



Didattica della matematica e tecnologie per l'inclusione

(Limitazioni visive/cecità, DSA e altri BES)

Rebecca Tarello ITD-CNR

Introduzione

Questo approfondimento è stato realizzato nell'ambito del [Progetto DDMATH](#) – ERASMUS+ Program, Didattica Digitale della Matematica per Studenti Ciechi, di cui l'Associazione Giuseppe Paccini di Verona è capofila.

ITD-CNR ha collaborato come Associato Partner con lo scopo di promuovere la conoscenza delle risorse digitali che possono avere un ruolo di facilitatori dello studio della Matematica per gli studenti, in particolare con Bisogni Educativi Speciali (limitazioni visive-cecità, disturbo della coordinazione motoria, DSA e altre fragilità).

La collaborazione ha consentito di realizzare una raccolta strutturata e documentata di risorse che ha arricchito l'elenco delle risorse già presenti nella Banca dati Essediquadro (<https://sd2.itd.cnr.it/?r=site/ricerca>) e che sono presentate in forma di tabella riassuntiva in questo approfondimento.

Per catalogare le risorse disponibili sono state proposte due tassonomie: una relativa ai software compensativi suddivisi per funzioni e una relativa ai software abilitativi suddivisi in base alle aree da potenziare.

Strumenti compensativi:

- Calcolatrici
- Risolutori di problemi di calcolo e geometria
- Manipolativi virtuali
- Editor per la notazione matematica
- Sintesi vocale per la notazione matematica

Strumenti di abilitazione/potenziamento:

- Sistema dei numeri
- Sistema del calcolo
- Spazio e figure



Sono stati, inoltre, inseriti gli strumenti accessibili ai non vedenti e agli ipovedenti e una selezione di strumenti aggiuntivi per la matematica con il coding e la robotica educativa.

Le risorse selezionate sono di due tipologie: quelle progettate tenendo conto delle esigenze di una o più disabilità, disturbo, difficoltà, per le quali l'autore o l'editore ha fornito specifiche indicazioni (focus inclusione: progettato per) e quelle che per le loro caratteristiche risultano proponibili anche in contesti di difficoltà di apprendimento legate a disturbi o altre fragilità (focus inclusione: proponibile in presenza di).

Competenze in matematica

Dai dati dell'ultima edizione del 2018 dell'indagine internazionale OCSE PISA (Programme for International Student Assessment), volta a rilevare le competenze degli studenti di 15 anni in Lettura, Matematica e Scienze si evidenzia che:

- *Gli studenti italiani hanno ottenuto un punteggio medio nelle prove PISA di matematica in linea con la media dei paesi OCSE (Italia 487 vs OCSE 489).*
- *Dal 2009 ad oggi l'andamento dei risultati PISA in matematica è rimasto costante.*
- *Circa il 24% dei nostri studenti quindicenni non ha raggiunto il Livello 2, livello base di competenza in matematica (media OCSE 22%), mentre circa il 10% si colloca nei livelli di eccellenza 5 e 6 (media OCSE 11%).*

In generale emerge che 1 su 4 studenti non raggiunge il livello base di competenza matematica, sia in Italia che nei paesi OCSE.

Nell'edizione del 2012, era stata indagata dall'OCSE anche l'ansia nei confronti della matematica ed era emerso che:

- *Nei Paesi dell'OCSE, il 30% degli studenti dichiara di sentirsi incapace quando esegue problemi di matematica; in Italia, la percentuale degli studenti in difficoltà è del 43%. Analogamente, in Italia il 43% degli studenti riporta di diventare molto nervoso quando esegue problemi di matematica (la media OCSE è del 31%).*

Questo dato mette in luce che in Italia gli studenti generalmente hanno meno fiducia nella loro capacità di risolvere un set di problemi di matematica pura e applicata rispetto alla media dei Paesi OCSE.

Nelle Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione (MIUR, 2012) sono elencati i traguardi e gli obiettivi di apprendimento che gli studenti dovrebbero raggiungere al termine di ogni ciclo. Gli obiettivi del primo ciclo (scuola primaria e secondaria di I grado) sono suddivisi in 4 aree: Numeri, Spazio e figure, Relazioni e funzioni, Dati e previsioni.



Al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado, quindi alla fine del primo ciclo d'istruzione, gli studenti dovrebbero raggiungere, per poi mantenere e consolidare negli anni successivi, i seguenti obiettivi:

Numeri:

- *Eseguire addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni, ordinamenti e confronti tra i numeri conosciuti (numeri naturali, numeri interi, frazioni e numeri decimali), quando possibile a mente oppure utilizzando gli usuali algoritmi scritti, le calcolatrici e i fogli di calcolo e valutando quale strumento può essere più opportuno.*
- *Dare stime approssimate per il risultato di una operazione e controllare la plausibilità di un calcolo.*
- *Rappresentare i numeri conosciuti sulla retta.*
- *Utilizzare scale graduate in contesti significativi per le scienze e per la tecnica.*
- *Utilizzare il concetto di rapporto fra numeri o misure ed esprimerlo sia nella forma decimale, sia mediante frazione.*
- *Utilizzare frazioni equivalenti e numeri decimali per denotare uno stesso numero razionale in diversi modi, essendo consapevoli di vantaggi e svantaggi delle diverse rappresentazioni.*
- *Comprendere il significato di percentuale e saperla calcolare utilizzando strategie diverse.*
- *Interpretare una variazione percentuale di una quantità data come una moltiplicazione per un numero decimale.*
- *Individuare multipli e divisori di un numero naturale e multipli e divisori comuni a più numeri.*
- *Comprendere il significato e l'utilità del multiplo comune più piccolo e del divisore comune più grande, in matematica e in situazioni concrete.*
- *In casi semplici scomporre numeri naturali in fattori primi e conoscere l'utilità di tale scomposizione per diversi fini.*
- *Utilizzare la notazione usuale per le potenze con esponente intero positivo, consapevoli del significato, e le proprietà delle potenze per semplificare calcoli e notazioni.*
- *Conoscere la radice quadrata come operatore inverso dell'elevamento al quadrato.*
- *Dare stime della radice quadrata utilizzando solo la moltiplicazione.*
- *Sapere che non si può trovare una frazione o un numero decimale che elevato al quadrato dà 2, o altri numeri interi.*
- *Utilizzare la proprietà associativa e distributiva per raggruppare e semplificare, anche mentalmente, le operazioni.*
- *Descrivere con un'espressione numerica la sequenza di operazioni che fornisce la soluzione di un problema.*
- *Eseguire semplici espressioni di calcolo con i numeri conosciuti, essendo consapevoli del significato delle parentesi e delle convenzioni sulla precedenza delle operazioni.*
- *Esprimere misure utilizzando anche le potenze del 10 e le cifre significative.*



Spazio e figure:

- *Riprodurre figure e disegni geometrici, utilizzando in modo appropriato e con accuratezza opportuni strumenti (riga, squadra, compasso, goniometro, software di geometria).*
- *Rappresentare punti, segmenti e figure sul piano cartesiano.*
- *Conoscere definizioni e proprietà (angoli, assi di simmetria, diagonali...) delle principali figure piane (triangoli, quadrilateri, poligoni regolari, cerchio).*
- *Descrivere figure complesse e costruzioni geometriche al fine di comunicarle ad altri.*
- *Riprodurre figure e disegni geometrici in base a una descrizione e codificazione fatta da altri.*
- *Riconoscere figure piane simili in vari contesti e riprodurre in scala una figura assegnata.*
- *Conoscere il Teorema di Pitagora e le sue applicazioni in matematica e in situazioni concrete.*
- *Determinare l'area di semplici figure scomponendole in figure elementari, ad esempio triangoli, o utilizzando le più comuni formule.*
- *Stimare per difetto e per eccesso l'area di una figura delimitata anche da linee curve.*
- *Conoscere il numero π , e alcuni modi per approssimarlo.*
- *Calcolare l'area del cerchio e la lunghezza della circonferenza, conoscendo il raggio, e viceversa.*
- *Conoscere e utilizzare le principali trasformazioni geometriche e i loro invarianti.*
- *Rappresentare oggetti e figure tridimensionali in vario modo tramite disegni sul piano.*
- *Visualizzare oggetti tridimensionali a partire da rappresentazioni bidimensionali.*
- *Calcolare l'area e il volume delle figure solide più comuni e dare stime di oggetti della vita quotidiana.*
- *Risolvere problemi utilizzando le proprietà geometriche delle figure.*

Relazioni e funzioni:

- *Interpretare, costruire e trasformare formule che contengono lettere per esprimere in forma generale relazioni e proprietà.*
- *Esprimere la relazione di proporzionalità con un'uguaglianza di frazioni e viceversa.*
- *Usare il piano cartesiano per rappresentare relazioni e funzioni empiriche o ricavate da tabelle, e per conoscere in particolare le funzioni del tipo $y = ax$, $y = a/x$, $y = ax^2$, $y = 2n$ e i loro grafici e collegare le prime due al concetto di proporzionalità.*
- *Esplorare e risolvere problemi utilizzando equazioni di primo grado.*

Dati e previsioni:

- *Rappresentare insiemi di dati, anche facendo uso di un foglio elettronico. In situazioni significative, confrontare dati al fine di prendere decisioni, utilizzando le distribuzioni delle frequenze e delle frequenze relative. Scegliere ed utilizzare valori medi (moda, mediana,*



media aritmetica) adeguati alla tipologia ed alle caratteristiche dei dati a disposizione. Saper valutare la variabilità di un insieme di dati determinandone, ad esempio, il campo di variazione.

- *In semplici situazioni aleatorie, individuare gli eventi elementari, assegnare a essi una probabilità, calcolare la probabilità di qualche evento, scomponendolo in eventi elementari disgiunti.*
- *Riconoscere coppie di eventi complementari, incompatibili, indipendenti.*

Differenze tra difficoltà e disturbo

Se in presenza di difficoltà di apprendimento possono essere ottenuti, in tempi abbastanza brevi, buoni risultati attraverso interventi educativi e riabilitativi, non è così in caso di disturbo dell'apprendimento, caratterizzato da specificità, da resistenza al trattamento e da basi neurobiologiche.

La discalculia evolutiva fa parte dei Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA), tutelati in Italia dalla Legge 170/10 (*Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico*), da un conseguente decreto (D.M. 5669 del 12 luglio 2011) e allegate Linee guida; per i disturbi specifici sono previsti strumenti compensativi e misure dispensative.

I DSA, a loro volta, facendo parte dei disturbi evolutivi specifici, sono annoverati tra i BES (Bisogni Educativi Speciali), che richiedono attenzioni didattiche ed educative specifiche.

Nella prima Consensus Conference (2007), vengono distinti due profili di Discalculia: *“profili connotati da debolezza nella strutturazione cognitiva delle componenti di cognizione numerica (cioè intelligenza numerica basale: subitizing, meccanismi di quantificazione, comparazione, seriazione, strategie di calcolo a mente) ed altri che coinvolgono procedure esecutive (lettura, scrittura e messa in colonna dei numeri) ed il calcolo (recupero dei fatti numerici e algoritmi del calcolo scritto). Vi è anche un generale accordo sull'escludere dalla diagnosi le difficoltà di soluzione dei problemi matematici”*.

Fondamentale per la diagnosi è il concetto di discrepanza: la compromissione dell'abilità specifica deve discostarsi negativamente di almeno 2 deviazioni standard (distanza “tipica” di ogni singola osservazione dalla media) dai valori normativi attesi per l'età o la classe frequentata e il livello intellettivo deve rientrare nei limiti della norma, quindi non risultare inferiore a 1 deviazione standard rispetto ai valori normativi.

Nella seconda Consensus Conference (2011) non compare più la distinzione dei due profili distinti ma permane l'invito ad approfondire il “core deficit”, oltre ad indagare competenze generali come la Memoria di Lavoro, la Memoria Semantica e le Abilità Visuospaziali. Resta ancora esclusa dalla diagnosi la difficoltà di soluzione dei problemi aritmetici.



I dati raccolti dal Miur, attraverso le rilevazioni sulle scuole, mostrano un forte aumento degli alunni certificati, dallo 0,7% dell'anno scolastico 2010/2011 al 3,2% dell'anno scolastico 2017-2018.

Volendo soffermarci sulle varie tipologie di disturbo, i primi dati rilevati dal Miur risalgono all'anno scolastico 2013/2014 e nell'arco di 4 anni emerge un notevole tasso di crescita, in particolare per la disgrafia e la discalculia (disgrafia + 163,4%, discalculia +160,5%, disortografia +149,3%, dislessia + 88,7%).

Dalla rilevazione dell'A.S. 2017/2018 su un totale di 8.582.920 alunni, gli alunni con DSA erano pari a 276.109 di cui 88.645 con diagnosi di discalculia (MIUR-Gestione Patrimonio Informativo e Statistica)

<https://www.miur.gov.it/-/scuola-pubblicati-i-dati-sugli-alunni-con-disturbi-specifici-dell-apprendimento>

Sebbene l'aumento possa essere dovuto ad una maggior consapevolezza del fenomeno, molte altre potrebbero essere le concause come, ad esempio, i criteri utilizzati per formulare la diagnosi.

Per definire la discalculia è possibile riferirsi ai due sistemi internazionali più utilizzati per la definizione dei disturbi: l'ICD-10 (International Classification of Diseases) dell'OMS e il DSM-5 (Diagnostic System Manual) dell'APA (American Psychological Association)

Nell'ICD-10 il disturbo specifico delle abilità aritmetiche o discalculia si trova all'interno dei disturbi evolutivi specifici delle abilità scolastiche (F.81) con il codice nosografico F. 81.2 e va utilizzato sia che le difficoltà siano a carico del senso del numero sia che riguardino il calcolo. Tale codice infatti non differenzia tra tipologie di disturbo del calcolo. Include «*disturbo aritmetico evolutivo, sindrome di Gerstmann, acalculia evolutiva*» e esclude «*difficoltà aritmetiche associate a un altro disturbo della lettura o della compitazione*».

Nel DSM-5 il disturbo specifico di apprendimento con compromissione del calcolo o discalculia si trova tra i disturbi dell'apprendimento (315.00) con il codice nosografico 3015.01 e include, oltre alle difficoltà nel concetto di numero, memorizzazione di fatti aritmetici, calcolo accurato o fluente, anche le difficoltà nel ragionamento matematico corretto.

Nei casi in cui il disturbo dell'apprendimento risulti collegato a profili cognitivi al di sotto della media o a cause sensoriali (es. sordità, ipovisione), neurologiche (es. epilessia), genetiche (es. sindrome di Down, sindrome di Williams), organiche (es. ipotiroidismo), psicologiche (es. disturbi psicopatologici primari), si parla di Disturbo Aspecifico (o non specifico) di Apprendimento e non si fa riferimento alla normativa sui DSA ma, in caso di disabilità alla legge 104/92, oppure negli altri casi alla direttiva relativa agli altri BES del 27 dicembre 2012 e CM del 6 marzo 2013.

Emerge quindi come il disturbo del calcolo abbia manifestazioni cliniche eterogenee, che sono dovute alla complessità dei meccanismi sottostanti. Le abilità in matematica sono, infatti, solo parzialmente dominio-specifiche (area del numero) poiché poggiano su altre abilità di carattere



trasversale come quelle linguistiche, visuo-spaziali, attentive, mnemoniche, prassiche, logiche ed esecutive.

Modelli cognitivi e neuropsicologici

I modelli interpretativi della discalculia evolutiva si sono modificati nel tempo, a seguito del fiorire degli studi rivolti alla comprensione dei processi sottesi allo sviluppo tipico e atipico.

Tali modelli si discostano tra loro in particolar modo rispetto all'importanza data al ruolo di meccanismi dominio specifici o dominio generali in tale processo. (Girelli, 2013).

La prima corrente, cosiddetta "innatista", ritiene che la discalculia derivi da una disfunzionalità nei meccanismi di base di quantificazione (Dehaene 1997, Butterworth, 1999).

La seconda corrente, in antitesi, propende verso un'eziopatogenesi multifattoriale che rende conto della complessità delle abilità numeriche e dell'eterogeneità clinica del disturbo (Szucs e Goswami, 2013).

L'ipotesi che la discalculia possa derivare da un deficit primario a competenze di base, o "core systems", è stata avvalorata dagli studi sull'ontogenesi delle abilità numeriche che hanno portato ad affermare che esistano due sistemi di rappresentazione delle quantità e che essi siano alla base dell'innescò dello sviluppo delle competenze numeriche: un sistema di individuazione di oggetti multipli o OTS (Object Tracking System), che fornisce una rappresentazione esatta di piccole quantità, e un sistema della numerosità approssimata ANS (Approximate Number System), che fornisce una rappresentazione approssimativa di un insieme, la cui funzionalità è espressa in termini di "acuità numerica" (Piazza et al, 2010).

Da queste premesse nasce un filone di ricerca mirata a verificare la correttezza dell'ipotesi della discalculia pura o primaria cercando evidenze che essa si associ a: indici neuro-anatomici di disfunzionalità o anomalie strutturali a livello del solco intraparietale; indici comportamentali di difficoltà in compiti numerici di base (Biancardi et. al, 2017).

I modelli sottesi alle abilità di elaborazione numerica e del calcolo maggiormente accreditati sono:

- Il modello di McCloskey, Caramazza e Basili (1985)
- Il Modello del Triplo Codice di Dehaene (1992)

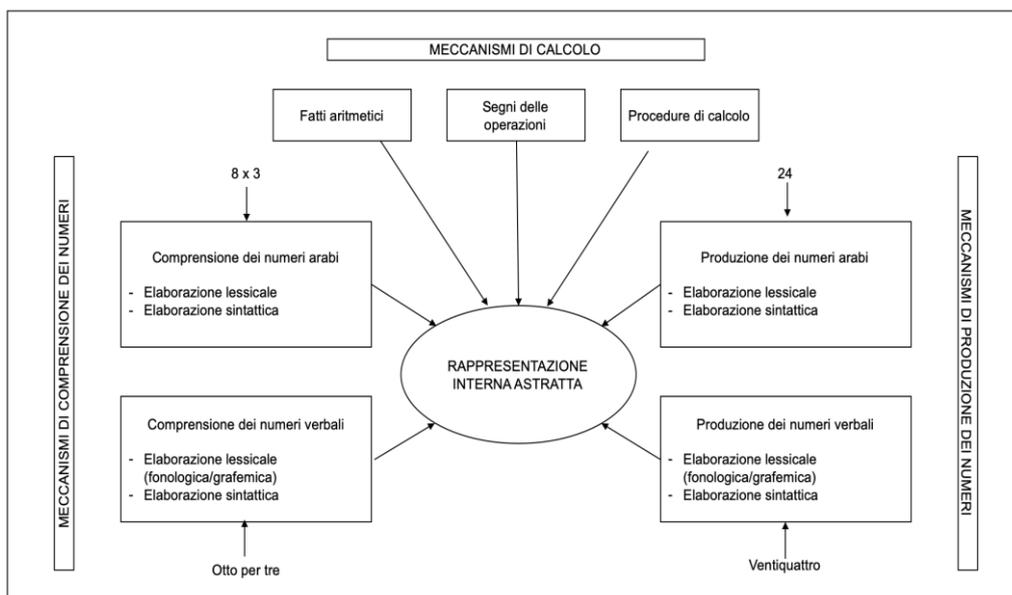
Il modello modulare del sistema di elaborazione dei numeri di McCloskey, Caramazza e Basili (1985) traccia una distinzione fondamentale tra il sistema di elaborazione dei numeri e il sistema di calcolo.

Il sistema di elaborazione dei numeri comprende una componente per la comprensione e una per la produzione dei numeri, mentre il sistema di calcolo è costituito dai fatti e dalle procedure necessarie specificamente per eseguire i calcoli (McCloskey, Caramazza, & Basili, 1985).

Nel sistema deputato all'elaborazione dei numeri, sia per la comprensione che per la produzione, si trovano due sottosistemi: il sottosistema dei numeri arabi e quello dei numeri verbali e per ognuno vengono postulati due meccanismi: il meccanismo lessicale e quello sintattico.

I sistemi di comprensione e produzione dei numeri forniscono l'input e l'output al sistema di calcolo il quale comprende, a sua volta, sottocomponenti funzionalmente autonome, deputate al riconoscimento dei segni dell'operazione, al recupero dei fatti aritmetici e alle procedure di calcolo (Girelli, 2013).

Sebbene il modello sia nato per rendere conto dei disturbi acquisiti negli adulti è stato poi applicato per l'interpretazione di disturbi del neurosviluppo da vari autori tra cui Temple (1989, 1991).



Rielaborazione della figura tratta da Cornoldi 2007 pag.105

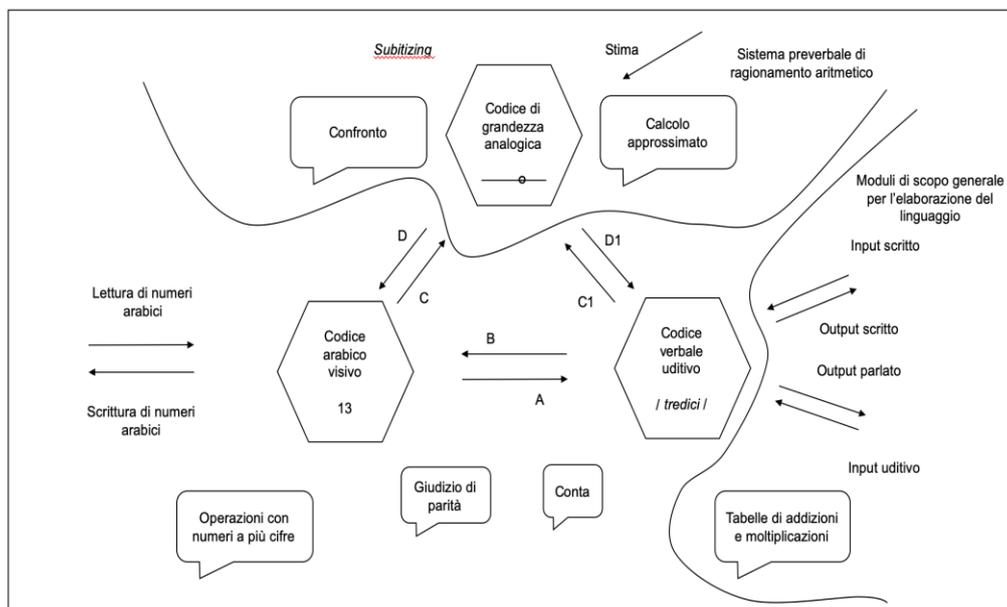
Il Modello a triplo codice per la cognizione numerica si basa su due premesse: che i numeri possano essere presentati mentalmente in tre codici diversi (visuo-arabico, uditivo-verbale, analogico di grandezza su un'ipotetica "linea dei numeri" mentale) e che ogni procedura numerica sia legata a uno specifico codice di input e output (Dehaene, 1992).

All'interno del modello a triplo codice, ogni codice è deputato a compiti numerici specifici:

- abilità come la stima di grandezza e il confronto di numeri (informazioni semantiche) sono attribuite al modulo analogico;

- abilità come il conteggio e il recupero di fatti aritmetici sono attribuite al modulo uditivo-verbale;
- abilità nella soluzione di calcoli scritti o nei giudizi di parità di un numero si basano sul modulo visuo-arabico.

Questi tre moduli costituiscono un sistema di elaborazione e calcolo dei numeri in cui i moduli sono autonomi, interconnessi e attivati secondo le particolari esigenze di un determinato compito (Von Aster, 2000).



Rielaborazione della figura tratta da Cornoldi 2007 pag.107

Parallelamente alle ricerche volte ad identificare possibili deficit funzionali altamente selettivi all'origine della discalculia evolutiva, un secondo filone di studi si è focalizzato sull'impatto di altre capacità cognitive come la memoria di lavoro (Geary et al., 2002), la competenza linguistica (Carey e Spelke, 1996), e le abilità visuospatiali (Rourke, 1993) al fine di classificare le difficoltà di apprendimento in matematica (mathematical disabilities).

Data la grande eterogeneità del disturbo questo filone di ricerca potrebbe essere molto promettente.



Apprendimento della matematica in presenza di ipovisione o cecità

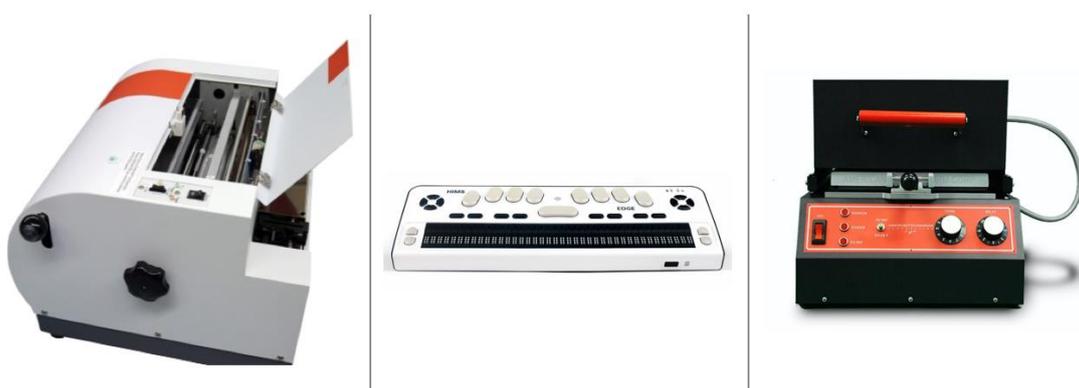
Apprendere la matematica per soggetti ipovedenti e non vedenti è una grande sfida, non tanto per l'impossibilità in sé, quanto per la carenza di strumenti idonei.

Nei primi anni di scuola, l'apprendimento di concetti base di aritmetica e geometria avviene prevalentemente attraverso la metodologia costruttivista tramite l'utilizzo di materiali manipolabili o approcci come quello multisensoriale (spazio-temporale).

I manipolabili virtuali sono adatti per gli ipovedenti (es. Didax, Mathigon, Math Learning Center) così come i programmi misti tangibili e virtuali (Play Osmo, Hands On Equations), e i giochi multisensoriali (es. Animal Watch, Math Melodies o web app come We Draw).

Affrontando concetti più complessi, dalla secondaria di 1° grado all'università sorgono due problemi: l'accessibilità dei materiali e la scelta degli strumenti per operare.

Circa l'accessibilità esistono diversi ausili ma non sono strumenti per tutti, a causa dei costi e della difficoltà di utilizzo. Tra questi si elencano: stampanti e tastiere Braille, tablet aptici, stampanti in rilievo, sintesi vocale (TTS), lettori di schermo, scanner OCR, editor di linguaggi matematici su una sola riga (es. Latex, MathML, Chatty Infty/Infty Editor).



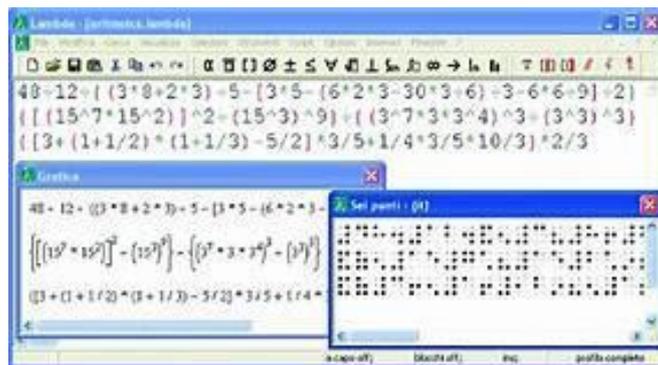
Stampante Braille, Display Braille aggiornabile, Stampante in rilievo

(rielaborazione di immagini presenti sui siti dei produttori)



Per risolvere operazioni si può ricorrere a specifici software: calcolatrici (normali, scientifiche, statistiche), risolutori di problemi matematici passo dopo passo o ambienti di lavoro che supportano il codice Braille.

Un grande problema che si pone è quello del dialogo e della traduzione dal linguaggio per non vedenti a quello visivo, per avere un confronto con compagni e docenti, possibile solo con sistemi che hanno la doppia finestra e il doppio output come Lambda, Edico e AEE.



Software Lambda

Altri ostacoli sono il carico della memoria di lavoro e l'ambiguità delle notazioni matematiche (che si risolvono parzialmente tramite Earcon, Spearcon e prosodia) e della lunga curva di apprendimento di questi linguaggi.

Il linguaggio Braille, infine, non è Universale (ci sono standard diversi in vari Paesi come Nemeth etc.), inoltre il linguaggio Braille a 6 punti non è sufficiente per rappresentare tutti i simboli matematici, per cui Lambda, ad esempio, usa 8 punti.

a)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
b)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
c)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Sistema Braille a 8 punti

Anche senza programmi dedicati è possibile, all'interno dei pacchetti delle suite Microsoft Office, Libre Office e I-Work, leggere e scrivere notazioni matematiche negli ambienti Windows, Mac e Linux.



Rispetto alle STEM (Scienze, Tecnologia, Ingegneria, Matematica), l'attenzione ai non vedenti si sta facendo negli ultimi anni più viva e sta suscitando un certo interesse anche l'area della programmazione. Anche in questo caso esistono due approcci: Visual - Tangible (nel mondo Windows) con oggetti manipolabili per i primi anni di scuola e Visual - Auditory (nel mondo Apple) con il supporto di Voice Over.

Strumenti e soluzioni

SOFTWARE COMPENSATIVI

CALCOLATRICI					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS INCLUSIONE	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	Desmos	Web app/App: collezione di calcolatrici e strumenti accessibili	Secondaria I Secondaria II Università	DSA Ipovedenti Non Vedenti Altri BES	
	Jumbo Calculator	App: calcolatrice essenziale con tasti grandi. Può esportare i risultati all'esterno dell'app e supporta la sintesi vocale	Primaria Secondaria I Secondaria II Università		Non Vedenti Altri BES DSA Ipovedenti
	Talking calculator	App: calcolatrice parlante base con tasti grandi e colorati. Offre la possibilità di regolare il contrasto cromatico nero su giallo oltre alla sintesi vocale. Ha una pronuncia naturale ed è compatibile con dispositivi Braille	Primaria Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non Vedenti	DSA Altri BES
	Talking Scientific Calculator	App: calcolatrice scientifica parlante che offre la possibilità di regolare il contrasto cromatico nero su giallo oltre alla sintesi vocale. Ha una pronuncia naturale ed è compatibile con dispositivi Braille	Secondaria II Università	Ipovedenti Non Vedenti	DSA Altri BES
	Talking Statistic Calculator	App: calcolatrice statistica parlante che offre la possibilità di regolare il contrasto cromatico nero su giallo oltre alla sintesi vocale. Ha una pronuncia naturale ed è compatibile con dispositivi Braille	Secondaria II Università	Non Vedenti Ipovedenti	DSA Altri BES
	GeoGebra Suite Calcolatrici	WebApp/App: suite di calcolatrici che consentono di creare grafici, risolvere equazioni, determinare derivate e integrali, fare calcoli statistici e costruire figure geometriche 2D e 3D	Primaria Secondaria I Secondaria II Università		DSA Altri BES
	RedCrab Calculator	Software: foglio di lavoro personalizzabile con testi e immagini	Secondaria I Secondaria II Università	DSA	



EDITOR PER LA SCRITTURA MATEMATICA					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS INCLUSIONE	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	AEE - Accessible Equation Editor	Web App: editor di espressioni matematiche basato sul codice Nemeth Braille	Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non Vedenti	
	Edico – Editor Scientifico ONCE	Software: editor di espressioni matematiche bidirezionale che trascrive il testo standard in Braille e viceversa	Primaria Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non Vedenti	
	Lambda 2.0	Software: editor di testo e notazioni matematiche in forma lineare, simile al codice MathML, basato su una rappresentazione Braille a 8 punti con 256 caratteri univoci. È dotato di sintesi vocale.	Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non Vedenti	
	Mod Math	App: editor di notazioni matematiche su una griglia a quadretti. È possibile trascrivere sia calcoli di base che equazioni algebriche complesse con un sistema molto intuitivo ed esportarli in altri programmi	Primaria Secondaria I Secondaria II Università	DSA Altri BES	Ipovedenti
	Incolonnabili	Software: programma per creare etichette personalizzabili per aiutare nell'esecuzione delle operazioni aritmetiche	Primaria Secondaria I Secondaria II	DSA	
	Math Type	Software: estensione per scrivere equazioni all'interno di programmi Office, Lim o pagine Web conforme ai requisiti di accessibilità	Primaria Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non vedenti	DSA
	MateMitica	Software: editor di notazioni matematiche con formule personalizzabili	Secondaria I Secondaria II Università	DSA	Ipovedenti
	PDF Interattivi	Software: schemi editabili in PDF per svolgere operazioni in colonna	Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES



MANIPOLATIVI VIRTUALI					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS INCLUSIONE	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	Didax Virtual Manipulatives	Web app: raccolta di manipolatori virtuali per tablet o Lim	Primaria Secondaria I		DSA Ipovedenti Altri BES
	Math Learning Center	Web app/App: raccolta di manipolatori virtuali	Primaria Secondaria I		DSA Ipovedenti Altri BES
	Mathigon	Web app/App: ambiente di apprendimento interattivo con giochi e una raccolta di manipolatori virtuali Polypad	Primaria Secondaria I		DSA Ipovedenti Altri BES

RISOLUTORI DI PROBLEMI DI CALCOLO E GEOMETRIA					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS INCLUSIONE	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	Microsoft Math Solver	Web app/app: risoluzione passo dopo passo di problemi di matematica. Permette di visualizzare i passaggi e i grafici e di approfondire l'argomento tramite lezioni collegate. Risulta integrato con Immersive Reader che ne permette accessibilità	Primaria Secondaria I Secondaria II Università		DSA Ipovedenti Altri Bes
	PhotoMath	App: risoluzione passo dopo passo di problemi di matematica. È possibile inserire manualmente i dati nel software o acquisirli con la fotocamera dall'app. Comprende moltissime funzioni che vanno dal semplice all'avanzato	Primaria Secondaria I Secondaria II Università		DSA Ipovedenti Altri Bes
	RisolviGeometria	Web app/App: risoluzione passo dopo passo di problemi di geometria. È possibile disegnare sulla figura per indicare i dati, ruotarla e ridimensionarla.	Primaria Secondaria I Secondaria II		DSA Ipovedenti Altri Bes



SINTESI VOCALE PER LA NOTAZIONE MATEMATICA					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS INCLUSIONE	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	Matvox	Software: sintesi vocale per documenti matematici redatti con l'editor Edivox. Entrambi fanno parte della suite Dosvox	Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non vedenti	
	ChattyInfty	Software: sintesi vocale per documenti matematici scansionati con InftyReader o editati in Infty Editor tramite il modulo BlindMath in Latex. Permette inoltre di esplorare grafici 2D tramite BlindGraph	Secondaria I Secondaria II Università	Ipovedenti Non vedenti	
	LeggiexcelXme	Software: componente aggiuntiva del programma LeggiXme, per la lettura del foglio elettronico		DSA	Ipovedenti Non vedenti
	MateXme	Software: programma per notazioni matematiche con sintesi vocale che dispone di una calcolatrice integrata	Primaria Secondaria I Secondaria II	DSA	Ipovedenti Non vedenti
	EquivalenzeXme	Software: strumento che facilita la risoluzione di equivalenze che dispone di sintesi vocale		DSA	Ipovedenti Non vedenti

SOFTWARE DI ABILITAZIONE/POTENZIAMENTO

SISTEMA DEL NUMERO					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS INCLUSIONE	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	1 to 100 Numbers Challenge	App: potenziamento del riconoscimento dei numeri e del conteggio in avanti da 0 a 100. L'esercizio consiste nel selezionare in ordine crescente i numeri disposti a caso su una matrice	Primaria Secondaria I Secondaria II Università		DSA Altri BES
	Subitize This!	App: potenziamento del senso del numero con esercizi di subitizing da 1 a 5 elementi presentati in pattern di 4, 6 o 8. Viene fornito un feedback sulle risposte e il tempo impiegato	Infanzia Primaria		DSA Altri BES
	Pattern Sets	App: potenziamento del senso del numero con esercizi di riconoscimento del numero di punti (da 1 a 10) in diversi pattern. Si può variare il tempo di presentazione dello stimolo	Infanzia Primaria		DSA Altri BES
	Montessori Math City	App: approccio innovativo al sistema decimale e al valore posizionale per contare fino a 1000. I materiali sono quelli della metodologia Montessori: perle dorate e tavola del Seguin. Man mano che si sbloccano i livelli di gioco si costruisce una città interattiva	Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	Dexterity Dots Math Concepts	App: App: gioco di matematica per allenare il senso del numero e imparare i concetti di addizione, sottrazione e dimensione relativa esercitando anche la percezione visiva e le abilità motorie fini	Infanzia Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	Dexterity Dots 2	App: gioco di matematica per imparare i concetti di maggiore, minore e uguale esercitando anche la percezione visiva e le abilità motorie fini	Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	Quick Math Jr. School Edition	App: esercizi sulla codifica semantica del numero	Infanzia Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	Number Line Math 3-6	App: esercizi di disposizione dei numeri nella corretta sequenza e di conteggio sulla linea numerica. Si può scegliere di includere anche i numeri negativi	Infanzia Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES



	Conta su di me	Web App: esercizi con addizioni e sottrazioni su una linea dei numeri personalizzabile	Infanzia Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------	----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	--	--------------------------------

SISTEMA DEL CALCOLO					
QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	Animal Watch VI Suite	App: problemi matematici con il filo conduttore degli animali in via di estinzione	Primaria Secondaria I	Ipovedenti Non vedenti	
	Hand-On Equations 1	App: equazioni via via più complesse da risolvere attraverso manipolatori virtuali. Basato sul programma tangibile del dott. Borenson – livello 1	Primaria Secondaria I		DSA Ipovedenti Altri BES
	Hand-On Equations 2	App: equazioni via via più complesse da risolvere attraverso manipolatori virtuali. Basato sul programma tangibile del dott. Borenson – livello 2	Secondaria I		DSA Ipovedenti Altri BES
	Math Melodies	App: esercizi di matematica all'interno della cornice narrativa di alcune storie che possono essere letti o ascoltati con la sintesi vocale	Primaria	Ipovedenti Non vedenti	
	iMatematica	App: esercizi su vari argomenti, formulario diviso in sezioni, utility per aiutare nei calcoli	Primaria Secondaria I Secondaria II Università		DSA Altri BES
	Gimme Five	App: esercizi di supporto allo sviluppo di strategie per il calcolo mentale di addizioni e sottrazioni entro il 10, il 100 e il 1000	Primaria	DSA Ipovedenti Altri BES	
	In volo con la matematica	App: esercizi di calcolo mentale basato sui principi del metodo Analogico del dott. Bortolato e sulla Linea del 20	Infanzia Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	Kids Maths – App educative	App: quiz con le 4 operazioni aritmetiche con un'interfaccia molto essenziale e tasti grandi e colorati	Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	MathBoard	App: esercizi con le operazioni in colonna per costruire e consolidare le procedure del calcolo scritto su una lavagna di ardesia virtuale	Primaria	DSA Altri BES	



	Fractions & Shapes	App: set di 3 quaderni digitali con esercizi per comprendere il significato di denominatore e numeratore e calcolare somme e sottrazioni tra frazioni	Primaria		DSA Altri BES
	Multiplication Tables & Apples	App: set di 10 libretti con 90 esercizi totali con difficoltà crescente per imparare le tabelline da 1 a 10. Si inizia contando le mele in un secchio	Primaria		DSA Altri BES
	Decimals & Fractions	App: set di 32 lezioni con istruzioni e 5 test per comprendere ed esercitarsi a fare calcoli con i numeri decimali	Primaria		DSA Altri BES
	Maths Chase	Web app: raccolta di circa 100 esercizi di calcolo a mente. Permette di esercitarsi variando i tempi massimi di risposta con esercizi di difficoltà crescente e salvare i dati previa registrazione.	Primaria		DSA Altri BES
	Aplusix	Software/Web App: support all'apprendimento dell'algebra con esercizi di allenamento e test di verifica	Secondaria I Secondaria II Università		DSA Altri BES
	Aritmeticando	Software: esercizi e spiegazioni audio e video per il rinforzo della matematica.	Primaria Secondaria I	DSA	

SPAZIO E FIGURE

QR SD2	TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS	
				Progettato per	Proponibile in presenza di
	Geometria Facile 1	Software: programma di esercizi sui concetti geometrici di base che può essere svolto anche in modalità storia animata. È corredato da un gestionale	Primaria	DSA	Ipovedenti Altri BES
	WeDraw	WebApp: suite di giochi per l'apprendimento multisensoriale di concetti aritmetici e geometrici sviluppato dall'IIT	Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES
	Geometria Montessori	App: giochi per apprendere 23 forme appartenenti a 6 differenti famiglie e riconoscerle all'interno di immagini dalla grafica molto curata	Infanzia Primaria		DSA Ipovedenti Altri BES



SOFTWARE E HARDWARE DI CODING E ROBOTICA

VISUAL + AUDITORY				
TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS	
			Progettato per	Proponibile in presenza di
Swift Playground	Software: ambiente di programmazione testuale che supporta la sintesi vocale	Infanzia Primaria Secondaria I Secondaria II		DSA Ipovedenti Non vedenti Altri BES
Scratch 3	Software: ambiente di programmazione visuale a blocchi con funzione di sintesi vocale	Infanzia Primaria Secondaria I Secondaria II		DSA Ipovedenti Altri BES

VISUAL + TANGIBLE				
TITOLO	DESCRIZIONE	LIVELLO	FOCUS	
			Progettato per	Proponibile in presenza di
Code Jumper VI	Software e Hardware: ambiente di programmazione con blocchi tangibili con spiegazioni tradotte anche in Braille	Infanzia Primaria Secondaria I Secondaria II	Ipovedenti Non vedenti	DSA Altri BES
Makey Makey	Hardware: scheda che permette di trasformare un oggetto fatto di un qualsiasi materiale conduttore in un controller. Può essere collegato come estensione a Scratch3	Infanzia Primaria Secondaria I Secondaria II		DSA Ipovedenti Altri BES



BIBLIOGRAFIA

- Biancardi, A., Mariani, E. & Pieretti, M. (2017). *Disturbi del calcolo e del numero. Modelli neuropsicologici, diagnosi, trattamento*. Trento, Erickson.
- Biancardi, A., Pieretti, M., & Mariani, E. (2013). *Intervento logopedico nei DSA- La Discalculia: Diagnosi e trattamento secondo le raccomandazioni della Consensus Conference*, Trento, Erickson.
- Butterworth B. (1999), *The Mathematical Brain*, London, Macmillan.
- Carey S. e Spelke E. (1994), *Domain-specific knowledge and conceptual change*, «Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture», pp. 169-200.
- Consensus Conference. (2011). *Disturbi Specifici dell'Apprendimento*. Roma: ISS-SNLG.
- Cornoldi, C. (2007). *Difficoltà e disturbi dell'apprendimento*. Bologna: Il Mulino.
- Dehaene S. (1992), *Varieties of numerical abilities*, «Cognition», vol. 44, pp. 1-42.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384-398.
- Geary D.C. (1993), *Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components*, «Psychological Bulletin», vol. 114, pp. 345-362.
- Geary D.C. e Hoard M.K. (2002), *Learning disabilities in basic mathematics: Deficits in memory and cognition*. In J.M. Royer (a cura di), *Mathematical cognition*, Greenwich, C.T., Information Age Publishing.
- Girelli L. (2013), *Evoluzione dei modelli interpretativi dello sviluppo atipico delle abilità di calcolo*. In A. Biancardi, E. Mariani e M. Pieretti (a cura di). *Intervento logopedico nei DSA. La discalculia*, Trento, Erickson).
- Hadwen-Bennett, A., Sentance, S., & Morrison, C. (2018). *Making programming accessible to learners with visual impairments: A literature review*. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(2), 3-13.
- Kacorri, H., & Kouroupetroglou, G. (2013, July). Design and developing methodology for 8-dot braille code systems. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 331-340). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Lucangeli, D., & Tressoldi, P. E. (2001). La discalculia evolutiva. *Psicologia clinica dello sviluppo*, (2), 147-168.
- Mazzocco, M. M., & Räsänen, P. (2013). Contributions of longitudinal studies to evolving definitions and knowledge of developmental dyscalculia. *Trends in neuroscience and education*, 2(2), 65-73.
- McCloskey M. (1992), *Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia*, «Cognition», vol. 44, pp. 107-157.
- Mejía, P., Martini, L. C., Grijalva, F., Larco, J. C., & Rodríguez, J. C. (2021). *A Survey on Mathematical Software Tools for Visually Impaired Persons: A Practical Perspective*. *IEEE Access*, 9, 66929-66947.



- PARCC. (2011). *DSA Documento d'intesa*.
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., ... & Zorzi, M. (2010). *Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia*. *Cognition*, 116(1), 33-41.
- Rourke B.P. (1993), *Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological Perspectives*, «Journal of Learning Disabilities», vol. 26, pp. 214-226.
- Spelke, E. S., & Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental science*, 10(1), 89-96.
- Szűcs, D., & Goswami, U. (2013). *Developmental dyscalculia: Fresh perspectives*. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 33-37.
- Temple C.M. (1989), *Digit dyslexia: A category-specific disorder in developmental dyscalculia*, «Cognitive Neuropsychology», vol. 6, pp. 93-116.
- Temple C.M. (1991), *Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia: Double dissociation in developmental dyscalculia*, «Cognitive Neuropsychology», vol. 8, pp. 155-176.
- Von Aster, M. (2000). *Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: varieties of developmental dyscalculia*. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9(2), S41-S57.



Questa analisi è stata realizzata nell'ambito del Progetto DDMATH

ERASMUS+ Program – School Education Gateway – Action KA2

Strategic partnerships for digital education KA226 – Convention n. 2020-1-IT02-KA226-SCH-09557



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.