

Le tecnologie-strumento e le attività intellettuali¹

Di Mario Fierli

Le tecnologie come utensili

Il rapporto fra tecnologie e educazione può essere visto in vari modi. Secondo una consueta classificazione si distinguono: le tecnologie come oggetto di studio, come mediatori del processo di insegnamento-apprendimento, come strumenti di lavoro. E' di questo ultimo aspetto che vogliamo occuparci in questo documento.

Secondo la classica definizione di Mumford (Mumford, 1968), nata al culmine della civiltà meccanica, gli artefatti si classificano in tre categorie: gli utensili, le macchine, gli automi. Gli utensili, come il martello, forniscono un aiuto al lavoro umano, ma l'uomo deve continuare a fornire energia e controllo; le macchine sostituiscono l'uomo nell'erogazione di energia, come nell'automobile, ma gli lasciano il controllo; gli automi, purché istruiti o programmati, sostituiscono l'uomo in tutto e per tutto, come fa un robot industriale, fornendo energia e controllo.

C'è una classe di strumenti, come il compasso, il sestante, il regolo calcolatore, che non hanno a che fare con l'energia, ma con l'informazione. Sono anch'essi dei facilitatori del lavoro umano, anche se non di quello fisico, ma di quello intellettuale, che lasciano per intero all'uomo il controllo delle proprie operazioni. In un certo senso, quindi, si possono chiamare *utensili*. Le TIC offrono una grande quantità di nuovi strumenti, che in qualche caso sono la semplice evoluzione di quelli antichi.

Nei paragrafi che seguono vogliamo vedere, sia pure rapidamente, come gli strumenti delle TIC si inseriscano in alcune attività intellettuali, quali conseguenze cognitive e quali potenzialità formative essi creino.

Scrivere e leggere

Se si ha la pazienza di esplorare a fondo un computer, anche nella sua versione più domestica, si scoprirà che c'è almeno una mezza dozzina di ambienti nei quali si può scrivere. Non solo, come è ovvio, i sistemi di scrittura e la posta elettronica, ma anche i forum e le chat in Internet, i blocchi di appunti elettronici, tutti gli strumenti software, dal foglio elettronico ai programmi per disegnare.

Gli strumenti principali sono naturalmente i vari sistemi di scrittura, come Word e WordStar, tutti molto simili per quanto riguarda le funzioni. I sistemi di

¹ Questo testo è una rielaborazione di alcune parti del volume (Fierli 2003) e in particolare del capitolo 3. Il volume offre una trattazione delle tecnologie didattiche da vari punti di vista.

composizione, come Publisher, oramai facilmente accessibili, permettono a chiunque di fare dell'edizione una vera e propria attività professionale.

Come tutte le nuove tecnologie i sistemi di scrittura sono nati imitando una vecchia tecnologia. Per un lungo periodo sono stati considerati macchine da scrivere elettroniche con uno schermo e chiamati sistemi di videoscrittura. Alla fine, anche grazie all'evoluzione del software, si è rivelato il nuovo paradigma, di cui è bene non dimenticare le qualità fondamentali:

- i testi sono immateriali, esistono solo sequenze di bit organizzate in file, che il programma ci presenta come scritte leggibili; si possono richiamare sullo schermo e far scomparire, "salvandoli", con un semplice comando, scorrere avanti e indietro con continuità o procedere di pagina in pagina; da questo punto di vista il testo elettronico può essere pensato sia come un rotolo antico, sia come un libro;
- il testo è "plasmabile"; non solo si possono immediatamente correggere singole parole ma, grazie alla rapidità delle tre operazioni di "taglia, copia, incolla", è possibile cancellare e spostare brani molto rapidamente;
- ogni scrittura è in realtà una edizione tipografica poiché l'utente può scegliere l'impostazione della pagina e il carattere, adottare eventuali sfondi, inserire oggetti come figure, tabelle, intestazioni ecc.;

Naturalmente la scrittura elettronica provoca e richiede un diverso modo di scrivere, di cui vediamo alcuni tratti.

a) Esistono molte e diverse *strategie di scrittura* che ciascuno adotta anche con i mezzi tradizionali, ma la plasmabilità della scrittura elettronica rende più facile la realizzazione di alcune di esse:

- il *rifacimento ciclico* (difficile con le tecnologie tradizionali), che consiste nello scrivere un testo provvisorio, senza preoccupazioni di organicità, e nel revisionarlo più volte, facendolo convergere, per approssimazioni successive, a un risultato. Spesso questo modo di scrivere procede per *appunti sparsi*, somiglia a un brain storming (Calvani 1989) e può favorire la scrittura creativa;
- l' *assemblaggio* di testi propri e altrui, facilitato anche dai diversi modi di acquisirli da altri testi elettronici o testi scritti (con lo scanner);
- il *top-down*: si parte da un elenco di punti principali che vengono poi suddivisi in sottopunti e così via fino al dettaglio voluto; successivamente si sviluppano i punti finali. Questa strategia in realtà consiste nel disegnare una mappa concettuale a struttura gerarchica come mezzo per "progettare" il testo.

b) Si attenuano i confini netti fra il prodotto della scrittura e il libro stampato, da una parte, e la lingua orale (Maragliano 1998a), dall'altra: la possibilità di edizione rende la scrittura personale simile (formalmente) allo scrivere libri, mentre la plasmabilità dei testi permette di sfuggire alla logica prevalentemente lineare, per esempio, della scrittura a macchina.

c) Un testo finito è un oggetto che si può stampare, copiare e distribuire elettronicamente sia su dischetto sia mediante allegato alla posta elettronica. Questo lo rende in qualche modo 'pubblico' e modificabile da altri. In qualche modo questo può persino cambiare il concetto di Autore (Simone 2000).

La posta elettronica è un altro strumento di scrittura, che ha conseguenze sulle quali vale la pena riflettere. A parte gli aspetti della socializzazione, sui quali torneremo fra poco, è importante notare che essa sviluppa un registro espressivo abbastanza originale, solo in parte simile all'antica scrittura di lettere, caratterizzato dalla interattività e dalla velocità.

Se la scrittura è una delle pratiche più naturali nell'ambito delle tecnologie attuali, la lettura è invece ancora macchinosa e pesante: anche i computer portatili più leggeri, a parte l'alto costo, non hanno ancora la versatilità del libro. Lo scenario delle previsioni include nuovi dispositivi più leggeri e maneggevoli: siamo alle soglie della diffusione della "carta digitale". Si tratta di un supporto flessibile come la carta, ma funzionanti come uno schermo in cui si possono richiamare di volta in volta i testi che si vogliono. Si pensi a un giornale in bianco che ogni mattina, collegato a Internet, "diventa" uno qualsiasi dei quotidiani disponibili in rete.

Come sempre succede con lo sviluppo delle tecnologie queste, partendo dalla continuità con alcune funzioni preesistenti, leggere e scrivere appunto, finiscono per aggiungere e mescolare nuove funzioni. Sono oramai disponibili:

- algoritmi di elaborazione linguistica incorporati nei sistemi di scrittura, come statistiche e conteggi, correzione ortografica, riassunto automatico, in una fra numerose lingue a scelta
- sistemi capaci di tradurre la voce in testo scritto, cioè scrivere sotto dettatura e sistemi capaci di rendere sonoro un testo elettronico, con la possibilità di scegliere alcuni parametri, come il tono della voce.

Il perfezionamento di questi strumenti è destinato a cambiare di nuovo molte abitudini consolidate e, per esempio, a rimescolare le carte nel rapporto scrittura-oralità.

Il passaggio dal mondo dei testi a quello degli *ipertesti* introduce tutta una nuova serie di problemi. Anzitutto il passaggio da una organizzazione lineare a una non lineare o reticolare. Occorre dire che nella produzione questo passaggio è probabilmente meno profondo di quanto a volte si sostiene, se è vero quello che si è detto sulla varietà di strategie adottabili, tutt'altro che lineari, anche con i testi tradizionali. La differenza fondamentale è che la produzione di un ipertesto costringe a rendere esplicita la fase di pianificazione strutturale, tramite qualche strumento formale, come, ad esempio, le mappe concettuali.

La lettura di ipertesti, invece, mette in campo percorsi e possibilità abbastanza nuovi, permettendo, se l'ipertesto è sufficientemente articolato e stratificato, una strategia esplorativa piuttosto che la lettura lineare. "Navigare" in un ipertesto può diventare un procedimento di ricerca orientata da un fine oppure può scadere in un "brucare" (che è la traduzione più precisa di "to browse") nel prato delle informazioni. Il navigare è da taluni assimilato al naturale procedimento euristico di chi è impegnato in una indagine. In realtà, anche se muoversi in un ipertesto può offrire occasioni di scelta, manca comunque un meccanismo fondamentale della ricerca: il diritto alla formulazione di ipotesi "arbitrarie", le *abduzioni*, che aprono percorsi intrinsecamente imprevedibili.

Calcolare e risolvere problemi

Literacy e Numeracy sono i termini usati, nel mondo anglosassone, per indicare le due abilità fondamentali della civiltà scolarizzata. C'è una logica, quindi, nel collocare il calcolo, in questo paragrafo, subito dopo la scrittura e la lettura. L'uso di strumenti di calcolo ha quindi, per lo sviluppo della civiltà, un posto non troppo distante da quello dei mezzi di scrittura (Turner,1991).

Bisogna dire subito che il concetto di calcolo a cui ci riferiamo è, da una parte, limitato alla manipolazione di simboli, ma, dall'altra, allargato a ogni tipo di elaborazione sviluppata dalla matematica.

Le TIC hanno sviluppato un grande numero di strumenti di calcolo. Fino a un certo punto si sono affiancate due categorie di strumenti distinti: le calcolatrici tascabili e il software di calcolo sui grandi computer e poi sui PC. Le prime si limitavano al calcolo aritmetico o statistico. L'utilizzazione dei microprocessori, negli anni '70, consentì di introdurre una rudimentale programmazione con linguaggi simbolici rivolti alla macchina. Successivamente si sono sviluppati diversi strumenti. Per prima cosa i programmi di calcolo, scritti soprattutto da matematici e fisici con

linguaggi scientifici, come il Fortran, ma poi con ogni genere di linguaggio di tipo generale. Sono stati sviluppati, per il calcolo scientifico, vere e proprie biblioteche di programmi.

In tempi più recenti sono stati creati particolari strumenti, intermedi fra il linguaggio di programmazione e il software-ambiente. Essi consentono sia di dare semplici comandi di calcolo, anche per operazioni complesse, sia di programmare operazioni. Appartengono a questa categoria i programmi tipo MatLab, Derive, Matematica. Una menzione speciale merita Cabri-Geometre, un linguaggio-ambiente orientato alla geometria sia euclidea sia analitica. E' forse l'unico linguaggio non confinato all'istruzione secondaria superiore e universitaria. Alla stessa categoria appartengono alcuni sistemi specialistici per il calcolo statistico, come SPSS e SAS, usati essenzialmente per analisi statistiche sofisticate su grandi archivi di dati numerici.

L'invenzione del foglio elettronico è stata una vera svolta, in quanto rende disponibile uno strumento molto flessibile e alla portata di tutti. Il foglio elettronico, come i sistemi di scrittura e gli altri strumenti software di base, può essere pensato come una banale pagina da computisteria e usato in modo molto ingenuo, semplicemente per incolonnare numeri, calcolare totali e fare semplici statistiche. La sua struttura concettuale lo rende in realtà molto versatile. Il foglio elettronico va pensato come uno spazio organizzato per cellule il cui indirizzo è dato dalla riga e dalla colonna in cui sono collocate. Ogni cellula può contenere numeri, caratteri o formule. Le formule sono espresse in forma algebrica e calcolano un valore a partire dai valori di altre cellule vicine o lontane (non necessariamente incolonnate). A partire da questa struttura si possono programmare procedimenti di calcolo anche piuttosto complessi su numeri sparsi o tabelle. Per questo il foglio elettronico è diventato lo strumento di base per il calcolo scientifico a tutti i livelli. Con l'uso di un po' di fantasia sono possibili anche applicazioni singolari, come la simulazione di automi cellulari.

La miniaturizzazione dei microprocessori, permettendo di realizzare macchine tascabili con grandi memorie e quindi capaci di contenere software sofisticati e veri e propri compilatori, ha reso disponibili in queste macchine gli stessi strumenti sviluppati per i computer. La disputa, accesa da tempo, fra i sostenitori dell'uso didattico di calcolatrici tascabili e quelli dell'uso del computer è stata notevolmente alimentata da questi sviluppi. I vantaggi dell'uso di calcolatrici tascabili è evidente: la personalizzazione dell'uso di strumenti di calcolo sofisticati a costi relativamente bassi. Gli svantaggi, rispetto all'uso di un PC, sono altrettanto evidenti: il confinamento del

calcolo in un angolo isolato, separato dalle altre pratiche (per esempio la possibilità di inserire i risultati di un calcolo, anche sotto forma grafica, in un testo) e i limiti nel trattamento di masse di dati e di rappresentazione dei risultati.

Le conseguenze cognitive dell'uso di strumenti di calcolo sono importanti, anche se hanno avuto, nella ricerca educativa, un'attenzione di gran lunga inferiore rispetto all'uso dei sistemi di scrittura. Si debbono mettere in evidenza almeno due punti.

a) La divisione di compiti fra uomo e strumenti di calcolo può essere molto varia e può andare dal puro calcolo mentale, magari solo supportato da carta e matita, alla totale delega a una macchina. Nel primo caso il calcolo non è quasi mai totalmente algoritmico. Anche se vi sono segmenti "quasi algoritmici", il procedimento generale somiglia piuttosto a un gioco in cui si tratta di scegliere la prossima mossa, rispettando un insieme di regole (si pensi agli esercizi scolastici di semplificazione delle espressioni aritmetiche o algebriche). La delega alla macchina (cioè, tornando alla metafora iniziale, il passaggio dall'utensile all'automa) richiede la riduzione del calcolo ad algoritmo. Questo non è sempre possibile, né obbligatorio: vi sono procedimenti di calcolo per i quali non esiste un algoritmo o per i quali non lo si vuole adottare. Si deve o si può lasciare a un procedimento di calcolo la sua natura euristica, quindi non automatica, delegando alle macchine solo frammenti del processo: è quello che si fa quando si adotta una calcolatrice non programmabile, ma anche quando, usando un foglio elettronico, tocca all'uomo scegliere la sequenza con cui gli algoritmi programmati debbono essere attivati.

b) La risoluzione di problemi è sempre un processo euristico, nel quale il calcolo ha una funzione più o meno grande, ma comunque parziale. I "risolutori di problemi", una delle applicazioni dell'intelligenza artificiale, possono imitare i processi euristici, ma sempre in contesti limitati e ben definiti. Adottare strumenti di calcolo automatici significa diminuire o annullare la parte algoritmica o quasi algoritmica del procedimento, lasciando alla mente il compito, puramente euristico, di governo generale del processo.

La multimedialità: palestra dei linguaggi

Il termine *multimediale* viene usato, nella maggior parte dei casi, per indicare l'uso di molti mezzi nella comunicazione. A volte è invece usato come sinonimo di comunicazione multicode o comunicazione con più linguaggi. In questo paragrafo ci riferiamo prevalentemente a questa seconda accezione.

Il mondo dei libri, la TV, e il "mondo" in generale, hanno sempre richiesto una certa familiarità con la varietà dei linguaggi. Le TIC, e in particolare il computer e Internet, hanno però due speciali caratteristiche.

- le TIC offrono una concentrazione straordinaria di linguaggi in un solo ambiente; nessun linguaggio è escluso nell'interazione uomo-computer: gesti, immagini di ogni genere, suoni, linguaggi formali, lingue naturali;
- il computer non solo è un mezzo di ricezione di messaggi, ma è anche, se non soprattutto, un mezzo per produrli: la possibilità di accedere facilmente a linguaggi diversi e di sovrapporli altrettanto facilmente, rende il computer una vera palestra multimediale.

E' evidente che chi, magari per polemizzare con l'uso del Computer e di Internet, li associa alla televisione, commette, almeno da questo punto di vista, un grosso errore.

L'importanza della multimedialità per l'educazione è al centro di un vasto dibattito (Maragliano 1998a, Maragliano 1998b).

La comunicazione multimediale pone interessanti e intricati problemi di scelta e di analisi che configurano questa pratica come una vera e propria "disciplina". Vediamone alcuni aspetti².

In molti casi la scelta del linguaggio per creare un messaggio è automaticamente dettata dalle circostanze e dalla consuetudine. Nella progettazione di uno specifico messaggio, però, è necessario porsi la domanda: qual è il linguaggio più adatto a questo contenuto? Fino a che punto i linguaggi sono intercambiabili? Ovvero, anche, in che misura un messaggio espresso in un linguaggio può essere tradotto in un altro? Si tratta di ragionare sulla capacità espressiva dei vari linguaggi. Quello che si è detto, per ciascuno di essi, già fornisce diverse risposte.

C'è però una interessante questione che merita un minimo di riflessione. La lingua umana ha la più vasta gamma di registri espressivi: dai semplici sintomi alle astrazioni concettuali. Poniamoci la domanda: è possibile tradurre un messaggio da qualsiasi linguaggio in lingua umana? La risposta è negativa per alcuni tipi di funzione

² Per un approfondimento su questo punto si veda Fierli 2003, in particolare il capitolo 1 *Comunicazione, informazione, linguaggi*

e in particolare per quella poetica: è possibile commentare un quadro o una sinfonia, ma non *tradurli* in un discorso. E' invece possibile, in linea di principio tradurre in parole una immagine usata in funzione descrittiva, come la fotografia di un incidente e un albero genealogico o una espressione scritta in un linguaggio formale, come un'equazione matematica. Il risultato di una simile traduzione sarebbe però un discorso molto lungo, difficile da seguire e, oltre un certo limite, nettamente al di sopra delle possibilità della memoria a breve termine di una persona. Naturalmente sarebbe altrettanto difficile, al contrario, tradurre in immagini realistiche, diagrammi o linguaggi formali alcuni tipi di discorso, in particolare quelli di tipo filosofico-argomentativo. Sono quindi ragioni di economia quelle che conducono a una specializzazione dei linguaggi.

Nella vita reale, e in particolare nella didattica, le comunicazioni sono spesso meccanismi complessi che non si affidano a un solo linguaggio, ma mescolano messaggi, simultanei o alternati, espressi in diversi linguaggi. I modi e le regole di combinazione sono i più vari: lingua orale e immagini simultanee (come in una lezione di geometria), parole, musica e immagini simultanee (come in un film), parole e musica (come in un'opera), alternanza di parole scritte e immagini (come in un libro illustrato) o parole scritte, linguaggi formali e immagini (come in un libro di matematica o di informatica).

Il problema che si pone è: quali sono le migliori combinazioni per ottenere una comunicazione efficace? O almeno, quali sono le combinazioni che rendono difficile e confusa la comunicazione? E' difficile dare risposte esaustive, perché, dopo tutto, si tratta più di regole empiriche che di leggi basate su teorie.

Una possibile strategia è quella di una ripartizione di compiti fra i diversi linguaggi, ciascuno dei quali veicola una parte del messaggio, ma in tempi successivi. Ad esempio un film o una animazione possono mostrare un evento o un procedimento, successivamente un grafo può riassumerne le fasi e un testo può commentarne le caratteristiche.

L'uso simultaneo di due linguaggi, per esprimere esattamente lo stesso contenuto è in genere uno spreco, o addirittura un elemento di confusione, come succede in certi ipertesti nei quali si presenta un testo scritto e contemporaneamente lo si recita. Un accoppiamento ben studiato, però, può aumentare l'efficacia comunicativa a patto che un canale funzioni da integrazione e supporto per l'altro. Questo può avvenire, ad esempio, quando uno dei due canali serve a riempire le debolezze espressive dell'altro, eliminare ambiguità o alzare il livello di attenzione.

Scambiare informazioni, condividere e cooperare. L'intelligenza collettiva

Internet è, in buona parte, il luogo dello scambio. Per questo offre un certo numero di servizi: la posta elettronica, le aree di discussione tematica (forum), le aree di conversazione (chat). La posta elettronica è accessibile senza particolari mediazioni, semplicemente usando uno dei servizi di base di qualsiasi sistema. I servizi più complessi, in genere, vengono offerti sui siti dalle organizzazioni che hanno interesse a sostenerli. I forum e le chat sono organizzati, per pubblici più o meno aperti, dai singoli siti.

La disponibilità dei sistemi di scambio in rete ha stimolato diversi modelli e pratiche di utilizzazione.

I *Sistemi per la Gestione delle Conoscenze* (Knowledge Management Systems - KMS) hanno avuto un grande rilievo nelle organizzazioni. Il termine indica una gamma molto vasta di applicazioni e metodiche, tutt'altro che omogenee, che vanno dalla cooperazione progettuale, all'assunzione di decisioni, all'analisi di casi. Le pratiche di KMS sono in sintonia con una nuova visione dei processi organizzativi. La teoria delle organizzazioni ha adottato modelli razionalistici della soluzione di problemi e del processo decisionale. Il premio Nobel Simon, ad esempio, vede la decisione come un processo euristico, orientato a uno scopo ben definito, sostanzialmente coincidente con la scelta, fra un numero limitato di alternative, di quella le cui conseguenze massimizzano l' "utilità attesa" (Simon 1984). Alcuni contestano questa visione, che giudicano non realistica e non rispondente ai fatti. Flores e Winograd, ad esempio, osservano che più che problemi ben posti esistono "situazioni di irrisolutezza" che mettono in gioco non solo le variabili relative alla questione specifica, ma tutto il quadro di riferimento, fatto di abitudini, storie passate, possibilità future. La gestione di problemi comuni è in realtà governata da processi di scambio e interpretazione. Ne nasce l'idea del *management come conversazione* (Flores 1987), alla quale ben si adattano i sistemi di KMS.

Un altro concetto largamente diffuso è quello dell'*apprendimento cooperativo*, cioè di una situazione in cui alcune persone, che hanno lo stesso obiettivo di apprendimento, lo raggiungono attraverso il lavoro su documenti comuni e grazie allo scambio di problemi, idee, informazioni.

Una situazione simile è quella dei *progetti cooperativi*. Per i partecipanti è importante, oltre allo scambio di informazioni a distanza, la possibilità di lavorare su

documenti condivisi. E' possibile, ad esempio, costruire un testo, un dossier o un disegno, lavorando sullo stesso oggetto virtuale a disposizione di tutti.

I Community Systems sono ambienti software che mettono a disposizione vari strumenti, dalla posta elettronica alle aree di lavoro condivise, che facilitano il lavoro cooperativo.

L'interazione in rete, anche se riprende alcuni modelli della interazione in presenza, presenta alcune peculiarità. Anzitutto quella, ovvia, di permettere la collaborazione fra persone che, per la distanza, non potrebbero mai farlo. E questo non risolve solo un problema pratico, ma introduce nuovi paradigmi. Particolarmente interessante è il concetto di *comunità virtuale*. Questa richiede, oltre alla volontà o all'interesse a collaborare, la nascita di un senso di appartenenza.

Una caratteristica, anch'essa studiata dalla sociologia della comunicazione, ma facilmente osservabile nei forum, è la eliminazione o attenuazione delle gerarchie. E' dimostrato che alcune persone che avrebbero difficoltà a intervenire in dibattiti in presenza lo fanno facilmente in una discussione telematica. Gli stessi registri comunicativi tendono all'informale e superano i vincoli dettati, nello scambio in presenza, dai diversi ruoli sociali. Ad esempio tende a scomparire il ruolo dell'autorità.

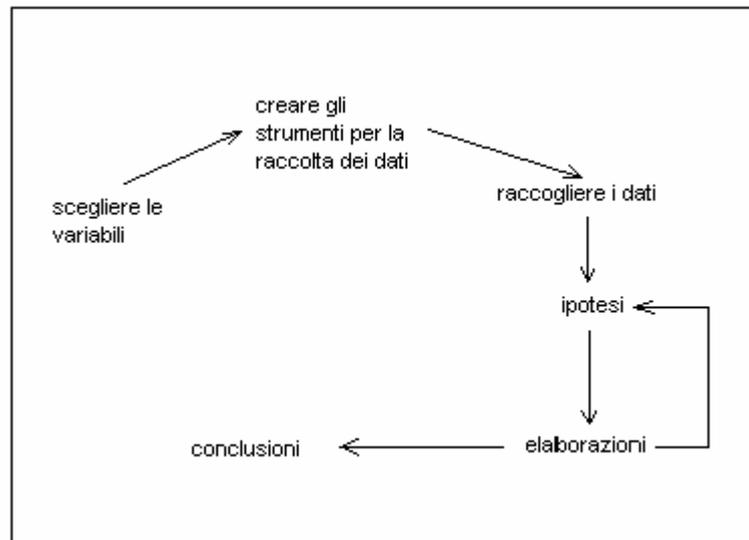
E' l'insieme di questi fenomeni che fa usare a vari autori la definizione di *intelligenza collettiva*. Secondo la definizione di Pierre Levy l'intelligenza collettiva "è un'intelligenza distribuita ovunque, continuamente valorizzata, coordinata in tempo reale, che porta alla mobilitazione effettiva delle competenze". Il fondamento e il fine dell'intelligenza collettiva sono "il riconoscimento e l'arricchimento reciproco delle persone e non il culto di comunità feticizzate e ipostatizzate" (Levy 2002).

Sul piano didattico l'interazione in rete ha generato alcune pratiche fra le più promettenti quali i progetti di cooperazione e la formazione a distanza.

Acquisire, elaborare, rappresentare, interpretare dati. La simulazione

Fin dallo sviluppo dei primi linguaggi di programmazione, una delle funzioni rese disponibili fu quella di trattare insiemi strutturati di dati. Questa facoltà, insieme alla possibilità di creare grandi archivi di dati numerici e di interagire con essi, ha radicalmente cambiato il modo di fare indagini e di studiare il comportamento dei sistemi. La ricerca scientifica ha proceduto per secoli con esperimenti e calcoli limitati, studiando fenomeni che implicavano relazioni semplici di poche variabili, verificate su insiemi limitati di dati o dedotte analiticamente. L'avvento dell'informatica ha permesso di studiare l'effetto di modelli complessi caratterizzati dall'interazione di

molti fattori. Ecco il passaggio dalle semplici leggi economiche ai modelli econometrici con centinaia di variabili oppure la nascita dei modelli di previsione meteorologica. Per quanto riguarda le conseguenze in termini di attività e processi cognitivi vanno analizzati almeno due casi. Il primo è la progettazione e conduzione di una indagine completa. Il percorso tipico è una catena come quella illustrata nella figura.



Si tratta di uno schema del tutto generale che vale sia per una indagine su fenomeni sociali, nella quale l'acquisizione di dati avviene tramite un questionario, sia per lo studio di un fenomeno naturale.

Il secondo caso è quello della *simulazione*. Il soggetto è, anche qui, impegnato in una attività di ricerca/scoperta, ma supponiamo che abbia a disposizione uno strumento software che gli permette in modo agevole di *costruire esperimenti*. E possibile, ad esempio, simulare sistemi artificiali, come impianti o manufatti, e di testarne le prestazioni manipolando i parametri. Il modo di lavorare è lo stesso che con le tradizionali strumentazioni di laboratorio, anche se senza il rapporto con oggetti fisici, ma, in genere, con una grande flessibilità nella creazione di situazioni. Ma è anche possibile, sia pure in modo più complesso, costruire simulazioni di sistemi naturali, come, ad esempio, nicchie ecologiche nelle quali si definiscono gli abitanti e le loro caratteristiche comportamentali e si lasciano poi interagire allo scopo di studiare come il sistema evolve.

Secondo Giorgio Parisi le simulazioni hanno, nella ricerca scientifica uno stato intermedio fra teoria ed esperimento. Viene quindi rivisto lo schema epistemologico tradizionale della ricerca: "La vecchia dicotomia teorico-sperimentale è sostituita da

una tripartizione: teoria pura (carta e matita), simulazione ed esperimento” (Parisi G. 1991).

Sul valore della simulazione dal punto di vista epistemologico insiste anche Domenico Parisi (Parisi D. 2001), mettendo in evidenza che le simulazioni:

- sono macchine per derivare predizioni empiriche dalle teorie,
- sono laboratori virtuali,
- creano mondi possibili,
- permettono di studiare sistemi complessi,
- rendono possibile la non disciplinarietà.

E' evidente che queste attività sono importanti, in ambito didattico, per sviluppare il *dominio della complessità*. Basta pensare alla possibilità/necessità di tenere conto della influenza simultanea di molti e diversi fattori nel comportamento di un sistema.

Il governo e l'uso delle informazioni.

La oramai famosa metafora di Borges sulla Biblioteca di Babele rappresenta bene il paradosso del sogno di un *corpus* esaustivo di informazioni. Certo è che le TIC rendono potenzialmente disponibili in modo istantaneo tali quantità di informazioni da porre in modo nuovo, e ancora in gran parte da esplorare, il problema del loro dominio intellettuale.

Le situazioni in cui ci si può trovare a costruire o a utilizzare depositi di informazioni sono abbastanza numerose e non limitate a quelle canoniche (Basi Dati, siti Internet). Un aspetto fondamentale è il livello di strutturazione della maniera in cui le informazioni sono assemblate.

Il contesto più comune di accumulazione e di ricerca delle informazioni, per chi usa un computer, è la organizzazione per *cartelle* e *files* del sistema operativo. L'assemblaggio è strutturato, ma in modo non troppo rigido. Si tratta di una struttura gerarchica ad albero che tocca all'utente creare, far sviluppare o ridurre, a seconda delle sue esigenze. Le informazioni possono essere invece del tutto disomogenee. L'accesso alle cartelle avviene secondo il processo che gli informatici chiamano *visita dell'albero*, cioè scendendo o risalendo lungo i rami. L'accesso ai files avviene semplicemente "aprendoli".

Le *Basi Dati* sono al livello più alto di strutturazione. Le informazioni sono frammentate in unità informative generalmente piccole e appartenenti a una sola o poche tipologie. Le unità sono divise, tutte nello stesso modo, in *campi*. In ogni campo

viene registrato un dato di un certo tipo (un numero, un codice, una sequenza di caratteri, un breve testo, una immagine ecc.). Ad esempio una base dati per una biblioteca potrebbe contenere una sezione "libri" in cui ciascuna unità contiene i campi: Titolo, Autore, Editore, Anno, Collocazione, Riassunto, Disponibilità, Cliente che lo ha in prestito, e una sezione "Clienti" in cui ciascuna unità contiene Nome e Cognome, Indirizzo, Telefono, Libri in prestito, Preferenze. Le domande per la ricerca dei dati sono soggette a una sintassi più o meno complessa.

I sistemi di *Information Retrieval* sono sistemi complessi, generalmente destinati a servizi di ricerca, spesso a distanza, su grandi aree tematiche o depositi di informazioni come, ad esempio, tutte le pubblicazioni o le ricerche di un certo settore scientifico o tutti i libri di una grande biblioteca. I sistemi di IR sono sostanzialmente strutturati come Basi Dati, ma sono dotati di sistemi di ricerca sofisticati, che non chiedono all'utente semplicemente di indicare i contenuti di alcuni campi. Essi accettano anche dati di ricerca meno rigidi di quelli di una normale BD perché è possibile fare ricerche sulla base di dati parziali (ad esempio una parola del titolo), cercare la presenza delle informazioni richieste anche all'interno di testi, trovare informazioni anche sulla base di sinonimi o termini in qualche modo correlati a quelli usati dall'utente; questa possibilità è basata sulla disponibilità di *tesauri*, ovvero repertori di termini associati per sinonimia o prossimità semantica.

La ricerca di informazioni nel Web, in Internet, somiglia, almeno quando si usano i motori di ricerca, a quella dei sistemi di Information Retrieval, ma il complesso di informazioni accumulate in Internet è qualcosa di non rapportabile ai casi precedenti. E' vero che il Word Wide Web costituisce in qualche modo un unico contesto ma, tutto sommato, l'organizzazione per *siti* lascia una identità ai singoli nodi della rete. Il fatto è che ciascun nodo è in genere una raccolta, a volte enorme, di informazioni disomogenee. Alcune parti del sito possono essere anche fortemente strutturate (ad esempio nel sito di una università si può trovare il Data Base della biblioteca), ma l'insieme è debolmente strutturato, per lo più governato da una mappa concettuale: non a caso le pagine di un sito sono sostanzialmente un ipertesto.

Una prima serie di considerazioni sugli aspetti cognitivi del lavoro con le grandi masse di informazioni riguarda i modi e *le strategie di ricerca*. Quando si cerca una informazione è cruciale fornire i parametri di ricerca adatti e formulati in modo logicamente corretto. Il primo rischio è quello di dare dati impropri, che non hanno

relazione semantica con quello che si cerca. Ma anche dopo aver individuato correttamente il campo di ricerca possono accadere due incidenti simmetrici:

- la definizione dei parametri di ricerca è troppo "stretta" e non viene trovata alcuna informazione che le corrisponda;
- la definizione dei parametri è troppo "larga" e si raccoglie una quantità di informazioni eccessiva.

L'eccesso di precisione, dunque, può essere dannoso come la vaghezza. Questa semplice osservazione basta per concludere che la ricerca di informazioni è una "disciplina", che richiede consapevolezza e allenamento, le cui abilità di base sono quella di concettualizzare correttamente l'obiettivo della ricerca e formulare le domande in modo semanticamente e logicamente corretto. Si tratta di un nuovo aspetto dell' "educazione alla domanda", che costituisce l'anello fondamentale dell'apprendimento per ricerca. Tutto questo spinge a diffidare della ricerca "a caso", del vagabondaggio informatico. Tuttavia non si può essere così drastici. Incombe sempre la definizione di *serendipità*: "l'arte di trovare quello che non si cerca, mentre si cerca quello che non si trova". La disciplina di ricerca, quindi, non deve escludere il gusto di cogliere al volo l'informazione imprevista.

L'altra serie di considerazioni riguarda la costruzione di sistemi organizzati di informazioni. E' un problema che può riguardare chiunque abbia a che fare con un computer perché prima o poi si troverà di fronte alla massa di informazioni che ha prodotto e spesso scoprirà di non riuscire più a governarle. Quanto meno, dunque, la capacità di organizzare un sistema coerente di cartelle e di files è un buon obiettivo di apprendimento. Ma questo ci mette direttamente di fronte al problema di *classificare le informazioni*, che è una sfida permanente all'intelletto. Ogni classificazione è infatti arbitraria e sceglierne una significa in realtà scegliere un modello concettuale invece che un altro. E questo deve essere coerente con le strategie di ricerca che si vorranno favorire.

La costruzione di Basi Dati viene spesso esclusa dall'alfabetizzazione informatica. Si tratta di un errore educativo. La costruzione di una BD, oltre a mettere di fronte ai problemi cognitivi della classificazione appena visti, obbliga anche ad altri importanti ragionamenti. Infatti richiede due passaggi fondamentali:

- identificare in un certo sistema quali sono gli insiemi di *individui* che lo caratterizzano;
- identificare, per ogni insieme di individui, gli *attributi* che li caratterizzano.

Si tratta, in sostanza, di costruire particolari modelli della struttura delle informazioni e quindi della realtà che esse rappresentano.

Costruire strumenti e creare modelli: i linguaggi di programmazione

Il problema degli strumenti può anche essere esaminato da una prospettiva diversa: quella della loro costruzione. Ci riferiamo a quello che fanno gli informatici quando producono software, ma non ci vogliamo occupare di questa attività come pratica professionale e industriale. Piuttosto ci vogliamo domandare in che misura attività della stessa natura, anche se semplici, sono una valida pratica didattica anche nella formazione generale e di base.

Il problema che si pone alla didattica è se l'uso di linguaggi di programmazione debba far parte della cultura informatica di base. La maggior parte dei linguaggi di programmazione è in grado di rappresentare diverse tipologie di dati e molti tipi di procedimenti risolutivi dei problemi riducibili a calcolo. Intorno al concetto di calcolo, però, sono stati sviluppati diverse teorie e modelli matematici. Alcuni linguaggi sono stati inventati e sviluppati in stretta connessione di qualche modello, di cui costituiscono una versione informatica. Sono linguaggi che, in qualche modo, scelgono una sorta di purezza epistemologica. Alcuni degli esempi più notevoli sono il PASCAL, il LISP e il PROLOG.

La diversa struttura dei linguaggi favorisce l'adozione di diversi stili di programmazione. Alcuni adottano il termine di *paradigma di programmazione* (Callegarin 1993). I linguaggi si distinguono per il tipo paradigma o funzione comunicativa prevalente: i linguaggi procedurali (come il PASCAL) permettono di esprimere soprattutto ordini, i linguaggi logico-dichiarativi prevedono soprattutto definizioni o di relazioni logiche (come il PROLOG) o di funzioni, (come il LISP e il LOGO).

Il linguaggio LOGO occupa un posto speciale nel rapporto fra informatica e educazione. Il suo ideatore è Seymour Papert, forse la personalità più significativa nella storia del rapporto fra computer e educazione. La prima esperienza di Papert è infatti un laboratorio in cui certi veicoli meccanici, le "tartarughe", si muovono sul pavimento, telecomandate da un computer programmato in linguaggio LOGO. Successivamente la tartaruga diventa virtuale, riducendosi a una piccola freccia, disegnata sullo schermo di un terminale video, che si muove obbedendo ai comandi LOGO e, nello spostarsi, lascia una traccia e quindi disegna. Più recentemente c'è stato un ritorno al rapporto con un contesto fisico grazie al sistema LEGO-LOGO, che

permette di comandare, tramite il LOGO, i movimenti di macchine costruite con il LEGO. Si crea così un laboratorio di *microrobotica* ricco di implicazioni didattiche.

Una prima considerazione sugli aspetti cognitivi della programmazione ha a che fare con il *rapporto astratto/concreto*. Dopo aver raccontato, nel suo libro più famoso, la sua passione per le ruote dentate e gli ingranaggi, Papert conclude: "Credo che l'aver tanto giocato con i differenziali sia stato più efficace, per la mia comprensione della matematica, di tutto quello che mi è stato insegnato nella scuola elementare. Gli ingranaggi, servendomi da modelli, hanno fatto entrare nella mia mente idee che altrimenti sarebbero restate astratte." (Papert 1984). L'idea non è nuova: un concetto o un modello possono essere appresi non solo in forma astratta, puramente verbale, come succede con una *definizione*, ma anche in forma concreta, eventualmente associandoli a un nome, ma non definendoli formalmente, attraverso la manipolazione di oggetti materiali, specialmente artificiali. Occorre anche ricordare, come del resto fa Papert, che i due modi di apprendimento sono anche connessi allo stadio di evoluzione psicologica del bambino. Un programma non ha consistenza materiale, tuttavia è in qualche modo un meccanismo. Esaminarlo e vedere come funziona consente di assimilare concretamente il modello che lo sottende.

Il secondo aspetto cognitivo della programmazione nasce dalla sua natura di *attività costruttiva*. Usare (*manipolare*) un compasso o una bilancia sono certamente un modo efficace per acquisire i concetti di circonferenza e di equilibrio delle forze applicate a un corpo girevole intorno a un asse. Ma *costruire* un compasso (bastano un chiodo, una matita e un filo) oppure una bilancia, costituisce un altro processo di apprendimento, probabilmente più potente. La costruzione di un oggetto è un processo euristico e l'esistenza di un obiettivo da raggiungere ha il potere di dare maggiore dinamismo allo sforzo intellettuale. Anche nel caso della scrittura di un programma siamo di fronte a un processo costruttivo euristico finalizzato a uno scopo. Si crea un ciclo di tentativi ed errori che aiuta alla piena comprensione del modello astratto che è correlato al programma. Uno degli esempi che Papert propone è la costruzione di un programma LOGO capace di disegnare una circonferenza sullo schermo. Si tratta di un problema normalmente proposto a bambini di scuola elementare. Questo crea l'apparente paradosso per cui essi possono *costruire* un oggetto di cui non saprebbero *definire* tutte le proprietà formali. È per questo che Papert può proporre il LOGO come uno strumento per costruire la matematica, introducendo per questa via modelli che, a una certa età, non sarebbero *spiegabili* formalmente.

La costruzione di un programma ha un elemento strutturale che la rende diversa da altre attività costruttive: la possibilità di usare il computer per testarne immediatamente il funzionamento. Si crea un ciclo di tentativi ed errori che, se condotto non a caso, arricchisce il processo euristico di una componente di analisi. L'eliminazione di errori sintattici non è la parte più rilevante. Il vero problema nasce quando il programma "gira", ma fa cose diverse da quelle volute. La riflessione a cui il programmatore è costretto riguarda quindi il rapporto fra il modello concreto che egli sta costruendo e le proprietà del modello su cui si basa la soluzione del problema. Ma, dato che il programmatore non necessariamente possiede una definizione formale del modello, ecco che *la costruzione del programma si configura come la costruzione di una conoscenza*. Questo processo, che sta al centro della riflessione di Papert, gli fa coniare la definizione di *bambino epistemologo*. La costruzione di semplici programmi di simulazione (il moto di una pallina, la crescita di una popolazione, la dinamica delle file a un casello autostradale) sono un ottimo metodo per mettere a frutto questi principi.

Pro e contro gli strumenti tecnologici

Una delle obiezioni che vengono fatte all'uso di strumenti tecnologici è la perdita di abilità cognitive causata dal fatto che si affidano alla macchina alcuni compiti. Raffaele Simone (Simone 2000) sostiene l'idea, condivisa da altri, che la diffusione degli strumenti elettronici costituisce una "Terza Fase della storia del modo in cui si formano le conoscenze della specie umana" e analizza le "forme di sapere che stiamo perdendo", fino a ipotizzare una contrapposizione fra due tipi di cultura: la cultura proposizionale (quella del libro) e la cultura non proposizionale (quella dell'elettronica e in particolare della TV).

Certamente le TIC, come ogni nuova generazione di strumenti entrati nella storia dell'uomo, inclusa la scrittura, stanno determinando una nuova configurazione delle abilità cognitive. Ma le affermazioni troppo generali sono rischiose. Anzitutto occorre distinguere fra i diversi media e, in particolare, fra TV e computer, a volte associati in un'unica categoria, quando è chiaro che, mentre la prima è, almeno per ora, solo uno strumento di comunicazione unidirezionale, il secondo è piuttosto 'un ambiente' altamente interattivo, nel quale il 'fare' è assai più importante che il 'ricevere'. Inoltre, come è stato messo in evidenza anche dalla ricerca empirica (Pontecorvo 1989), nessuna categoria di media ha un influsso automatico e univoco sulla cognizione. Il *modo* e il *contesto* dell'uso decidono gli effetti.

Il problema, comunque, merita un minimo di analisi, soprattutto in relazione alle conseguenze nell'ambito della formazione. Vediamo per questo due esempi canonici: il disegnare e il calcolare.

Il compasso, la riga e la squadra, i normografi, le sagome predisposte, il tecnigrafo, le matite, le penne da disegno, i pennarelli sono gli anelli di una lunga catena di evoluzione di strumenti accompagnata da una catena altrettanto lunga di perdita di abilità del disegnatore (fare un cerchio con il compasso invece che a mano libera, disegnare un'ellissi seguendo un profilo predisposto invece che con riga, compasso e un metodo di costruzione geometrica). Analogamente l'uso di piccole pietre, i diversi tipi di abaco, le tavole numeriche, le macchine per calcolare, i regoli calcolatori, le calcolatrici elettroniche, i computer impoveriscono progressivamente le capacità di calcolo mentale. Visto in prospettiva, dunque, il rifiuto di una data innovazione, motivato dalla "perdita di abilità", ci obbliga a una domanda provocatoria: in quale punto sarebbe stato necessario interrompere la catena? Perché proprio all'ultimo anello (il computer)? La decisione di adottare o meno una innovazione, in ogni caso specifico, si deve basare ragionevolmente sul rapporto fra il costo e il beneficio, che deve includere elementi oggettivi, come la sicurezza, l'affidabilità del nuovo sistema e elementi soggettivi, come lo sforzo di adattamento, il miglioramento (o peggioramento) della qualità della vita. Se la decisione interessa un grande numero di persone o una categoria (ad esempio gli insegnanti) o l'intera società, entrano naturalmente in campo fattori di scelta ancora più complessi.

Nel caso dell'educazione, però, vi sono almeno due obiezioni frequenti che meritano attenzione.

a) Un eccesso di automatismo degli strumenti impedisce di comprendere la logica di un determinato procedimento e quindi è bene far precedere il loro uso da una fase di lavoro con strumenti più tradizionali o anche senza strumenti. E' bene che i bambini, prima di passare alle calcolatrici, imparino a fare di conto a mano per capire come si fanno le operazioni; analogamente è bene imparare a disegnare una figura geometrica con strumenti e metodi classici, prima di passare a un programma di grafica avanzata.

b) La manualità e il rapporto con gli oggetti fisici è una fase ineludibile e quindi non è bene anticipare troppo, soprattutto con i bambini, il passaggio al simbolico e all'iconico. Questo riguarda tanto lo studio diretto di un fenomeno fisico invece che la sua simulazione, quanto un gioco di costruzioni tradizionale invece che un micromondo informatico.

La risposta a queste obiezioni dovrebbe essere pragmatica e circostanziata, pensata caso per caso. La graduazione nel tempo dell'uso di strumenti è ovviamente possibile, purchè non diventi un semplice alibi. Il tentativo di creare nella scuola un'isola di "protezione dai media" può essere non solo ingiusto, perché impedisce agli studenti di diventarne padroni ma, per giunta, illusorio, quando essi hanno in realtà oramai sperimentato da tempo le tecnologie nella loro vita quotidiana.

Per quanto riguarda l'uso di vecchi strumenti c'è, eventualmente, un elemento a favore che nasce da tutt'altra considerazione: il loro uso è un ottimo modo per esplorare il passato. Ma allora è bene non fermarsi all'ultima tecnologia appena smessa: meglio del vecchio, quindi, è l'antico.

Il fatto che l'uso di tecnologie più "primitive" aiuti a concettualizzare va comunque esaminato caso per caso. Anzitutto occorre distinguere fra il *significato* o la *funzione* di una determinata operazione e il *modo* in cui essa viene condotta. Da questo punto di vista, ad esempio, se il problema è quello di comprendere cosa è la somma fra due numeri, non è detto che l'uso di una calcolatrice tascabile offra meno occasioni didattiche di una somma fatta a mano. In effetti gli strumenti informatici mettono in atto un meccanismo di *salto cognitivo* che consiste nello spostare l'attenzione dalle procedure ai loro effetti. Se si aggiunge a questo la possibilità di una interattività rapida, che consente di ripetere le operazioni cambiando dati e parametri, è evidente che si apre la possibilità di *fare esperimenti*. Così, per tornare al caso del calcolo, questo smette di essere esecuzione di procedimenti per diventare una disciplina sperimentale di studio delle proprietà matematiche.

Non c'è dubbio che i linguaggi e gli ambienti informatici *costringano* a lavorare in un sistema governato da regole, come in una sorta di meccano simbolico: ad esempio una sintassi e una semantica per i linguaggi di programmazione e per i comandi in forma alfabetica, un insieme di "mosse" ben definito in una di simulazione. La domanda è: si tratta solo di un limite o può anche essere una occasione formativa? Ci sono almeno due considerazioni a favore di questa ipotesi. La prima è che un "meccano" può consentire di costruire oggetti molto più complessi di quelli costruibili con materiali normali. Fuori di metafora, ad esempio, un programma LOGO consente di costruire oggetti geometrici molto più sofisticati di quelli che un bambino può costruire, o anche solo immaginare, con strumenti tradizionali. La seconda è che l'immagine di un mondo "naturale" diverso dall'universo artificiale dei computer è una pura astrazione. In realtà il mondo fatto dall'uomo pone continuamente vincoli di comunicazione che, notoriamente, mettono in imbarazzo, ad esempio, le persone

anziane. E allora perché non pensare che chi ha avuto una significativa esperienza nell'uso del computer sarà anche più capace di leggere un orario ferroviario, le istruzioni di una macchina a gettoni e, perché no, un modulo bancario e quello per la dichiarazione dei redditi?

Concludiamo questo punto osservando che, al di là del valore didattico, la padronanza, che si spinge fino alla capacità di costruire strumenti, è al centro di tutta una corrente che la propone come emblema di un modello socio-culturale alternativo a quello del grande mercato del software. Fino ad attribuire a tale capacità un valore etico: l'"etica hacker" (Himanen 2001).

Riferimenti bibliografici

- Callegarin G., 1993: *Nuovo corso di Informatica*, vol. I, CEDAM, Padova
- Calvani A., 1989: *Didattica della scrittura con il Word Processor: aspetti teorici e applicativi*,
in Id.(a cura di), *Scuola, computer, linguaggio*, Loescher, Torino, pp.51-100
- Fierli M., 2003: *Tecnologie per l'educazione*, Laterza, Roma-Bari
- Flores F., Winograd T., 1987: *Calcolatori e conoscenza. Un nuovo approccio alla progettazione delle tecnologie dell'informazione*, EST Mondadori, Milano
- Himanen P., 2001: *L'etica dell'Hacker e lo spirito dell'età dell'informazione*, Feltrinelli, Milano
- Levy P., 1997: *Il virtuale*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2002
- Maragliano R., 1998a: *Nuovo manuale di didattica multimediale*, Laterza, Roma-Bari
- Maragliano R., 1998b: *Tre ipertesti su multimedialità e formazione*, Laterza, Roma-Bari
- Mumford L., 1961: *Tecnica e cultura*, Il Saggiatore, Milano
- Papert S., 1994: *Mindstorms. Bambini, computers e creatività*, Emme Edizioni, Milano
- Parisi D., 2001: *Simulazioni. La realtà rifatta nel computer*, Il Mulino, Bologna.
- Parisi G., 1991: *APE: un computer superveloce*, in G.Cortini (a cura di), *Percorsi di Fisica*,
La Nuova Italia, Firenze, pp.115-126
- Pontecorvo C., Taffarel L., Zuccheromaglio C., 1989: *Il computer come strumento di educazione alla riflessione metalinguistica* in A.Calvani (a cura di) *Scuola, computer, linguaggio*, Loescher,
Torino, pp. 161-231
- Simon H., 1984: *La ragione nelle vicende umane*, Il Mulino, Bologna.
- Simone R., 2000: *La terza fase. Forme di sapere che stiamo perdendo*, Laterza, Roma-Bari
- Turner G.L'E., 1991: *Strumenti di calcolo* in AA.VV., *Storia delle scienze*, vol. I, *Gli strumenti*,
Einaudi, Torino, pp.246-61.

