltanto l'avvento dell'era dei calcolatori ci ha permesso di affrontare queste strategie di riduzione di incertezza, in maniera mai sperimentata per l'innanzi, con l'uso iterato di processi ricorsivi, per esempio mediante serie convergenti, che ci permettono di trovare soluzioni a problemi che avrebbero altrimenti affaticato la mente umana e sarebbero stati probabilmente risolti soltanto dopo molto tempo.

## **Il linguaggio informatico: sintesi**

Ma se il linguaggio informatico gioca le sue carte migliori sul piano dell'analisi (risoluzione del processo in passi elementari, algoritmizzazione della struttura logica, strategie per la riduzione di incertezza) per altro verso non è esente dallo spendere anche le sue caratteristiche positive sul piano della sintesi. Perché? Perché il linguaggio informatico non è soltanto quello che segmenta il discorso in passi, ma è anche quello che li organizza in unità serrata dal principio alla fine. Se c'è un discorso che abbia un capo e una coda, uno start e uno end è il discorso informatico per eccellenza, cioè un discorso in cui il programma

connette in maniera inseparabile tutti i momenti, come una catena nella quale nessun anello può spezzarsi. Ma ancor di più per un'altra considerazione: non solo perché il programma è unità dall'a alla z, dal principio alla fine, ma perché attraverso il programma informatico noi siamo in grado di porre in essere *strutture* capaci di *autocontrollo*.

La sintesi non era mai stata raggiunta da un punto di vista formale, ma ancor più da un punto di vista materiale, cioè realizzabile in interpretazioni fisiche, in esempi concreti, di quanto si sia ottenuto così. Nella vita quotidiana, noi disponiamo senza rendercene conto lunghe catene di stati e operatori, mediante le quali programiamo il nostro comportamento; ogni stato è diagnosticato in rapporto a certe condizioni che permettono di proseguire in un senso o nell'altro. Chiamiamo la descrizione *diagramma di flusso*, e quando la procedura è completamente formalizzata ed esauriente, *algoritmo*, come si è visto in un precedente capitolo.

Ora, è possibile invitare i bambini di una scuola elementare a riflettere su alcuni dei comportamenti più semplici che essi abitualmente svolgono senza pensarci, a scomporli ed a programmare una facilissima sequenza per calcolatore. Nelle pagine seguenti ne riproduciamo una che descrive « l'attraversamento della strada », comprendente sia il diagramma di flusso sia il listato del programma in BASIC per un piccolo computer TI-99-A4.

L'autocontrollo, il controllo automatico, le catene molteplici di *feed-back* rendono possibile la creazione di *strutture* chiuse, che non a caso sono state avvicinate, per suggestive analogie dalla bionica e da alcuni aspetti della psicologia cibernetica, alle strutture stesse - che ancora noi conosciamo poco - ma che certamente operano nel miracolo del *vivente* e nel miracolo ancora più stupendo della mente *pensante*, quella che Sherrington ha efficacemente chiamato il « telaio incantato ».

La creazione di una struttura chiusa in autocontrollo, di una *struttura autoregolata e autotrasformantesi secondo un programma che programma se stesso*, è il vertice, è il punto più alto a cui possa oggi aspirare una sintesi scientifica.

Dovrei a questo punto accennare al passaggio *dall'analogico al digitale* e viceversa, alla possibilità cioè di convertire alcuni messaggi altamente sintetici in maniera analitica, o alcuni messaggi analitici in maniera sintetica.

Non dimentichiamo quello che ha fatto per esempio la teoria dell'informazione applicata alle telecomunicazioni per la trasmissione degli *impulsi codificati*, dove quello che viene trasmesso è in effetti una serie digitalizzata, discretizzata (cioè ridotta a pezzi) di un

segnale complesso. Noi riceviamo attraverso gli strumenti gli impulsi codificati, resi discreti, separabili, ma poi ne ricostruiamo l'inviluppo, ne ricostruiamo cioè l'unità complessiva a livello di sintesi.

Altrettanto si potrebbe dire delle molte tecniche per la *elaborazione dell'immagine*, che ci hanno permesso di scaraventare sulla terra, da 1500-2000 milioni di Km e oltre una miriade - compattata in misura artificiale - di messaggi binari ad altissima velocità, che abbiamo trascritto e trasformato nelle stupende immagini a colori, che abbiamo visto in anni scorsi, degli anelli di Saturno o delle fasce di Giove; quasi che l'uomo, in qualche modo, attraverso il prolungamento artificiale dei suoi mezzi, o - se mi fosse consentito usare un'espressione da fantascienza - attraverso le sue *propaggini androidi*, fosse stato là, avesse spinto i suoi occhi fino a breve distanza dai satelliti dei pianeti giganti del nostro sistema solare. L'elaborazione dell'immagine è quindi un altro esempio di come queste tecniche, che all'informatica sono certamente molto legate, permettano questi passaggi rapidi, dall'immagine sintetica alla strumentazione analitica e viceversa.

Ciò consente infine il passaggio *dall'elementare* allo *statistico*, il passaggio cioè dalla piccola informazione sul dato singolo, all'integrazione in totalità, o all'osservazione di una miriade di fenomeni, di cui si considerano soltanto le proprietà statistiche, secondo frequenze, o altri indicatori.

## **Indicatori del futuro**

E' evidente l'importanza che tutto ciò ha per l'educazione in generale al pensiero, e in particolare alla scienza ed alla tecnologia.

Oggi giorno, un bimbo che si affaccia alla vita vede intorno a sé una compenetrazione come non c'è mai stata prima, per estensione e profondità, *dell'artificiale* nel *naturale*; diciamo che il mondo in cui noi viviamo è ormai per più della metà un mondo sempre e ovunque segnato dall'orma e dalla presenza della trasformazione attiva dell'uomo, un mondo in cui la natura, se resta certo signora al fondo, è però quasi ovunque atteggiata, trasformata nelle forme dell'artificiale.

Quanto più penetriamo nella natura, tanto più diventiamo interdipendenti gli uni dagli altri; la specializzazione del lavoro diventa specializzazione della tecnologia, specializzazione della scienza; richiede sempre più alti livelli di sofisticazione nei linguaggi di controllo e di dominio nei significati, sicché l'artificiale ormai è presente al bimbo che si affaccia alla vita,

come è presente al fanciullo, al ragazzo, all' adolescente. Non è possibile rinviare un approccio scientifico o tecnologico, oggi che il bimbo con tutta naturalezza entra in un mondo che è già saturo, per tutti gli aspetti, di pensiero scientifico e tecnologico.

Qualcuno ha detto che la nostra è la *civiltà delle immagini*. Forse ha detto una cosa interessante, ma io tenderei a farla rifluire in un concetto più vasto e profondo: la nostra è la *civiltà della comunicazione*, e quindi anche *dell'informazione*: della *comunicazione delle cose*, che attraverso vettori più veloci e per spazi più lunghi corrono velocemente intorno al mondo; della *comunicazione delle persone* che viaggiano come non mai nel corso della storia; e soprattutto della *comunicazione delle idee*.

La nostra è una civiltà rischiosa ed affascinante, anche per la pluralità delle ideologie, per la molteplicità dei punti di vista, per il confronto delle opinioni, per gli incontri che possono talvolta diventare scontri di ipotesi e di congetture. E' un mondo difficile ma è un mondo in cui può esser bello esistere e progettare un prossimo futuro.

Alle spalle di tutto questo, vi sono state la grande *rivoluzione dell'energia*, ma ancora di più la *rivoluzione dell'informazione*. Alcuni indicatori (come il reddito pro capite) ci dicono fino a che punto un paese, un gruppo, una società, una civiltà sono comparabili con altri. Ma ci sono degli altri indicatori che i futurologi già da un ventennio hanno proposto, che sono forse ancora più interessanti - in proiezione verso l'avvenire - dello stesso reddito pro-capite.

Abbiamo già rammentato il numero di *schiaivi energetici* che sono a disposizione di ciascuna persona, e il numero di *schiaivi logici* (*nuovo* concetto che si affianca al precedente); in altre parole possiamo chiederci quanti *joule* siano disponibili ad ogni cittadino italiano o europeo o nordamericano, rispetto ai *joule* disponibili per un contadino del terzo mondo; ma possiamo anche chiederci *quanti byte trattati per persona* ci siano per il cittadino italiano o per il cittadino europeo o nordamericano rispetto agli altri.

Indicatori come questi, che sono al servizio del singolo come delle comunità e delle collettività, sono ormai elementi indicatori del nostro presente, ma ancora di più del nostro prossimo futuro. In tutto questo noi abbiamo un'esigenza educativa immensa, l'esigenza di *dominare* e di *non essere dominati*; l'esigenza di restare padroni di tutto questo e non di diventarne alienati o strumentalizzati.

## **L'informatica come strumento, oggetto, metodo**

Ecco perché l'informatica deve essere promossa a strumento, a oggetto, a metodo nelle nostre scuole.

*A strumento.* Anche a strumento materiale, ma soprattutto a strumento formale, come capacità di educare - dicevamo prima - alla capacità di organizzazione sistematica del proprio pensiero, come capacità di guardarsi nello specchio senza trucchi (ché il discorso informatico non ammette infingimenti e trucchi: il programma altrimenti si arresta, non va avanti, non produce il suo risultato), come potenza unificante interdisciplinare.

Talvolta, nei corsi organizzati per insegnanti, si propongono delle soluzioni interdisciplinari che in realtà appaiono soltanto come incollature alquanto esteriori di cose fra loro eterogenee. Sempre lo stesso Dewey diceva, a proposito di questa falsa interdisciplinarietà, che essa assomiglia piuttosto ad un « sacco di cianfrusaglie intellettuali », messe più o meno alla rinfusa. Questa non è interdisciplinarietà. La vera interdisciplinarietà nasce soltanto allorché la potenza del pensiero riesce a dimostrare che cose che sembravano diverse sono in realtà nel loro fondo uguali, o per lo meno hanno una struttura fondamentale, alla quale rifarsi. La vera unificazione non procede dall'esterno, ma dall'interno.

L'informatica ci ha dato questa possibilità di unificazione dall'interno, come ce l'hanno data le scienze sorelle, che ad essa sono in qualche modo collegate e che costituiscono la punta di diamante, il momento avanzato della ricerca. Perciò penso anche che l'informatica debba essere anche *oggetto* di insegnamento. Ma il cammino comincia da lontano. Si comincia con la matematica senza numeri, forse un po' bistrattata nelle discussioni non sempre perfettamente a punto che si sono fatte negli anni scorsi sull'insiemistica; poi gradualmente nella scuola elementare e media si ha il primo approccio ai programmi di calcolo.

Qui s'affaccia il discorso sull'uso delle calcolatrici. Io non penso che le piccole calcolatrici tascabili servano ai bambini a risparmiare soltanto fatica nel fare le operazioni. Se anche fosse così, troverei la cosa perfettamente accettabile e molto intelligente; ma esse servono a molto di più: anche e soprattutto a stimolare alla scoperta, alla ricerca. Giocando con una calcolatrice si impara più matematica di quanta se ne impara leggendo molti libri, e la si impara in modo euristico, cioè veramente con atteggiamento di scoperta.

Se poi la piccola calcolatrice del ragazzino della scuola media diventa la calcolatrice scientifica, tascabile dello studente di scuola secondaria, direi che già l'esistenza stessa

materiale di certi tasti, di certe funzioni, è una sfida che deve essere assolutamente affrontata: il ragazzo vuole vederci chiaro, vuol capire che cosa significa tutto questo. Perciò, le piccole calcolatrici possono avere una funzione didattica introduttiva ancora più apprezzabile del *personal computer*.

Oggi (n.m. 1984) è in atto un laborioso travaglio di riforma della scuola secondaria superiore in Italia; non sappiamo se questo travaglio avrà termine fra breve e ce lo auguriamo vivamente; fra l'altro è previsto un indirizzo matematico-informatico: un indirizzo che dovrebbe, nel triennio terminale, essere approfondito in maniera istituzionale, con programmi propri. Anni fa nacquero una cinquantina di scuole sperimentali ad indirizzo informatico; ora il nuovo indirizzo dovrebbe confermare, rendere legale e definitiva questa struttura. Ma ci auguriamo che tutto questo possa trovare posto ancora più largamente nelle opzioni che saranno consentite anche al di fuori dello stesso indirizzo informatico. Penso agli altri indirizzi (per esempio al matematico-chimico-fisico, e al fisico-elettronico) che non potranno fare a meno, in una misura abbastanza importante, dell'immissione di questi aspetti.

L'informatica, dunque, deve entrare nelle scuole come strumento, e deve entrarvi come oggetto, come materia di insegnamento; ma deve soprattutto entrarvi come *metodo*, come sorta di nuovo *organo della logica*.

Aristotele aveva basato gran parte del suo *Organo sullo* studio delle forme grammaticali, del greco del suo tempo. Ma la stessa sillogistica, che è sembrata per più di duemila anni un edificio perfetto e senza macchia, oggi sta diventando un paragrafo di un capitolo dell'algebra booleana, la stessa algebra cioè che è alla base di molte delle impostazioni fondamentali di cui si serve *l'hardware*, oltre che il *software* informatico.

Come metodo questo può aprire all'organo stesso del pensiero nuove strade; soprattutto può abituare a dichiarare, ogni volta che si procede ad un atto di pensiero, le proprie assunzioni preliminari, i presupposti, quelli che talvolta sono dati per scontati; i propri principi; le regole di trasformazione che permettono di dare, nell'ambito del sistema, formule ben formate, cioè frasi accettabili.

Questa è un'attitudine che investe sia le discipline già insegnate, sia le nuove: ma è anche un atteggiamento, un formidabile atto di fede nelle possibilità di migliorare in maniera significativa la nostra istruzione.