isbn 979-12-2060-039-2
VEDERE, SENTIRE
CON TUTTO IL CORPO
Mondadori Università

Marisa Pavone – Enrico Dolza
Elisabetta Grande – Alessandro Monchietto

VEDERE, SENTIRE CON TUTTO IL CORPO

Il minore cieco o sordo elabora un approccio originale alla realtà, diverso da quello degli altri: impara a «vedere e a sentire con tutto il corpo». Si tratta di un 'accomodamento' che non si sviluppa in modo spontaneo; piuttosto, ha bisogno di sollecitazioni precoci, ampie e continue da parte della famiglia, della scuola, dell'extra-scuola. Organizzato in sezioni, questo manuale apre con le questioni di sfondo, inerenti al vivere la condizione di cecità/ipovisione e sordità/ipoacusia nelle società a elevato sviluppo tecnologico. Prosegue approfondendo le variabilità individuali, con attenzione agli aspetti eziologico-clinici e psico-pedagogici. Nell'ultima parte, si rivolge alle prassi didattiche d'aula in duplice direzione: quella individuale, di cura delle connessioni tra il profilo di funzionamento e il piano educativo individualizzato; quella collettiva, relativa ai collegamenti tra il piano di attività di classe e il PEI. Il volume si propone come strumento scientifico e operativo per docenti, specialisti e famiglie.

Marisa Pavone è docente di Pedagogia Speciale all'Università di Torino, dove è stata per anni Delegata del Rettore per gli studenti con disabilità/DSA. È direttrice della rivista «L'integrazione scolastica e sociale».
Enrico Dolza è direttore dell'Istituto dei Sordi di Torino e docente a contratto all'Università di Torino.
Elisabetta Grande è docente a contratto nei laboratori di Pedagogia Speciale e nel Corso di specializzazione per il sostegno all'Università di Torino.
Alessandro Monchietto è dottorando di ricerca in Pedagogia Speciale all'Università di Torino. Si occupa di filosofia sociale, inclusione scolastica e *Disability Studies*.

ISBN 979-12-2060-039-2

Prezzo al pubblico
Euro 31,00

Marisa Pavone – Enrico Dolza – Elisabetta Grande – Alessandro Monchietto
VEDERE, SENTIRE CON TUTTO IL CORPO

Marisa Pavone – Enrico Dolza
Elisabetta Grande – Alessandro Monchietto

VEDERE, SENTIRE CON TUTTO IL CORPO

Indicazioni pedagogico-didattiche per le disabilità sensoriali nella scuola

MONDADORI UNIVERSITÀ

I saperi dell'educazione

I saperi dell'educazione

collana diretta da
GIORGIO CHIOSSO

Comitato scientifico

Alessandro Antonietti, Università Cattolica di Milano
Elena Besozzi, Università Cattolica di Milano
Massimo Baldacci, Università di Urbino
Rita Casale, Bergische Universität Wuppertal
Rosalinda Cassibba, Università di Bari
Silvia Kanizsa, Università di Milano Bicocca
Anna Marina Mariani, Università di Torino
Concepción Naval, Universidad de Navarra
Bernard Rey, Université Libre de Bruxelles
† Luisa Ribolzi, Fondazione per la Sussidiarietà, Milano
Silvio Scanagatta, Università di Padova

La collana adotta un sistema di valutazione dei testi basato su una doppia revisione paritaria e anonima (peer review). I criteri di valutazione riguardano: l'interesse e l'originalità scientifica dell'argomento proposto; la qualità dell'esposizione; l'assetto metodologico e il rigore scientifico degli strumenti utilizzati; l'innovatività dei risultati; la pertinenza della bibliografia indicata.

Marisa Pavone
Enrico Dolza
Elisabetta Grande
Alessandro Monchietto

Vedere, sentire con tutto il corpo

Indicazioni pedagogico-didattiche per le disabilità sensoriali nella scuola

MONDADORI UNIVERSITÀ

© 2025 by Mondadori Education S.p.A., Milano
Tutti i diritti riservati
ISBN 979-12-2060-039-2

Mondadori Università
Via Privata Mondadori, 1 – 20054 Segrate (MI)
servizioclienti.edu@mondadorieducation.it
www.mondadorieducation.it

Fotocopie e permessi di riproduzione. Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.
Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org.

Tecnologie di intelligenza artificiale e estrazione di dati dal testo. L'editore promuove e tutela il diritto d'autore, riconoscendone il ruolo fondamentale nel sostenere la creatività e la libertà di espressione. L'editore esprime la propria gratitudine per il rispetto delle normative sulla proprietà intellettuale dimostrato con l'acquisto di una copia autorizzata del presente volume.
Qualsiasi utilizzo non autorizzato, inclusi quelli connessi a tecnologie di intelligenza artificiale o all'estrazione di testo e dati, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore, e comporta l'applicazione di sanzioni civili e penali secondo quanto previsto dalla Legge 633/1941 e successive integrazioni e modifiche.

Riferimenti a marchi commerciali e siti di terze parti. Occasionalmente, possono essere visibili in questo testo nomi, confezioni e marchi commerciali di prodotti o società. L'autore e l'editore non intendono sostenere che i prodotti fotografati o citati siano migliori o peggiori di altri, né indirettamente consigliarne o sconsigliarne l'acquisto: non esiste alcun rapporto di nessun genere con i relativi produttori. I riferimenti a nomi e marchi commerciali sono da intendersi come marchi registrati dalle rispettive società anche se, per semplicità di grafia, si è omessa la relativa indicazione.
L'editore fornisce – per il tramite dei testi da esso pubblicati e attraverso i relativi supporti – link a siti di terze parti esclusivamente per fini didattici o scientifici o perché indicati e consigliati da altri siti istituzionali. Pertanto, l'editore non è responsabile, neppure indirettamente, del contenuto e delle immagini riprodotte su tali siti in data successiva a quella della pubblicazione, distribuzione e/o ristampa del presente testo.

Obiettivi di sviluppo sostenibile. Il contenuto di questo libro non è stato approvato dalle Nazioni Unite e quindi potrebbe non riflettere la posizione ufficiale di questa organizzazione, www.un.org/sustainabledevelopment.

Testi in formato accessibile. I testi pubblicati dall'editore sono disponibili in formato accessibile e possono essere richiesti a: Biblioteca per i Ciechi Regina Margherita di Monza (http://www.bibliotecaciechi.it) o Biblioteca digitale dell'Associazione Italiana Dislessia "Giacomo Venuti" (http://www.libroaid.it).

Segnalazione di errori e/o imprecisioni. La realizzazione di un libro è un'attività complessa che comporta controlli di varia natura. Essi riguardano sia la correttezza dei contenuti sia la coerenza tra testo, immagini, strumenti di esercitazione e applicazioni digitali. È pertanto possibile che, dopo la pubblicazione, siano riscontrabili errori e imprecisioni.

Mondadori Education ringrazia fin da ora chi vorrà segnalarli a:
Servizio Clienti Mondadori Education
e-mail *servizioclienti.edu@mondadorieducation.it*
numero verde **800 123 931**

Per eventuali e comunque non volute omissioni e per gli aventi diritto tutelati dalla legge, l'editore dichiara la piena disponibilità.

Il Sistema Qualità di Mondadori Education S.p.A. è certificato da Bureau Veritas Italia S.p.A. secondo la Norma UNI EN ISO 9001.

Prima edizione: Mondadori Università, dicembre 2025

Ristampe:

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2029 2028 2027 2026 2025

Realizzazione editoriale

Responsabilità editoriale Alessandro Mongatti

Coordinamento redazionale e grafico Carla Campisano, Matteo Tasca

Redazione Matteo Tasca

Impaginazione Matteo Bertelli

Progetto grafico Cinzia Barchielli, Marco Catarzi

Progetto copertina Alfredo La Posta

In copertina Claude Monet, *La gazza*, 1869, Musée d'Orsay, Parigi.

Questo volume è stampato da:
Lineagrafica s.r.l.
Città di Castello (PG)
Stampato in Italia
Printed in Italy

Indice

Ringraziamenti XI
Introduzione XIII

Parte prima
IL QUADRO

Capitolo 1. **La disabilità sensoriale nel contesto socioculturale** 3
1. Le disabilità sensoriali viste dal di fuori 4
2. Modelli di approccio comunicativo ed educativo 8
   2.1 Opzioni linguistiche contrapposte per l'educazione dei sordi 8
   2.2 Divergenze di punti di vista sulla cecità 12
3. Verso un approccio realisticamente e scientificamente fondato 16
   3.1 Eterogeneità nel mondo delle disabilità sensoriali 17
   3.2 Quante sono le persone con disturbi di udito e di vista? 18
4. La stagione dei diritti 19
   4.1 La *Convenzione* ONU: una pietra d'angolo 20
   4.2 Scenari ambigui nella contemporaneità 23

Capitolo 2. **Disabilità sensoriali e progettualità della famiglia** 30
1. A proposito della conoscenza del minore 32
2. La disabilità visiva: definizioni, insorgenza, rimediazione 35
   2.1 Classificazione 36
   2.2 Insorgenza 36
   2.3 Alcuni vincoli della cecità e dell'ipovisione 37
   2.4 Integrazione intermodale 39
3. La disabilità uditiva: definizioni, insorgenza, rimediazione 42
   3.1 Classificazione 43
   3.2 Epidemiologia 44
   3.3 Alcuni vincoli della sordità e dell'ipoacusia 45
   3.4 La rimediazione uditiva 46
4. La famiglia, risorsa irrinunciabile 48
   4.1 La famiglia come «base sicura» 49
   4.2 La famiglia e la disabilità del figlio 50
   4.3 La famiglia e la nascita di un figlio con deficit sensoriale 51
   4.4 La resilienza familiare e l'approccio di comunità 56
   4.5 Il supporto dei servizi sanitari e sociali 58
   4.6 La rete dei servizi sociosanitari e scolastici: privilegiare l'autonomia e lo sviluppo globale 59

Capitolo 3. **L'inclusione a scuola tra «normalità» e «specialità»** 63
1. Diverse storie in una storia comune 64
1.1 Accoglienza a scuola 67
1.2 Conoscere il bambino, conoscere il ragazzo 68
1.3 Curare l'ambiente di apprendimento 70
2. Scuola inclusiva e differenziazione didattica: tra principi e realtà 75
2.1 La scuola reale verso la scuola inclusiva: un cammino faticoso 76
2.2 L'alunno «medio» e la categorizzazione dei BES 77
2.3 I BES come concetto ponte 79
2.4 La didattica speciale come didattica dell'inclusione 80
2.5 Dalla progettazione universale (UD) alla progettazione universale per l'apprendimento (UDL) 81
2.6 L'UDL come agente di trasformazione della didattica in ottica inclusiva 85
2.7 Realizzare la differenziazione didattica 86
3. Di quale alunno stiamo parlando? La gestione collaborativa dell'inclusione 88
3.1 L'insegnante inclusivo come ricercatore sul campo 88
3.2 La gestione collegiale della cura educativa e didattica 91
3.3 Dall'approccio di rete al lavoro di squadra 92

Riferimenti bibliografici 95

Parte seconda
CONOSCERE E ACCOMPAGNARE LA PERSONA CON DISABILITÀ UDITIVA E VISIVA

Capitolo 1. **Disabilità uditive e sordità** 109
1. Non è solo questione di parole 110
2. Come comunicano le persone sorde: la multimodalità 114
2.1 La lingua verbale 114
2.2 La dattilologia 118
2.3 L'Italiano Segnato 119
2.4 La Lingua dei Segni 120
3. La Lingua dei Segni nelle disabilità comunicative 130
4. Le metodologie in ambito educativo 131
4.1 I metodi orali 132
4.2 I metodi misti 136
4.3 Il metodo bilingue 139
4.4 La Logogenia 141
5. La sordità tra modello medico e modello sociale 145
6. L'espressione artistica, le attività sportive e il mondo dei sordi 151
7. La comunità sorda: usi e costumi culturali 154
8. Sordità e apprendimento delle discipline 157
8.1 Italiano 158
8.2 Lingua inglese 161
8.3 Matematica 162
8.4 Musica 166
8.5 Arte e immagine 168

Capitolo 2. **Disabilità visive** 170
1. Dall'esperienza corporea alla concettualizzazione 172
   1.1 Esperienza corporea 172
   1.2 Costruzione dell'immagine mentale 176
   1.3 Apprendimento di processi e di concetti astratti complessi 177
   1.4 Acquisizione del concetto di spazio 179
2. Cecità e ipovisione 184
   2.1 La cecità congenita 184
   2.2 L'ipovisione 186
   2.3 L'ipovisione e la cecità improvvisa 189
3. L'inclusione scolastica 190
   3.1 La prima accoglienza 190
   3.2 Il *setting* scolastico 191
   3.3 L'allestimento dell'aula 193
   3.4 Alcune Indicazioni didattiche 195
   3.5 Accessibilità e fruibilità del patrimonio artistico e culturale come strumento di inclusione 200
4. Strumenti compensativi e tecnologie 202
   4.1 Evoluzione e ruolo delle tecnologie assistive applicate alle disabilità visive 203
   4.2 Le tecnologie tifloinformatiche come strumento trasversale di inclusione 204
   4.3 Classificazione delle tecnologie assistive applicate alle disabilita visive 206
5. Cecità e apprendimento delle discipline 211
   5.1 Approccio alle discipline dell'area linguistica 212
   5.2 Psicomotricità 215
   5.3 Matematica 215
   5.4 Musica 225
   5.5 Arte e immagine 226

Capitolo 3. **Le disabilità sensoriali complesse** 230
1. La sindrome di Usher 231
2. La sindrome di Charge 235
3. La sindrome di Waardenburg 236
4. La comunicazione nelle disabilità complesse 237

Riferimenti bibliografici 240

Parte terza
STRATEGIE DI COLLABORAZIONE PER UNA DIDATTICA INDIVIDUALIZZATA E INCLUSIVA

Capitolo 1. **Buone pratiche di integrazione tra PEI e programmazione di classe** 255
1. La progettazione integrata: la contaminazione come sfida della scuola inclusiva 255
2. Gli interventi di adattamento degli obiettivi curriculari per allievi con disabilità sensoriali 259
3. La specialità può arricchire la didattica di tutti? 261
4. Le sfide future: una progettazione universale e differenziata 263

Capitolo 2. **Il lavoro di rete e la cogestione del PEI** 269
1. Gli attori e gli strumenti della rete 269
2. L'assistente alla comunicazione e all'autonomia 272
3. I contesti dell'intervento socioeducativo dell'assistente alla comunicazione e all'autonomia 274
4. L'assistente alla comunicazione e all'autonomia a scuola 275
5. L'assistente alla comunicazione e all'autonomia a casa e in altri contesti 276
6. Il rapporto con i servizi sociali e sanitari 277
7. La figura del tiflologo 278
8. Il dibattito sul futuro degli assistenti alla comunicazione e all'autonomia 278

Capitolo 3. **Esempi di progettazione di percorsi didattici inclusivi** 280
1. A. *Kaori e il seme dell'onestà. Una fiaba da vedere e da toccare*. Proposta di un percorso didattico nella scuola dell'infanzia 280
   1.1 Premessa 280
   1.2 Pianificazione delle attività 281
   1.3 Traguardi per lo sviluppo di competenze 281
   1.4 Materiali, strumenti e metodologie 284
   1.5 Successione degli incontri 285
   1.6 Valutazione degli apprendimenti 288
   1.7 Conclusioni 289
2. B. *Un tuffo nel mare: alla scoperta del mondo marino fra fantasia e realtà*. Proposta di un percorso didattico nella scuola primaria 292
   2.1 Premessa 292
   2.2 Pianificazione delle attività 292
   2.3 Traguardi per lo sviluppo di competenze 293
   2.4 Competenze in conformità con le Indicazioni Nazionali per il curricolo del primo ciclo di istruzione (2012, scuola primaria) 293
   2.5 Linguaggi, metodologie, strumenti e materiali utilizzati 295
   2.6 Successione degli incontri 296
   2.7 Verifica e valutazione degli apprendimenti 300
   2.8 Conclusioni 300
3. C. *Viaggio nella Grecia: dall'antichità ai giorni nostri*. Proposta di un percorso didattico nella scuola secondaria di I grado 303
   3.1 Premessa 303
   3.2 Pianificazione delle attività 304
   3.3 Traguardi per lo sviluppo di competenze 305
   3.4 Sviluppo degli incontri 307
   3.5 Materiali e strategie per gli allievi con disabilità sensoriali 316
   3.6 Verifica e valutazione degli apprendimenti 317
   3.7 Conclusioni 318

Riferimenti bibliografici 321

Parte quarta
SEZIONE ANTOLOGICA

Antologia 327
T1 Oliver Sacks, *La Lingua dei Segni come prima comunicazione del bambino sordo* 327
T2 Georgina Kleege, *Il Cieco Ipotetico e la condizione di cecità* 330
T3 Guglielmo Trentin, *Tecnologie per l'inclusione degli allievi con disabilità sensoriali* 334
T4 Helen A. Keller, *Uscire dal silenzio e dall'oscurità* 339
T5 John M. Hull, *La cecità vista dal di dentro* 346
T6 Emmanuelle Laborit, *Scoprire il mondo oltre il silenzio* 350
T7 Erik Weihenmayer, *In vetta a occhi chiusi. Autobiografia di un alpinista cieco* 355
T8 Paddy Ladd, *La Cultura Sorda* 359

Autori 367
Indice dei nomi 369

Nota editoriale

Autori

Marisa Pavone è autrice dell'Introduzione e della Parte prima.
Ha curato con Alessandro Monchietto gli aspetti scientifici e redazionali dell'intero volume.
Enrico Dolza è autore di:
Parte prima, Capitolo 2, Sezione 3 (*La disabilità uditiva: definizioni, insorgenza, rimediazione*);
Parte seconda, Capitolo 1 (*Disabilità uditive e sordità*), Sezioni da 1 a 7 e Sezione 8.2;
Parte seconda, Capitolo 3 (*Le disabilità sensoriali complesse*);
Parte terza, Capitolo 2 (*Il lavoro di rete e la cogestione del PEI*), con Elisabetta Grande.
Elisabetta Grande è coautrice di:
Parte seconda, Capitolo 2 (*Disabilità visive*), con Alessandro Monchietto;
Parte terza, Capitolo 2 (*Il lavoro di rete e la cogestione del PEI*), con Enrico Dolza;
Parte terza, Capitolo 3 (*Esempi di progettazione di percorsi didattici inclusivi*), con Alessandro Monchietto e Silvia Portigliatti.
Alessandro Monchietto è coautore di:
Parte seconda, Capitolo 2 (*Disabilità visive*), con Elisabetta Grande;
Parte terza, Capitolo 3 (*Esempi di progettazione di percorsi didattici inclusivi*), con Elisabetta Grande e Silvia Portigliatti.
Ha curato con Marisa Pavone gli aspetti scientifici e redazionali dell'intero volume.
La scelta dei brani della sezione antologica (Parte quarta) è da attribuirsi a tutti gli autori dell'opera.

Altri autori

Carola Manolino è autrice delle Sezioni dedicate all'educazione matematica: Parte seconda, Capitolo 1, Sezione 8.3 e Capitolo 2, Sezione 5.3.
Silvia Portigliatti è coautrice di: Parte terza, Capitolo 3 (*Percorsi didattici*), con Elisabetta Grande e Alessandro Monchietto.
Moira Sannipoli è autrice di: Parte terza, Capitolo 1 (*Buone pratiche di integrazione tra PEI e Programmazione di classe*).
Valter Scarfia è autore di:
Parte seconda, Capitolo 2, Sezioni 4.1, 4.2, 4.3, dedicate agli strumenti compensativi e alle tecnologie;
Parte seconda, Capitolo 2, Sezione 5.4, dedicata alla Musica.

5.2 Psicomotricità

Un ruolo fondamentale

Durante la scuola dell'infanzia, la psicomotricità riveste un ruolo fondamentale nello sviluppo dei bambini con disabilità visive (Smith – Hill, 1990). Le attività psicomotorie, che includono l'esplorazione di situazioni di equilibrio e disequilibrio, attraverso l'uso di vari strumenti come palle, scivoli, tubi, tende e percorsi specifici, favoriscono una percezione più organizzata e integrata del sé e dello spazio circostante. Queste esperienze sono cruciali, in quanto permettono di comprendere che le sensazioni provengono dall'interazione con oggetti esterni, facilitando l'elaborazione cognitiva ed emotiva delle informazioni. Il processo contribuisce a sollecitare l'autostima, la fiducia in se stessi e la sicurezza personale. È essenziale che il soggetto sperimenti situazioni di disequilibrio e piccole cadute, apprendendo che il dolore non comporta una frammentazione del corpo, che rimane integro nonostante le ferite superficiali.

Le attività psicomotorie offrono l'opportunità di sperimentare sensazioni che stimolano spontaneamente nuovi movimenti e l'esplorazione di nuovi spazi. Esse introducono nuove esperienze percettive e motorie, che si traducono in rielaborazioni cognitive, ampliando il mondo rappresentativo e concettuale del minore: sensazione e movimento, infatti, costituiscono la base dell'esperienza empirica di una realtà direttamente esperibile.

Attività strategica anche per i bambini con ipovisione

L'attività psicomotoria è strategica anche per i bambini con ipovisione, che tendono a utilizzare primariamente il proprio residuo visivo, anche se molto compromesso, trovando gratificazione nei contesti familiari e scolastici per ogni conquista. Nei primi anni di vita, non è possibile valutare con precisione le caratteristiche del residuo e dell'acuità visiva del bambino (Matsuba, 2017), il che può aumentare l'ansia e le aspettative dei genitori. Tale postura mentale ed emotiva può instillare nei piccoli ipovedenti l'idea che il loro valore dipenda dalla capacità di vedere e riconoscere correttamente oggetti, forme e colori; con il tempo, ciò può portare a un iperinvestimento nella percezione visiva e a una crescente ansia da prestazione, che può causare difficoltà sia sul piano dell'apprendimento sia su quello emotivo e relazionale.

Stimolare i processi percettivi, cognitivi e psicomotori attraverso modalità ludico-riabilitative

Un percorso psicomotorio attivato dalla prima infanzia può aiutare a stimolare i processi percettivi, cognitivi e psicomotori attraverso modalità ludico-riabilitative, durante le quali il bambino può sperimentare il corpo nella sua interezza, sviluppando consapevolezza e fiducia nelle proprie capacità (Morelli *et al.*, 2020). Questo tipo di attività, che integra le informazioni provenienti da tutti gli organi di senso, fornisce un'esperienza globale, che resterà come sfondo nella memoria per l'apprendimento futuro, rendendo il bambino/ragazzo più sicuro di sé e in grado di gestire meglio situazioni potenzialmente stressanti.

5.3 Matematica

La cecità non è un impedimento alla matematica

La cecità, di per sé, non sembra essere un impedimento all'apprendimento della matematica. Come segnalano Healy e Fernandes:

> La storia mostra infatti che ci sono stati numerosi matematici ciechi di grande successo […] la mancanza di accesso al campo visivo non riduce la capacità di una persona di visualizzare, ma la modifica, poiché l'immaginazione spaziale tra coloro che non vedono con gli occhi si basa sull'attività tattile e uditiva (2014, pp. 61-62).

Questa affermazione, proveniente da due delle più autorevoli esperte in educazione matematica nel contesto delle disabilità visive, offre almeno due punti di partenza significativi. In primo luogo, sottolinea la sostituzione efficace della vista con altri sensi per accedere al contenuto matematico, e le mani emergono come il sostituto più rilevante per gli occhi quando si affronta la matematica, principalmente perché tale contenuto implica la manipolazione di rappresentazioni e informazioni spaziali. Inoltre, già Vygotskij (1929; trad. ingl. 1993) argomentava che sostituire la vista con l'esplorazione tattile tramite le mani può portare all'emergere di prospettive uniche. In secondo luogo, però, si evidenzia la forte interconnessione tra visualizzazione e visione esistente nel campo dell'educazione matematica. Infatti, Sfard (2009) sostiene che il discorso matematico è definito da specifici *mediatori visivi*, così come Radford sottolinea che il processo di apprendimento in matematica, in particolare nel contesto dell'algebra, sia paragonabile a una graduale «addomesticazione dell'occhio» (2010, p. 10). Ciò significa contemplare una lunga evoluzione in cui gli individui imparano a percepire e riconoscere specialmente con gli occhi i fenomeni matematici. In realtà non si intende suggerire che l'apprendimento della matematica sia esclusivo del senso visivo, piuttosto, l'intenzione è enfatizzare che:

> la matematica, in quanto creazione umana e culturale, […] si basa molto (forse molto più di quanto i matematici siano disposti ad ammettere) sulla visualizzazione nelle sue diverse forme e a diversi livelli, ben oltre il campo banalmente visivo della geometria e della visualizzazione spaziale (Arcavi, 2003, pp. 216-217).

Attraverso il tatto si percepiscono le relazioni tra le parti

La vista è infatti nota per la sua natura sintetica e globale, permettendo agli individui di ottenere una percezione d'insieme. Al contrario, il tatto, utilizzato in modo prevalente dagli allievi con disabilità visive, si basa sull'esplorazione aptica, dove l'insieme emerge dalle relazioni tra le parti. I soggetti non vedenti tendono a descrivere proprietà e relazioni usando mezzi dinamici che corrispondono alle loro interazioni fisiche con gli oggetti. Una prima esemplificazione di quanto appena affermato è l'esperienza per la scuola primaria descritta da Del Zozzo (2015). A un bambino, cieco dall'età di due anni, è stato richiesto di disegnare su piano di gomma un rettangolo ABCD con un vertice C dato e il lato AB appoggiato sulla retta data *r*, posta a una certa distanza da C (Figura 1).

Del Zozzo mostra che l'alunno, non potendo utilizzare la vista, ha dovuto fare appello alle proprietà geometriche del rettangolo per poterlo disegnare correttamente. Guidando il disegno con l'altra mano, ha mantenuto le due dita distanziate, facendole scorrere contemporaneamente lungo i lati opposti, assicurandone così il parallelismo; nel contempo,

mantenendo fermo l'indice sul punto A, ha potuto percepire che, «all'arrivo delle due dita», il polpastrello dell'indice si «incastrava bene», permettendo di riconoscere la perpendicolarità dei lati consecutivi. In questo modo, grazie a movimenti intenzionali e alla propriocettività delle dita, ha potuto riprodurre la definizione stessa di rettangolo (Figura 2).

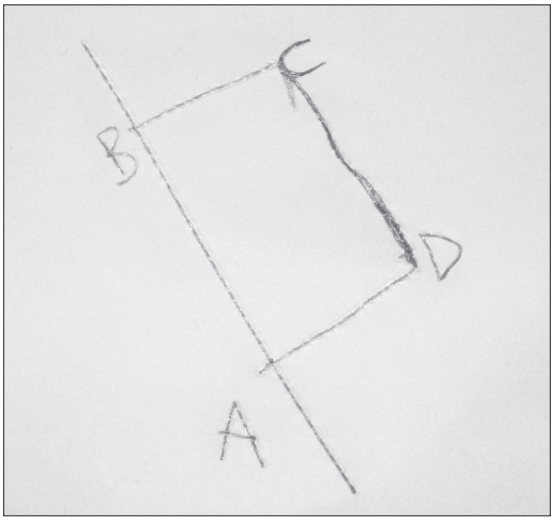

Figura 1
Il disegno del rettangolo ABCD, in Del Zozzo (2015).

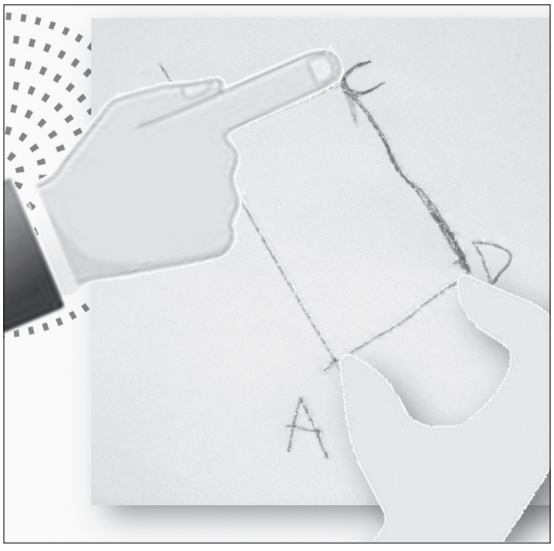

Figura 2
L'uso della struttura del polpastrello dell'indice «che si incastra bene» per la perpendicolarità dei lati consecutivi AB e BC e il movimento delle dita per assicurarsi il parallelismo dei lati opposti AB e CD.

Il fatto che questa realizzazione sia avvenuta anche nel caso di un rettangolo «storto», ovvero con i lati non paralleli ai bordi del foglio, mette in evidenza come l'esplorazione aptica, la quale oltrepassa gli aspetti visivi prototipali e richiama invece proprietà geometriche, consenta di superare misconcezioni diffuse e si configuri come un approccio utile per tutti gli studenti.

Una maggiore attenzione agli aspetti concettuali delle figure geometriche

Questa esperienza dimostra come l'assenza della vista porti a una maggiore attenzione agli aspetti concettuali delle figure geometriche. Fischbein (1993) ha mostrato come i disegni geometrici risiedano su componenti sia figurali (caratteristiche visuali) che concettuali (proprietà caratteristiche dell'oggetto geometrico «generale», di cui quella particolare figura è una particolare rappresentazione). Pertanto, affidarsi eccessivamente alla percezione visiva, globale e veloce, può – per tutti – compromettere il ragionamento geometrico. La percezione aptica, che integra il tatto attivo con il movimento, fornisce informazioni più realistiche e profonde rispetto alla vista, che può essere illusoria. L'uso del tatto costringe a un controllo concettuale, favorendo un corretto ragionamento geometrico.

In classe, si crea una barriera doppia: chi non vede non accede alle informazioni visive, mentre chi vede non sfrutta mai il tatto, perdendo così un'opportunità didattica significativa. L'esempio citato è un chiaro segno di come azione e pensiero non possano essere separati. L'approccio teorico dell'*embodied cognition* (Shvarts *et al.*, 2024), infatti, valorizza il ruolo del corpo, della sensorialità nelle pratiche educative. Non è sufficiente la mera interazione materiale. Non basta la semplice manipolazio-

BOX 2.5

L'*embodied cognition*

Con *embodied cognition* (cognizione incarnata) si intende un approccio teorico che sottolinea come il pensiero non sia un'attività puramente mentale, ma nasca dall'interazione dinamica tra corpo, percezioni e ambiente. In questa prospettiva, pensare significa agire: le interazioni fisiche, le percezioni e le azioni sensoriali-motorie non sono solo un supporto alla mente, ma costituiscono una parte integrante del processo cognitivo.

Nell'educazione matematica, questo significa che concetti e ragionamenti non si costruiscono soltanto attraverso simboli, formule o rappresentazioni astratte, ma anche mediante esperienze corporee e sensoriali. Ad esempio, l'atto di muovere le mani per rappresentare un angolo, di camminare lungo il perimetro di una figura, o di manipolare materiali concreti non serve solo a «illustrare» un'idea già formata: è un modo per generare pensiero matematico. L'uso del corpo e dei sensi permette di costruire significati, di scoprire relazioni spaziali e di trasformare tali esperienze in strumenti culturali condivisi.

Secondo Shvarts e colleghi (2024), il corpo, l'ambiente e gli artefatti didattici formano un sistema unico:

- il movimento e la percezione permettono di cogliere configurazioni e relazioni spaziali;
- i gesti, i disegni e gli strumenti usati in classe si trasformano in artefatti culturali, ossia in segni e pratiche condivise che restano disponibili per ulteriori ragionamenti;
- il pensiero matematico emerge proprio da questa interazione dinamica tra azione corporea, mediazione didattica e riflessione.

L'*embodied cognition* ci ricorda che il corpo non è solo «un aiuto» per apprendere, ma una vera e propria condizione della comprensione e della costruzione dei concetti matematici.

ne di oggetti: è l'interazione corporea con l'ambiente e con i mediatori didattici che permette di scoprire nuove configurazioni (strutture) e relazioni spaziali. Per mediatori didattici intendiamo tutti quegli strumenti materiali e simbolici che l'insegnante mette in gioco – ad esempio modelli geometrici, disegni, schemi, ma anche gesti, segni situati o strumenti digitali – e che guidano l'attenzione e l'azione degli studenti. Le esperienze vissute attraverso il corpo, sostenute da questi mediatori, si consolidano poi in forme stabili come diagrammi, gesti condivisi, simboli o notazioni. Si pensi, ad esempio, al gesto delle mani che mimano l'apertura e l'uso di un compasso: quell'azione corporea, dapprima esplorativa, può trasformarsi nel disegno di un cerchio o nell'uso effettivo di uno strumento, diventando così un *artefatto culturale*, cioè un prodotto dell'attività umana che fissa e trasmette conoscenza, e che può essere riutilizzato per pensare e comunicare matematicamente.

Queste riflessioni sono valide non solo in campo geometrico. L'esplorazione di concetti da parte di una persona con disabilità visiva è analitica, mentre il processo di sintesi viene in un secondo momento e fa parte di una rielaborazione interpretativa e cognitiva di ricostruzione e rappresentazione mentale del concetto.

Un necessario cambio di paradigma nel panorama educativo attuale

Il carattere prevalentemente «visivo» della didattica della matematica attuale e le diversità di accesso e rielaborazione dei concetti matematici sembrano suggerire un necessario cambio di paradigma nel panorama educativo che desideriamo inclusivo. Infatti, non basta essere coscienti di una diversa modalità di accesso, ma anche considerarne le ricadute. Non basta in generale prestare attenzione all'accessibilità di un oggetto o contenuto, ma occorre avere coscienza di come essa avviene. Un esempio centrale è l'algebra, la quale si basa prevalentemente sulla capacità di riconoscere strutture: individuare regolarità, cogliere equivalenze, riconoscere relazioni tra diverse rappresentazioni. Questo riconoscimento non è un semplice esercizio visivo, ma un processo cognitivo complesso che permette di astrarre, generalizzare e costruire significati matematici. L'approccio a questo contenuto, durante tutto il primo ciclo di istruzione, avviene lentamente fin dalla scuola dell'infanzia, attraverso quella che in letteratura viene definita *early algebra* (Cusi – Navarra, 2012) – come attraverso l'uso dei *pattern* (un esempio in Figura 3) –, fino alla risoluzione delle classiche espressioni algebriche o equazioni nella scuola secondaria. Nel caso di studenti con disabilità visive, l'accesso a queste strutture non può avvenire soltanto tramite il canale visivo, che tradizionalmente domina la didattica dell'algebra. Occorre quindi progettare modalità alternative di esplorazione e rappresentazione – tattili, sonore, gestuali – che rendano possibile anche a loro il riconoscimento delle regolarità e delle equivalenze che costituiscono il cuore del pensiero algebrico.

Un'attenta mediazione didattica da parte del docente

Se proposte di problemi come quelli in Figure 3 e 4 potrebbero facilmente essere rese accessibili tramite, rispettivamente, una modalità tattile e una trasposizione narrativa, queste non garantiscono, senza una attenta mediazione didattica da parte del docente, che tali problemi supportino lo sviluppo del *senso di struttura* (Hoch – Dreyfus, 2004), necessario per il proseguimento degli studi algebrici. Dall'archivio delle prove INVALSI si trova che alcune risposte fornite dagli allievi nel pretest valutabili come corrette per il quesito in Figura 4 sono:

– Ho *visto* che il cubetto è al posto di due cilindri e quindi ho fatto 175×2.
– Ho pensato di *togliere da ciascun piatto* un cilindro e rimane che i due cilindri sommati pesano come un cubetto.

In assenza di disabilità visive, l'interpretazione avverrebbe «a colpo d'occhio», come per le scritture algebriche più complesse (si veda di seguito il commento alla Figura 5). È quindi necessario che il docente proponga materiali didattici per rendere accessibile il contenuto, ma che contemporaneamente si preoccupi di capire se l'intenzionalità didattica su cui il problema era costruito sia stata mantenuta. Il docente deve dunque domandarsi: l'allievo riesce a identificare, interpretare e rielaborare cognitivamente le strutture presenti nei problemi, sviluppando un proprio senso di struttura? Come?

L'osservazione della produzione di segni da parte dell'alunno

L'osservazione della produzione di segni da parte dell'alunno è essenziale per il docente che vuole supportare lo sviluppo del senso di struttura. Tale osservazione permetterà all'insegnante di produrre materiali didattici non solo accessibili, ma adeguati, che veicolino la mani-

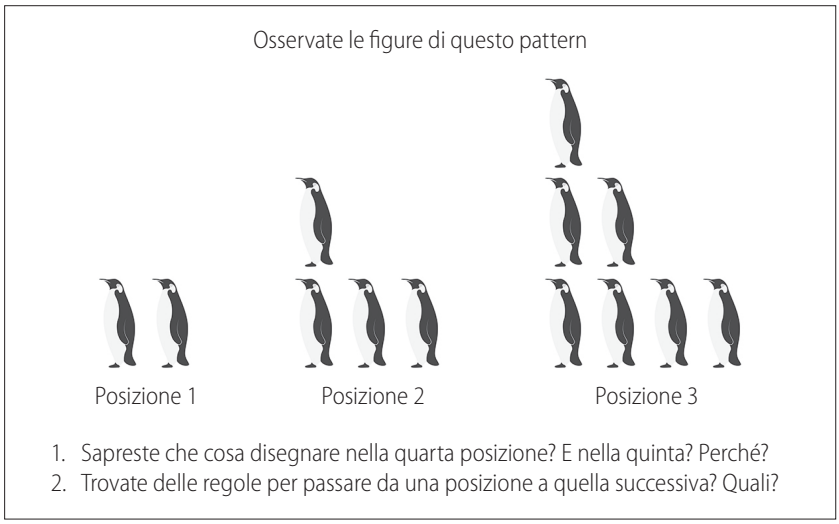

Figura 3
Il visual pattern *I pinguini* (Arzarello *et al.*, 2024, p. 16).

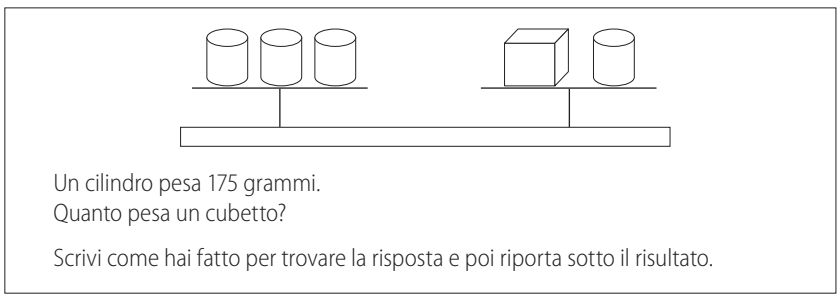

Figura 4
Tratto da quesito INVALSI, grado 5, a.s. 2015.

polazione della struttura. In Figura 4 è riportato un esempio di problema che potrebbe veicolare la stabilizzazione del concetto di semplificazione, essenziale per gli studi futuri del minore. L'alunno deve imparare a visualizzare la necessità di «togliere da ciascun piatto un cilindro» per risolvere il problema. Il docente deve poter osservare quali segni l'allievo produce, che mostrino evidenze della sua capacità di visualizzare il processo di semplificazione. La maggior parte delle espressioni o equazioni presenti nei libri di testo per gli anni successivi, infatti, è ideata e riportata con un'esplicita intenzionalità didattica: fare in modo che il soggetto sviluppi competenze algebriche di riconoscimento e manipolazione della struttura. Eppure, tale struttura è considerata principalmente nel suo aspetto «visivo». Si consideri ad esempio la risoluzione dell'equazione riportata in Figura 5.

La struttura dell'equazione è creata in modo da permettere «a prima vista» l'identificazione e poi la semplificazione dei termini uguali nei due membri dell'equazione. Riconoscere tale struttura permette di non fare calcoli, i quali risulterebbero molto complessi. Tuttavia, la stessa equazione trascritta in *Braille* o letta da una sintesi vocale riesce a mantenere tale struttura? Il lavoro di Maffia, Manolino e Miragliotta (2023), proseguito poi anche in Regola, Maffia e Manolino (2024), affronta questo tema sottolineando l'importanza, per i docenti, di tenere in considerazione lo sviluppo del senso di struttura dell'oggetto algebrico in ciascuno allievo. In una classe con individui con disabilità visiva, la ricchezza di accessi differenti al contenuto può veicolare una maggiore consapevolezza e attenzione dei docenti, alla necessità di differenti rappresentazioni semiotiche nel processo di insegnamento.

Tenere in considerazione lo sviluppo del senso di struttura dell'oggetto algebrico

Il codice *Braille* e la sintesi vocale sono in generale considerati rispettivamente sostituti tattili e uditivi per i materiali scritti convenzionali; essi però hanno una natura lineare. Gli oggetti matematici invece hanno una natura spaziale bidimensionale. All'interno della notazione *Braille* o di verbalizzazione essi sono convertiti in rappresentazioni sequenziali. Ad aggravare questo problema è il fatto che i lettori *Braille* possono percepire solo una parte contestualizzata della notazione alla volta, limitando la capacità di ottenere una visione d'insieme delle rappresentazioni. Oltretutto, l'interazione con *software* di accessibilità in matematica richiede l'incorporazione di simboli aggiuntivi (Archambault *et al.*, 2007); inoltre non esiste un codice *Braille* universalmente accettato per la matematica (Marcone – Penteado, 2013). Tutto questo potrebbe rallentare ulteriormente il lavoro dell'allievo.

$$x+\left(\frac{7}{3x-15}\right)=\frac{1}{4}+\left(\frac{7}{3x-15}\right)$$
$$x+\cancel{\left(\frac{7}{3x-15}\right)}=\frac{1}{4}+\cancel{\left(\frac{7}{3x-15}\right)}$$
$$x+\frac{1}{4}$$

Figura 5
Semplificazione di un'equazione.

BOX 2.6

Il concetto di senso di struttura

Il concetto di senso di struttura (*structure sense*) è oggi riconosciuto come un elemento fondamentale del pensiero algebrico e, più in generale, della comprensione matematica. Esso si riferisce alla capacità di riconoscere, utilizzare e manipolare le relazioni tra gli elementi di un'espressione o di una situazione matematica, andando oltre il calcolo procedurale. Con questa espressione si intende la capacità di guardare a un'espressione matematica non come a una sequenza di simboli da manipolare meccanicamente, ma come a un insieme organizzato di relazioni. Riconoscere la struttura significa, ad esempio, accorgersi che in $(a+b)^2$ la somma a+b può essere trattata come un'unità, oppure vedere che i pinguini in Figura 4 hanno una rappresentazione triangolare («era un gruppo di pinguini che hanno fatto una piramide», ci dice Sara – classe prima della scuola primaria, in Arzarello *et al.*, 2024, p. 76). È questa visione d'insieme che permette agli studenti di andare oltre il calcolo e di sviluppare flessibilità nel ragionamento. Come hanno mostrato Hoch e Dreyfus (2004), non si tratta soltanto di applicare regole, ma di saper cogliere sottostrutture e configurazioni che si ripetono, rendendo possibile il passaggio dal particolare al generale.

Il senso di struttura non nasce improvvisamente con l'introduzione dell'algebra formale, ma si costruisce progressivamente a partire dall'aritmetica e ancora prima da attività di *early algebra* (Cusi – Navarra, 2012).

Con *early algebra* si intende un approccio didattico che propone di introdurre il pensiero algebrico fin dai primi anni di scolarità, a partire dalla scuola dell'infanzia e primaria, e non di rimandarlo all'inizio della scuola secondaria come accadeva tradizionalmente. L'*early algebra* non coincide con l'insegnamento precoce di simboli e procedure algebriche formali, ma mira a sviluppare nei bambini la capacità di ragionare in termini di relazioni, strutture e generalizzazioni.

Come sottolineano Kaput, Carraher e Blanton (2008), l'idea di fondo è che l'algebra non sia una «nuova materia» che compare improvvisamente nel percorso scolastico, ma una modalità di pensiero che si costruisce progressivamente a partire dall'aritmetica e dalle esperienze quotidiane. Attività come riconoscere e descrivere pattern numerici o figurali, confrontare espressioni, o esplorare relazioni funzionali semplici (ad esempio «a ogni numero corrisponde il suo doppio più uno» per indicare la relazione funzionale tra un numero n e l'espressione 2n+1), rappresentano modi concreti per avviare i bambini a ragionare algebricamente.

In questa prospettiva, l'*early algebra* svolge un duplice ruolo: cognitivo, perché sostiene lo sviluppo del senso di struttura e la capacità di generalizzare; didattico, perché prepara il terreno per l'al-

Approcci *embodied* e multimodali da parte dei docenti

Per affrontare le sfide uniche che gli alunni con disabilità visive sperimentano nell'accesso e nell'apprendimento dei contenuti matematici, i docenti non possono quindi che adottare approcci *embodied* e multimodali. Questi metodi permettono di interagire fisicamente con i concetti matematici; gli artefatti culturalmente situati e mediati sono essenziali per creare un ambiente di apprendimento multisensoriale. Tuttavia, solo da pochi anni (Stylianidou – Nardi, 2019; Ahmetovic *et al.*, 2021) queste prospettive uniche, dovute al diverso accesso sensoriale, sono state considerate un'opportunità per l'educazione matematica di tutti gli allievi. Ciò suggerisce che, per comprendere i processi di apprendimento dei discenti con cecità in matematica, sia importante indagare come i modi particolari con cui accedono e interpretano le informazioni influenzino la loro conoscenza matematica e i percorsi di apprendimento attraverso i quali essa è raggiunta.

Le tecnologie digitali stanno facilitando le conversioni tra *Braille* e testo, offrendo versioni parlate della matematica scritta, ma è necessa-

gebra formale, evitando la frattura tra aritmetica e algebra che spesso crea difficoltà agli studenti.
Già quando un bambino scompone 8+7 in 8+(2+5) per ricondurlo a 10+5, sta facendo leva su proprietà come l'associatività, riconoscendo implicitamente una struttura che gli consente di semplificare il calcolo. Lo stesso accade quando, davanti a una serie di figure che crescono regolarmente, i bambini imparano a descrivere la regola che governa la crescita: il passaggio da un livello all'altro non è più visto come un insieme di casi isolati, ma come la manifestazione di una regolarità sottostante. Questo lavoro con i pattern costituisce una delle vie privilegiate attraverso cui si coltiva precocemente il pensiero algebrico.
Le ricerche internazionali hanno mostrato che già nei primi anni di scuola i bambini sono in grado di ragionare in termini strutturali, purché abbiano l'occasione di confrontarsi con attività che sollecitino l'attenzione alle relazioni e alle configurazioni (Kaput *et al.*, 2008; Radford, 2018). Coltivare il senso di struttura significa dunque preparare il terreno per l'algebra, intesa non come un nuovo linguaggio da apprendere in blocco alla scuola secondaria, ma come l'evoluzione naturale di un modo di pensare sviluppato gradualmente fin dall'infanzia.
Un aspetto particolarmente interessante riguarda l'accessibilità. Tradizionalmente il riconoscimento delle strutture è stato affidato a rappresentazioni visive: schemi, figure, grafici, sequenze disegnate. Questo rischia di escludere gli studenti con disabilità visive, che non possono accedere direttamente a tali rappresentazioni. Studi recenti (Maffia *et al.*, 2025) hanno tuttavia mostrato che il senso di struttura non è vincolato a un canale percettivo specifico: ad esempio anche grazie a tecnologie assistive, se opportunamente inserite in attività didattiche specifiche, l'uso di linguaggi formali come LaTeX consente di «vedere con l'orecchio» la struttura di un'espressione.
Questo allarga la prospettiva e invita a pensare l'educazione matematica come un'esperienza multisensoriale, in cui l'essenziale è rendere accessibili le relazioni e le configurazioni, non la loro sola rappresentazione grafica.
Il senso di struttura, in definitiva, costituisce un nucleo centrale per l'apprendimento della matematica: permette di generalizzare, di muoversi tra rappresentazioni diverse, di argomentare e di sviluppare flessibilità nel pensiero. Per questo motivo è fondamentale che gli insegnanti non lo considerino come un obiettivo «avanzato», da raggiungere soltanto in algebra, ma come una competenza da coltivare sin dalle prime esperienze aritmetiche, con attività che favoriscano la scoperta di regolarità, il riconoscimento di equivalenze e la costruzione di significati condivisi.

rio condurre ricerche per indagare come tali forme di notazione alternative possano influenzare in modo diverso le comprensioni e le pratiche matematiche. L'uso di materiali scritti suggerisce che anche le orecchie possono essere utilizzate come sostituti degli occhi. Tuttavia, i materiali di apprendimento uditivi non devono essere limitati al discorso narrativo. Leuders (2012) sostiene che la percezione uditiva rappresenta una modalità importante, ma poco esplorata per elaborare strutture matematiche. Le tecnologie digitali, anche in questo caso, stanno introducendo nuove forme di rappresentazione ed esplorazione di oggetti matematici. Un esempio è la calcolatrice musicale, che consente agli studenti di scuola secondaria di ascoltare oltre che vedere le strutture dei numeri razionali e irrazionali (Fernandes *et al.*, 2011); un altro esempio è il software *Audiofunctions*, sviluppato dal Laboratorio *S. Polin* del Dipartimento di Matematica *G. Peano* dell'Università di Torino, che consente agli studenti di esplorare il grafico di una funzione tramite la *sonificazione* delle sue caratteristiche (Manolino *et al.*, 2024).

Molta strada resta ancora da fare, nonostante il lavoro di Vygotskij con minori con disabilità risalga agli anni Venti e Trenta del XX secolo. Piuttosto che associare la disabilità al deficit e concentrarsi sulle differenze quantitative nei risultati, tra coloro che hanno e non hanno determinate abilità, lo studioso propose che si adottasse una prospettiva qualitativa, per ricercare come l'accesso a diverse risorse mediatiche influisca sullo sviluppo. Un esempio paradigmatico di scarsa conoscenza dei processi di sviluppo nella concettualizzazione matematica in individui con disabilità visive riguarda lo sviluppo del senso del numero. È noto che, in bambini vedenti, esso avvenga attraverso il *subitizing* (De Freitas – Sinclair, 2016), ovvero la capacità di riconoscere «a colpo d'occhio» una quantità inferiore al 4, o legata a una struttura spaziale specifica. Il processo di calcolo è infatti estremamente complesso (si vedano a questo proposito i principi della conta di Gelman – Gallistel, 1978): i bambini ancora molto piccoli, già alla scuola dell'infanzia, iniziano a sviluppare il proprio senso del numero e a riconoscere quantità ben prima di sapere contare. In Figura 6, ad esempio, si mostra come una bimba di 4 anni, con difficoltà nell'apprendimento e non in grado di contare, sia riuscita con certezza ed estrema rapidità ad affermare che i gettoni disposti dal suo compagno (Figura 6a) fossero di più rispetto a quelli organizzati da lei (Figura 6b), solo grazie alla propria disposizione spaziale dei gettoni, riconoscendo in entrambi i raggruppamenti la struttura seguente:

Lo sviluppo del senso del numero

Dunque, se questo è sicuro avvenga attraverso la vista (sintetica e globale), è bene interrogarsi su quale possa essere il processo in assenza di tale organo di senso. Il tatto, in quanto analitico e basato sulle relazioni tra le parti, non può attivare lo stesso processo.

Basti pensare alla didattica della moltiplicazione e ai quattro significati per questa operazione aritmetica: somma ripetuta, raggruppamenti, schieramenti, incroci (o combinazioni). Ciascuno di essi è veicolo di sen-

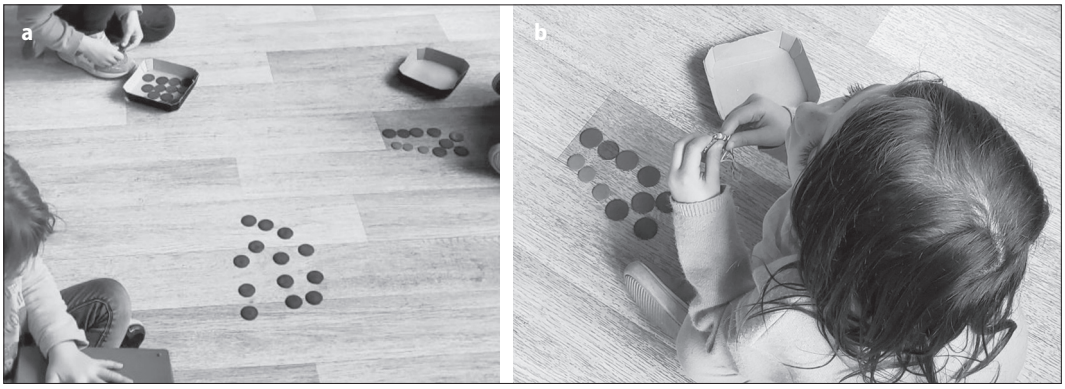

Figura 6a-b
Riconoscere strutture numeriche, tramite il *subitizing*, senza contare.

so (Sabena *et al.*, 2019). Gli schieramenti, ad esempio, permettono di visualizzare la proprietà commutativa e gli incroci permettono di dar senso alla moltiplicazione per 0. L'acquisizione di senso per ciascuno di questi significati risiede, per tutti gli alunni, in un lungo processo di manipolazione dell'operazione, che deve assolutamente anticipare il mero calcolo. Tuttavia, nel caso di studenti con disabilità visive, tale processo, in quanto analitico e non sintetico, risulterà più lento: le relazioni tra le parti verranno esplorate tramite percezione tattile-cinestetica o uditiva, necessitando un tempo prolungato di manipolazione concreta di artefatti, prima di passare all'astrazione. Alcuni esempi di artefatti potrebbero essere raggruppamenti e schieramenti di oggetti, oppure incroci di linee realizzati con la colla a caldo o corda – in assenza di disabilità visive questi artefatti possono essere facilmente superati dalla loro rappresentazione, la quale è già elemento di mediazione per il processo di astrazione.

Forme alternative di esperire la matematica

In breve, sebbene la pratica dei discenti con cecità in matematica sia un argomento relativamente poco studiato, le evidenze suggeriscono che, in assenza del campo visivo, le informazioni ricevute attraverso altri apparati sensoriali e percettivi forniscono forme alternative di esperire la disciplina. Approfondire le nostre comprensioni su come coloro che non vedono con gli occhi apprendano e pratichino la matematica può contribuire ad avanzare la nostra comprensione delle relazioni tra percezione e cognizione matematica in generale. Questo sforzo consente non solo di lavorare a vantaggio di bambini con disabilità, ma di trovare nuove metodologie didattiche applicabili all'intera classe.

5.4 Musica

Una forma d'arte completamente accessibile alle persone non vedenti

La musica rappresenta una forma d'arte completamente accessibile alle persone non vedenti, anche se il processo di apprendimento musicale, che include la lettura, la scrittura e l'interpretazione degli spartiti, può risultare complesso e impegnativo (Lu *et al.*, 2023). Esso richiede non solo un orecchio musicale, ma anche la capacità di leggere e interpretare una vasta gamma di spartiti, per poterli poi eseguire correttamente. Contrariamente a un pregiudizio comune, non tutti gli individui non vedenti mostrano una predisposizione naturale per la musica: come per i vedenti, esistono variazioni individuali nelle inclinazioni e nelle abilità.

Gli spartiti in *Braille*

Uno degli ostacoli principali per i musicisti non vedenti è la necessità di studiare la musica attraverso gli spartiti in *Braille*. A differenza del pentagramma, che permette un approccio visivo globale, lo spartito *Braille* richiede un metodo di apprendimento sequenziale: le note musicali, rappresentate da lettere dell'alfabeto con segni specifici per indicare l'altezza, il valore e altre caratteristiche, devono essere memorizzate battuta per battuta per poi essere eseguite. Tale processo, indubbiamente più laborioso rispetto alla lettura visiva, ha contribuito al declino dell'apprendimento musicale tra le persone non vedenti. Un problema correlato è la scarsità di trascrittori in grado di convertire gli spartiti tradizionali in *Braille*. Gli allievi non vedenti spesso non hanno la possibilità di trascrivere autonomamente gli spartiti musicali in *Braille*; compito che in pas-