

Il ruolo delle nuove tecnologie per superare le difficoltà di apprendimento in aritmetica

Rosa Maria Bottino, Giampaolo Chiappini

▶ **To cite this version:**

Rosa Maria Bottino, Giampaolo Chiappini. Il ruolo delle nuove tecnologie per superare le difficoltà di apprendimento in aritmetica. Gruppo di Ricerca Interuniversitario su Matematica e DifficoltÃ (GRIMED X) "Le difficoltÃ in mathematica : da problema di pochi a risorsa per tutti", fÃ©vrier 2001, 2001, Bologne, Italy. pp.3-13. hal-00190504

HAL Id: hal-00190504

https://telearn.hal.science/hal-00190504

Submitted on 23 Nov 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Published in: *Matematica e Difficoltà 11: Le difficoltà in matematica: da problema di pochi a risorsa per tutti*, Bologna: Pitagora Editrice, 2001, 3-13.

IL RUOLO DELLE NUOVE TECNOLOGIE PER SUPERARE LE DIFFICOLTÀ DI APPRENDIMENTO IN ARITMETICA

Rosa Maria Bottino & Giampaolo Chiappini
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto Matematica Applicata
bottino@ima.ge.cnr.it – chiappini@ima.ge.cnr.it

1. INTRODUZIONE

Nel nostro lavoro di ricerca abbiamo compiuto varie sperimentazioni per studiare il ruolo che le tecnologie informatiche e telematiche possono svolgere nel superamento di difficoltà che emergono nell'apprendimento in campo aritmetico e nella soluzione di problemi aritmetici.

Tali studi sono stati sviluppati analizzando il ruolo svolto dalla tecnologia nel suo contesto d'uso, prendendo quindi in esame i bisogni di chi la usa, la natura del supporto che essa fornisce per l'attività, i meccanismi di interazione sociale che essa è in grado di mediare, la natura del sapere che risulta coinvolto nel suo utilizzo e, in relazione ad esso, il tipo di mediazione che essa fornisce per la sua appropriazione. Questa impostazione è in accordo con le idee più recenti sviluppate nel campo della "distributed cognition" secondo le quali la conoscenza è sempre contestualizzata, distribuita negli strumenti, nelle attività che con tali strumenti vengono svolte oltre che nelle azioni e nelle menti di chi partecipa, interagendo, all'attività. Le esperienze di uso della tecnologia che fanno riferimento a questo tipo di impostazione possono essere definite come esperienze di orchestrazione che si concretizzano attraverso una combinazione adeguata di hardware, software e organizzazione sociale. Questa modalità d'uso considera in generale lo studente nel complesso dei suoi bisogni che sono comunicativi, relazionali oltre che di rapporto con le abilità, le conoscenze e il sapere. L'eventuale difficoltà che viene registrata nel comportamento dell'alunno viene considerata e valutata all'interno del contesto dell'attività in cui la competenza di riferimento trova una sua naturale motivazione e giustificazione. Il superamento della difficoltà é mediato dall'interazione sociale e dagli strumenti utilizzati nell'attività stessa. Questo approccio si differenzia profondamente da un'altra modalità d'uso della tecnologia in classe basata principalmente sulla trasmissione diretta di conoscenze e sulla esercitazione assistita. Tale modalità d'uso della tecnologia é ancora molto diffusa soprattutto in situazioni di difficoltà di

apprendimento, specialmente in ambito matematico; con tale approccio l'attenzione viene posta su ciò che manca e il supporto della tecnologia viene concepito come "ausilio", che dovrebbe porre rimedio a tale mancanza. Il bambino con difficoltà o il bambino con un ritardo viene in generale considerato come un bambino a cui manca qualcosa; l'uso della tecnologia viene di conseguenza orientato a cercare di porre rimedio a tale mancanza attraverso un approccio di tipo trasmissivo di abilità e competenze e una esercitazione assistita meccanica e ripetitiva.

Ai due approcci d'uso della tecnologia, profondamente diversi, corrispondono due visioni altrettanto differenti circa il modo di condurre le attività di insegnamento per superare le difficoltà che emergono nell'apprendimento in campo aritmetico

2. USO DI PROGRAMMI "DRILL AND PRACTICE" PER IL SUPERAMENTO DI DIFFICOLTÀ IN ARITMETICA

Ancora oggi nella scuola sono molto diffusi programmi di tipo "drill and practice" per il recupero di quelle che vengono definite abilità matematiche di base. Tali programmi propongono in generale esercizi meccanici ripetitivi integrati da spiegazioni, rinforzi visivi e correzioni on line per lo sviluppo, per esempio, di abilità nella memorizzazione di tabelline, nel calcolo scritto delle operazioni, nella conta di oggetti… I programmi "drill and practice" impiegano in generale strategie di apprendimento basate su domande dirette e spesso usano giochi per favorire la partecipazione e la motivazione. Essi vengono normalmente usati per testare l'acquisizione di determinate abilità o per fornire esercizi aggiuntivi a studenti che presentano problemi o ritardi nell'acquisizione di specifiche abilità. Generalmente questi programmi non sono usati nella normale attività di classe ma solo per attività di rinforzo individuale con alcuni studenti, fuori dalla classe, oppure a casa. Notiamo che, spesso, dietro l'uso di tali software c'è una visione dell'insegnamento dell'aritmetica che in molti casi è essa stessa causa delle difficoltà e dei ritardi che si manifestano nell'apprendimento.

Tale tipo di insegnamento si basa principalmente su:

- una introduzione del numero secondo la notazione posizionale decimale basata su decifrazione e codifica, sganciata molto spesso dalle competenze numeriche che l'alunno possiede;

Published in: *Matematica e Difficoltà 11: Le difficoltà in matematica: da problema di pochi a risorsa per tutti*, Bologna: Pitagora Editrice, 2001, 3-13.

- una introduzione precoce dei segni aritmetici come unico modo per esplicitare il procedimento risolutivo nella soluzione dei problemi;
- una introduzione precoce degli algoritmi di calcolo scritto delle operazioni aritmetiche usate come strumento per giungere al risultato del problema.

Cerchiamo di capire perché tale approccio non funziona soprattutto con bambini che presentano carenze linguistiche ed esperienziali e perché tale approccio può contribuire a determinare con tali bambini difficoltà e i ritardi nell'apprendimento.

Il sistema di numerazione posizionale decimale è il punto di arrivo di una lunga evoluzione che parte dai sistemi di numerazione additivi di spunta e successivamente si sviluppa secondo notazioni più formali basate su proprietà di tipo additivo. Lo sviluppo che il concetto di numero ha avuto sul piano filogenetico trova una corrispondenza anche sul piano ontogenetico: le competenze numeriche che i bambini costruiscono fuori da una sistemazione scolastica sono generalmente di tipo additivo e non posizionale. Se la notazione decimale posizionale viene introdotta e appresa come puro esercizio di decifrazione e di codifica si rischia di non tenere conto che nel passaggio da una concezione additiva ad una posizionale del numero emergono forti contraddizioni che l'intervento didattico dovrebbe far evolvere. La scrittura del numero "milledieci" come "100010", presente in alcuni casi ancora in prima media, mostra come questa contraddizione non sia ancora stata superata dopo cinque anni di scuola elementare. Ma anche quando la scrittura del numero è corretta è bene tenere presente che una decifrazione corretta può coesistere anche in assenza di una competenza numerica ben strutturata oppure scollegata da essa. Ciò può emerge, per esempio, quando non c'è la necessità di stabilire una concordanza tra il leggere o lo scrivere un numero e ottenere un significato. Questa dissociazione è molto simile a quella che spesso si registra nell'apprendimento del linguaggio scritto quando non si realizza più una corrispondenza tra l'attività di decifrazione (lettura) e quella di comprensione di un testo, come ben messo in evidenza dalla ricerca di Ferreiro e Teberoski (1985).

Anche l'uso dei segni aritmetici per esplicitare la soluzione di un problema e degli algoritmi di calcolo scritto delle operazioni per dare il risultato sono il punto di arrivo di una evoluzione sul piano storico. Ancora pochi secoli fa per realizzare la soluzione di un problema aritmetico si usava il linguaggio naturale e i mezzi offerti da un sistema di numerazione. La soluzione quindi si presentava come un discorso. Il discorso dava conto di come venivano utilizzati in quella situazione i mezzi offerti dal sistema di numerazione e permetteva di mantenere un

contatto molto stretto con il senso della procedura messa in atto. L'introduzione dei segni aritmetici risponde ad esigenze di economia di pensiero e di sintesi nella rappresentazione. Un loro uso precoce e non ben mediato didatticamente può però provocare negli alunni con più difficoltà una perdita del senso della strategia. Ciò è dimostrato dai troppi alunni che nel risolvere un problema aritmetico cercano di "indovinare" l'operazione da effettuare. Essi non sono in grado di attribuire un senso ai segni aritmetici rispetto alla situazione di enunciazione del problema.

Per quanto riguarda, infine, l'insistenza con cui vengono sviluppate le abilità di calcolo scritto delle operazioni nella scuola primaria, è utile ricordare che la ricerca ha messo in luce che non c'è correlazione tra abilità di realizzare calcoli scritti e la capacità di risolvere problemi (Lesh, 1985, Nesher, 1986). E' stato anzi dimostrato che un insistenza marcata sul calcolo scritto si è spesso rivelata di ostacolo allo sviluppo di capacità nel problem solving aritmetico. L'introduzione del simbolismo aritmetico e della computazione scritta possono essere proficuamente introdotti quando i bambini hanno già sperimentato le potenzialità di un sistema di numerazione e sono in grado di mettere in atto strategie informali di soluzione all'interno di situazioni problematiche concrete.

Notiamo che, in generale, l'uso di programmi di tipo drill and practice, se da un lato consente di sviluppare competenze di tipo meccanico, dall'altro, risulta del tutto inadeguato per lo sviluppo di un genuino saper fare aritmetico, in cui l'obiettivo dell'apprendimento è l'appropriazione dei significati coinvolti nell'uso dei simboli aritmetici durante la soluzione di problemi. L'uso di tali programmi non modifica il modo in cui si realizza l'approccio ai concetti aritmetici. Di conseguenza, che come abbiamo messo in evidenza, in molti casi non contribuisce contribuire al superamento delle difficoltà che vengono riscontrate negli alunni.

3. IL CALCOLATORE COME MEDIATORE DELL'ATTIVITÀ DI INSEGNAMENTO/APPRENDIMENTO

Nella nostra ricerca il calcolatore è stato usato secondo un approccio che si può definire di "orchestrazione". Secondo questo approccio l'apprendimento è visto come risultato di una esplorazione e di una costruzione attiva da parte dell'alunno, mediate dagli strumenti disponibili nell'attività in cui l'alunno è coinvolto e dall'interazione sociale che si sviluppa all'interno di essa. Questo approccio enfatizza la natura sociale dello sviluppo cognitivo e

della costruzione del significato e l'importanza di considerare le relazioni che si stabiliscono nell'attività tra individuo, strumenti mediatori e gruppo sociale (la classe). In questo quadro la tecnologia è considerata in relazione all'attività di insegnamento/apprendimento nel suo complesso e non solo per lo sviluppo di specifiche abilità o per lo svolgimento di specifici compiti. La tecnologia, inoltre, viene utilizzata in relazione a processi di insegnamento/apprendimento che si realizzano sul lungo periodo quali quelli necessari per lo sviluppo di conoscenze complesse e articolate come quelle coinvolte nel problem solving aritmetico. Nella progettazione di interventi per gli alunni con difficoltà di apprendimento il quadro di riferimento delineato rimane lo stesso, aumenta l'assistenza che l'insegnante può fornire all'alunno in difficoltà avvalendosi degli strumenti resi disponibili dalla tecnologia.
Alla base del nostro approccio c'è una visione dell'attività di insegnamento/apprendimento dell'aritmetica profondamente diversa da quella illustrata nella precedente sezione, che verrà di seguito brevemente illustrata.

Il rapporto che si stabilisce tra linguaggio naturale e scrittura simbolica dell'aritmetica è un rapporto complesso che incide sul modo in cui il pensiero si organizza e prende corpo nella soluzione di situazioni problematiche. In (Arzarello e Al., 1994) è stato messo in evidenza che è possibile evidenziare un doppio registro nei processi di soluzione anche dei più semplici problemi aritmetici. Vi è l'aritmetica orale coi suoi numeri parlati e in cui il flusso di ragionamento si appoggia sul linguaggio naturale e sulle funzionalità offerte da un sistema di numerazione per costruire una strategia risolutiva di un problema. Vi è l'aritmetica scritta, in cui il linguaggio simbolico possiede già alcune funzioni proprie del linguaggio algebrico (ad esempio, la funzione ideografica e di sintesi) che il pensiero può utilizzare per esprimere o per interpretare la soluzione aritmetica di un problema nella forma di una espressione aritmetica. Obiettivo dell'attività di insegnamento dell'aritmetica è lo sviluppo della capacità degli alunni di padroneggiare questo doppio registro nella soluzione di problemi aritmetici.
Il rapporto tra il registro orale e quello scritto dell'aritmetica non è sempre lineare e privo di problemi: ad esempio nei problemi additivi e, anche se in minor misura, in quelli moltiplicativi, il linguaggio naturale è molto più ricco e sensibile alle diverse semantiche del contesto di quanto non lo sia quello formale dell'aritmetica. Spesso la sintesi cui costringe la messa in formule aritmetiche obbliga gli allievi a cambiare completamente la struttura dei processi propri dell'aritmetica orale (si veda, per esempio, le trasformazioni che devono essere

compiute per formalizzare, attraverso una formula del tipo a-b=c, una strategia risolutiva di completamento).

Gli studi relativi allo sviluppo cognitivo nell'ambito del problem solving aritmetico offrono raccomandazioni generali per affrontare il problema didattico relativo al superamento di difficoltà nello sviluppo di competenze nell'aritmetica orale e in quella scritta nonché in quelle relative al loro coordinamento. Tali raccomandazioni rilevano l'importanza di collegare la matematica che si fa a scuola con quella della matematica coinvolta nei contesti della vita quotidiana, basata, in generale, su competenze dell'aritmetica orale, motivando questa raccomandazione con la necessità di partire da ciò che i bambini conoscono. Tuttavia osservano anche che la matematica della vita quotidiana presenta dei limiti che molto spesso non aiutano a esplorare nuovi aspetti della matematica che non fanno parte delle situazioni quotidiane, ma che hanno grande importanza per la formazione matematica degli alunni (Schliemann, 1995). Un grosso contributo per il superamento dei problemi evidenziati nell'apprendimento in campo aritmetico è stato dato da Boero (Boero 1995) con la sua nozione di campo di esperienza.

Dal punto di vista didattico la nozione di campo di esperienza permette di ancorare il riferimento generico delle situazioni della vita quotidiana alla necessità di progettare situazioni di apprendimento in campi culturali omogenei e unitari, significativi per l'alunno e per l'insegnante (ad esempio, il campo di esperienza degli scambi monetari, quello della misura del tempo o delle ombre del sole; sul medio-lungo periodo anche l'aritmetica può e deve diventare un campo di esperienza). L'obiettivo principale di una didattica basata sui campi di esperienza è l'appropriazione di una padronanza sistematica del campo di esperienza in cui si opera.

La nozione di campo di esperienza pone la necessità di compiere un'analisi delle potenzialità e dei limiti degli strumenti matematici che caratterizzano la pratica all'interno del campo stesso. Tale tipo di analisi ha come fine la comprensione del tipo di conoscenza matematica che è determinata dalla pratica all'interno del campo, conoscenza che, nell'evoluzione di questo tipo di didattica, dovrà essere utilizzata in altri campi di esperienza matematici e non matematici. Il campo di esperienza contribuisce a costruire il senso di concetti, procedure e strategie matematiche necessarie per padroneggiare gli aspetti culturali che lo caratterizzano favorendo l'evoluzione delle concezioni pre-esistenti degli alunni. Il senso di tali strumenti matematici costituisce il riferimento per la successiva evoluzione dell'attività in campi di esperienza matematici e l'esplicitazione dei limiti di tali strumenti motiva la necessità di tale evoluzione.

Published in: *Matematica e Difficoltà 11: Le difficoltà in matematica: da problema di pochi a risorsa per tutti*, Bologna: Pitagora Editrice, 2001, 3-13.

Tale evoluzione è finalizzata allo sviluppo di competenze matematiche più avanzate di quelle che possono essere sviluppate all'interno del campo.

Nei precedenti convegni di "Matematica e Difficoltà" vari interventi hanno messo in risalto l'importanza di una didattica basata sui campi di esperienza per il superamento di difficoltà nell'apprendimento dell'aritmetica (Scali, 1985; Bodesan, 1985). Anche il nostro lavoro di ricerca sull'apprendimento aritmetico trova riferimento all'interno di questo contesto, avendo, però, come peculiarità l'analisi del ruolo che la tecnologia può svolgere nel mediare questo tipo di approccio didattico.

4. RUOLO DEL CALCOLATORE NEL SUPERAMENTO DELLE DIFFICOLTÀ DI APPRENDIMENTO

Nella nostra ricerca relativa allo studio del ruolo che le ICT possono svolgere per il superamento di difficoltà nel problem solving aritmetico, il quadro descritto nella precedente sezione ha costituito il riferimento per la progettazione e la sperimentazione di un sistema in grado di mediare il superamento di difficoltà nel problem solving aritmetico: il sistema ARI-LAB (Bottino & Chiappini, 1995, 1997). Coerentemente con il quadro descritto il sistema è stato progettato in modo da rendere disponibili agli alunni e all'insegnante i seguenti strumenti:

- Micromondi che modellano le risorse e i vincoli di campi di esperienza del mondo reale e di quello aritmetico attraverso oggetti computazionali, con i quali l'alunno può interagire producendo effetti e ricevendo feedback dal sistema che possono essere letti e interpretati come fenomeni matematici relativi al contesto culturale in cui l'attività di problem solving si sviluppa. I micromondi attualmente disponibili in ARI-LAB sono: "monete", "calendario", "abaco", "retta dei numeri", "foglio elettronico", "istogrammi", "art bits". Per esempio, nel micromondo monete, che modella il campo di esperienza degli scambi monetari, è possibile, generare monete del sistema monetario italiano e dell'Euro, spostarle nello spazio di lavoro, cambiarle con altre di valore equivalente, ecc.
- Strumenti che consentono di reificare il processo risolutivo attuato all'interno dei micromondi trasformandolo in un oggetto che può essere usato nel dialogo e negli scambi comunicativi tra insegnante e alunno e tra alunno e alunno per scopi di riflessione sui processi compiuti. In particolare, nel sistema ARI-LAB, è stato introdotto uno strumento (il monitoraggio) che consente di tener traccia automaticamente di tutte le azioni compiute

dall'utente lavorando nei micromondi, e di poterle poi rivedere in ogni momento in una sorta di filmato.

- Strumenti di supporto alla comunicazione in grado di favorire gli scambi, il confronto dei processi e dei risultati nella soluzione dei problemi e la possibilità di inserire tale attività all'interno di un meccanismo di interazione sociale efficace per l'apprendimento. Nel sistema ARI-LAB è possibile accedere ad un ambiente di comunicazione che consente lo scambio di messaggi scritti fra utenti ed anche di soluzioni di problemi e dei relativi monitoraggi.
- Strumenti per la validazione delle azioni dello studente. Fra i vari strumenti di validazione inseriti nel sistema ARI-LAB, c'è un sintetizzatore vocale che permette, ad esempio, selezionando una moneta, o un gruppo di monete, precedentemente generate, di ascoltare il suo ammontare pronunciato oralmente in modo da favorire la validazione del processo di conta. Lo stesso tipo di validazione è stato reso anche per mezzo di filmati in lingua italiana dei segni per aiutare lo sviluppo della stessa competenza nei bambini sordi.

Nel seguito esporremo brevemente alcuni risultati tratti dalle sperimentazioni compiute che mettono in evidenza la natura della mediazione fornita dagli strumenti descritti per il superamento di difficoltà nell'apprendimento dell'aritmetica.

I micromondi incorporati nel sistema sono strumenti importanti che mediano il comportamento dello studente durante la soluzione del problema. Tale mediazione ha come fine principale l'emergere di obiettivi per il problema da risolvere e l'appropriazione di schemi di azione pertinenti per la loro soluzione. La mediazione del micromomdo all'azione dello studente è determinata da due fattori che, in modo complementare, contribuiscono a costruire il senso dei concetti matematici coinvolti nella strategia risolutiva: la mediazione fornita dal riferimento ad un campo di esperienza; la possibilità di esprimere con gli strumenti offerti dal micromondo, schemi di azione e di soluzione per mezzo di metafore concettuali, accessibili agli studenti, perché radicate nella loro esperienza corporea, fisica e spaziale (Nunez, 2000).

Per esempio, operando nel campo di esperienza degli scambi monetari, strategie risolutive del tipo totale-parte-resto o di completamento possono essere messe in atto rifacendosi a schemi radicati nell'esperienza corporea degli allievi: come lo schema di contenimento "aggiungi-togli" o lo schema punto di partenza/punto di arrivo "da – a" (Chiappini & Mantani, 1995).

Operando all'interno dei micromondi, la soluzione di un problema viene pertanto vista non come applicazione di procedure e di algoritmi dell'aritmetica scritta (che nell'approccio alla

soluzione dei problemi sono di scarso significato per l'alunno e di difficile collegamento con il contesto della situazione) ma come sviluppo della capacità di utilizzare in modo efficiente le potenzialità offerte dagli oggetti computazionali disponibili con il micromondo. Ciò caratterizza la matematica che si sviluppa operando all'interno del campo di esperienza modellato dal micromondo e la differenzia da quella tradizionalmente realizzata nella scuola anche per affrontare problemi della stessa tipologia. La pratica didattica con il micromondo consente di acquisire strumenti matematici e strategie di pensiero che sono specifiche del campo di esperienza e che consentono all'alunno di pensare ed agire in modo coerente con i riferimenti all'esperienza esterna. E' proprio il riferimento alle conoscenze, ai pattern risolutivi e alle espressioni linguistiche del campo di esperienza che consente agli alunni di sfruttare le possibilità operative dei micromondo per costruire le strategie risolutive per i problemi relativi al campo di esperienza in oggetto. D'altra parte, i meccanismi cognitivi che sono alla base dell'operatività con i micromondi sono meccanismi cognitivi ordinari, come quelli usati nelle relazioni spaziali di base, quali raggruppare, muovere, distribuire oggetti nello spazio, sviluppare azioni ripetute, ecc. Durante la soluzione dei problemi relativi al campo di esperienza di riferimento tutto ciò consente agli alunni di controllare il proprio comportamento e definisce pertanto la natura della mediazione che i micromondi sono in grado di offrire all'azione dello studente.

Tuttavia l'appropriazione di strategie pertinenti di soluzione non è solo il risultato dell'interazione tra l'alunno e il micromondo. Come osservato in precedenza essa dipende anche dalla padronanza che l'alunno ha degli aspetti culturali che caratterizzano il campo di esperienza di riferimento. In generale questa padronanza non è posseduta da tutti gli alunni.

Nei casi in cui tale padronanza manca, essa deve essere costruita all'interno della pratica sociale che si realizza nella classe. Tale pratica deve avere come fine l'assunzione di specifiche obbligazioni e responsabilità da parte dell'alunno rispetto al sapere che è soggiacente alla soluzione di problemi nell'ambito di tale campo di esperienza.

In caso di difficoltà nella risoluzione di un compito, operando con un micromondo, l'assunzione di responsabilità da parte dell'alunno è legata alla possibilità di poter ricevere nel corso dell'attività mediata dal computer, un feedback che può essere letto e interpretato come un fenomeno matematico relativo alla pratica culturale del campo di esperienza di riferimento. Tale feedback può consentire un'evoluzione delle strategie risolutive messe in atto, permettendo all'alunno di farsi carico progressivamente di obbligazioni che si riferiscono alla

natura del sapere incorporato nel micromondo. Il feedback può essere ottenuto direttamente nell'interazione con il sistema o nell'interazione sociale mediata dal sistema mentre gli alunni interpretano ruoli specifici che caratterizzano la situazione didattica proposta. Un esempio di feedback ottenuto nell'interazione con il sistema è relativo all'uso della sintesi vocale come strumento di validazione nelle attività di conta con le monete all'interno del micromondo che modella il campo di esperienza degli scambi monetari. Tale strumento, risultato cruciale per l'appropriazione delle regole soggiacenti all'uso del sistema monetario italiano, ha consentito agli alunni di farsi progressivamente carico del fatto che alla scelta di una moneta da utilizzare nella soluzione del problema posto corrisponde una precisa strategia di conta da mettere in atto. L'assunzione di tale responsabilità risulta mediata dall'uso dello strumento di validazione che ha permesso agli alunni di far evolvere le loro strategie di conta, che, all'inizio erano spesso ingenue o indifferenziate perché basate su un unico schema (per esempio, conta per 100), indipendentemente dal valore delle monete utilizzate.

Per quanto riguarda il feedback ottenuto nell'interazione sociale mediata dal sistema osserviamo che lo strumento di comunicazione incorporato nel sistema ARI-LAB consente di progettare situazioni didattiche in cui gli alunni devono giocare specifici ruoli per affrontare la situazione proposta. Per esempio, all'interno del campo di esperienza degli scambi economici, sono stati assegnati compiti in cui ogni coppia di alunni doveva simulare una situazione di compravendita utilizzando la rete e le possibilità offerte dal micromondo monete. Tale situazione era guidata da istruzioni e consegne che assegnavano ruoli e vincoli precisi e differenziati ai due alunni.

Notiamo che in questo tipo di situazione didattica, l'adesione a ruoli specifici del campo di esperienza degli scambi monetari (venditore e compratore) e la messa in atto di pratiche ad essi relative (comunicare un costo, pagare, dare un resto, ecc.) sono mediati dal feedback che ciascun partecipante all'attività riceve dal proprio interlocutore in relazione alle azioni da lui compiute. Tale tipo di feedback, infatti, fornisce un riscontro sia sulla significatività delle azioni compiute rispetto ai vincoli posti dalla situazione proposta, sia sul modo in cui il soggetto interpreta il ruolo che gli è assegnato e, quindi, mette in luce possibili contraddizioni. In caso di contraddizioni che vengono evidenziate attraverso il dialogo scritto tra gli interlocutori l'attività si focalizza sulla specifica pratica che ha portato alla contraddizione. Nelle sperimentazioni condotte abbiamo notato che l'interlocutore assume un ruolo cruciale nell'aiutare il compagno nell'assunzione di responsabilità relative alla pratica in esame. Le

possibilità di comunicazione, azione e rappresentazione offerte dal sistema ARI-LAB hanno reso possibile la progettazione di situazioni didattiche in cui si potesse realizzare, attraverso l'assunzione e il coordinamento di ruoli diversi, una interazione sociale che permettesse agli alunni di farsi progressivamente carico di obbligazioni rispetto al sapere incorporato nelle pratiche mediate dal sistema.

Consideriamo infine come il calcolatore possa mediare il modo in cui viene fornita assistenza allo studente nel corso dell'attività. Tale assistenza, come messo in luce da numerosi studi in educazione (vedi, per esempio, Tharp, 1989), è necessaria per l'evoluzione complessiva della conoscenza dell'alunno e, in particolare, per lo sviluppo di appropriati schemi di azione risolutivi. Per i bambini che mostrano difficoltà di apprendimento, il modo in cui si possa aumentare e migliorare la qualità dell'assistenza fornita è particolarmente importante. In generale, fornire assistenza all'alunno comporta una modifica al tipo di responsabilità assegnata all'alunno nello sviluppo di un compito. Comporta anche che l'insegnante metta in atto adeguate strategie atte a creare le condizioni necessarie alla comprensione e allo svolgimento del compito richiesto. Le particolari caratteristiche del sistema ARI-LAB fanno si che l'assistenza non sia più un compito esclusivo dell'insegnante ma sia maggiormente distribuito tra i partecipanti all'attività. Per esempio, la possibilità di sfruttare gli strumenti di comunicazione di ARI-LAB e di scambiarsi le soluzioni (e i relativi monitoraggi) ha reso possibile all'insegnante orchestrare situazioni in cui sia possibile fornire agli alunni in difficoltà, da parte di alunni più capaci, modelli e strategie di soluzione che questi possano imitare. Notiamo che, in ARI-LAB, le soluzioni che un alunno riceve da un compagno non possono essere da lui copiate nel proprio foglio di soluzione ma devono essere ricostruite all'interno dei micromondi. Nel ricostruire una soluzione ricevuta, l'alunno opera con gli oggetti computazionali del micromondo per arrivare a rappresentare i singoli passi risolutivi realizzati dal proprio interlocutore; in questo modo riceve un aiuto nella strutturazione degli obiettivi da porsi per perseguire un certo compito e nel loro raggiungimento.

Bibliografia

Arzarello F., Bazzini L., Chiappini G., 1994, *L'algebra come strumento di pensiero*, Progetto strategico del CNR "Tecnologie e Innovazioni didattiche", Quederno n°6, Pavia

Published in: *Matematica e Difficoltà 11: Le difficoltà in matematica: da problema di pochi a risorsa per tutti*, Bologna: Pitagora Editrice, 2001, 3-13.

Bottino R.M., Chiappini G. (1997), La natura della mediazione offerta dai sistemi basati su micromondi all'apprendimento della matematica Parti I e II, *L'Insegnamento della Matematica e delle Scienze Integrate,* Vol. 20A-B,.6, 772-838.

Bottino R.M., Chiappini G. (1995), "ARI-LAB: models issues and strategies in the design of a multiple-tools problem solving environment", *Instructional Science,* Kluwer Academic Publishers, 23, 7-23.

Bodesan M.G., 1995, Uso di tematiche economiche per la diagnosi e lo sviluppo dell'autonomia di bambini/e con difficoltà di apprendimento: un'esperienza in terza elementare, in Caredda C. , Longo P. , Piochi B. (a cura di), *Il ruolo della matematica nella conquista dell'autonomia*, Collana matematica e Difficoltà, n° 5, Pitagora Editrice Bologna

Chiappini G., Mantani M, 1995, Problem solving mediato da calcolatore con bambini disabili e normodotati, in Caredda C. , Longo P. , Piochi B. (a cura di), *Il ruolo della matematica nella conquista dell'autonomia*, Collana matematica e Difficoltà, n° 5, Pitagora Editrice Bologna

Ferreiro E., Teberosky A. (1985), *La costruzione della lingua scritta nel bambino*. Firenze: Giunti - Barbera.

Lesh, R. (1985). Conceptual Analyses of Mathematical Ideas and Problem Solving Processes. *Proceedings of the International Conference PME 9 'Psychology of Mathematics Education',* 1, 73-96.

Nesher, P. (1986). Are mathematics understanding and algorithmic performance related?. *For the Learning of Mathematics*, Vol. 6, n.3, 2-9.

Nùnez R., 2000, *Mathematical idea analysis: What embodied cognitive science can say about the human nature of mathematics*, proc. PME XXIV, Giappone

Tharp R. G., Gallimore R. (1989) *Rousing minds to life*, Cambridge University Press.

Scali E., 1995, Economia come terreno di scelte didattiche mirate alla conquista dell'autonomia: riflessioni sul campo di esperienze "monete e prezzi" in I elementare, in Caredda C. , Longo P., Piochi B. (a cura di), *Il ruolo della matematica nella conquista dell'autonomia*, Collana matematica e Difficoltà, n° 5, Pitagora Editrice Bologna