

IL PROBLEM SOLVING ARITMETICO: ANALISI DEI PROCESSI COGNITIVI E METACOGNITIVI E ILLUSTRAZIONE DEL SOFTWARE "RISOLVERE PROBLEMI ARITMETICI"

COGNITIVE AND METACOGNITIVE PROCESSES INVOLVED IN ARITHMETIC PROBLEM SOLVING: THE SOFTWARE "SOLVING ARITHMETIC PROBLEMS"

Antonella D'Amico | Dipartimento di Psicologia, Università degli Studi di Palermo
(CONTATTO) Viale delle Scienze 15, 90128 Palermo | adamico@unipa.it

Rossana La Porta | Dipartimento di Psicologia, Università degli Studi di Palermo

Sommario Il presente contributo esamina la letteratura relativa al problem solving matematico ed illustra uno strumento multimediale per la soluzione dei problemi aritmetici in bambini del secondo ciclo della scuola primaria e in bambini che presentano difficoltà in tale area. Il software presenta sia un modulo test, in cui vengono presentati problemi aritmetici di livello di difficoltà crescente, che un modulo di training. Il training è stato elaborato in base alle più recenti ricerche nell'area del problem solving matematico e prevede attività sulla comprensione, rappresentazione, categorizzazione e pianificazione del problema. Il training prevede inoltre particolari attività che stimolano l'uso della memoria di lavoro nella soluzione dei problemi. Il training si presenta come metacognitivamente orientato, in quanto i personaggi guida dell'ambientazione si configurano come "compagni di studio" che stimolano la riflessione metacognitiva rispetto alle attività affrontate.

PAROLE CHIAVE Problem solving matematico, problem solving aritmetico, training, metacognizione, memoria di lavoro.

Abstract This paper examines recent literature about mathematical problem solving and describes a multimedia software program called "Risolvere problemi aritmetici", which deals with arithmetical problem solving. The software was developed for primary school children and also for children with difficulties in arithmetical problem solving. "Risolvere problemi aritmetici" contains both a test module and a training module. The test module consists of a set of arithmetical problems ordered according to difficulty level. The training module comprises a series of activities centred on arithmetical problem comprehension, representation, categorization and planning. It also features specific activities dedicated to the training of memory abilities involved in problem solving. The training module has a metacognitive orientation, since the learner is guided through the system by two "schoolmates" who stimulate metacognitive skills through questions about the activities.

KEY-WORDS Mathematical problem solving, arithmetic problem solving, training, metacognition, working memory.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni sono state condotte diverse ricerche sulla soluzione dei problemi matematici di tipo verbale nei bambini. Quest'ambito di ricerca risulta infatti molto rilevante in quanto, da una parte consente di indagare gli aspetti cognitivi coinvolti nella risoluzione dei problemi matematici, dall'altra fornisce dati rilevanti per la comprensione delle difficoltà specifiche che i bambini possono incontrare in questo importante ambito dell'apprendimento. È infatti riconosciuto e sottolineato anche dai programmi ministeriali come l'attività di soluzione dei problemi sia strettamente legata allo sviluppo del pensiero.

Un modello teorico di fondamentale importanza, in questo ambito, è quello proposto da Mayer (1998). Il modello prevede due fasi, la codifica del problema e il processo di ricerca, che a loro volta comprendono due sottoprocessi, rispettivamente: la *traduzione* e la *comprensione*; la *pianificazione* e il *calcolo*. Ogni fase comprende diversi processi cognitivi, ognuno caratterizzato dal tipo di conoscenza implicata. All'interno del processo di traduzione, per esempio, è necessaria una conoscenza di tipo linguistico e semantico che consente di attribuire il giusto significato prima alle singole parole e poi alle singole frasi. Nel processo di comprensione è indispensabile una conoscenza di tipo schematico, che consente di integrare in maniera coerente le informazioni processate singolarmente nella fase precedente. Il processo di pianificazione implica una conoscenza di tipo strategico, che si riferisce alla capacità di stabilire e monitorare un piano per trovare la soluzione. Infine, il processo di calcolo necessita di una conoscenza di tipo algoritmico, cioè conoscere e applicare gli algoritmi di calcolo opportuni per trovare la soluzione. Le implicazioni legate allo sviluppo di tale modello sono importanti in quanto per la prima volta si esplicita che la conoscenza necessaria per la soluzione di un problema matematico non è soltanto di tipo algoritmico e di conseguenza si sottolinea che le difficoltà e gli er-

rori nella soluzione possono intervenire a diversi livelli nel processo di soluzione.

Lucangeli, Tressoldi e Cendron (1998a) prendendo spunto dal modello di Mayer, oltre che dai risultati della letteratura più recente in questo ambito (Riley e Greeno, 1988; Riley, Greeno e Heller, 1983; Swanson, Cooney e Brock, 1993; Montague, 1992), hanno proposto un modello che sintetizza e descrive le abilità cognitive rilevanti per la soluzione dei problemi aritmetici. Il modello elaborato da questi autori mette in evidenza cinque componenti fondamentali per la soluzione del problema: la comprensione, la rappresentazione, la categorizzazione, la pianificazione e l'autovalutazione (Figura 1).

La prima componente considerata dagli autori, in accordo con il modello di Mayer, è la comprensione del testo del problema. Questo aspetto richiede, oltre alla maggior parte dei processi cognitivi implicati nella comprensione di un qualunque testo scritto, qualcosa in più. Infatti, perché vi sia una buona comprensione del testo del problema, è indispensabile conoscere il significato di alcuni termini di particolare importanza, come ad esempio i termini relazionali (*"più di"* o *"meno di"* ecc.). A questo proposito, Hegarty, Mayer e Monk (1995) ipotizzano che i soggetti con difficoltà nella soluzione dei problemi facciano riferimento soltanto ai numeri e alle parole chiave piuttosto che al testo del problema nel suo complesso, focalizzandosi in maniera rigida su alcuni termini relazionali. Questo determina una comprensione del problema incompleta e in alcuni casi inesatta. Al contrario, i buoni solutori di problemi comprendono correttamente tutti gli elementi del problema utilizzando i termini relazionali in maniera più flessibile e legata al contesto. Ad ulteriore conferma dell'importanza della comprensione del testo per la risoluzione del problema, Riley, Greeno e Heller (1983) hanno dimostrato che problemi che contengono la stessa struttura algebrica ma che presentano differenti formulazioni verbali determinano diversi livelli di difficoltà in bambini frequentanti la scuola primaria.

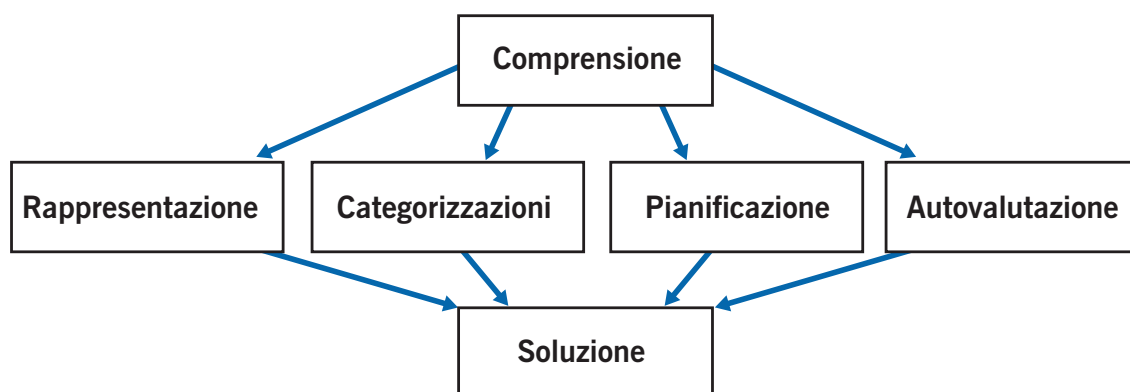


Figura 1. Il modello a cinque componenti di Lucangeli, Tressoldi e Cendron, (1998a).

Per tali ragioni, nel modello che stiamo considerando, la componente della comprensione corrisponde alla prima fase del processamento dell'informazione. Questa componente risulta, infatti, sovraordinata rispetto alle altre quattro ed è considerata, quindi, un prerequisito per proseguire verso la soluzione del problema.

La componente definita nel modello con il termine di *rappresentazione*, è intesa come capacità di costruire un modello mentale del problema. Perché vi sia effettivamente comprensione, è infatti necessario che ciascuna informazione, semplice o complessa, sia messa in relazione con tutte le altre, per ottenere una rappresentazione cognitiva dell'intera situazione del problema (Mayer, 1998). Nella costruzione di una rappresentazione mentale, quindi, vengono integrati tutti gli elementi presenti nel testo del problema. Attualmente non vi è accordo fra i ricercatori sulle specifiche caratteristiche di questa rappresentazione mentale. Alcuni sostengono che essa abbia forma proposizionale, altri pittorica, altri ancora schematica. Hegarty e Kozhevnikov (1999) ad esempio, hanno dimostrato che la rappresentazione schematica del problema è quella più funzionale per la sua risoluzione.

Un'altra capacità fondamentale per la risoluzione del problema è quella indicata come *categorizzazione*, intesa come capacità di riconoscere la struttura profonda del problema e misurata come capacità di riconoscere come appartenenti alla stessa "categoria" i problemi che si risolvono allo stesso modo (Lucangeli, Tressoldi e Cendron, 1998b).

Come dimostrato da Passolunghi, Lonciari e Cornoldi (1994), la capacità di categorizzazione è uno dei fattori più importanti per predire l'abilità di soluzione dei problemi. Nei bambini, infatti, può verificarsi che i problemi vengano erroneamente associati in base al loro contenuto, per esempio i personaggi o la situazione che si sta descrivendo, anziché in base alle operazioni necessarie per risolverli.

D'altro canto, anche in uno studio molto noto di Chi, Feltovich e Glaser (1981) in cui un gruppo di fisici esperti venne paragonato con un gruppo di studenti nella categorizzazione di problemi di fisica, si osservò che gli studenti erano influenzati dalla struttura superficiale del testo, mentre i fisici basavano la categorizzazione su caratteristiche più profonde del problema.

Una componente del processo di risoluzione altrettanto importante è poi la *pianificazione*, capacità necessaria ad elaborare un piano d'azione, che deve essere poi tradotto in operazioni e calcoli nella corretta sequenza per giungere alla soluzione. In altre parole la pianificazione è la fase in cui viene elaborato il piano di soluzione. Lucangeli *et al.* (1998a) sono concordi con Mayer (1998) nell'affermare che nella fase di pianificazione è richiesta

una conoscenza di tipo strategico, cioè la capacità di riconoscere e stabilire gli obiettivi e la conoscenza delle procedure che sono utili per raggiungere tali obiettivi.

Infine, nel modello è previsto il coinvolgimento del processo metacognitivo di *autovalutazione*, inteso sia come la capacità del solutore di valutare le proprie competenze in relazione al compito, sia come la capacità di valutare il proprio operato. Diverse ricerche hanno chiaramente dimostrato che la componente metacognitiva svolge un ruolo fondamentale in tutti gli aspetti dell'apprendimento (Lucangeli e Cornoldi, 1995). Le capacità metacognitive, infatti, sovraordinate ai processi cognitivi, permettono un uso flessibile e strategico delle abilità acquisite per mezzo dell'apprendimento e sono implicate in modo specifico nella soluzione dei problemi matematici (Passolunghi, Lonciari e Cornoldi, 1996).

Ciò che risulta di particolare rilevanza nel modello, è che le componenti di categorizzazione, rappresentazione, pianificazione ed autovalutazione, apportano un contributo singolo e specifico alla soluzione, non comportando interdipendenza reciproca. Ciò significa che ogni componente consente di specificare dei profili di abilità della soluzione dei problemi e quindi, cosa ancora più rilevante, di delineare dei quadri specifici di difficoltà nella soluzione del problema. Pertanto, mentre una concezione ormai obsoleta dell'insuccesso nella risoluzione del problema lo faceva coincidere con il mancato riconoscimento dell'algoritmo di calcolo ed in definitiva con l'errore nel risultato, oggi si riconosce che la difficoltà può intervenire a diversi livelli, primo fra tutti quello della comprensione del testo del problema, ma anche in quelli della rappresentazione, categorizzazione o pianificazione del problema.

Proprio per le caratteristiche appena descritte, tale modello di risoluzione di problemi si presta in modo particolare all'elaborazione di programmi di trattamento di soggetti con difficoltà nella soluzione dei problemi aritmetici. Infatti, sulla base di questo modello sono stati elaborati alcuni programmi di trattamento carta-matita, come: "Risolvere problemi aritmetici" di Passolunghi e Bizzarro (2005) e "Risolvere problemi in sei mosse" di De Candia, Cibinel e Lucangeli (2009), utili per migliorare le competenze nella soluzione dei problemi matematici e per supportare alunni con difficoltà specifiche in questa area.

Sulla base del modello è stato anche costruito il software "Risolvere problemi aritmetici" (D'Amico, Passolunghi e La Porta, 2009) che costituisce, in questo contesto, una novità, trattandosi di uno strumento multimediale. Come è ormai noto e condiviso, i bambini trovano un forte incentivo nell'utilizzo di supporti informatici per l'apprendimento: la possibilità dei supporti multimediali di veicolare i con-

tenuti trattati mediante l'uso di immagini, suoni, parlato ed animazioni, rende infatti più dinamiche, stimolanti e partecipative le sessioni di apprendimento che se ne servono.

“RISOLVERE PROBLEMI ARITMETICI”.

Un software per migliorare le abilità di comprensione, rappresentazione, categorizzazione, pianificazione e memoria, nella soluzione dei problemi aritmetici.

Il software “Risolvere problemi aritmetici” (D'Amico *et al.*, 2009) è rivolto a bambini del secondo ciclo della scuola primaria ed in particolare agli alunni che presentano difficoltà nella soluzione dei problemi e mira a potenziare i singoli aspetti implicati nella soluzione dei problemi aritmetici previsti nel modello di Lucangeli *et al.*, (1998a).

Tuttavia, va sottolineato che lo strumento presenta delle peculiarità rispetto a tale modello. In primo luogo, nel software è stata aggiunta una sezione dedicata allo sviluppo delle abilità di memoria coinvolte nella soluzione dei problemi matematici. Infatti, in alcune ricerche è stato messo in evidenza che per la comprensione del testo del problema è indispensabile un buon funzionamento della *memoria di lavoro*, definita da Baddeley (1986; 1996) come un sistema dinamico di elaborazione e mantenimento dell'informazione. Tra le funzioni della memoria di lavoro vi sono infatti quella di selezionare le informazioni importanti ed inibire quelle superflue, non necessarie alla soluzione del problema, nonché quella di aggiornare continuamente le informazioni presenti in memoria. Diverse ricerche hanno dimostrato che entrambe le funzioni hanno un ruolo determinante nella risoluzione dei problemi matematici (Passolunghi e Pazzaglia, 2004; Swanson e Beebe-Frankenberger, 2004).

Un secondo aspetto in cui il software si differenzia dal modello di Lucangeli *et al.*, (1998a) è relativo alla componente metacognitiva. Infatti, benché nel modello di Lucangeli *et al.* (1998a) fosse già previsto il ruolo dei processi metacognitivi nella risoluzione del problema, essi vengono esaminati limitatamente all'aspetto dell'autovalutazione (Lucangeli *et al.*, 1998b).

Al contrario, nel software “Risolvere problemi aritmetici” è stato dedicato ampio spazio allo sviluppo delle componenti metacognitive, non limitatamente all'aspetto dell'autovalutazione, ma trasversalmente in tutte le attività. Così come Mayer (1998) attribuisce alla metacognizione un ruolo fondamentale nella soluzione di problemi matematici, considerandola l'elemento che guida e coordina le altre componenti, nel software sono stati previsti dei personaggi che fungono da “guida metacognitiva”, stimolando il bambino a riflettere sulla struttura del compito, sulla scelta della strategia più adatta, sull'uso flessibile delle strategie, ecc. Alcuni esempi di

questo tipo saranno riportati nella descrizione delle attività.

Descrizione del software e delle attività

Il programma si articola in due moduli. Il modulo di *assessment* consente di valutare l'abilità di soluzione dei problemi del bambino attraverso una serie di problemi di difficoltà crescente, analoghi a quelli che normalmente vengono svolti a scuola. Il modulo di *training*, a cui si accede dopo avere effettuato il test, contiene numerosi esercizi che consentono di potenziare ogni area specifica per la soluzione del problema: la comprensione, la categorizzazione, la rappresentazione, la pianificazione. Queste componenti sono quelle considerate dal modello di Lucangeli *et al.* (1998) descritto in precedenza. Oltre a queste aree, nel *training* è stata aggiunta una sezione dedicata al potenziamento della memoria di lavoro applicata al contesto del problema matematico. Le attività sono guidate da due “compagni di studio” che forniscono consigli e stimolano la riflessione su quanto accade durante le attività di apprendimento. Infine, dopo aver completato il *training*, l'utente può accedere ad una nuova fase di *assessment*, che consiste in una serie di problemi analoghi a quelli svolti nella prima fase (pre-test), ma leggermente più complessi dal punto di vista computazionale. Questo secondo *assessment*, dunque, consente di valutare se è avvenuto un cambiamento nell'abilità del bambino di risolvere i problemi.

Nella parte gestionale, l'insegnante o il genitore possono facilmente valutare il lavoro svolto dal bambino e controllare i risultati ottenuti. È possibile quindi specificare quali attività risultano maggiormente complesse e quali invece vengono affrontate più facilmente, in modo da programmare interventi mirati per potenziare le abilità carenti e valorizzare le abilità presenti nel bambino. Va sottolineato che il software è un sistema chiuso, non consente di modificare le singole attività proposte o di inserire nuovi contenuti.

A seguire verranno descritte più dettagliatamente le attività del software.

Ambientazione, schermata iniziale, dati tecnici

Come detto in precedenza, i personaggi guida sono due bambini, Maya e Francesco. A questi personaggi è affidato il compito di spiegare l'utilizzo del software: come registrarsi, come utilizzare i pulsanti, ecc. Le attività sono ambientate nella “casa” dei personaggi: ogni sezione si svolge in una stanza differente della casa.

La schermata iniziale (figura 2) è ambientata all'esterno della casa, luogo virtuale in cui i personaggi si presentano e descrivono le attività preliminari. L'utente qua dovrà registrarsi con un nome e indicare il proprio “livello”, che corrisponde grossomodo alla classe frequentata: il primo livello alla clas-

se terza, il secondo alla quarta ed il terzo alla quinta. È stata una precisa scelta quella di non indicare direttamente la classe in quanto il training si rivolge specialmente ai bambini con difficoltà in questo ambito, pertanto è possibile che un bambino venga indirizzato, dall'insegnante/operatore, verso un livello inferiore rispetto alla classe frequentata. Nella seconda schermata (figura 3) i personaggi invitano l'utente ad entrare nella casetta per iniziare le attività. In questa schermata è possibile scegliere il formato maiuscolo o minuscolo per le parti scritte, accedere alla sezione spiega pulsanti, accedere all'ultimo esercizio svolto nella sessione precedente e accedere alle quattro aree principali del programma: test in ingresso, training, training di integrazione e metacognizione, test in uscita. Infine, da questa schermata è possibile stampare un attestato di "esperto dei problemi aritmetici" una volta che il programma è stato completamente svolto.

Test/Re-test

Sulla porta di ingresso della casetta è posizionato il pulsante per il collegamento al modulo di *assessment* iniziale (test di ingresso). Come già spiegato, questo modulo consiste in una serie di problemi costruiti sulla base degli obiettivi didattici dell'anno scolastico di riferimento. La schermata, per tutti i problemi è divisa in tre sezioni, nella parte in alto c'è il testo del problema. Al di sotto di questo, a sinistra, c'è un riquadro dove va indicato l'algoritmo di calcolo e il relativo risultato per ogni passaggio necessario a risolvere il problema. Le risposte fornite dall'utente in questo riquadro vengono registrate. A destra di questo si trova uno spazio di lavoro quadrato dove il bambino può svolgere i calcoli; si tratta di uno spazio libero: i dati immessi in questa parte non vengono registrati.

La porta sul retro della casetta è l'accesso al re-test (test in uscita). L'interfaccia di questa sezione è del tutto analoga a quella iniziale.

Training

Dopo aver completato il test in entrata, il bambino può accedere al training. Se il test non è completo non può avvenire l'accesso, tuttavia dalla parte gestionale è possibile sbloccare il percorso, nel caso in cui un bambino non riesca a completare tutti i problemi del test o sia necessario accedere direttamente al training. All'interno della casetta è possibile scegliere uno dei cinque moduli presenti; è consigliato iniziare il training con il modulo comprensione e proseguire secondo l'ordine indicato.

Personaggi guida e aspetti metacognitivi

I personaggi guida, è stato accennato, introducono all'utilizzo del software, spiegando all'utente alcuni aspetti funzionali. Nel contempo questi personaggi rappresentano due compagni di studio, che invitano il bambino nella loro casa per studiare insieme i



Figura 2. Schermata di registrazione utenti.



Figura 3. Seconda schermata.

problemi aritmetici. Ai due personaggi è affidato l'aspetto metacognitivo delle attività, essi infatti, di volta in volta, introducono l'esercizio, spiegandone l'utilità, danno il feedback sull'esercizio svolto, si pongono delle domande o spiegano dei trucchi. Per esempio negli esercizi che riguardano la domanda del problema, il personaggio sottolinea che è fondamentale individuare subito la richiesta del problema, e che in base alla richiesta vengono selezionati i dati rilevanti per la soluzione. Negli esercizi in cui è possibile cambiare la domanda del problema, il personaggio fa rilevare che se cambia la domanda cambiano di conseguenza anche i dati rilevanti per la soluzione. In questo modo si sollecita nel bambino una riflessione metacognitiva sul compito che sta eseguendo.



Figura 4. Scheda di autovalutazione.

Nel software, oltre alla funzione di guida metacognitiva dei personaggi, è stato previsto l'aspetto dell'autovalutazione; alla fine di ogni modulo, infatti, è presente una schermata in cui il bambino deve indicare come pensa di avere lavorato (figura 4). Le risposte sono utili da mettere in relazione con l'effettiva prestazione del bambino, in modo da avere un indice sommario sulla capacità del bambino di valutare il proprio operato.

Comprensione

Le prime attività del training sono dedicate alla comprensione del problema. Come precedentemente accennato, nel modello di Lucangeli *et al.*, (1998a), la comprensione è considerata sovraordinata rispetto alle altre componenti, cioè, in altre parole, la comprensione è la prima componente cognitiva che interviene nel processo di soluzione del problema: se non è avvenuta una corretta comprensione, non sarà possibile proseguire verso la soluzione del problema.

Considerando la rilevanza che assume la compren-

sione nella risoluzione di un problema, a questa sezione è stato dedicato un gran numero di attività ed esercizi. Gli obiettivi specifici di questa sezione riguardano: il riconoscimento delle informazioni utili del testo, l'analisi dei dati del problema, l'analisi della domanda del problema.

Le attività sul riconoscimento delle informazioni utili del testo consistono prevalentemente nello scegliere, in un testo del problema con numerose informazioni, le frasi che contengono informazioni utili per la soluzione. Un esempio di ciò è l'attività "un colpo di spugna" in cui il bambino deve cancellare col mouse (spugna) le frasi che non contengono informazioni importanti, mantenendo tutte le informazioni necessarie per risolvere il problema.

Le attività sui dati del problema riguardano l'individuazione di dati nascosti, dati superflui, dati mancanti. Un esempio di queste attività è l'esercizio "attento ai numeri nascosti" in cui il bambino deve individuare se nel testo sono presenti dati nascosti e ne deve indicare il valore in cifre.

Le attività sulla domanda del problema sottintendono il concetto che è la domanda che ci indica ciò che dobbiamo trovare per risolvere il problema, ad esempio, nell'attività "la domanda ti indica i dati importanti", il bambino deve scegliere i dati opportuni in funzione della domanda, scartando i dati superflui (figura 5).

Rappresentazione

Nel modulo "rappresentazione" del training si è cercato di impiegare le rappresentazioni per giungere ad una comprensione adeguata del problema; infatti, un modo per aiutare il bambino nel rappresentare i problemi, è quello di utilizzare oggetti da manipolare, come blocchi, figurine, oppure rappresentazioni grafiche (Greeno e Riley, 1987).

L'obiettivo principale delle attività è quello di stimolare il riconoscimento della rappresentazione adeguata per ogni problema, e di favorire un uso funzionale e flessibile della rappresentazione. Per esempio nell'attività "disegni, insiemi o segmenti?" il bambino deve trovare per ogni problema la rappresentazione più adatta fra quelle proposte. La rappresentazione più adatta è quella in cui sono presenti tutti gli elementi fondamentali per risolvere il problema, pertanto l'obiettivo dell'esercizio è quello di utilizzare le rappresentazioni utili e soprattutto distinguerle dalle rappresentazioni che risultano inefficaci per diversi motivi, per esempio quelle che contengono elementi superflui o descrittivi oppure quelle che non consentono di cogliere correttamente la relazione fra i dati. Nell'esercizio "crea la rappresentazione" (figura 6) si è cercato di creare delle situazioni in cui il bambino potesse effettivamente manipolare gli elementi del problema con il mouse per rappresentare la situazione problematica. Come specificato in precedenza infatti, la

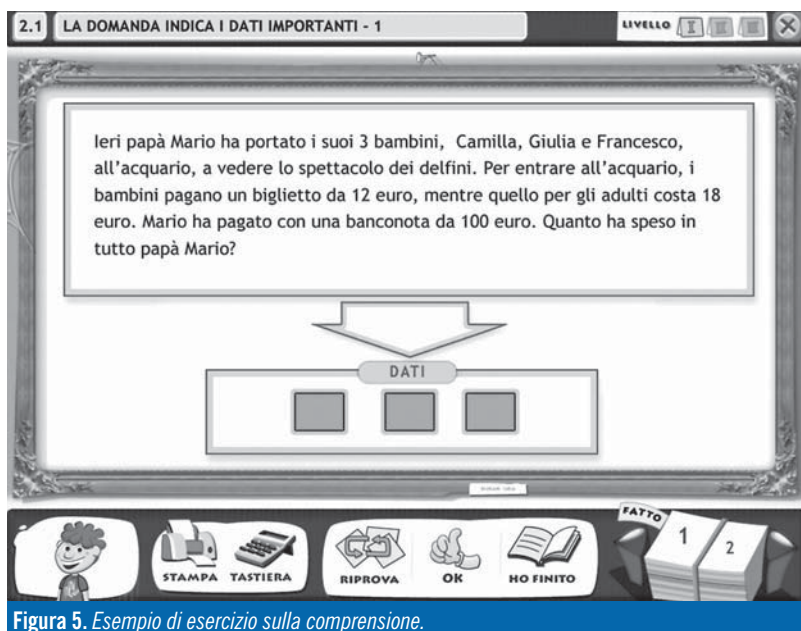


Figura 5. Esempio di esercizio sulla comprensione.

possibilità di manipolare concretamente le quantità indicate nel testo consente di accedere più facilmente alla comprensione del problema. Infine, è prevista un'attività in cui il bambino può stampare la videata e costruire autonomamente la rappresentazione, disegnandola.

Categorizzazione

Nella sezione del software dedicata a questa componente del problem solving l'obiettivo principale è imparare a riconoscere la struttura profonda di un problema. Alcune attività sono dedicate alla conoscenza concettuale delle quattro operazioni, ad individuare nel testo le parole "chiave" che ci aiutano a comprendere l'operazione giusta da eseguire, ed a utilizzare queste stesse parole in maniera flessibile. Infatti, non sempre una parola "chiave" aiuta a trovare l'operazione esatta, al contrario, a volte si rivela ingannevole. Ad esempio, nell'attività "le chiavi che non aprono" sono stati inseriti alcuni problemi, costruiti appositamente, in cui, quella che generalmente è riconosciuta come parola chiave, in realtà non suggerisce l'operazione corretta. Per esempio, nel problema:

*Michele ha una collezione di palline di vetro di tutti i colori. Proprio ieri ne ha **aggiunte** 18 tutte rosse. Adesso ne ha in tutto 206. Quante palline colorate aveva prima?*

l'operazione da eseguire è una sottrazione, pertanto la parola "aggiunte" è in qualche modo incongruente, in quanto solitamente viene associata ad una operazione di somma. Nell'esercizio dunque si stimola la riflessione metacognitiva del bambino al fine di non innescare un utilizzo rigido delle parole chiave.

Altre attività (figura 7), invece, sono dedicate all'analisi delle analogie e differenze fra i problemi. Nell'esercizio "colora i problemi", ad esempio, il bambino deve tingere dello stesso colore i problemi che si risolvono con le stesse operazioni.

Pianificazione

Nel software l'obiettivo generale del modulo pianificazione è quello di imparare ad organizzare un piano di lavoro per risolvere un problema, in funzione dell'obiettivo. Le attività sono principalmente dedicate alla progettazione del piano di lavoro seguendo un diagramma di flusso, per esempio nell'esercizio "il piano di lavoro" (figura 8) è necessario mettere in ordine tutte le azioni necessarie per raggiungere uno scopo. Per esempio nell'esercizio "trova la domanda intermedia", in problemi a doppio step di risoluzione, è richiesto al bambino di esplicitare quale informazione è necessario trovare prima di giungere alla soluzione. In alcuni casi di bambini con difficoltà nella risoluzione dei problemi esplicitare quali informazioni devono essere preliminarmente rintracciate è difficile, l'eser-

2.2 CREA LA RAPPRESENTAZIONE LIVELLO

I libri preferiti di Daniele sono quelli fantasy, ma legge volentieri anche libri di narrativa. Ogni anno legge parecchi libri e poi li sistema su una mensola della sua libreria. Nell'anno 2007 ha letto 4 libri fantasy e 3 libri di narrativa. Nel 2006 ha letto 5 libri fantasy. Nel 2005 ha letto 2 libri di narrativa e 6 libri fantasy. Ecco la libreria di Daniele, prova a sistemare i libri nelle mensole

2007
2006
2005

NARRATIVA FANTASY

STAMPA TASTIERA RIPROVA OK HO FINITO FATTO 1 2

Figura 6. Esempio di esercizio sulla rappresentazione.

2.3 COLORA I PROBLEMI LIVELLO

Il bigliettota del cinema Astor ha venduto oggi pomeriggio 78 biglietti a prezzo ridotto per ragazzi e 35 biglietti a prezzo intero per adulti. Quanti biglietti sono stati venduti in tutto?

Ieri sera Vittorio è stato al luna park ed ha giocato al tiro a segno. È riuscito a vincere una bella scatola con 35 biglie colorate da aggiungere alla sua collezione. Quante palline ha in tutto adesso, se prima ne aveva 96?

Alla bottega di frutta e verdura del signor Luigi sono arrivate stamattina 5 cassette contenenti ognuna 24 cestini di fragoline di bosco. Quanti cestini di fragoline ci sono in tutto?

ADDIZIONARE MOLTIPLICARE SOTTRARRE DIVIDERE

STAMPA TASTIERA RIPROVA OK HO FINITO FATTO 1 2

Figura 7. Esempio di esercizio di categorizzazione.

2.4 IL PIANO DI LAVORO LIVELLO

accendere il fuoco

salare il pop-corn

versare l'olio nella padella

assaggiare il pop-corn croccante

prendere una padella capiente

aspettare che tutti i chicchi siano scoppiati

versare la giusta quantità di mais nella padella

STAMPA TASTIERA RIPROVA OK HO FINITO FATTO 1 2

Figura 8. Esempio di esercizio sulla pianificazione.

cizio quindi mira a evitare automatismi che derivano dalle esperienze precedenti nella soluzione di problemi simili e ad approcciarsi al problema con una maggiore logicità e in maniera flessibile rispetto al problema corrente.

Memoria

In training classici sulla memoria di lavoro, in genere, si cerca di potenziare le abilità tramite esercizi di span, oppure chiedendo l'aggiornamento di elementi (numeri, parole, figure) precedentemente memorizzati, in base ad un criterio. Nel training qui descritto si è cercato di applicare il potenziamento della memoria di lavoro direttamente sul problema. Per esempio in problemi con dati superflui, la domanda finale ci dice quali dati dobbiamo selezionare. Questo implica, nella memoria di lavoro, un continuo aggiornamento dei dati che fino a quel punto erano stati processati, con relativa inibizione dei dati superflui ed attivazione dei dati rilevanti. Gli esercizi inseriti in questa sezione del software richiedono proprio questo continuo aggiornamento dei dati del problema, sia con il testo del problema presente sia con il testo del problema nascosto. Per esempio nell'esercizio "fattoria" è richiesto di memorizzare i dati mentre il problema viene presentato frase per frase, in questo modo il bambino deve operare un continuo aggiornamento dei dati in memoria, alla fine viene richiesto di rispondere ad una domanda che necessita una selezione dei dati memorizzati.

Training-integrazione

A questa parte del training si accede dopo aver completato tutte le attività precedenti. Si tratta di un momento di integrazione di tutte le attività apprese in precedenza su un unico problema. Per ogni problema verrà svolto un esercizio sulla comprensione del testo, sulla rappresentazione, sulla categorizzazione, ecc., così fino ad arrivare alla soluzione del problema. In questa sezione assume

maggiore rilevanza l'aspetto meta cognitivo; sebbene i personaggi guida diano dei feedback metacognitivi in ogni attività del training, in questa parte, l'attività metacognitiva risulta maggiormente strutturata. Per ogni esercizio svolto il personaggio guida si pone un quesito, ad esempio si interroga sull'utilità di una rappresentazione, oppure chiede se una attività sia stata semplice o complessa da svolgere e lascia del tempo al bambino per provare a rispondere. Alla fine l'altro personaggio dà una risposta al quesito posto.

CONCLUSIONI

Considerando quanto premesso sull'utilità degli strumenti didattici multimediali, è necessaria qualche riflessione sui diversi esiti che l'utilizzo di tali strumenti può determinare. Generalmente i bambini sono molto motivati ad utilizzare strumenti alternativi per l'apprendimento. Il rischio, in questo caso, è che una grafica accattivante, un ambiente di apprendimento piacevole, possa indurre nei bambini una modalità di approccio "competitivo", per il quale intendiamo un approccio da videogame, in cui l'obiettivo è quello di raggiungere il migliore punteggio possibile. Nel caso di un software didattico pertanto si potrebbe rischiare che i bambini svolgano in maniera sbrigativa gli esercizi al fine di trovare le risposte giuste, andare avanti, completare i moduli. Questo potrebbe comportare inoltre che il bambino sorvoli la parte metacognitiva assegnata ai personaggi guida.

Per evitare l'istaurarsi di una prassi di questo genere e per un utilizzo ottimale di questo strumento, riteniamo importante che il bambino svolga le attività con la guida dell'insegnante o del genitore. Una guida esterna assolve, infatti, la funzione di contenere l'impulsività che in certi casi potrebbe portare ad eseguire gli esercizi in maniera meccanica, e, nello stesso tempo, consente di focalizzare l'attenzione sui contenuti metacognitivi.

BIBLIOGRAFIA

- Baddeley A.D. (1986). *Working memory*, London: Oxford University Press.
- Baddeley A.D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49 (A), pp. 5-28.
- Chi M.T.H., Feltovich P.J., Glaser R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, pp. 121-152.
- D'Amico A., Passolunghi M.C., La Porta R., (2009). Risolvere problemi aritmetici (CD-ROM). Test e training su comprensione, rappresentazione, categorizzazione, pianificazione e memoria. Erickson, Trento.
- De Candia C., Cibinel N., Lucangeli D. (2009) *Risolvere problemi in 6 mosse*. Trento: Erickson.
- Greeno J.G., Riley M.S. (1987). Processes and Development of Understanding. In R.E. Weinert, R.H. Kluwe (a cura di). *Metacognition, Motivation and Understanding*. Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 289-313.
- Hegarty M., Mayer R.E., Monk C.A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of educational psychology*, 87 (1), pp. 18-32.
- Hegarty M., Kozhevnikov M., (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), pp. 684-689.
- Lucangeli D., Cornoldi C. (1995). Metacognizione e matematica. In O. Albanese, P.A. Doudin, D. Martin (a cura di). *Metacognizione ed educazione*. Milano: Franco Angeli.
- Lucangeli D., Tressoldi P., Cendron M. (1998a). Cognitive and metacognitive abilities involved in the solution of mathematical word problems: validation of a comprehensive model. *Contemporary educational psychology*, 23, pp. 257-275 .
- Lucangeli D., Tressoldi P.E., Cendron M. (1998b). *SPM. Test di abilità di soluzione dei problemi matematici*. Trento: Erickson.
- Mayer R.E. (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, Vol. 26, pp. 49-63.
- Montague M. (1992). The Effects of Cognitive and Metacognitive Strategy Instruction on the Mathematical Problem Solving of Middle School Students with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25 (4), pp. 230-248.
- Passolunghi M.C., Lonciari I., Cornoldi C. (1994). Abilità di pianificazione nella risoluzione di problemi aritmetici di tipo verbale. Atti del Congresso nazionale Airipa su *Problemi di attenzione e comportamento nei disturbi di apprendimento*, Ferrara.
- Passolunghi M.C., Lonciari I., Cornoldi C. (1996). Abilità di pianificazione, comprensione, metacognizione e risoluzione di problemi aritmetici di tipo verbale. *Età Evolutiva*, 54, pp. 36-48.
- Passolunghi M.C., Pazzaglia F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Difference*, 14, pp. 219-230.
- Passolunghi M.C., Bizzarro M. (2005). *Risolvere Problemi Aritmetici. Attività su comprensione, rappresentazione, memoria e updating*. Trento: Erickson.
- Riley M.S., Greeno J.G., Heller J.J. (1983). Developments of children's problem-solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg (a cura di). *The development of mathematical thinking*, New York: Academic Press.
- Riley M.S., Greeno J.G. (1988). Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems. *Cognition and Instruction*, 5(1), pp. 49-101.
- Swanson H.L., Beebe-Frankenberger M. (2004). The Relationship Between Working Memory and Mathematical Problem Solving in Children at Risk and Not at Risk for Serious Math Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96 (3), pp. 471-491.
- Swanson H.L., Cooney J. B., Brock S. (1993). The influence of working memory and classification ability on children's word problem solution. *Journal of Experimental Child Psychology*. 55(3), pp. 374-395.
- Thorndyke E.L. (1898). Animal intelligence: an experimental study of the associative process in animals. *Psychological Review Monographs Supplement*, 2(8).