# Software didattico e difficoltà in matematica

*Considerazioni sull'uso di software didattico come ausilio per osservare e comprendere le difficoltà di apprendimento nell'area logico-matematica*

**Giuliana Dettori, Michela Ott, Mauro Tavella**
ITD-CNR, Genova
*[dettori, ott, tavella]@itd.cnr.it*

## INTRODUZIONE

È noto che già nei primi anni della scuola elementare alcuni bambini mostrano difficoltà nell'area logico-matematica [AA.VV., 1998]. Ma a che cosa ci si riferisce esattamente con questa affermazione? A un generico ritardo di apprendimento oppure ad un disturbo specifico? È la difficoltà nella comprensione e nell'uso di entità numeriche e operazioni a generare difficoltà nel formulare strategie logiche di soluzione di problemi, oppure le due abilità sono indipendenti? L'analisi delle difficoltà intrinseche nel sapere in gioco (sviluppata sul versante matematico della ricerca didattica) può da sola mettere a fuoco le difficoltà di qualunque bambino, o esiste anche una componente individuale che dipende esclusivamente dalle caratteristiche del singolo? Esistono disturbi specifici associati esclusivamente alla comprensione, organizzazione e gestione delle entità numeriche e delle operazioni? Che ruolo giocano in questo campo attenzione, memoria e concentrazione? E ancora, quanto conta la componente affettivo -emotiva?
Dare una risposta almeno parziale a questi interrogativi ci è sembrato fondamentale per cercare di strutturare percorsi riabilitativi mirati che offrano una qualche garanzia di successo. È con questo spirito, con l'idea, cioè, di comprendere bene le variabili in gioco prima di intervenire concretamente, che abbiamo intrapreso, qualche anno fa', l'esperienza del progetto SVITA [AA.VV., 2000].
Passare attraverso un'accurata comprensione dei disturbi ci è sembrata una strada obbligata per poter perseguire in maniera più efficace il nostro obiettivo ultimo: la costruzione di percorsi rieducativi precoci per bambini che presentano, già al primo approccio con la scuola, difficoltà in quella che viene comunemente definita area logico-matematica.
Il software didattico, che giustamente in questo caso è ritenuto un potenziale strumento rieducativo, è stato a noi molto utile per aiutarci in questo lavoro di indagine capillare alla ricerca delle difficoltà nascoste, in questo tentativo di trovare la radice del problema, il punto in cui, per ogni singolo bambino, il processo di soluzione di un esercizio si inceppa e produce l'errore.
In questa nota presentiamo alcune riflessioni, emerse nel corso del progetto citato, a proposito di questa dimensione "diagnostica" del software didattico: una dimensione certamente meno conosciuta ed utilizzata rispetto a quella rieducativa o semplicemente educativa.

## L'OSSERVAZIONE COME BASE PER COMPRENDERE

Dobbiamo innanzi tutto dire che, nella nostra esperienza, non sono stati gli aspetti di valutazione quantitativa dell'apprendimento presenti in molti dei prodotti software utilizzati (sotto forma di report talvolta anche molto raffinati) ad aiutarci in questo processo di comprensione; sono stati, piuttosto, il monitoraggio costante delle attività svolte dai bambini, la nostra presenza al loro fianco mentre lavoravano e la comparazione del modo di procedere di tutti i bambini impegnati in uno stesso tipo di esercizio, che ci hanno consentito di aggiungere qualche tassello in un mosaico tutt'altro che facile da comporre.
Abbiamo tralasciato, in funzione del nostro specifico obiettivo, uno degli aspetti tradizionalmente considerati più significativi per l'uso del software didattico in riabilitazione, cioè il fatto che esso consente anche attività indipendenti dalla presenza di un riabilitato-

re. Abbiamo quindi costantemente seguito i bambini, assumendo di volta in volta, a seconda delle circostanze, funzione di guida e di assistenza diretta, oppure di osservazione e controllo indiretto.
Di fatto, nella maggioranza dei casi, siamo stati testimoni di un dialogo bambino-computer che assumeva toni molto diversi in funzione del tipo di programma usato, delle caratteristiche del piccolo utente, del livello di difficoltà dell'esercitazione. All'interno di questo dialogo, in cui il software mostra di essere uno strumento non inerte, il processo che porta alla soluzione di un problema risulta quasi sempre segmentato, frammentato in una serie di passi successivi. Questo consente all'osservatore di vedere l'intera attività di risoluzione del problema scomposta in alcune delle sue componenti fondamentali e consente quindi di analizzare e valutare il comportamento del bambino di fronte ad ogni singolo passo da effettuare.
Osservare un bambino al lavoro con questi software è un po' come guardare qualcuno che completa un puzzle. Ad ogni mossa, osservando bene, si capisce se chi gioca sta scegliendo il pezzo sulla base del colore, della forma o del disegno; se si muove con una strategia globale o locale, o si affida di volta in volta al caso; se ci sono degli errori di valutazione ricorrenti nella scelta del pezzo.

## I SOFTWARE DIDATTICI COME BASE PER OSSERVARE

Naturalmente non tutti i software consentono in uguale misura questo tipo di osservazione. Se l'esercizio da risolvere è semplice e meccanico, come ad esempio:

$$2 + 8 = ?$$

anche l'osservazione più attenta non può consentire di acquisire molte informazioni oltre alla correttezza o meno del risultato.
Diversa è la situazione se si prendono in considerazione esercizi come quello di fig. 1.

In questo esercizio (che chiameremo qui *L'albero delle mele*, incluso nel software *William – Ed. Dainamic*) si chiede di costruire un'operazione corretta a partire dai dati a disposizione: tre numeri, un segno di uguaglianza, l'operatore aritmetico *più*; ognuno di questi elementi deve essere colto dall'albero e trasportato nella zona *operazione*. Anche in questo caso, naturalmente, l'elemento da valutare è la correttezza o meno dell'operazione generata; tuttavia, il tempo impiegato, la priorità con cui si svolge il compito, la sistematicità di lavoro offrono molti spunti di riflessione e molti elementi per valutare capacità operative e cognitive, nonché metodo di lavoro di ogni singolo bambino.
Abbiamo visto bambini riflettere a lungo e contare (magari con le dita) tentando di fare tutte le somme possibili, prima di entrare nella zona operazione.
Abbiamo anche visto bambini prendere *alla cieca* uno qualsiasi dei tre numeri e metterlo al posto del primo addendo, poi sceglierne un secondo, altrettanto casualmente, metterlo al posto del secondo addendo e fare, solo a questo punto, la somma, per decidere se l'operazione costruita andava bene oppure no.

Abbiamo però anche visto bambini comprendere immediatamente che il numero più grande doveva essere messo come risultato. Tra questi bambini non tutti però - osservandoli ce ne siamo accorti bene - hanno fatto un ulteriore passo avanti comprendendo che, a quel punto, l'ordine degli addendi era indifferente e che in realtà l'esercizio poteva anche non richiedere alcun calcolo.
Passando poi, con lo stesso esercizio, alla sottrazione, cioè ad una situazione come quella in fig. 2, abbiamo riscontrato in alcuni bambini una ulteriore difficoltà ad adattare a questa nuova situazione la strategia acquisita, e quindi a collocare sempre al primo posto

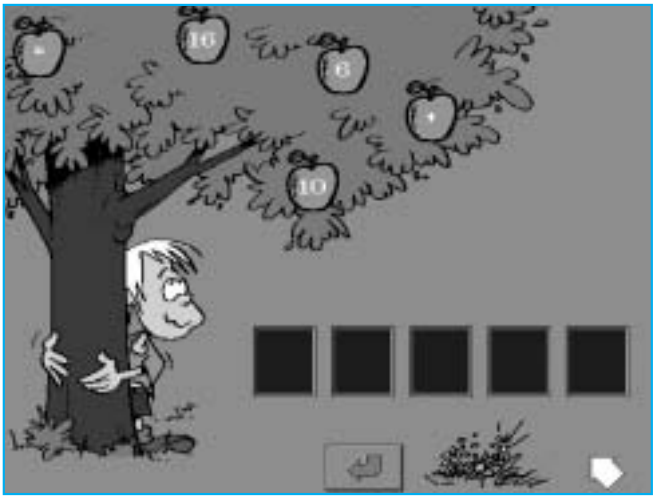



**figura 1**
*William - L'albero delle mele.*

**figura 2**
*William - L'albero delle mele con sottrazione, a esercizio risolto.*

(cioè come sottraendo) il numero più grande. Una valutazione essenziale dei risultati (in termini positivo/negativo) certo non avrebbe potuto mettere in evidenza, se non marginalmente, il modo di procedere dei bambini; non ci avrebbe quindi consentito di farci un'idea un po' più precisa sul tipo di difficoltà del bambino (difficoltà di calcolo? difficoltà ad approssimare il valore di grandezza dei numeri? difficoltà a darsi una strategia di lavoro? difficoltà a generalizzare una strategia?) e conseguentemente non ci avrebbe neppure consentito di apprezzare alcuni punti di forza dei singoli bambini, talora mascherati all'interno di prestazioni per altri versi non positive.

## OSSERVARE PER INDIVIDUARE I PUNTI DI FORZA INDIVIDUALI

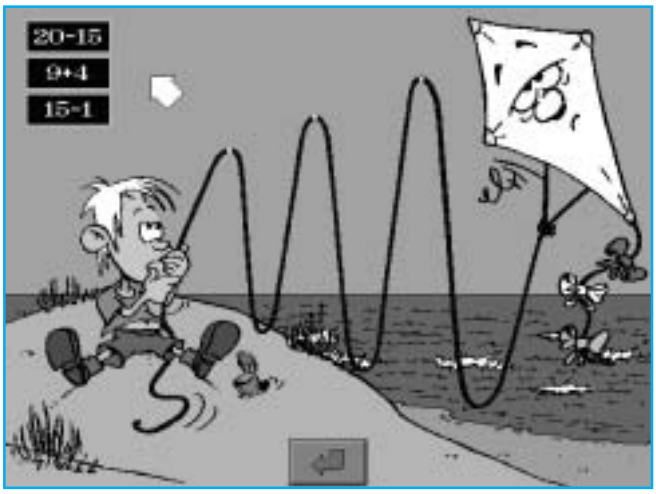
La ricerca educativa ha evidenziato che non si può parlare di una sola abilità matematica ma piuttosto di un gruppo di abilità relative al settore logico-matematico, e che ogni individuo può mostrare forti differenze nella capacità di acquisire ognuna di queste abilità [Dowker, 1998]. Ecco allora che uno degli obiettivi del nostro intervento è stato proprio quello di distinguere tra i diversi tipi di abilità in gioco, e comprendere da un lato le difficoltà (cercando di apprezzarne non solo l'aspetto quantitativo ma anche, e soprattutto, quello qualitativo), e dall'altro i punti di forza dei singoli bambini, punti di forza che soprattutto in situazione di difficoltà hanno valore ed importanza, in quanto permettono di diversificare le strategie rieducative.
Usare software didattico in questi casi ci ha aiutato. Vediamo come.
Lavorando, ad esempio, con l'esercizio già citato, abbiamo potuto apprezzare le differenze fra M. e S, due bambini con grosse difficoltà. A scuola le loro prestazioni erano entrambe estremamente negative; in particolare, sia M. che S. avevano mostrato, in più occasioni, di non riuscire neanche nelle operazioni aritmetiche più semplici, ma di saper contare, e di avere un'idea corretta del valore posizionale dei numeri. Inspiegabilmente, tuttavia, lavorando con l'Albero delle Mele nella versione addizioni, S., dopo qualche tentativo non riuscito, riusciva a produrre risposte corrette senza molto sforzo apparente, mentre M. continuava a cercare la soluzione molto laboriosamente e spesso senza riuscirci. Di fatto S. aveva trovato la modalità più economica per lui di risolvere il problema: era sufficiente individuare il numero più alto e metterlo dopo l'uguale; l'ordine degli altri due era poi indifferente. Il fatto che S. avesse individuato in perfetta autonomia questa strategia di lavoro metteva in risalto uno dei principali punti di forza di questo bambino, cioè la capacità, di fronte ad un compito per lui difficile, di cercarsi strategie di soluzione alternative. Ciò implicava una attenzione non banale a tutto il contesto dell'esercizio, alcune valutazioni specifiche e soprattutto un'attitudine significativa a produrre ed usare strategie logiche nella soluzione di problemi. Questa attitudine particolare rappresentava un punto di forza del bambino e poteva aiutarci nella conduzione di un percorso rieducativo che, riferendosi ad un quadro molto grave, avrebbe altrimenti avuto pochi punti fermi da cui partire. Un caso questo, dunque, in cui un attento monitoraggio dell'uso di software ci ha consentito di individuare uno dei punti di forza di un bambino, su cui far leva per una riabilitazione più efficace.

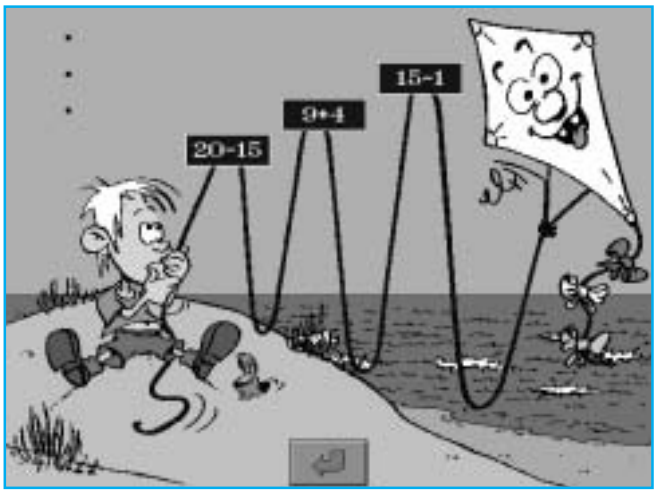
## OSSERVARE PER INDIVIDUARE LE CARENZE INDIVIDUALI

In altri casi, invece, il software ci è servito a rilevare specifiche carenze.
Utilizzando sempre lo stesso prodotto (*William – Ed. Dainamic*) un altro esercizio, (che qui chiameremo *L'aquilone*) ci è servito a comprendere meglio le difficoltà di G., un



figura 3a-3b
*William - L'aquilone.*



bambino con grandi problemi di apprendimento, che però generalmente riusciva a svolgere correttamente addizioni come quelle assegnate nell'esercizio in fig.3. Questo esercizio richiede di disporre in ordine crescente 3 numeri assegnati in modo implicito, come risultato di tre operazioni (vedi Fig. 3a-3b).
I risultati di G. su questo esercizio sono stati sempre estremamente negativi, nonostante egli fosse capace, come abbiamo potuto verificare, di risolvere correttamente le tre operazioni prese singolarmente (anche se a volte con qualche esitazione). Al momento di ordinarle correttamente nella sequenza richiesta, il bambino presentava sistematicamente grosse difficoltà, non tanto di ordinamento dei numeri ma soprattutto mnemoniche. Uno dei suoi problemi era certamente che non ricordava esattamente i risultati dei calcoli appena eseguiti; di fatto egli eseguiva correttamente le operazioni ma non era in grado di tenere in memoria contemporaneamente i tre risultati ottenuti per poi ordinarli e risolvere l'esercizio.
In questo caso l'osservazione ha messo in luce come nella risoluzione di problemi spesso il ruolo della memoria sia più significativo di quanto appare a prima vista, come anche questo possa essere responsabile di prestazioni negative e come, di conseguenza, con alcuni soggetti, sia il caso di lavorare anche su questo fronte per garantire al percorso rieducativo un migliore successo.

## È NECESSARIO DISTINGUERE ACCURATAMENTE LE ABILITÀ IMPLICATE

Il software può quindi essere di aiuto per guidare questa esplorazione/valutazione delle potenzialità e delle difficoltà di ciascun alunno. Questo è vero sia che si vogliano approfondire gli aspetti cognitivi legati al lavoro logico, sia che ci interessi scandagliare aspetti più generali quali attenzione, memoria, percezione visiva ecc. Queste attività di approfondimento richiedono tuttavia una conoscenza dettagliata di vari prodotti ed una attenzione puntuale alle attività cognitive che ogni esercizio sollecita o mette in atto.
Per fare ancora un esempio, vari prodotti lavorano nel settore della memoria: intendiamo non solo il software in cui l'uso della memoria è implicato più o meno esplicitamente, ma anche quello che esercita principalmente e in maniera specifica questa abilità. Vengono proposti esercizi dei tipi più svariati: dal classico *Memory*, con le carte da scoprire a due a due per trovare le coppie di oggetti uguali, fino ad esercizi meno tradizionali, ricollegabili alla memoria di cifre o alla memoria verbale.
Ciò a cui occorre prestare attenzione è che esercizi abbastanza simili in apparenza possono presentare differenze abbastanza sostanziali dal punto di vista delle abilità implicate e quindi uno stesso bambino può avere prestazioni diverse di fronte a due tipi di esercizio apparentemente analoghi.
Per fare un esempio concreto, con il software *Frippols*, della stessa collana dei precedenti, nell'esercizio mostrato in Fig.4 (che chiameremo qui *Il vassoio con la frutta*) ci troviamo di fronte ad un vassoio pieno di frutti di vario tipo, che viene poi svuotato, lasciando allo studente il compito di riempirlo con gli stessi frutti che conteneva in precedenza (è quindi necessario ricordare quali frutti conteneva e riposizionarli sul vassoio).
Un altro esercizio (che indicheremo come *Lo gnomo*) richiede invece di ricomporre a memoria una figura di gnomo suddivisa in ampie strisce orizzontali (alla sinistra nella figura), scegliendo i pezzi con cui ricostruire la figura da altri gnomi dati (da due a quattro, a seconda del livello, collocati sulla destra).
Nel caso di fig.5, ad esempio, lo gnomo target deve essere ricostruito prelevando il pezzo superiore con il cappello a pon-pon dal primo gnomo, il secondo pezzo con la faccia

**figura 4**
*Frippols -Il vassoio con la frutta.*

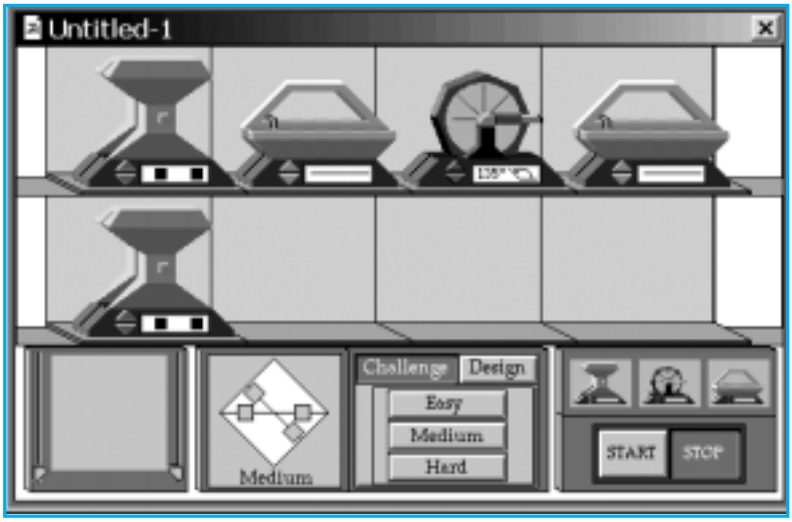
**figura 5**
*Frippols - Lo gnomo.*

**figura 4**
*The Factory.*

triste dal secondo, il terzo pezzo con la cintura dal terzo gnomo, così come anche il pezzo inferiore con le scarpe.
Gli esercizi del *Vassoio con la frutta* e dello *Gnomo* apparentemente lavorano entrambi in maniera molto mirata sulla memoria visiva. In realtà, il primo può far assegnamento anche sulla memoria verbale, in quanto un modo per ricordare il contenuto del vassoio può essere quello di ripetersi il nome dei frutti presenti ("uva, ciliegia, pera, ecc.") fintanto che la frutta è visibile sullo schermo, e poi utilizzare la memoria verbale per ricomporre correttamente la figura (e l'esperienza ci ha mostrato che molti bambini procedono proprio così). La stessa tecnica, basata sul memorizzare una sequenza di parole, non si presta invece ad essere usata (per lo meno non in maniera così intuitiva ed immediata) per svolgere il secondo esercizio, che richiede quindi una maggior concentrazione sugli aspetti visivi e percettivi.
In conclusione, è importante comprendere ed analizzare come ciascuno di questi esercizi, a seconda della prospettiva da cui lo si guarda, possa mettere in risalto sia le aree di difficoltà, sia quelle di abilità e i punti di forza di ciascun soggetto.

## NON TUTTI I SOFTWARE EDUCATIVI HANNO POTENZIALITÀ DIAGNOSTICA

Naturalmente il software va scelto con molta accuratezza e non tutti i prodotti si prestano ugualmente bene a questo tipo di attività diagnostica. Ci sono ad esempio prodotti, anche molto stimolanti, che sono difficilmente utilizzabili in questa prospettiva, in quanto le variabili in gioco nella soluzione di ogni esercizio sono molte e, soprattutto, difficilmente separabili, sia pure con un'osservazione molto attenta del dialogo utente/computer. Consideriamo, ad esempio, il software *The Factory*, in cui è necessario riprodurre, utilizzando tre diversi tipi di macchine (bucatrice, tracciatrice di linee, ruotatrice), diversi modelli come quello rappresentato in basso a sinistra nella figura 6. Qui le abilità in gioco sono molte (percezione visiva, abilità spaziali, memoria, organizzazione logica, abilità di sequenzializzare, definizione di strategia di soluzione, capacità di astrazione, ecc.), ed è difficile individuare dove si trovi la linea di confine fra l'una e l'altra. Questo prodotto, dunque, nonostante risulti uno strumento stimolante e valido dal punto di vista delle abilità mentali coinvolte, male si presta ad un'analisi approfondita e dettagliata del processo logico che porta alla soluzione.




## CONCLUSIONI

Punti di forza e aree di difficoltà specifica sono due elementi fondamentali per consentire al docente/riabilitatore di impostare percorsi rieducativi che offrano una maggiore speranza di efficacia. La fase diagnostica è dunque particolarmente importante e significativa. Imparare ad utilizzare il software didattico anche in questa prospettiva rappresenta una possibilità accessoria non trascurabile.
La scelta di un prodotto da utilizzare a scopo di approfondimento diagnostico dovrebbe essere fatta tenendo presenti diversi aspetti [Dettori e Ott, 2001]:

1) contenuto: bisogna cioè analizzare il tipo di contenuti e quindi di abilità implicate (es. memoria, percezione, calcolo);
2) prerequisiti: bisogna cioè poter distinguere con chiarezza quali sono le abilità di base necessarie sia per la comprensione del compito, sia per la sua soluzione;
3) metodo di soluzione: sono più adatti per un'attività diagnostica quei prodotti che consentono di individuare, e tener distinte nei diversi passi dello svolgimento, le strategie di soluzione utilizzate, in particolare quelle a cui corrispondono singole abilità cognitive.

## riferimenti bibliografici

AA.VV. (1998), *Tools for Living with Learning Disabilities*, CCLP-Coordinated Campaign for Learning Disabilities, http://www.ldonline.org/ld_indepth/technology/tools.html

AA.VV. (2000), Dossier SVITA, *TD - Tecnologie Didattiche*, vol. 24, n. 3, pp.4-25.

Dettori G., Ott M. (2001), Accessible software for early maths education: focusing on content, strategies, interface, in *9th Intern. Conf. on Human-Computer Interaction*, vol. 3, Universal Access in HCI, New Orleans, pp. 798-802.

Dowker A. (1998), Individual differences in normal arithmetical development, in C. Donlan (ed.) *The development of Mathematical Skills*, Psychology Press, pp.275-302.