

I computer

I circuiti computerizzati che negli anni sessanta sarebbero costati qualche miliardo e che in termini di spazio, avrebbero riempito stanze su stanze, possono essere oggi realizzati con poche migliaia di lire e la loro dimensione è stata miniaturizzata a qualche millimetro. In corrispondenza di questi cambiamenti si è verificato un aumento impressionante della diffusione di piccoli computer fra il grosso pubblico: i bambini sembrano particolarmente attratti da questa tecnologia; i video-giochi sono diventati un'attività di massa (oltre tutto molto controversa); pur in epoca di tagli di spese, le scuole hanno acquistato computer all'impazzata: più della metà di esse, negli Stati Uniti ne è fornita¹. Campi-scuola sui computer si sono moltiplicati in tutto il paese e molti ragazzi (il 18% in California, secondo una stima fatta dal California Department of Education²), dispongono di *home computers*: non solo per video-giochi ma veri calcolatori programmabili. Si tratta quindi di un mezzo di comunicazione importante nella vita dei ragazzi.

Collegamenti con la televisione

Come per i video-giochi, i motivi per cui i computer esercitano sui ragazzi tanta forza di attrazione potrebbero essere dovuti in parte all'esperienza televisiva. Il

collegamento fra televisione e computer sembra essere rilevato dai ragazzi stessi. In una serie di interviste fatte per un film sui ragazzi e i computer un bambino disse: «E' come imparare e guardare al tempo stesso la televisione». Altri hanno rilevato invece delle differenze, paragonabili a quelle fra televisione e video-giochi, di cui ho parlato nel precedente capitolo. Ad esempio un ragazzo disse: «La televisione fa quello che vuole lei. Il computer fa quello che voglio io». Il commento di un altro ragazzo fu analogo: «E' divertente perché si può comandare. La televisione no». Si è accusata la televisione di deprimere la fantasia; un ragazzo vide in questo la differenza fra televisione e computer: «Con la televisione non si deve parlare; non si deve rappresentare niente di quello che passa per la testa»³.

La preferenza dei ragazzi per i computer, rispetto alla televisione, fu unanime proprio come accadde fra i ragazzi da me intervistati sulle loro preferenze fra i videogiochi e televisione. (I ragazzi intervistati per il film avevano usato dei computer in classe, tanto sotto forma di giochi, quanto con altre funzioni).

La prima volta che mi resi conto della correlazione psicologica fra televisione e computer fu nell'ambito della mia esperienza familiare: quando decidemmo di comprare un computer la quantità di tempo che mio figlio passava prima davanti al televisore diminuì sensibilmente. Uno studio condotto da Jaakov Kareev su altri due bambini ha confermato la mia osservazione⁴.

E' possibile interpretare questo fenomeno nel senso che ai bambini piace il dinamismo televisivo, ma a un ruolo passivo preferiscono un ruolo di partecipazione interattiva, e ciò rappresenta in sostanza un ampliamento della mia argomentazione riportata nell'ultimo capitolo, trasferibile dai videogiochi al computer in generale.

Dean Brown, un pioniere nello sviluppo della tecnologia computerizzata, ha definito il computer come l'invenzione più stupefacente perché assomma in sé, in ma-

niera unica, una serie di caratteristiche: esso è (1) dinamico, (2) interattivo e (3) programmabile⁵. La radio, in confronto alla stampa, possiede un dinamismo uditivo: essa cioè rappresenta i suoni in tempo reale, con tutte le loro qualità dinamiche. La televisione e il cinema agguingono a questo, la caratteristica del dinamismo visivo. Tuttavia né radio né televisione sono interattivi e programmabili. I computer sfruttano il dinamismo della televisione, con l'aggiunta delle altre due caratteristiche.

La qualità interattiva del computer può essere illustrata in maniera molto semplice con i video-giochi: il giocatore influisce su ciò che accade sullo schermo e gli sviluppi sullo schermo determinano a loro volta le successive possibili mosse del giocatore. Pertanto il controllo e la possibilità di intervento sul gioco sono a doppio senso, dal giocatore al computer e viceversa. Lo stesso vale per l'apprendimento guidato dal computer dove, al livello più semplice, il computer pone il problema, l'allievo risponde, e il computer fornisce il *feedback* per quella specifica risposta. A un livello di apprendimento leggermente più complesso la risposta dell'allievo può influenzare la scelta del problema successivo. Come nei video-giochi, il computer fornisce un percorso a due sensi.

La terza caratteristica, la programmabilità, interviene principalmente nell'attività della programmazione del computer. Anche qui l'attrattiva esercitata sui ragazzi da questo elemento può derivare dalla loro esperienza televisiva. Herbert Kohl commenta le scelte di programmazione dei ragazzi:

« Ho rilevato che la capacità di comporre musica, di sviluppare immagini, di animarle, di controllare gli effetti del colore, sono gli aspetti della programmazione che suscitano fra i giovani il maggior interesse. In questo modo essi possono ribaltare la situazione rispetto alla TV: costruire dei programmi anziché ricevere passivamente quelli fatti da qualcun altro »⁶.

Tre importanti impieghi della tecnologia dei computer

da parte dei ragazzi sono l'apprendimento dei programmi di base, del « sistema di scrittura » e della programmazione, che, pur servendosi tutti della qualità interattiva del computer, differiscono l'uno dall'altro per la quantità di controllo che consentono al ragazzo che li impiega. Nell'apprendimento dei programmi di base è il computer che, pur rispondendo al ragazzo, ha decisamente il comando: è il computer che programma il bambino (anche se in misura che varia da programma a programma). Nel « sistema di scrittura » il programma del computer fornisce uno strumento⁷ mentre il ragazzo crea il materiale - testo - su cui lo strumento interviene, e decide come usarlo per dar forma al materiale. Nella programmazione il ragazzo istruisce il computer su cosa fare, usando uno speciale linguaggio che il computer può comprendere.

Apprendimento del « sistema di base » (*Software*)

Istruzione-apprendimento guidati dal computer

Sebbene la linea di demarcazione fra video-giochi e apprendimento del « sistema di base » si sia fatta via via più incerta nel tempo, tuttavia i programmi originari di apprendimento e addestramento sono stati sperimentati e sviluppati sotto il nome di « apprendimento guidato dal computer ». Questi, che datano da prima della attuale tecnologia del computer con i suoi grafici animati, sono prevalentemente programmi di domanda-risposta, dove il computer pone il problema, dà allo studente un elenco di possibili risposte e poi gli comunica se la risposta da lui scelta è giusta. Programmi di questo tipo sono in genere efficaci per i bambini, come supplemento alla didattica tradizionale, ad esempio, in matematica e lingue⁸.

Il limite più evidente di questi programmi consiste nel fatto che essi consentono solo l'esercizio di capacità

già presenti, e non insegnano niente di nuovo. Pertanto il loro impiego migliore è presso studenti che già posseggono le capacità di base in questione. Un esempio di questo ci viene da uno studio dove furono sperimentati in modo sistematico nelle scuole elementari di Los Angeles una serie di programmi di esercitazioni in matematica, lettura e lingue⁹. Gli esercizi di matematica, dove gli studenti avevano già le nozioni di base, risultarono notevolmente più efficaci di quelli di lettura: alcuni studenti infatti non leggevano abbastanza bene da giovare di quei programmi: « essi infatti li aiutavano a fare esercizio di lettura, ma non potevano insegnare loro a leggere. Questa distinzione naturalmente non è rigida: gli esercizi infatti possono essere usati in maniera efficace solo per l'insegnamento di certe nozioni - come ad esempio il vocabolario - che si prestano a un modello di risposta a scelta multipla.

Lo studio condotto a Los Angeles riguardava un gruppo di bambini appartenenti a una comunità economicamente depressa e sebbene le esercitazioni si dimostrassero più efficaci per alcune materie che per altre, i bambini che usavano il computer ottenevano, sotto certi aspetti, risultati migliori in tutte le materie, di quanto non accadeva ad altri che frequentavano la stessa scuola ma che non se ne servivano. Questo fenomeno illustra un tema importante che spesso emerge: al pari della televisione, l'apprendimento mediante computer non è utile ed efficace soltanto fra i bambini del ceto medio: lo è altrettanto per quelli che provengono da ambienti culturalmente deprivati. Al pari dei mezzi elettronici che li hanno preceduti, i computer svolgono la loro efficacia nei confronti di individui provenienti dagli ambienti più vari, e si dimostrano strumenti utili anche per l'insegnamento a bambini con difficoltà di apprendimento¹⁰: risulta evidente che essi sono in grado di raggiungere quei bambini su cui i vecchi e più tradizionali metodi didattici non hanno fatto presa.

I programmi di esercizi utilizzano solo in minima parte le potenzialità specifiche del computer: essi simulano infatti il criterio del libro di testo. Due tuttavia sono i vantaggi direttamente attribuibili al computer: l'individuazione di domande in base al livello di capacità dello studente e la risposta istantanea.

La risposta (feedback) fornita dal computer non è soltanto istantanea ma è anche totalmente impersonale, e ciò, da un punto di vista psicologico, rappresenta un vantaggio: l'errore diventa infatti qualcosa da cui si può trarre un insegnamento e non qualcosa che deve essere temuto. Per dirla con le parole di un bambino di 7 anni « il computer non mi sgrida ». E non ha neanche alunni prediletti. In realtà il computer abbassa il prezzo pagato all'errore, tanto in termini reali quanto psicologici, in tutti i campi di applicazione. Questo è un aspetto molto importante, perché gran parte dei comportamenti negativi a scuola nascono dalla paura dell'errore e dall'insuccesso¹¹.

L'insegnamento mediante modelli

Un'altra categoria di programmi di apprendimento utilizza ulteriori caratteristiche tipiche del computer e implica in qualche modo la costruzione di modelli. Un esempio molto semplice di come un modello possa essere impiegato per l'insegnamento è il gioco di *Harpoon*, progettato da James Levin, e che consiste nel determinare la posizione di un pescecane, calcolando i punti su due coordinate cartesiane.

« I giocatori devono determinare la posizione del pescecane a sinistra e a destra, e quindi in alto e in basso. Una volta trovati i due numeri, una fiocina attraversa lo schermo fino alla posizione così individuata. Se il punto è abbastanza vicino al pescecane, l'arpione lo colpisce e il pescecane sparisce dallo schermo; se invece lo manca, si verifica uno "splash" sullo schermo, come segnale del

punto individuato e i giocatori possono riprovare, servendosi di quel segnale come "feedback" »¹².

Il gioco raffigura la caccia al pescecane in uno spazio oceanico bi-dimensionale: si tratta di un modello spaziale per insegnare a costruire una mappa bi-dimensionale, partendo dalla posizione per arrivare al numero. In una versione più semplice dello stesso gioco il pescecane si muove in uno spazio uni-dimensionale e i bambini devono valutare la posizione su una sola coordinata.

Levin ha sperimentato questo gioco con bambini di 10 anni, che lo trovano molto stimolante. Per valutare l'apprendimento disponiamo dei risultati ottenuti nella forma semplificata, vale a dire nella versione uni-dimensionale del gioco. Levin riferisce che nell'arco di dieci partite le prestazioni dei bambini vanno dalla pura casualità fino a un alto grado di precisione.

Il processo di apprendimento

Forse ancor più interessanti di questo rapido apprendimento sono i processi cognitivi e sociali che si accompagnano al graduale livello di precisione raggiunto dai bambini. Sul versante cognitivo spesso essi prendono le mosse dalla loro visione personale del compito da svolgere: ad esempio, alcuni all'inizio si comportavano come se l'arpione dovesse incrociare il pescecane, anziché colpirlo e fermarsi. Pertanto un modello tematico (in questo caso, la caccia al pescecane) mentre da una parte può motivare e facilitare l'apprendimento, dall'altra può interferire con l'obiettivo principale dell'apprendimento (in questo caso, il calcolo della posizione su due coordinate). Contemporaneamente questo tipo di situazione consente ai bambini di verificare diverse ipotesi sulla natura del compito come viene definito dal programma del calcolatore, e tale verifica rappresenta in sé un tipo di apprendimento molto importante.

Sul versante della vita sociale, Levin e Kareev hanno osservato, in un doposcuola dove si svolgevano attività con il calcolatore, la seguente sequenza:

« Dapprima un bambino lavorava insieme ad altri compagni, e ricorreva liberamente all'aiuto dell'adulto quando si trovava di fronte a un programma nuovo. In un secondo momento i bambini lavoravano tutti insieme senza la partecipazione diretta dell'adulto, e ricorrendo al suo aiuto soltanto quando non riuscivano ad andare avanti. Infine il bambino lavorava o con un amico o da solo, cercando, se possibile, di rendere via via il compito più stimolante »¹³.

Questa sequenza dimostra quanto l'attività collaborativa giovi all'apprendimento e quanto il computer promuova questo tipo di attività. Il comportamento collaborativo sembra esprimersi principalmente quando i computer sono in numero inferiore rispetto ai bambini, e quindi devono essere usati da più bambini insieme¹⁴. Pertanto, in certe situazioni, lo stereotipo così largamente diffuso del computer come tecnologia essenzialmente asociale non trova conferma.

La sequenza descritta illustra anche l'attrattiva esercitata dalla difficoltà: in *Harpoon* i giocatori più esperti riducono di solito le dimensioni del pescecane, rendendo così più difficile colpirlo. Via via che il pescecane diventa più piccolo, essi sviluppano una capacità di valutazione numerica sempre più precisa. Ai bambini non piace continuare un'attività quando hanno raggiunto un livello ottimale di esecuzione: essi cercano nuove difficoltà con cui confrontarsi. *Harpoon* illustra come questa caratteristica dei bambini possa essere sfruttata nei giochi didattici, allo stesso modo che nei giochi di solo divertimento. La caratteristica del computer, di tenere il passo con le capacità via via sviluppate dal bambino rappresenta uno dei vantaggi principali del suo impiego come strumento didattico.

Simulazione con il computer

Il modello semplificato di *Harpoon* non intende naturalmente insegnare ai bambini la caccia al pescecane. Un altro modello di gioco, in genere più complesso, promuove l'apprendimento di situazioni o di sistemi della vita reale, e viene definito una simulazione. *La Guida all'uso Didattica dei Computer* di Atari ci consente di dare uno sguardo generale alle possibilità didattiche della simulazione con il computer:

Simulazione con il computer

« Gli effetti sull'economia delle scelte politiche nel campo delle risorse energetiche nazionali; la sopravvivenza di una mandria di caribù; un esperimento scientifico in laboratorio; l'economia di una piccola azienda; l'insediamento di una colonia spaziale; l'ecosistema di un laghetto: praticamente qualunque sistema può essere rappresentato da formule che esprimono in che modo tutte le componenti di quel sistema sono intercorrelate. La simulazione, in questo caso, consente allo studente di modificare una o più variabili, valutandone le conseguenze sul resto del sistema. In che maniera la discarica incontrollata di rifiuti altera la qualità dell'acqua e si ripercuote sulle forme di vita nel lago? Quali saranno i provvedimenti più efficaci per ripristinare la qualità dell'acqua? e in quanto tempo? Il computer diventa così un laboratorio sperimentale, variabile all'infinito, per l'esplorazione di nozioni apprese »¹⁵.

Uno dei primi giochi di simulazione realizzati per i bambini più piccoli si chiama *Lemonade Stand*. All'inizio il giocatore deve fare rifornimenti per preparare la limonata (che viene fornita dalla mamma). Il programma dà informazioni sulla domanda di limonata da parte del consumatore (una specie di previsione del tempo) e in base a queste il giocatore deve decidere quanta limonata fare e a che prezzo venderla. A questo punto il com-

puter calcola il profitto realizzabile alle condizioni stabilite dal giocatore. A livelli successivi la madre cessa l'approvvigionamento di zucchero, e le decisioni del giocatore devono prevedere anche il prezzo fluttuante di questo. Lo scopo di *Lemonade Stand* è la massimalizzazione del profitto.

Questa simulazione si basa su un modello della vita reale familiare a molti bambini piccoli - il chioschetto delle bibite; è volta a far loro superare la conoscenza quotidiana che esso rappresenta per allargare la comprensione alle relazioni che intercorrono fra variabili quali costo e profitto, offerta e domanda, e permette ai più piccoli non solo di comprendere discussioni astratte su profitti, perdite ecc. ma anche di apprendere, attraverso il fare, in che maniera operino le singole variabili economiche.

E' probabile che questa conoscenza concreta orientata all'azione serva da fondamento per la successiva comprensione dei concetti a un livello di astrazione superiore. Potrebbe darsi che un programma come *Lemonade Stand* non soltanto consenta ai bambini un più rapido apprendimento di certi concetti, (il che non rappresenta necessariamente un vantaggio) ma che ne permetta loro, in un secondo tempo, (per esempio frequentando le scuole superiori o una facoltà di economia) un apprendimento più facile e approfondito per averne sperimentato l'impiego attivo in una situazione concreta. Questa sequenza di apprendimento richiede ancora delle indagini: è infatti necessario fare ulteriori ricerche per sapere quali nozioni i bambini di diverse età traggono da simulazioni del tipo di *Lemonade Stand*, e se effettivamente queste conoscenze possono facilitare più tardi l'apprendimento degli stessi concetti a un livello di astrazione superiore.

Lemonade Stand si basa sulla esperienza quotidiana dei bambini e la amplia. Lo stesso vale per simulazioni che si basano su argomenti trattati per la prima volta a

scuola. Un esempio di ciò ci viene dal *Gompers Secondary Center* di San Diego dove, dopo la gita annuale sul territorio delle balene, ci si esercita in classe con un gioco simulato sulla migrazione della balena grigia della California, elaborata dal Ministero dell'Istruzione di San Diego. Il computer costituisce quindi un mezzo supplementare in quella che è ormai divenuta un'esperienza « *multi-media* », che combina insieme la discussione in classe con l'osservazione reale¹⁶.

In che cosa consiste il valore dell'osservazione potenziata con la simulazione al computer? Questa domanda è stata valutata in maniera sistematica in uno studio che prendeva in esame il ruolo della simulazione computerizzata nell'insegnamento della fisica alle scuole superiori¹⁷. Furono predisposti degli esperimenti che potevano essere eseguiti tanto in laboratorio quanto sul computer. Un gruppo di studenti li sperimentò soltanto sul computer e un altro soltanto in laboratorio; un terzo gruppo si servì di entrambi, eseguendo ogni esperimento in laboratorio, ma usando il computer per la raccolta dei dati necessari per l'analisi. L'uso combinato di questi due mezzi si rivelò il più efficace, come ha dimostrato il maggior numero dei risultati valutati: in questo gruppo infatti gli esperimenti furono portati a termine nella maniera più efficace e le votazioni agli esami furono le migliori. Il computer usato da solo era il mezzo più efficace per insegnare come gestire le relazioni esistenti fra le variabili di laboratorio. (Si tratta di una versione, a livello superiore, dei risultati che si vorrebbero ottenere fra i più giovani con *Lemonade Stand*). Nessun risultato conseguito dal gruppo che si servì solo del laboratorio - fra tutti quelli presi in esame - fu superiore a quelli degli altri due gruppi. In questo senso il computer non fa eccezione alla regola - di cui parlerò nel prossimo capitolo - secondo cui l'approccio a una materia di apprendimento con una molteplicità di mezzi è spesso il metodo più efficace.

Il « programma che apprende »

I « programmi che apprendono » sono esclusivi del mezzo computerizzato, e derivano direttamente dalla sua programmabilità. Un esempio in questo senso ci viene da un gioco chiamato *Animals* che illustra le possibilità di apprendimento del computer, affidando un ruolo di primo piano al giocatore anziché alla macchina. *Animals* ricalca il vecchio modello del gioco delle venti domande. La difficoltà sta nel fatto che all'inizio il computer conosce soltanto due animali e il giocatore deve insegnargli i nomi e le caratteristiche di tutti quelli che egli desidera introdurre nel gioco. Il gioco mira in sostanza a insegnare la logica delle relazioni di categorie e al tempo stesso impone al giocatore di creare un campo di conoscenze strutturato logicamente: il giocatore deve creare le conoscenze che il computer utilizzerà poi nel gioco. *Animals* è un esempio di come - a differenza della stampa, della radio e della televisione - la tecnologia interattiva del computer offra al bambino quel ruolo attivo così importante nel processo di apprendimento.

Sistema di scrittura (*Word Processing*)

Ho scritto questo libro servendomi di un « sistema di scrittura » programmato per un computer Apple II Plus: da qui Seymour Papert ha preso le mosse per evidenziare come il « sistema di scrittura » rappresenti un uso adulto, e addirittura professionale, del computer messo a disposizione dei bambini¹⁸.

Il « sistema di scrittura » ha rappresentato il mio primo contatto diretto con i computer, e sono rimasta colpita dai cambiamenti che esso ha provocato nei miei processi mentali e nella mia capacità produttiva: scrivere diventava più veloce e più facile; la revisione del testo diventava un piacere e non più una noia. Pensai che gli effetti sui bambini dovevano essere altrettanto sconvol-

genti; è stato così che ho cercato di mettermi in contatto con persone che svolgevano ricerche sull'utilizzazione del « sistema di scrittura » da parte dei bambini, e mi sono resa conto che a tutt'oggi non sono state fatte ricerche sistematiche in questo senso; situazione che del resto si estende all'intero settore relativo ai bambini e ai computer. Non tutti coloro con cui ho parlato a questo proposito concordavano sul fatto che gli effetti fossero sensazionali; tuttavia ho riscontrato in questo settore un più diffuso riconoscimento di effetti positivi rispetto ad altri di cui mi sono occupata in questo libro.

Nel « sistema di scrittura » (detto anche costruzione del testo) ci si serve della tastiera del computer come si fa con una macchina da scrivere. La differenza consiste nel fatto che il prodotto iniziale è visualizzabile sullo schermo, anziché sul foglio di carta. Dato che il testo così creato mentre compare sullo schermo viene contemporaneamente immagazzinato nella memoria del computer, è possibile operare correzioni e modifiche elettronicamente, senza bisogno di fare cancellature o segnacci. Allo stesso modo è possibile anche rimaneggiare lo scritto, spostando parole, paragrafi, o addirittura pagine intere da una parte all'altra del testo, con poche battute di tasti. Il costo dell'errore quindi è ridotto al minimo. Per ottenere quella che si chiama una « hard copy » (vale a dire il testo stampato sulla carta) si collega il computer con una stampante che mette il testo memorizzato (e trasferito successivamente su cassetta o su disco) in forma dattiloscritta. Attraverso comandi elettronici del computer si stabilisce il formato della pagina stampata: margini, sottolineature, ecc. E' possibile stampare una data parte del testo con un formato diverso, senza doverlo ribattere ma variando semplicemente i comandi di formato. Analogamente, la revisione del testo non implica la ribattitura integrale, ma il semplice richiamo della versione originale, conservata su nastro o su disco, su

cui si apportano le modifiche necessarie, come sopra specificato.

I miei primi dati reali relativi ai bambini e ai « sistemi di scrittura » mi sono pervenuti da Jan Austin, una maestra elementare della California del Nord. Essa aveva dato ai suoi alunni di terza e quarta elementare il compito di scrivere un libro sui nativi dell'America utilizzando il computer. Il libro fu scritto con successo e fu anche distribuito al di fuori delle classi. Questo risultato fu già di per sé notevole, perché si trattava di un progetto di scrittura molto più ampio di quanto i ragazzi non avessero mai intrapreso prima; ma ciò che fu ancora più importante fu il fatto che si trattò dello scritto migliore che essi avessero mai elaborato nel corso dell'anno. Il lavoro risultò molto approfondito perché, secondo l'eloquente espressione della Austin « ai bambini era stata risparmiata la fatica della scrittura ».

Uno dei motivi che contribuirono maggiormente a migliorare la qualità della composizione, era rappresentato dalla disponibilità e dal desiderio dei bambini di rivedere il testo, stimolati dalla facilità con cui il computer lo rendeva possibile. Le revisioni furono numerose e forte l'interesse manifestato dai bambini per l'ortografia e per la sperimentazione dei vari formati di stampa; l'insegnante fu anzi costretta alla fine, a insistere perché essi sospendessero queste prove e stampassero il prodotto finale. Anche allora i bambini si lamentarono che, se l'insegnante avesse loro concesso ancora un giorno, il libro sarebbe stato molto migliore. E pensare che si trattava degli stessi bambini che, prima dell'avvento del computer, dovevano essere scongiurati perché facessero la benché minima correzione.

L'uso del computer favorì inoltre la cooperazione fra i bambini impegnati nel comune progetto di composizione. Stando alle parole dell'insegnante, essi avevano avuto problemi di rapporti, ma il computer li aveva amalgamati: c'erano sempre tre o quattro bambini intorno

alla macchina, che, insieme, lavoravano al libro. Abbiamo già visto come questo mezzo favorisca la collaborazione. Ciò tuttavia non accade quando bambini e computer si equivalgono numericamente: la scrittura in sé assorbe così tanto il bambino da distoglierlo da qualsiasi tipo di attività collaborativa¹⁹. Sembra invece che ciò che spinge i bambini a lavorare insieme sia la necessità di dover condividere un'unica macchina.

Come i computer possono, nelle circostanze appropriate, favorire il lavoro intellettuale in collaborazione, risulta evidente nel « sistema di scrittura ». Lo schermo infatti pubblicizza i processi mentali individuali, rendendoli evidenti a tutti coloro che lo osservano: esso trasforma cioè la scrittura in un oggetto fisico di facile osservazione, su cui anche gli altri possono intervenire in vari modi. In questo senso il computer trasforma l'attività privata della scrittura in un'attività potenzialmente pubblica e sociale.

Perché si verifichi un processo di revisione allargato del testo sembra particolarmente necessario che esso venga composto in gruppo, con gli stimoli provenienti dai punti di vista di altri bambini. Una ricerca condotta alla Bank Street College of Education di New York ha rilevato che studenti delle scuole secondarie che usavano il computer per elaborare composizioni individuali, tendevano a trattarlo come se fosse stato una penna e un foglio di carta elettronici: essi dedicavano cioè la maggior parte del tempo alla elaborazione del testo e molto meno alla revisione. Tuttavia, anche in questo caso si notava che i ragazzi effettuavano revisioni spontanee in misura maggiore di quanto normalmente non accadesse senza il computer. Forse, alla lunga, ciò che più conta non è tanto il verificarsi della revisione spontanea, quanto il fatto che l'insegnante possa *richiedere* una revisione più ampia quando i ragazzi utilizzano la macchina²⁰.

Un altro punto interessante, emerso dalla ricerca del-

la Bank Street, riguarda l'utilità che ebbe l'uso del « sistema di scrittura » per una bambina con problemi comportamentali. Essa fu inserita in un corso che utilizzava quel sistema, e lo frequentò con tanto entusiasmo, che lo proseguì anche quando fu terminato. In altre situazioni, studenti con problemi di apprendimento quando hanno avuto la possibilità di accedere a un computer hanno migliorato notevolmente le loro capacità di scrittura²¹.

Gli studenti delle scuole superiori sembrano nutrire per il « sistema di scrittura » tanto entusiasmo quanto i più giovani. (Addirittura, secondo Midian Kurland i ragazzi lo amano tanto che non si scoraggiano neanche se non sanno scrivere a macchina). Julie McGee, Direttrice del centro di apprendimento con il computer alla Lyons Township High School nell'Illinois, riferisce che gli studenti ne sono letteralmente affascinati e sono altamente motivati all'apprendimento del suo uso²²: essi *vogliono* scrivere perché il computer rende la scrittura meno faticosa; e si dimostrano disposti a rivedere e a correggere gli errori commessi. Anche la McGee ha rilevato che il « sistema di scrittura » favorisce il lavoro di gruppo: i suoi alunni infatti lo usano per produrre una pubblicazione annuale: come accade ai bambini più piccoli infatti, anche ad essi piace avere un prodotto stampato e si aiutano a vicenda in questo lavoro.

Scrivendo con il computer, ho riscontrato anche su di me tutte queste reazioni, e sarei molto sorpresa se ciò non accadesse anche ad altri adulti. Mi risulta al contrario che una fitta schiera di scrittori è stata attratta dal « sistema di scrittura » computerizzato. Nel luglio 1982 apparve un articolo sul « *Los Angeles Times* » che parlava di un centro dove è possibile affittare a ore « sistemi di scrittura » estremamente perfezionati. Il titolo di testa era: « Un romanzo con il "sistema di scrittura": il centro affitta a ore computer agli appassionati ». Un cliente, Philip Friedman, noto autore di film, disse:

« Con questo sistema riesco a fare cose che mi sareb-

bero impossibili...; si può spostare tutto con estrema facilità, è possibile fare qualunque tipo di cambiamento, che altrimenti richiederebbe la ribattitura a macchina dell'intero manoscritto; l'effetto visivo è di grande aiuto. Tutti questi elementi si armonizzano bene e in modo che sarebbe impossibile senza un intero plotone di dattilografe. Sento che mi aiuta ad allentare la tensione, a desiderare di sperimentare cose diverse e a fidarsi che tutto si realizzerà nel migliore dei modi »²³.

Benché non disponiamo di dati che ci consentano di fare un confronto diretto, gli effetti fondamentali del « sistema di scrittura » sembrano, sotto molti aspetti, analoghi nei bambini e negli adulti.

Sebbene la maggior parte dei progetti di utilizzazione del « sistema di scrittura » da parte dei bambini siano in fase di studio e di controllo, al fine di valutarne gli effetti sulla scrittura, non disponiamo ancora dei risultati. Da uno di essi, tuttavia, emergono già dati importanti. James Levin e i suoi colleghi hanno raffrontato due classi di bambini di terza e quarta elementare: una classe aveva lavorato per quattro mesi con uno speciale « sistema di scrittura » computerizzato appositamente elaborato per bambini; l'altro aveva fatto soltanto la normale esperienza scolastica di scrittura. All'inizio e alla fine dei quattro mesi ad ogni classe fu dato un tema da svolgere (con carta e penna, e non con un computer) in un dato periodo di tempo. Le composizioni « prima » e « dopo » furono poi analizzate e confrontate in termini di lunghezza (numero di parole) e di qualità generale (con particolare attenzione all'aderenza al tema dato e all'organizzazione dello scritto).

Fu riscontrato un aumento del 64% del numero di parole, nei temi della classe che aveva lavorato con il computer; nei temi dell'altra classe invece non si riscontrarono aumenti. L'uso del computer si tradusse anche in un miglioramento della qualità della composizione: su una scala di votazioni da 0 a 5, nella classe che aveva utilizzato il « sistema di scrittura » il punteggio medio

aumentò da 2 a 3,09, mentre nell'altra classe non vi furono variazioni di punteggi²⁴. (Ignoriamo in quale misura questi risultati fossero dovuti a un maggior esercizio di scrittura svolto nella classe che aveva usato il computer, e in quale misura fossero invece dovuti al semplice uso di esso. Tuttavia, dal momento che l'impiego di questo strumento invoglia gli studenti a dedicare più tempo alla scrittura, in entrambi i casi i risultati sono dovuti al mezzo in sé e ne rappresentano un aspetto).

In realtà questi dati non rendono forse pieno merito agli effetti dell'uso del computer perché la verifica si è svolta con il metodo di scrittura tradizionale: ritengo che essi sarebbero più evidenti se i bambini abituati a lavorare con il computer venissero sottoposti a una prova di scrittura *con* quello stesso mezzo. Il confronto fatto in questo studio è più equo per i bambini che non si erano serviti del computer, ma non ci dice niente sulla sua effettiva efficacia come strumento di scrittura. La mia esperienza personale ha confermato i dati di questo studio: dopo avere scritto per qualche tempo con il computer mi sembrò più facile comporre un testo su una tradizionale macchina da scrivere. Tuttavia scrittura e revisione del testo sulla macchina da scrivere rimanevano operazioni meno fluide e meno facili di quanto non lo fossero con il computer. La più chiara verifica dell'utilità e della potenza di uno strumento è resa possibile dall'osservazione del lavoro che si può compiere *con* quello strumento, e non *senza* di esso.

Levin e i suoi colleghi hanno anche studiato dettagliatamente i processi di collaborazione che si sviluppano intorno al « sistema di scrittura » computerizzato. I bambini lavorano in coppia, traendo da questa situazione dei grandi benefici:

« Spesso quando un bambino si blocca sullo scrivere il compagno, partendo da un diverso punto di vista, può risolvere il problema suggerendo un approccio alternativo. In questo modo chi dei due si trova in difficoltà non

solo beneficia di una soluzione al suo problema immediato, ma sperimenta modalità alternative di pensiero »²⁵.

Il lavoro in coppia riduceva notevolmente anche le richieste fatte all'insegnante in termini di tipo di attenzione da dedicare ai ragazzi: infatti la maggior parte dei problemi che nascevano per l'uno potevano essere facilmente affrontati dall'altro senza che l'insegnante dovesse intervenire, consentendogli di avere più tempo per fornire un aiuto mirato ai bisogni individuali degli studenti.

Questo studio dimostra quindi che il computer e la collaborazione da esso favorita consentono all'insegnante di individualizzare l'istruzione, più di quanto non riescano a fare i metodi tradizionali, adattando i compiti ai bisogni e alle capacità dei singoli ragazzi. Man mano che uno studente acquista esperienza, l'aiuto dell'insegnante può venire progressivamente ridotto, trasformandosi in un sistema di « sostegno dinamico » che varia al variare dei bisogni dell'allievo. Anche il computer può fornire un aiuto individualizzato e flessibile, proponendo una gamma di composizioni di complessità diversificata: ad esempio, ai principianti veniva assegnato il compito di mettere la parola giusta al posto dei puntini, in storie già elaborate; ai ragazzi di livello intermedio venivano assegnate storie da completare; e i ragazzi di livello più avanzato dovevano elaborare una storia *ex novo*. Questa individualizzazione dell'insegnamento è un fattore che determina in modo significativo il valore dei computer come strumenti di apprendimento.

Seymour Papert nel suo libro *Mindstorms* evidenzia il motivo per cui i « sistemi di scrittura » computerizzati suscitano tanto più entusiasmo per la scrittura di quanto non facciano gli strumenti tradizionali:

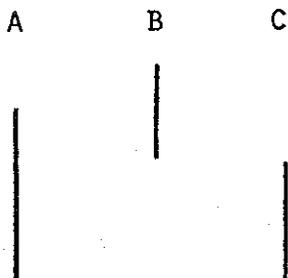
« Per me scrivere significa fare una brutta copia, la cui stesura definitiva richiede molto tempo. La mia immagine di me come scrittore contiene l'immagine inevitabile di una prima copia "inaccettabile", che si sviluppa

via via, attraverso successive stesure, in una stesura presentabile. Se io fossi un semplice studente non sarei in grado di affrontare il lavoro che questa immagine comporta. L'atto materiale della scrittura sarebbe lento e laborioso; non avrei segretarie cui delegare parte del lavoro. Così, per la maggior parte dei ragazzi la ristesura di un testo è talmente faticosa che la prima copia diventa anche l'ultima e in tal modo non viene mai acquisita la capacità di una rilettura critica. Questa situazione cambia sostanzialmente quando i bambini possono accedere a dei computer che consentono loro di intervenire sul testo. La prima copia viene composta sulla tastiera; le correzioni vengono eseguite agevolmente; la copia su cui si lavora è sempre chiara e ordinata. Mi è capitato di vedere un ragazzo che, da un totale rifiuto della scrittura, quando incominciò a scrivere con un computer passò a una situazione opposta (accompagnata da un repentino miglioramento della qualità) nel giro di poche settimane. Cambiamenti ancora più radicali si riscontrano quando il bambino ha degli handicap fisici che rendono la scrittura a mano più faticosa del normale, o addirittura impossibile »²⁶.

Il « sistema di scrittura » computerizzato e il pensiero

Molto più dibattuti degli effetti del computer sulla scrittura sono quelli sui processi del pensiero. Nel 1969 Sylvia Scribner pubblicò uno scritto - che voleva essere provocatorio - sugli effetti cognitivi del saper leggere e scrivere, in cui essa affermava che questa capacità costituisce, secondo Piaget, un fattore necessario per il conseguimento dell'ultimo stadio dello sviluppo cognitivo, vale a dire lo stadio delle operazioni formali²⁷. Uno dei fattori che differenziano le operazioni formali dalle operazioni concrete, caratteristiche dello stadio precedente, è la capacità di riformulare mentalmente proposizioni o affermazioni; allo stadio precedente infatti i bambini possono riformulare mentalmente solo oggetti concreti, non affermazioni astratte. Per i lettori che non avessero familiarità con la teoria di Piaget la figura 8 riformula

PROBLEMA OPERATIVO CONCRETO



QUALE E' IL PIU' LUNGO?

PROBLEMA OPERATIVO FORMALE

EDITH E' PIU' BASSA DI LILY

EDITH E' PIU' ALTA DI ANN

CHI E' LA PIU' ALTA?

questo stesso problema, presentandolo tanto a livello operativo concreto quanto a livello formale.

Questa ipotesi sugli effetti che il saper leggere e scrivere produce sulle operazioni formali si rifà a un'idea-chiave di Piaget: che lo sviluppo cognitivo cioè sia un prodotto della manipolazione attiva del mondo da parte del bambino. Ciò è chiaramente possibile per le operazioni concrete, dove il bambino può manipolare oggetti reali. Ma come può essere applicata alle capacità astratte, che sono l'essenza delle operazioni formali? La risposta, per la Scribner, sta nella scrittura, un processo mediante il quale proposizioni o affermazioni vengono esteriorizzate in una forma concreta, che consente quindi la loro rielaborazione nel processo della revisione. Essa rileva che nelle culture analfabete non sono mai state osservate operazioni formali, e cita inoltre alcuni dati secondo cui queste non si verificano in individui che non dispongano di un livello culturale di scuola superiore. Tuttavia è un dato di fatto che l'alfabetizzazione di base e addirittura il conseguimento di titoli di scuola superiore non bastano: la maggior parte degli studenti universitari, in America, infatti, non ha ancora raggiunto lo stadio delle operazioni formali così come vengono valutate nei test di Piaget.

La mia ipotesi è che non tutti gli studenti che hanno conseguito la maturità o che frequentano l'università hanno fatto abbastanza esperienza di revisione - vale a dire dei processi di riformulazione di un testo - per essere in grado di risolvere il tipo di problemi illustrati nella parte inferiore della figura 8; mentre ritengo che il « sistema di scrittura » computerizzato possa fornire a molti individui proprio questo tipo di esperienza. E' pertanto prevedibile che, dal momento che l'impiego dei computer per la composizione è sempre più diffuso, ciò migliorerà notevolmente le prestazioni mentali rispetto alla risoluzione di un problema formale che richiede l'elaborazione

di proposizioni astratte, da parte di un numero sempre maggiore di individui.

La composizione con il computer non basta di per sé a indurre un pensiero formale: è necessario anche il processo di revisione. Perfino nelle classi superiori soltanto una piccola minoranza di ragazzi quando viene loro insegnato a usare il computer riformula attivamente il testo. La revisione è più frequente fra i ragazzi più grandi e fra quelli che lavorano in gruppo. Una volta che i « sistemi di scrittura » computerizzati si siano maggiormente diffusi e siano più alla portata di tutti gli insegnanti potranno incitare gli studenti e fare un lavoro di revisione più sistematico: l'ipotesi da me avanzata sugli effetti del « sistema di scrittura » computerizzato sulle operazioni formali è valida esclusivamente nel caso in cui il computer venga impiegato per riformulare il testo, in un processo di stesura o di revisione²⁸.

Caratteristiche cognitive per l'uso del « sistema di scrittura » computerizzato

Come abbiamo detto in precedenza i meccanismi di base necessari per l'uso del « sistema di scrittura » computerizzato risultano molto facili ai bambini. Uno studio condotto sugli adulti fa luce su quali capacità i bambini devono possedere in questo senso: la capacità degli adulti ad apprendere e a usare questo strumento è risultata correlata prima di tutto con la memoria spaziale, e in secondo luogo con l'età. Migliore era la memoria spaziale di un individuo (la collocazione di oggetti) più facile risultava l'apprendimento dell'uso del mezzo. Lo stesso accadeva, in relazione inversa all'età dell'utente.

Se ci ricordiamo che, come abbiamo visto nei capitoli precedenti, i bambini acquistano le capacità spaziali guardando la televisione, allora l'importanza della memoria spaziale per l'impiego del computer nella composizione scritta, suggerisce l'ipotesi che le capacità acquisite attraverso il mezzo televisivo possano facilitare il lavoro

con il « sistema di scrittura » computerizzato in particolare, e con il computer in generale. Sebbene questo studio sia stato condotto solo su adulti, il fattore età indurrebbe a pensare che i bambini siano comunque avvantaggiati nell'apprendimento della tecnologia dei computer, quale che ne sia la ragione: vale a dire, tanto che questo vantaggio derivi dalla loro maggiore flessibilità mentale quanto dalla loro maggiore esperienza di televisione.

Nel « sistema di scrittura » il mezzo stampa viene impiegato nel contesto di un mezzo nuovo, il computer. Man mano che aumentava la diffusione dei mezzi elettronici e la stampa vedeva diminuire la sua importanza rispetto ad essi, si è affermato che le capacità di scrittura sono andate declinando. Sarà interessante vedere, via via che i computer diverranno più diffusi e più alla portata di tutti, se il « sistema di scrittura », con tutta la libertà che consente allo scrittore, sarà in grado di invertire questa tendenza²⁹.

Programmazione

Molti di coloro che considerano con ottimismo le potenzialità didattiche dei computer focalizzano la loro attenzione sulla programmazione.

In Francia un rapporto ufficiale governativo ha definito la programmazione con il computer una « disciplina-chiave », confrontabile, per importanza, alla padronanza della madre lingua e della matematica. E' stato proposto che la conoscenza dei computer divenisse una materia obbligatoria nell'istruzione secondaria, con 200 ore di insegnamento distribuite nell'arco di quattro anni. Molti educatori e genitori sottoscriverebbero questa proposta, e le ragioni di ciò vanno al di là del reale impiego sul computer delle capacità che così si sviluppano.

Come una volta si era soliti pensare dell'apprendimen-

to delle lingue classiche, così oggi la programmazione del computer viene spesso considerata una fonte di disciplina mentale, con degli effetti specifici sul piano cognitivo: essa esige cioè la descrizione ordinata e precisa di tutte le operazioni necessarie per il conseguimento di un fine desiderato; ai computer infatti manca quella capacità di intuizione che nella comunicazione umana di tutti i giorni dà anche alla indeterminatezza una possibilità di successo³⁰.

Per dirla con Papert, vogliamo vedere il bambino programmare il computer e non il computer programmare il bambino. E alcuni bambini intraprendono la programmazione con entusiasmo. Recentemente la stampa ha pubblicato notizie sensazionali su bambini programmatori: la rivista *Money*, ad esempio, nel 1982 pubblicò un articolo su adolescenti che facevano lauti guadagni come programmatori *part time* e ideatori di programmi per computer: i più giovani erano due ragazzi di 12 anni, che avevano ideato un programma per l'archiviazione dei dischi e avevano fatto una società per commercializzarlo³¹. La maggior parte dei ragazzi sono capaci di apprendere una programmazione semplificata; tuttavia le osservazioni fatte nella Bank Street School indicano che soltanto il 25% dei ragazzi delle elementari sono particolarmente interessati all'apprendimento della programmazione; in un altro 25% l'interesse e l'apprendimento sono molto scarsi. (Questi risultati si riferiscono a un particolare linguaggio del computer, il LOGO. Sebbene non esistano ricerche in questo senso, Sherman Rosenfeld ha evidenziato che la caratteristica non strutturata del linguaggio BASIC può risultare più facile del LOGO per i bambini più piccoli, il cui sviluppo cognitivo non consente di affrontare determinate strutture logiche complesse.

Quando i ragazzi si dedicano a una programmazione complessa il loro argomento preferito sono i videogiochi³². Vediamo così che questi dispiegano un altro importante e benefico effetto, oltre a quelli menzionati nel

capitolo precedente: offrono cioè la motivazione per apprendere la programmazione. Al di là di questa, l'esperienza di videogiochi dovrebbe fornire una conoscenza senso-motoria di ciò che deve essere programmato. La programmazione dei giochi rappresenta infatti un primo passo nella concettualizzazione simbolica e nella manipolazione di sistemi complessi. Dal momento che le capacità più astratte si fondano sulla concreta esperienza senso-motoria, i videogiochi possono fornire una solida base per la rappresentazione simbolica di sistemi complessi interattivi e dinamici.

Un programma per computer è fondamentalmente un insieme sistematico di istruzioni date al computer, che devono essere trasmesse in uno speciale linguaggio che esso è in grado di comprendere. Il LOGO è uno di questi linguaggi, ideato proprio per introdurre i ragazzi alla programmazione, e sviluppato da Papert e dai suoi colleghi al MIT (Massachusetts Institute of Technology). Dal momento che il computer non è in grado di operare inferenze, le istruzioni devono essere assolutamente esplicite: per dirla con un bambino di dieci anni della Bank Street School, « è uno stupido. Devo dirgli tutto ».

Anche questa caratteristica ha il suo lato positivo: un potenziale effetto dovuto alla necessità di esplicitare i processi logici nelle operazioni con il computer, quello di esprimere, e quindi rendere coscienti dei particolari procedurali che nella vita quotidiana vengono dati per scontati. Papert fa un divertente esempio di ciò traendolo dalla « geometria della tartaruga », un sistema per apprendere la geometria programmando il percorso di un'entità, detta tartaruga, con il linguaggio LOGO. Facciamo conto che un bambino voglia che la sua tartaruga (visibile sullo schermo come un triangolo luminoso) descriva un cerchio. Al bambino viene chiesto dapprima di fare lui la tartaruga spostandosi come dovrà poi fare l'animaletto, per compiere il cerchio. Questo potrà esprimersi in istruzioni del tipo: « Quando cammini in tondo

fai un passetto in avanti e poi ti giri un poco. Continua così ». Dopo di ciò sarà necessario tradurre queste istruzioni nel linguaggio della programmazione: PER IL CERCHIO RIPETERE: (AVANTI UNO A DESTRA UNO)³³. Questo programma, o serie di istruzioni, dice al computer di muovere il triangolo di un'unità in avanti e di un'unità di lato, e di ripetere questa sequenza. Il bambino che arriva a questo punto ha acquisito una nuova consapevolezza di ciò che significa camminare in tondo, necessaria perché egli possa programmare il computer, anche se non necessaria per programmare il proprio modo di camminare.

Un attento studio condotto su ragazzi e insegnanti che usavano il LOGO indica che i vari passi di questa sequenza non vengono attuati spontaneamente: è necessario cioè un contesto di istruzioni molto più strutturato di quanto non ritenga Papert³⁴. Come accade per la stampa, non basta il semplice uso del mezzo per sviluppare particolari capacità: così come ai bambini deve essere insegnato a leggere, altrettanto essi hanno bisogno di un'istruzione adeguata per imparare a programmare i computer.

L'esempio di Papert può servire a illustrare un altro punto importante. Il programma per disegnare un cerchio si basa sulla geometria differenziale, che fa parte del calcolo differenziale, ed è diverso, ad esempio, da un programma basato sulla geometria euclidea, dove il cerchio viene definito come il luogo dei punti equidistanti dal centro. In genere la geometria euclidea viene insegnata molti anni prima del calcolo differenziale, e quindi il computer rende possibile un'inversione dell'ordine di apprendimento di questi due approcci alla materia. Papert ritiene anzi che la programmazione del computer in generale consenta a un'età molto precoce lo sviluppo di capacità cognitive che sono state invece considerate finora di livello più avanzato. Sebbene affermazioni di questo genere siano alquanto provocatorie e abbiano susci-

tato molto interesse, tuttavia non sono ancora confortate dai relativi dati scientifici.

Effetti della programmazione

Lo stesso studio condotto sulle classi che usavano il LOGO ha rilevato che gli alunni in genere acquistavano la capacità di leggere e scrivere con il computer nel giro di un anno di esperienza con il LOGO. Le loro nozioni sull'uso dei computer erano numerose: ad esempio, comprendevano che un computer ha bisogno di istruzioni letterali ed esplicite; erano inoltre in grado di discutere sui vantaggi e sugli svantaggi di due diversi tipi di macchine, per diverse funzioni di programmazione. Questo tipo di conoscenza sarà in futuro molto utile agli adulti che si troveranno spesso a utilizzare questi mezzi, tanto che debbano eseguire personalmente la programmazione o meno.

Esistono dati affidabili che ciò che i ragazzi apprendono dalla programmazione può essere trasferito ad altri ambiti cognitivi? Sarebbe necessario che così fosse, per sostanziare le rivendicazioni fatte dal rapporto governativo francese. Risulta che la programmazione con il computer aiuta i bambini nell'apprendimento della matematica: ad esempio, l'apprendimento della stesura di programmi per creare e stampare numeri seriali aiutò dei bambini di 11 anni a risolvere dei problemi che implicavano il concetto matematico di variabile³⁵.

La programmazione con il LOGO è stata usata anche per insegnare concetti di fisica. Andrea Di Sessa e Papert insegnarono la fisica al MIT Artificial Intelligence Laboratory usando una versione modificata della tartaruga detta « dinatartaruga ». La dinatartaruga assomiglia alla tartaruga usata in geometria, ma i suoi movimenti seguono le leggi della fisica invece che quelle della matematica.

« Gli studenti comandano il movimento della dinatar-

taruga "spingendola" con forze di direzione e ampiezza specifiche. La tartaruga si muove quindi sullo schermo secondo le leggi della fisica newtoniana come se fosse un oggetto su una superficie senza attrito. Una delle prime sorprese in cui si imbattono gli studenti è che la tartaruga non sempre si muove in direzione della spinta. Per esempio, se essa si sta muovendo verso l'alto e lo studente vuole cambiare la direzione e farla muovere lateralmente, egli non può semplicemente imprimerle una spinta laterale: dovrà invece imprimerle contemporaneamente una spinta con direzione e ampiezza contrarie al movimento in alto e una spinta per il moto laterale»³⁶.

La figura 9 illustra la differenza fra l'idea di come lo studente si aspetta che la dinatartaruga si muova e la sua direzione effettiva quanto viene sollecitata da una spinta laterale.

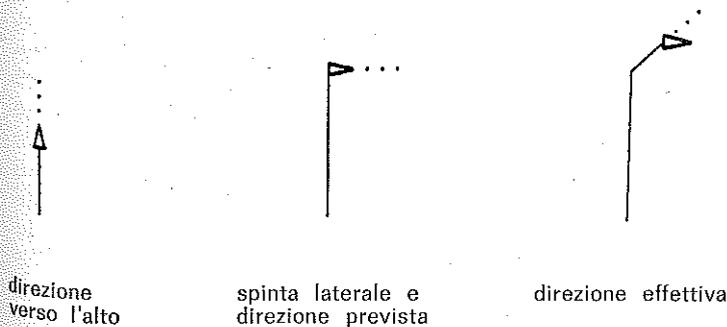
La dinatartaruga può essere utilizzata per favorire la comprensione intuitiva della meccanica elementare, che con l'insegnamento tradizionale è molto difficile. Uno dei motivi di questa difficoltà nasce dal fatto che in genere non si dispone di superfici senza attrito. La relativa inefficacia dei tradizionali metodi di insegnamento della fisica rispetto a questo insieme di concetti è dimostrato dal fatto che gli studenti di fisica del MIT quando si servirono della dinatartaruga ottennero gli stessi scarsi risultati degli studenti della scuola elementare³⁷.

Disponiamo di un solo dato reale che segnala come le capacità di programmazione si siano trasferite a un ambito cognitivo più generale non collegato direttamente con essa: dopo un anno di esperienza di LOGO dei bambini di 9-11 anni ottenevano risultati migliori in un *puzzle* di parole e in un compito di permutazione, rispetto a un gruppo di compagni che non avevano fatto esperienza analoga³⁸. Il compito di permutazione (dove al bambino veniva richiesto di ridisporre un insieme di elementi in tutti i possibili modi e in tutte le possibili combinazioni) fanno parte del pensiero operativo formale. Per questa ragione esso rappresenta un dato a favore dell'affermazio-

ne di Papert, secondo cui, rendendo l'astratto concreto, la programmazione sviluppa capacità operative formali.

Programmazione e interazione sociale

Il mondo delle tartarughe e delle dinatartarughe può sembrare un mondo solitario e meccanicistico, senza contatti umani, dove il singolo studente sta seduto da solo, fissando uno schermo televisivo. Molti sono quelli che giudicano così il computer. Per studiarne l'impatto della programmazione sui contatti sociali e sulle interazioni dei ragazzi, i ricercatori della Bank Street School osservarono un gruppo di bambini dagli 8 agli 11 anni che frequentavano classi dove si stava apprendendo la programmazione in LOGO. L'osservazione comprendeva tanto le ore in cui i ragazzi lavoravano con il computer, quanto quelle in cui erano impegnati in attività di classe più tradizionali. L'occasione di interazione fra i ragazzi era possibile in entrambe le situazioni perché tutte le osservazioni furono fatte durante le ore di lavoro non guidate



9. Errore di concettualizzazione del moto da parte dello studente (Adattamento da Di Sessa, *LOGO Project, Massachusetts Institute of Technology, MIT*).

dall'insegnante. La collaborazione scambievolmente fra i ragazzi - verbale e non - era più accentuata quando essi lavoravano con i computer che quando erano impegnati in altre attività³⁹. Nel mio lavoro di ricerca per la stesura di questo libro è emerso a più riprese il sorprendente carattere socializzante dell'attività con il computer, almeno nelle attività di classe, tanto che la paura così diffusa sull'influenza disumanizzante o meccanicizzante di questo mezzo risulterebbe almeno in parte infondata, e l'effetto del suo impiego in classe sembrerebbe in genere esattamente opposto.

Guardando il futuro

O. K. Tikhomirov ha affermato che « come lo sviluppo dei motori a benzina ha fornito all'uomo uno strumento per l'attività fisica, così lo sviluppo del computer gli ha fornito uno strumento per l'attività mentale... Gli strumenti non sono semplici appendici dell'attività umana; essi la trasformano »⁴⁰. Allora anche il computer è veramente destinato a trasformare l'attività mentale, come dice Tikhomirov? Nell'ambito dove essi vengono prevalentemente utilizzati nella loro qualità di strumenti - il « sistema di scrittura » - sembra effettivamente che il rapporto del bambino (e dell'adulto) con la scrittura subisca delle trasformazioni. Forse, in fin dei conti, il più grosso contributo dei computer alla cultura risulterà di tipo motivazionale: vale a dire che essi attirano l'interesse di quegli studenti che normalmente non riuscirebbero a integrarsi nel sistema didattico tradizionale. Alla Garfield High School, nel cuore del Quartiere Latino di Los Angeles, il tasso di assenteismo dalle classi che usano il computer risulta inferiore al 5%, a fronte del 20% registrato nell'intera scuola. E non soltanto gli studenti frequentano le lezioni, ma si trattengono al dopo-scuola e tornano il sabato per lavorare con il computer. Un im-

portante tributo al potere motivazionale di questo mezzo ci viene da una studentessa, Margarita Vargas: « Gli studenti sono più interessati a lavorare sui computer che ad andare girovagando per le strade »⁴¹.

NOTE

¹ *School Uses of Microcomputers*.

² « Los Angeles Times », Giugno 28, 1983.

³ *Don't Bother Me, I'm Learning: Adventures in Computer Education*, CRM/McGraw-Hill, Del Mar, Calif. 1982.

⁴ J. A. Levin, *Computers in Non-School Settings: Implications for Education*, « SIGCUE Bulletin », Giugno 1982.

⁵ D. Brown, *Computer Teaching in the Year 1982*, presentation at a colloquium, Conscious and Unconscious Mental Processes: Implications for Learning, University of California, Berkeley, Giugno 1982.

⁶ H. Kohl, *Should I Buy My Child a Computer?* « Harvard Magazine », Settembre-Ottobre 1982, 14-21.

⁷ D. M. Kurland, *Software for the Classroom: Issues in the Design of Effective Software Tools*, in *Chameleon in the Classroom: Developing Roles for Computers*, Technical Report n. 22, Bank Street College of Education, New York 1983.

⁸ J. F. Vinsonhaler e R. K. Bass, *A Summary of Ten Major Studies of CAI Drill and Practice*, « Educational Technology », 1972, 12, 29-32.

⁹ M. Ragosta, P. W. Holland e D. T. Jameson, *Computer Assisted Instruction and Compensatory Education: The ETS/LAUSED Study*, rapporto finale del National Institute of Education, 1982.

¹⁰ L. H. Sandals, *Computer-Assisted Applications for Learning with Special Needs Children*, ERIC n. ED 173983, 1979. J. J. Winters et al., *The Instructional Use of CAI in the Education of the Mentally Retarded*, ERIC n. ED157333, 1978.

¹¹ F. Golden, *Here Come the Microkids*, « Time » Maggio 3, 1982, p. 44. M. V. Covington e R. G. Beery, *Self-Worth and School Learning*, Holt, Rinehart, and Winston, New York 1976.

¹² J. A. Levin, *Estimation Techniques for Arithmetic: Everyday Math and Mathematics Instruction*, « Educational Studies in Mathematics », 1981, 12, 421-434, p. 426.

¹³ J. A. Levin e Y. Kareev, *Problem Solving in Everyday Situations*, «Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition», 1980, 2, 47-52, p. 49.

¹⁴ J. H. Kane, *Computers for Composing*, in *Chameleon in the Classroom*. K. Sheingold, comunicazione personale, 1983.

¹⁵ Atari, *A Guide to Computers in Education* Sunnyvale, Calif. 1982, p. 13.

¹⁶ G. N. Ebersole, *Microcomputers in the Classroom: Electronic Carrots*, «Today's Education», 1982, 71, 24-26.

¹⁷ W. R. Hughes, *A Study of the Use of Computer Simulated Experiments in the Physics Classroom*, «Journal of Computer Based Instruction», 1974, 1, 1-6.

¹⁸ S. Papert, *Mindstorms*, Basic Books, New York 1980.

¹⁹ Kane, *Computers for Composing*.

²⁰ *Ibid.*

²¹ J. Hawkins, comunicazione personale, 1982.

²² J. McGee, *Paradise Gained: A Computer for the English Teacher*, presentazione al National Education Association, Giugno 1982.

²³ B. A. Krier, *A Word-Processing Romance*, «Los Angeles Times», Giugno 7, 1982, pt. V, p. 4.

²⁴ J. A. Levin, M. J. Boruta e M. T. Vasconcellos, *Microcomputer-Based Environments for Writing*, in A. C. Wilkinson (ed.), *Classroom Computers and Cognitive Science*, Academic Press, New York, in corso di stampa.

²⁵ *Ibid.*

²⁶ Papert, *Mindstorms*, p. 30.

²⁷ S. Scribner, *The Cognitive Consequences of Literacy*, lavoro inedito, City University of New York 1969.

²⁸ Kane, *Computers for Composing*.

²⁹ L. M. Gomez, C. Bowers e D. E. Egan, *Learner Characteristics that Predict Success in Using a Text-Editor Tutorial*, Proceedings of Human Factors in Computer Systems, Gaithersburg Md., Marzo 1982. L. M. Gomez, D. E. Egan, E. A. Wheeler, D. K. Sharma e A. M. Gruchacz, *How Interface Design Determines Who Has Difficulty Learning to Use a Text Editor*. In *Proceedings of the Human Factors in Computing Systems Conference*, Boston, Dicembre 1983.

³⁰ National Institute of Education (S. Chipman), *The Cognitive Demands and Consequences of Computer Learning*, Request for Proposal NIE-R-62-0011, 1982, p. 2.

³¹ M. Harris, *Here Come the Microteens*, «Money», Marzo 1982, 67-68.

³² R. D. Pea e D. M. Kurland, *On the Cognitive and Educational Benefits of Teaching Children Programming: A Critical Look*, «New Ideas in Psychology», 1983, 1.

³³ Papert, *Mindstorms*, p. 30.

³⁴ Pea and Kurland, *On the Cognitive and Educational Benefits of Teaching Children Programming*.

³⁵ *Ibid.*

³⁶ A. Di Sessa, *LOGO Project*, Massachusetts Institute of Technology, in T. W. Malone e J. Levin (eds.), *Microcomputers in Education: Cognitive and Social Design Principles*, Report of a Conference, University of California, San Diego, Marzo 1981.

³⁷ A. Di Sessa, *Unlearning Aristotelian Physics*, «Cognitive Science», 1982, 6, 37-75.

³⁸ Pea and Kurland, *On the Cognitive and Educational Benefits of Teaching Children Programming*.

³⁹ J. Hawkins, K. Sheingold, M. Gearhart e C. Berger, *Microcomputers in Schools: Impact on the Social Life of Elementary Classrooms*, «Applied Developmental Psychology», 1982, 3, 361-373.

⁴⁰ O. K. Tikhomirov, *Man and Computer. The Impact of Computer Technology on the Development of Psychological Processes*, in D. E. Olson (ed.), *Media and Symbols: The Forms of Expression, Communication, and Education*, National Society for the Study of Education and University of Chicago Press, Chicago 1974.

⁴¹ R. Montemayor, *Eastside Students Plug In to the Computer Age*, «Los Angeles Times», Agosto 28, 1983, p. 1.