

IL “PROBLEMA” DELLA MATEMATICA

Per gli studenti che usano le tecnologie assistive gestire i compiti di matematica è spesso molto difficoltoso

di Flavio Fogarolo

“

Per gli alunni ciechi, ipovedenti o con disabilità motoria che svolgono le proprie attività scolastiche usando tecnologie assistive la scrittura matematica costituisce quasi sempre un serio ostacolo. Le espressioni matematiche devono essere manipolate per risolvere un'equazione, calcolare un'espressione, dimostrare un teorema ecc. e fare questo usando solo la tastiera del computer è complicato per tutti, molto più che utilizzando carta e penna. In questa esposizione si analizzano i problemi legati ai vari tipi di disabilità descrivendo alcuni prodotti e soluzioni che possono aiutare a superare, o ridurre, le difficoltà di accesso alla matematica in ambito scolastico. Alcuni sono stati sperimentati a cura dell'autore, con la collaborazione del locale Centro di Supporto Territoriale [vedi nota finale n. 1], presso le scuole della provincia di Vicenza.

”

NOTE SULL'AUTORE

Flavio Fogarolo. Insegnante di scuola media, si occupa di integrazione scolastica presso l'Ufficio Scolastico Provinciale di Vicenza. È curatore del volume "Il computer di sostegno - Ausili informatici a scuola" recentemente pubblicato dalla casa editrice Erickson. flavio.fogarolo@istruzione-venicenza.it

MATEMATICA PER ALUNNI CON DISABILITÀ MOTORIA

I programmi di scrittura matematica sono tutti piuttosto complicati da gestire e richiedono spesso una gestione sicura del mouse. Quasi tutti, poi, sono stati realizzati per scrivere delle formule, non per elaborarle, trasformarle, risolverle...

Per la scuola primaria sono utili i programmi che offrono una griglia sulla quale si può scrivere come su un foglio a quadretti; la soluzione è ottima per posizionare i numeri in colonna ed eseguire le quattro operazioni. Alcuni hanno anche un sistema per la scrittura a scansione e aiutano a collocare facilmente il cursore per cambiare colonna, inserire un riporto, eseguire una divisione o altro.

Un ottimo programma di questo tipo è Quaderno a quadretti sviluppato da Ivana Sacchi, un prodotto di libero uti-

lizzo prelevabile al sito www.ivana.it.

Come altri programmi di Ivana, è stato pensato per l'uso generalizzato in classe con tutti i bambini ma, grazie alla particolare attenzione ai temi dell'accessibilità e alla elevata personalizzazione, è utilizzabile facilmente anche da coloro che hanno problemi motori o visivi.

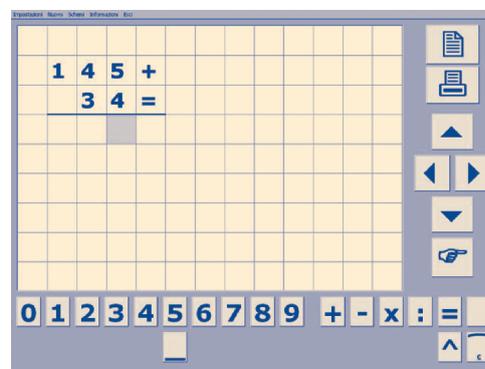


Fig. 1 - Una schermata del programma Quaderno a quadretti di Ivana Sacchi.

I programmi con griglia sono però piuttosto rigidi poiché i simboli possono essere inseriti soltanto dentro le singole celle e ad un certo punto questo vincolo diventa inaccettabile. Anche solo scrivere una semplice somma di frazioni come quella nell'esempio successivo non è più possibile.

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

Già alla fine della scuola primaria occorrerebbe quindi passare a programmi specifici, in grado di scrivere liberamente qualsiasi testo matematico. Ovviamente devono però essere adatti al nostro scopo, e quindi non solo accessibili ma veramente amichevoli e fruibili per le attività scolastiche.

Tra i più noti editor matematici c'è Microsoft Equation Editor, incluso normalmente nel programma Word di Office, ma si tratta di un prodotto poco adatto per il nostro scopo: è, infatti, un prodotto piuttosto rigido, poco personalizzabile e in genere di difficile uso a scuola. Una completa gestione senza mouse, ad esempio, non è possibile anche se fortunatamente per i comandi più frequenti esistono dei tasti di scelta rapida.

Assai più potente è Math Type - figura 2 - che non è poi altro che la versione completa del programma offerto in dotazione con Word (o meglio: Equation Editor è la versione ridotta, o *lite*, di Math Type).

Math Type dispone di una ricca serie di comandi di scelta rapida che possono anche essere modificati e personalizzati.

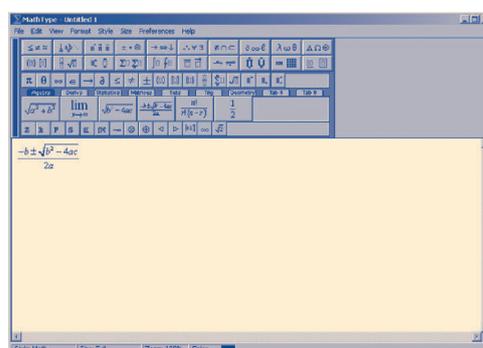


Fig. 2 - MathType è la versione completa dell'Equation Editor di MS Word. Buona l'accessibilità e la fruibilità per chi usa con fatica la tastiera.

Molto importanti sono i comandi di selezione e spostamento che consentono di intervenire attivamente sulle singole parti dell'espressione sia con modifiche dirette che con operazioni di taglia-copia-incolla.

Può essere utile un breve inciso sulle strategie usate per risolvere espressioni matematiche al computer. Quando si lavora con carta e penna si procede ricopiando l'espressione e modificandola di volta in volta inserendo elaborazioni e calcoli parziali. Finché non si arriva al risultato finale.

Ovviamente questo sistema può essere usato anche al computer (tranne per i ciechi che non possono contemporaneamente leggere una riga e scrivere su un'altra) ma molti utenti preferiscono prima copiare e incollare la riga dell'espressione su cui si sta lavorando e poi modificare la parte copiata inserendo i calcoli parziali. Questa strategia può ridurre, anche sensibilmente, i tempi di lavoro ma richiede maggiori competenze

operative nonché efficienti strumenti per la selezione e lo spostamento dei blocchi.

Oltre a Math Type ci sono anche altri programmi che offrono discrete possibilità di accesso e buona fruibilità; alcuni utenti con disabilità motoria usano con successo StudyWorks, la cui versione Italiana è distribuita dalla System con il nome 10&Lode Matematica.

Un editor matematico gratuito abbastanza accessibile è Infty Editor - figura 3 - che si gestisce abbastanza bene via tastiera. Punto debole è l'assenza di funzioni di zoom e, in generale, la scarsa attenzione per chi ha problemi di vista.

Da segnalare che il progetto Infty, sviluppato in Giappone, ha prodotto anche un OCR per testi matematici, chiamato Infty Reader, che trasforma in MathML e LaTeX documenti in PDF, nonché immagini TIF, GIF, PNG, BMP, contenenti formule.

Nel sito www.inftyproject.org si può prelevare la versione gratuita completa dell'editor e un dimostrativo di 30 giorni dell'OCR.

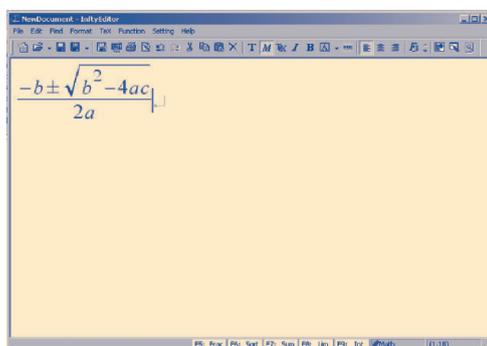


Fig. 3 - Infty Editor è un editor matematico gratuito abbastanza accessibile.

La disponibilità dei comandi da tastiera rende possibile l'uso senza mouse di questi programmi ma le procedure da compiere rimangono comunque complesse e laboriose per chi non può usare bene le mani. Per inserire la maschera di una radice ennesima, ad esempio, in Math Type si deve digitare Ctrl + T, N e questo può essere complicato, anche usando i tasti permanenti di Accesso Facilitato.

Un aiuto interessante può essere ottenuto via hardware, usando delle tastiere programmabili.

Un'ottima soluzione si è rivelata la tastiera per videogiochi G11 della Logitech. Si tratta di un prodotto di consumo, che presenta quindi costi molto contenuti rispetto al mercato degli ausili per disabili (è in vendita nei negozi di videogiochi a circa 70 euro).



Fig. 4 - La tastiera per videogiochi G11, della Logitech, è molto comoda per inserire in modo diretto dei complessi comandi di scelta rapida.

La tastiera G11 ha sulla sinistra 18 tasti aggiuntivi che possono essere liberamente personalizzati associando ad essi uno o più comandi della tastiera, sia in contemporanea che in sequenza. Possono essere memorizzate tre serie diverse di pulsanti, da usare con un'unica applicazione, ma la configurazione può essere salvata

e recuperata per cui le combinazioni possibili sono praticamente illimitate. Questi tasti aggiuntivi sono stati progettati per velocizzare l'inserimento di comandi complessi nei videogiochi ma vanno benissimo anche al caso nostro: a ciascuno dei 18 tasti abbiamo associato un comando dell'editor matematico (Math Type in questo caso) che può quindi essere richia-

mato con la pressione diretta di un unico pulsante.

Con questa tastiera una studentessa delle superiori, in grado di usare solo un dito della mano sinistra, è riuscita ad acquistare velocemente una notevole autonomia nella gestione dei compiti matematici.

La configurazione usata è riportata nella tabella a fianco. ➤

Un esempio di configurazione base per l'algebra applicata alla tastiera per videogiochi della Logitech e al programma Math Type. I pulsanti aggiuntivi, numerati da G1 a G18, sono stati così impostati:

G1 Ctrl + Maiusc + i Sezione matematica	G2 Ctrl + Maiusc + E Sezione testo	G3 Ctrl + Alt + B Vai alla toolbar
G4 Ctrl + Maiusc + K, i ± (più meno)	G5 Ctrl + K, maiusc + i ≠ (non uguale)	G6 Ctrl + Maiusc + G Caratteri greci
G7 Ctrl + T, N Radice ennesima	G8 Ctrl + R Radice quadrata	G9 Ctrl + H Apice o Esponente
G10 Ctrl + 9 Coppia di parentesi tonde	G11 Ctrl + F Frazione	G12 Ctrl + L Pedice o indice inferiore destro
G13 Ctrl Z Annulla	G14 Freccia in Su Freccia in Su	G15 Invio Invio
G16 Freccia a sinistra Freccia a sinistra	G17 Freccia in Giù Freccia in Giù	G18 Freccia a destra Freccia a destra

Nel caso specifico nel terzo riquadro in basso (da G13 a G18) sono stati riproposti i tasti *freccia* e *Invio*, molto usati con Math Type, perché l'utente poteva usare solo la mano sinistra ed aveva grosse difficoltà a raggiungere quelli standard della tastiera, in fondo a destra.

I tasti centrali (da G7 a G12) sono associati alle più comuni strutture matematiche.

I tasti in alto (da G1 a G6) contengono comandi di uso generale, ad esempio per passare dalla sezione matematica, per le formule, a quella per il testo.

In G3 è stato messo un comando che porta il focus sulla barra degli strumenti nella quale è poi possibile scegliere, per scansione, tutti i simboli a disposizione; molto utile per inserire quelli che qui non possono essere memorizzati.

Il tasto in G6 serve per ottenere i caratteri greci, dopo aver premuto il pulsante digitare la lettera latina corrispondente. Ad esempio, per avere *gamma minuscola* digitare il tasto G6 e poi la lettera g.

I simboli speciali qui sono solo due, più-meno e disuguale. Se lo studente è in grado di usare agevolmente i tasti freccia standard del computer la sezione in basso può essere eliminata e sostituita con altri simboli ritenuti più necessari, considerando gli ordini di scuola e le attività svolte.

Analoghi risultati si possono ottenere anche impostando opportunamente, con un apposito overlay, una tavoletta a membrana configurabile o con una pulsantiera programmabile (ad es. Multikhy) usata in coppia con la tastiera normale o eventualmente con il solo tastierino numerico.

Poiché tutto si gestisce con una sequenza di comandi discreti, il sistema può inoltre essere adattato, in caso di necessità, anche per l'uso con riconoscimento vocale.

In certi casi la gestione di un editor matematico di tipo grafico risulta comunque troppo complessa; sono molti gli spostamenti da compiere e, anche se non si usa il mouse, le procedure risultano troppo lunghe e faticose.

Un'alternativa, meno elegante ma a volte più funzionale, è quella di passare ad un codice di tipo lineare, composto cioè di simboli tutti di dimensione uguale, scritti su una stessa riga.

Questa modalità di scrittura, come si comprende, è assai più facile da gestire con la tastiera perché simile ad un normale testo sequenziale.

Ad esempio, la formula

$$\sqrt{b^2 - 4ac}$$

diventa

$$v(b^2-4ac)$$

oppure, limitandoci ai soli caratteri presenti in tastiera

$$\text{RAD}(b^2-4ac)$$

Con questa strategia i problemi di accessibilità sono ridotti ma se ne presentano altri di tipo didattico: la formula è troppo diversa da quella dei compagni, il codice lineare è assai più complicato, servono nuovi marcatori (come le parentesi nell'esempio) per non stravolgere il significato della formula ed evitare ambiguità.

Con alcuni utenti abbiamo sperimentato, con risultati interessanti, l'uso di LAMBDA, ossia di un sistema di scrittura lineare automaticamente convertibile in modalità grafica (di LAMBDA parleremo più avanti). Da segnalare che pur essendo nato per utenti ciechi si presta abbastanza bene a questo scopo perché è stato reso davvero efficiente l'inserimento e la gestione con la sola tastiera.

MATEMATICA PER ALUNNI IPOVEDENTI

I problemi di input sono simili a quelli dei disabili motori: serve un prodotto che possa essere gestito completamente e agevolmente via tastiera, non solo per scrivere le formule ma anche per elaborarle e manipolarle. Indispensabile quindi una ricca gamma di tasti di scelta rapida, con il vantaggio in questo caso che di solito l'ipovedente non si spaventa di fronte a complesse combinazioni di tasti multipli.

Ma in più, per l'ipovedente, c'è ovviamente l'esigenza di migliorare la leggibilità della formula intervenendo, quando serve, non solo nell'ingrandimento ma anche nella forma dei caratteri, nello spessore del tratto, nei colori...

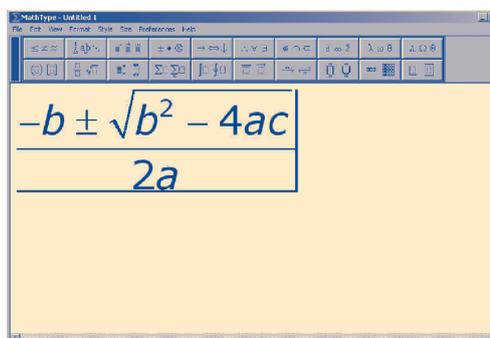


Fig. 5 - Un esempio di configurazione di MathType per ipovedenti. Ottimo lo zoom della formula ma non sempre adeguato l'ingrandimento massimo dei menù che possono però essere sostituiti, almeno nelle funzioni principali, dai tasti di scelta rapida.

Da considerare poi che ogni ingrandimento riduce la porzione visibile e limita quindi la possibilità di cogliere strutture e relazioni. Pensiamo ad esempio, in algebra, alla necessità di individuare alcune parti per procedere a semplificazione, raccolta a fattore comune o altro.

A differenza di un testo letterario che può essere consultato sempre in modo sequenziale, una parola dopo l'altra, in un documento matematico si integra una codifica analitica (simbolo per simbolo) con una lettura globale che esplora il testo in modo bidimensionale, come fosse un'immagine.

Se questo secondo approccio non è possibile, come per i ciechi, l'utente deve costruirsi un'immagine mentale, ma questo è evidentemente assai più complesso.

Finché è possibile con gli studenti ipovedenti è bene cercare di conser-

vare entrambi gli approcci ma per far questo servono ingrandimenti flessibili che consentano di passare velocemente da una visione analitica ad una globale, variando il fattore di ingrandimento.

Premesso che non esistono prodotti specifici per ipovedenti, tra quelli commerciali i risultati discreti si hanno in genere ancora con Math Type - figura 5 - che offre molte funzioni di personalizzazione per quanto riguarda la visualizzazione e uno zoom abbastanza efficiente anche se limitato a 3 fattori: ingrandimento per 2, per 4 e per 8 (ovviamente lo zoom si cambia velocemente anche con tasti di scelta rapida).

Tra i punti deboli di Math Type c'è purtroppo un'insufficiente, in molti casi, visualizzazione dei cursori che rende difficile l'uso del programma per gli ipovedenti (per cursore intendiamo la sottile barra che indica il punto dove si sta scrivendo).

Math Type fa uso di due cursori per l'editazione, uno verticale che indica il punto di immissione e uno orizzontale che indica il blocco su cui si sta agendo. Entrambi sono fondamentali per la manipolazione del testo matematico.

Consideriamo ad esempio questi due casi:

$$a^x \quad a^x$$

in entrambi il cursore verticale è posto tra la a e la x, ma un simbolo inserito nel primo esempio si posizionerebbe alla base, dopo a, nel secondo all'esponente, prima di x.



Tra le personalizzazioni di Math Type c'è anche la possibilità di aumentare lo spessore del cursore (peccato non si possa cambiare il colore) ma per un utente con serie difficoltà di vista questo purtroppo non è sufficiente e l'utente rischia di perdere il controllo dell'editazione o è costretto ad affaticare eccessivamente gli occhi riducendo i tempi di attività. Anche per questi motivi, per gli ipovedenti la scelta di adottare un sistema informatico per la matematica va attentamente ponderata, considerando tutte le variabili in gioco.

In caso di ipovisione lieve, quando è possibile usare carta e penna conviene lasciar perdere il computer perché i problemi sarebbero probabilmente assai più numerosi dei vantaggi.

Se i problemi di vista sono molto gravi e l'ingrandimento consente solo di decodificare pochi simboli alla volta, occorre considerare se non sia preferibile passare ad un sistema per ciechi (come il LAMBDA che vedremo dopo) che fornisce maggiori strumenti per la gestione analitica del testo e dà il supporto della sintesi vocale.

È ovvio che in questo caso andrebbero completamente perse tutte le informazioni di tipo globale, come visto prima, e occorre imparare a costruire l'immagine mentale della formula.

MATEMATICA PER ALUNNI CIECHI

Il computer è oggi assai diffuso tra gli studenti ciechi che sempre più ne apprezzano i vantaggi (velocità, ef-

ficienza, accesso a una mole di documenti praticamente illimitata) ma nel campo della matematica, a causa delle sua complessa simbologia e della scrittura non lineare, i benefici sono più incerti. Per chi non vede, scrivere matematica al computer è un'operazione certamente possibile ma che comporta una serie di difficoltà che vanno adeguatamente considerate, soprattutto con i ragazzini più piccoli.

C'è innanzitutto il problema del codice matematico: le periferiche per ciechi, braille e vocali, sono in grado di leggere solo testi lineari, con semplice successione di caratteri, ma il documento matematico usa una serie di simboli assai più ampia e attribuisce significato anche alla loro posizione e dimensione relativa (frazioni con numeratore e denominatore, esponenti delle potenze, indici di radici...).

Negli ultimi anni sono stati sviluppati in Italia due prodotti specifici per la matematica per i ciechi (LAMBDA e BrailleMath) che hanno reso effettivamente possibile e conveniente la gestione della matematica con il PC. Tra l'altro, come vedremo, usando strategie differenti ma complementari, per cui nell'insieme possono dare risposta alle richieste di utenti molto diversi per competenze, esigenze e modalità di lavoro.

LAMBDA

Il sistema LAMBDA (acronimo di Linear Access to Mathematic for Braille Device and Audio-synthesis - Accesso lineare alla matematica

per periferiche braille e sintesi vocale) è stato sviluppato in Italia nel quadro di un progetto di ricerca europeo conclusosi nel 2006, al quale ha partecipato come partner anche l'Ufficio Scolastico Provinciale di Vicenza. È basato su un codice matematico, consultabile in braille a 8 punti e in voce, e su un editor, ossia su un programma di gestione appositamente realizzato per rendere più immediata la comprensione delle formule (anche se lineari) e più facile la loro gestione per i non vedenti.

Il codice è una derivazione diretta del MathML [vedi nota finale n. 2], costruito per l'uso ottimale per mezzo delle periferiche braille e della sintesi vocale, convertibile automaticamente in tempo reale, senza possibilità di equivoci, in una versione equivalente MathML e, attraverso esso, nei più comuni formati di scrittura matematica (LaTeX, MathType, Mathematica...), sia in ingresso che in uscita.

L'editor consente la scrittura e la manipolazione di espressioni matematiche in modo lineare - figura 6 - facilitando innanzitutto l'inserimento e il riconoscimento di simboli particolari, non presenti in tastiera, e aiutando la comprensione della struttura delle espressioni. Si offrono poi diverse funzioni compensative, ossia aiuti forniti all'utente per ridurre le difficoltà di comprensione e gestione legate alla necessità di usare un codice lineare per la gestione delle formule e di consultare i testi per mezzo di periferiche alternative, tattili o vocali.

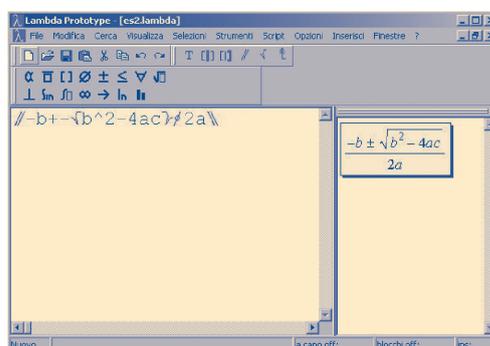


Fig. 6 - In LAMBDA le formule sono rappresentate in modalità lineare per un più agevole accesso con le periferiche braille e vocali. In una finestra separata è possibile vedere la formula in modalità grafica normale, ad uso dei vedenti.

L'editor di Lambda ha un'organizzazione molto simile a quella dei più comuni programmi di gestione testo.

Tutte le operazioni più frequenti, ad esempio aprire un file, salvarlo, selezionare una porzione di testo, cancellare, correggere, copiare, cancellare, incollare... si eseguono secondo le modalità standard di Windows e non presentano pertanto problemi di addestramento o adattamento.

Nella gestione degli elementi matematici e, soprattutto, delle strutture, l'ambiente Lambda offre molti strumenti in più per la scrittura, l'analisi e la manipolazione.

Questo editor non è infatti solo un sistema per registrare una sequenza di caratteri, come per un normale elaboratore di testi, ma è in grado anche di riconoscere i blocchi che costituiscono la struttura logica e gerarchica del testo. In un'espressione matematica possiamo avere una radice quadrata che comprende una frazione che ha per numeratore e denomina-

tore dei polinomi racchiusi da parentesi, ecc.. Tutte queste informazioni visivamente vengono fornite dalla forma degli operatori ma anche dalla loro dimensione e posizione: il simbolo della radice quadrata, ad esempio, definisce l'operazione da compiere, la radice appunto, ma anche il numero o l'espressione su cui va eseguita, ossia l'operando.

Per questo nel codice lineare molte operazioni devono essere racchiuse tra marcatori, cioè dei simboli che determinano un blocco (inizio e fine). Con blocchi ben definiti l'editor di Lambda può fornire tutta una serie di strumenti di supporto, ad esempio dei comandi per selezionare (e quindi cancellare copiare, spostare...) tutto un blocco, per passare da un marcatore a quello collegato, per cancellare con una sola operazione tutti i marcatori di un blocco (utile, ad esempio, per semplificare un'espressione senza rischiare di lasciare marcatori inutili).

LAMBDA è destinato a studenti che usano il computer senza difficoltà, e non temono di dover apprendere nuovi comandi e procedure, nonché qualche nuovo simbolo a 8 punti.

Per informazioni su LAMBDA: www.lambdaproject.eu

BRAILLEMATH

Braille Math è un programma di gestione matematica per non vedenti sviluppato dal CISAD, il centro di supporto per le tecnologie per ciechi in ambito didattico ospitato presso l'Istituto dei Ciechi Cavazza di Bologna (www.cisad.it). Con questo ambiente la matematica si scrive seguendo il

codice braille a 6 punti secondo la codifica ufficiale italiana, lo stesso che si usa per i libri stampati. Anche la digitazione è basata sul braille tradizionale: la periferica di input prevista è la tastiera braille a 6 +1 tasti, simile ad una dattilobraille, con la quale quindi non si inseriscono caratteri alfanumerici ma combinazioni di punti braille. Sullo schermo appaiono caratteri braille, con i puntini, ma è possibile visualizzare la formula anche in modo normale per i vedenti, sia in modalità lineare che grafica.

In pratica si tratta di un ambiente di lavoro intermedio tra una dattilobraille meccanica e un computer: il sistema di lavoro è simile a quello della dattilobraille ma è possibile salvare, correggere, elaborare il testo con le funzioni tipiche di un computer.

BrailleMath è consigliato per utenti che non hanno elevate competenze informatiche e per i quali è pertanto preferibile un ambiente molto simile a quello tradizionale in particolare per quanto riguarda il codice e la digitazione.

Coloro che hanno acquisito una buona competenza nell'uso del computer vivono come eccessivamente penalizzante questa modalità d'uso. La digitazione attraverso la tastiera braille è assai più lenta che usando la tastiera del PC e le formule risultanti assai più lunghe (mediamente del 50%) e quindi più complesse da gestire.

Da osservare che in ogni caso, qualsiasi sia il programma usato, l'uso del computer per svolgere le esercitazioni matematiche richiede una familiarità con il mezzo assai maggiore

di quella necessaria nel trattamento di brani letterari. A differenza della dattilobrace, con il computer si può controllare solo una riga alla volta ed è possibile la scansione verticale solo con procedure particolari e per questo è in genere da sconsigliare l'uso del computer per lo svolgimento di operazioni nella scuola primaria. Del resto per i più piccoli il problema della notazione matematica è in genere secondario rispetto alla necessità di sviluppare adeguati processi cognitivi senza il supporto dell'esperienza visiva. E in questo campo il computer non può essere d'aiuto.

NOTE E RIFERIMENTI

1 - I CTS (Centri di Supporto Territoriali) sono stati istituiti in tutte le province d'Italia dal Ministero della Pubblica Istruzione, nel quadro del progetto Nuove Tecnologie e Disabilità, per aiutare le scuole a usare meglio gli strumenti tecnologici con gli alunni con disabilità. Se ne è scritto anche su QUID n. 0: Nuove tecnologie per l'integrazione e in QUID n. 1: CST a Massa Carrara.

2 - MathML è il codice internazionale di rappresentazione matematica definito dal consorzio W3C. 

