



Co-funded by
the European Union



PROJECT NUMBER: 2022-1-DE-03-KA2020-SCH-000087039

Manuale STEMSiL (versione breve)

Ricerca sull'insegnamento e l'apprendimento delle materie STEM nella lingua dei segni

Redazione:

Nordheimer, S., Unterhitzberger, G. Peters, C., Schmidt, F.,
Bumann, S. e Rathmann, C.



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.

Indice

1) Dai concetti scientifici ai segni: Sfruttare i glossari STEM nell'educazione delle persone con difficoltà uditive	
- Audrey M. Cameron	3
2) Lo sviluppo delle competenze matematiche degli studenti con difficoltà uditive: Spunti dalla ricerca ed esempi dalla pratica.	
- Olga Pollex, Swetlana Nordheimer, Viktor Werner	9
3) Visione critica della didattica per sordi dei compiti di testo matematico	
- Bastian Staudt, Horst Sieprath, Ege Karar, Merve Baklaci, Daniel Schmidt, Klaudia Grote	12
4) Segni su variabili ed equazioni	
- Flavio Angeloni, Christian Hausch	14
5) Un esempio di un compito di stocastica con la Lingua dei Segni tedesca (DGS)	
- Elke Warmuth, Swetlana Nordheimer, Tino Sell	16
6) Geometria dei segni	
- Swetlana Nordheimer, Tino Sell	18
Riferimenti	21

1) Dai concetti scientifici ai segni: Sfruttare i glossari STEM nell'educazione delle persone con difficoltà uditive

- Audrey M. Cameron

1.1 Introduzione: Un ponte tra STEM e Lingua dei Segni



Questo capitolo esamina l'intersezione tra educazione delle persone con difficoltà uditive, lingua dei segni e materie STEM, concentrandosi sul progetto SSC BSL Glossary. Esplora lo sviluppo dei segni scientifici e il loro impatto sulla comprensione concettuale, dimostrando come i segni accuratamente realizzati colmino il divario tra la terminologia scritta e la cognizione visuo-spaziale in varie discipline scientifiche. Attraverso questa esplorazione, il capitolo evidenzia il potenziale di trasformazione della lingua dei segni nell'educazione STEM per gli studenti con difficoltà uditive.

1.2 Insegnare le scienze e le STEM attraverso la comprensione concettuale



Le ricerche sottolineano l'importanza degli esperimenti pratici, del dialogo tra pari e delle diverse modalità di apprendimento per facilitare la comprensione, in particolare per gli studenti con difficoltà uditive che hanno bisogno di più esempi per afferrare i concetti. Gli insegnanti svolgono un ruolo cruciale nel guidare la costruzione del significato da parte degli studenti attraverso l'interpretazione collaborativa degli esperimenti e delle attività, utilizzando domande probanti per stimolare il pensiero critico. Gli studenti con difficoltà uditive hanno spesso meno opportunità di fare queste esperienze, il che evidenzia la necessità di ambienti in cui tutte le parti possano comunicare fluentemente nella lingua dei segni. Un approccio globale, che includa l'esplorazione del mondo al di fuori della classe e l'accesso a varie modalità di apprendimento, è essenziale per i bambini con difficoltà uditive per sviluppare una comprensione completa dei concetti scientifici.

1.3 Storia ed evoluzione dei glossari della lingua dei segni



I glossari della lingua dei segni si sono evoluti in modo significativo nel tempo, passando da disegni e fotografie statiche nei libri a contenuti video dinamici su Internet. I progressi tecnologici, dalla pellicola ai media digitali, hanno permesso una rappresentazione più accurata dei movimenti dei segni e un più facile aggiornamento dei contenuti. La creazione di siti web sulla lingua dei segni specifici per il settore STEM, sperimentata da Lang del NTID/RIT, ha portato a una crescita significativa dei glossari in tutto il mondo. Esistono diversi approcci alla creazione di questi glossari, dai metodi di auto-caricamento alle discussioni collaborative, tutti finalizzati a migliorare l'accessibilità alle STEM per le persone con difficoltà uditive a livello globale.

1.4 Scopo del glossario SSC BSL



Il Glossario BSL del Centro Sensoriale Scozzese è nato dalla ricerca condotta nel 2000 dalla dottoressa Mary Brennan, che ha individuato nella carenza di segni STEM una barriera significativa per gli studenti con difficoltà uditive agli esami nazionali. Nonostante i progressi nel supporto universitario, come il Disabled Students' Allowance (DSA) e l'accesso agli interpreti, la percentuale di studenti con difficoltà uditive nei programmi STEM dell'istruzione superiore del Regno Unito è rimasta ferma allo 0,3% per un decennio. Questa mancanza di progressi e risultati simili negli Stati Uniti sottolineano la necessità critica di glossari dei segni STEM completi per supportare gli studenti con difficoltà uditive e i loro educatori, evidenziando l'importanza dei glossari nell'abbattere le barriere comunicative nell'istruzione e nelle carriere STEM.

1.5 Struttura e contenuto del glossario SSC BSL



Il sito web del glossario SSC offre un'interfaccia completa e facile da usare per accedere ai segni STEM, organizzati per argomento e in ordine alfabetico. Il glossario fornisce dimostrazioni video dei segni, accompagnate da spiegazioni firmate e traduzioni scritte in inglese, rendendolo una risorsa bilingue. In risposta al feedback degli utenti, il glossario include anche video di esempio che mostrano applicazioni reali dei segni,

migliorando la comprensione degli aspetti scientifici per studenti, educatori e interpreti.

1.6 Visualizzazione dei concetti STEM: Il processo di sviluppo dei segni



Il processo di sviluppo dei segni del SSC coinvolge un team eterogeneo di scienziati con difficoltà uditive, educatori e linguisti dei segni che collaborano alla creazione di segni per i concetti STEM. Il team si concentra sulla rappresentazione visiva delle idee alla base dei termini scientifici, piuttosto che sulla semplice traduzione delle parole, attraverso discussioni di gruppo e un'attenta considerazione degli aspetti visivi e delle funzioni di ciascun concetto. Il processo prevede diverse fasi di revisione, compreso il feedback dei bambini con difficoltà uditive, prima che i segni vengano finalizzati, filmati e pubblicati sul sito web del glossario SSC BSL come risorsa bilingue con definizioni ed esempi video.

1.7 Sviluppo di segni specifici per le materie: Esempi da diversi settori STEM



Questa sezione esplora esempi specifici di sviluppo dei segni in varie discipline STEM, tra cui geografia, biologia, astronomia e chimica. Esaminando come i segni vengono sviluppati per rappresentare diversi concetti scientifici, dai paesaggi fisici ai processi chimici astratti, si dimostra la versatilità e la potenza della lingua dei segni nel trasmettere idee scientifiche complesse.

1.7.1 Geografia: Rappresentare paesaggi e topografia



La geografia utilizza segni visivi per rappresentare caratteristiche topografiche come valli e fiumi. Le curve di livello sulle mappe indicano la ripidità dei pendii e le forme dei segni cambiano per rappresentare i vari paesaggi.

1.7.2 Biologia: Rappresentazione visiva di posizione e funzione



Nello sviluppo dei segni per la biologia, si presta molta attenzione a rappresentare accuratamente la posizione, la forma e la funzione delle strutture biologiche, come gli organi e le parti delle piante. Il processo comporta ricerche approfondite, consultazioni con esperti e talvolta la revisione dei segni per garantire precisione e accuratezza, come dimostra lo sviluppo del segno per "cellula staminale".

1.7.3 Astronomia: Progettazione dei segni planetari



Nello sviluppo dei segni per i pianeti del sistema solare, il team si è concentrato sia sugli aspetti visivi che sulle proprietà uniche di ciascun corpo celeste. I segni incorporano caratteristiche distintive come le temperature estreme di Mercurio, la densa atmosfera di Venere, le due lune di Marte e l'unica luna orbitante di Nettuno, creando un insieme coeso di segni che mantengono le connessioni tra i pianeti pur evidenziando le loro caratteristiche individuali.

1.7.4 Chimica - Rappresentare concetti astratti



La chimica, essendo astratta e teorica, presenta sfide uniche nell'insegnamento, poiché spesso coinvolge processi invisibili a livello molecolare. Lo sviluppo di segni per i concetti della chimica, come atomi, elettroni e reazioni chimiche, fornisce rappresentazioni visive che aiutano a colmare il divario tra le osservazioni macroscopiche e i processi microscopici, favorendo la comprensione di concetti chimici complessi attraverso il Triangolo di Johnstone, che prevede livelli macroscopici, microscopici e simbolici.

1.7.5 Famiglia di segni: Aiutare la comprensione concettuale



Il team di sviluppo dei cartelli ha creato "famiglie" di cartelli per costruire una comprensione completa di concetti scientifici più ampi. Ad esempio, i segni di "massa", "gravità" e "peso" sono interconnessi per dimostrare la loro relazione in fisica. Allo stesso modo, in chimica, una famiglia di segni relativi alle reazioni chimiche mantiene elementi coerenti, introducendo al contempo variazioni per rappresentare diversi tipi di reazioni, migliorando la comprensione concettuale attraverso connessioni visive.

1.8 Impatto dei glossari dei segni sull'apprendimento

1.8.1 Comprensione concettuale: Elettricità - Concetto di corrente alternata e corrente continua



Un progetto di ricerca che ha osservato le discussioni in classe ha rivelato come l'accesso al glossario STEM Sign possa aiutare in modo significativo la comprensione concettuale. In una presentazione sull'elettricità AC e DC, la confusione iniziale di uno studente sul termine "corrente" è stata risolta quando gli è stato presentato il segno scientifico corretto, dimostrando l'importanza del glossario nel chiarire i concetti scientifici e nel prevenire i malintesi dovuti all'uso quotidiano del linguaggio in contesti scientifici.

1.8.2 Accesso al vocabolario: Insegnamento della densità



In una lezione sul galleggiamento e l'affondamento per giovani alunni con difficoltà uditive, l'uso del glossario dei segni, in particolare il segno per la "densità", ha migliorato la comprensione concettuale. Dopo un'attività pratica e una spiegazione con i segni, i bambini sono stati in grado di attribuire correttamente il galleggiamento e l'affondamento al concetto di densità, dimostrando come il vocabolario della lingua dei segni possa trasmettere efficacemente concetti scientifici complessi anche ai giovani studenti.

1.8.3 Facilitare la comprensione attraverso il segno e il dialogo



La ricerca di Lindahl (2021) evidenzia che mentre la lingua dei segni, il testo e le immagini sono cruciali per la comprensione concettuale nell'educazione delle persone con difficoltà uditive, un apprendimento efficace richiede più del semplice accesso al vocabolario; necessita di discussioni facilitate e di educatori in grado di riconoscere e rispondere all'uso dei segni da parte degli studenti che dimostrano la comprensione.

9.1 Conclusione



Lo sviluppo di glossari in lingua dei segni per le materie STEM rappresenta un progresso significativo nell'educazione delle persone con difficoltà uditive, grazie alla creazione di rappresentazioni visive che catturano l'essenza dei concetti scientifici. Questi segni STEM, sviluppati attraverso un processo che prevede una profonda considerazione dei principi scientifici e delle strutture linguistiche dei segni, rendono i concetti astratti più tangibili e accessibili in varie discipline. La ricerca continua e la collaborazione tra scienziati, educatori e linguisti con difficoltà uditive saranno fondamentali per integrare queste risorse nei programmi STEM, garantendo agli studenti con difficoltà uditive un accesso paritario alle conoscenze scientifiche e arricchendo il campo della comunicazione scientifica nel suo complesso.

2) Lo sviluppo delle competenze matematiche degli studenti con difficoltà uditive: Spunti dalla ricerca ed esempi pratici.

- Olga Pollex, Swetlana Nordheimer, Viktor Werner

2.1 Introduzione

Gli autori dell'articolo provengono da diverse tradizioni teoriche e utilizzano diversi metodi di ricerca nel loro lavoro scientifico. Questo articolo va quindi inteso come un dialogo multiprospettico. La ricerca sul tema dello sviluppo e dell'insegnamento della matematica ai bambini con difficoltà uditive presenta diversi approcci teorici, empirici e pratici all'educazione degli studenti con difficoltà uditive. Negli ultimi 20 anni, in particolare, sono state condotte più ricerche sullo sviluppo matematico dei bambini con difficoltà uditive. Ciò si riflette nel crescente numero di pubblicazioni sull'argomento. Per dimostrare questa varietà, questo articolo fa riferimento agli approcci teorici e agli studi empirici per discutere gli argomenti a favore dell'insegnamento della matematica nelle lingue dei segni.

In linea con la diversità di posizioni, background teorici e intenzioni pratiche nell'educazione matematica degli studenti con difficoltà uditive, i termini "sordo" o "ipoudente" non sono usati in modo coerente nella letteratura scientifica (cfr. Szűcs, 2019). Per evitare fraintendimenti, useremo il termine "con difficoltà uditive" come in Scott, Henner e Skyer (2023) "per riferirci a una gamma di livelli di udito, da quello che potrebbe essere tipicamente definito "ipoudente" fino a quello di ipoacusia profonda; includiamo anche tutti coloro che trarrebbero beneficio dall'essere identificati come con difficoltà uditive, come ad esempio coloro che soffrono di un disturbo dell'elaborazione uditiva centrale, poiché riteniamo che tutti trarrebbero beneficio dal modello qui proposto".

2.2 Quadro teorico

Rosanova (1971) e Yashkova (1971) hanno dimostrato empiricamente che i bambini con difficoltà uditive sono multilingue e che i diversi sistemi linguistici sono collegati in modo complesso nel loro pensiero. Gli studi condotti da Villwock et al. (2021) hanno fornito indicazioni differenziate, approfondite ed empiricamente fondate sulla complessità dell'attivazione di diverse lingue da parte di udenti e con difficoltà uditive bilingui ASL-inglese quando elaborano parole scritte. Tuttavia, Rosanova (1991) ha ipotizzato che le competenze linguistiche da sole non determinano il successo dello sviluppo delle abilità matematiche negli studenti con difficoltà uditive. Ha suggerito di integrare la promozione del pensiero "**visivo-immaginativo**" e del pensiero "**logico-verbale**" per insegnare con successo la matematica.

Il pensiero **visivo-immaginativo** è la capacità di pensare per immagini e rappresentazioni che sostituiscono gli oggetti reali per svolgere operazioni mentali. Nel pensiero visivo-immaginativo si deve tenere conto sia dell'aspetto esterno, sia delle proprietà degli oggetti e delle relazioni tra di essi. A tal fine, Rosanova (1978) raccomanda di rafforzare le relazioni tra gli oggetti



e parole che denotano gli oggetti, le loro proprietà e relazioni. Noi estendiamo questo e suggeriscono inoltre che lo sviluppo del pensiero visivo-immaginario può essere mediato, guidato, sostenuto e rafforzato dall'uso di **segni** e **gesti produttivi** e **convenzionalizzati** per designare gli oggetti matematici stessi, le loro proprietà e le relazioni tra di essi.

Il pensiero **logico-verbale** implica operazioni mentali formali mediate dal linguaggio che possono essere completamente distaccate dagli oggetti reali. Anche in questo caso, ci spingiamo oltre Rosanova (1978) e suggeriamo che questa forma di pensiero dovrebbe essere incorporata consapevolmente nelle lingue dei segni il più presto possibile, al fine di fornire un insegnamento e un supporto ottimali.

2.3 Risultati empirici

Recenti scoperte empiriche sostengono gli effetti positivi delle lingue dei segni sullo sviluppo matematico dei bambini con difficoltà uditive. Riassumiamo ora alcuni degli argomenti derivati dagli studi empirici.

- Leybaert e Van Cutsem (2002) hanno indagato in che misura la modalità visivo-manuale e la struttura della sequenza numerica segnica abbiano un'influenza sullo sviluppo del conteggio e sul suo utilizzo da parte dei bambini con difficoltà uditive.

- Di Luka e Presenti (2011) sostengono che i numeri a dita aiutano ad acquisire, costruire e poi accedere alla semantica dei numeri e che forniscono un valore aggiunto rispetto ad altre rappresentazioni numeriche, ancorando il significato dei numeri in una rappresentazione sensoriale-motoria sperimentata da sé. Tuttavia, i numeri a dita non sono numeri firmati o algoritmi firmati che appartengono alle lingue dei segni nazionali.

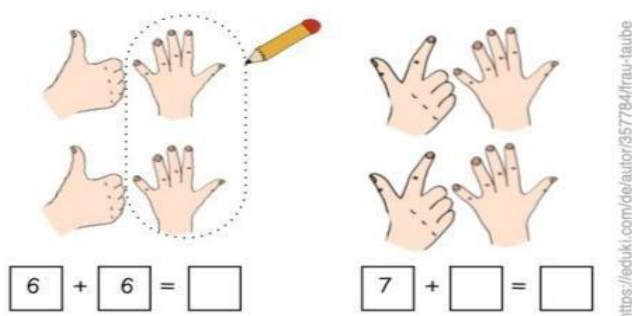
- Werner e Hänel-Faulhaber (2023) hanno studiato la comprensione di schemi ripetuti da parte di bambini con difficoltà uditive e udenti. In questi compiti, i bambini dovevano riempire una lacuna negli schemi. È emerso che i punteggi delle soluzioni dei bambini con difficoltà uditive che hanno imparato le lingue dei segni in tenera età erano paragonabili a quelli dei bambini udenti. Al contrario, i bambini con difficoltà uditive che hanno imparato la lingua dei segni più tardi hanno avuto meno successo. Questo dimostra che le lingue dei segni hanno un effetto positivo sui compiti di risoluzione di schemi.

- Una valutazione di una versione del test diagnostico matematico MBK 0 (un test delle abilità matematiche di base all'età della scuola materna; Krajewski, 2018) nella lingua dei segni tedesca ha rilevato che i risultati di bambini con difficoltà uditive madrelingua di sei anni corrispondono alla norma dell'età (udente) (Werner & Hänel-Faulhaber, 2024).

2.4 Esempi pratici

Infine, avvaloriamo le nostre considerazioni con gli esempi pratici forniti da Olga Pollex. Questi sono destinati a servire come ulteriore fonte di argomentazione per le lingue dei segni e la matematica dei segni, da un lato, e come stimolo per lo sviluppo di concetti e materiali didattici, dall'altro. Utilizzando esempi concreti di geometria, aritmetica e combinatoria, spiega come i concetti matematici, i teoremi e le prove possano essere introdotti attraverso azioni come le operazioni con figure geometriche di carta. Suggerisce poi di utilizzare segni produttivi derivati dalle azioni per descrivere i processi.

Una volta che gli studenti hanno compreso i concetti, possono essere introdotti i segni matematici convenzionalizzati e le loro variazioni lessicali. Il principio di questo aumento dell'uso della lingua dei segni si basa sul principio EIS secondo Bruner: l'integrazione di modalità di rappresentazione enattive, iconiche e simboliche. L'insegnamento della matematica è spesso ridotto alla promozione delle abilità aritmetiche e viene omessa la promozione delle abilità legate ai processi. Questa riduzione è in parte legata alle competenze della lingua dei segni di studenti e insegnanti. Tuttavia, per riconoscere le relazioni matematiche, per collegare le conoscenze e le abilità e per trasferirle a domande sconosciute, è necessaria la lingua dei segni.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

3) Visione critica della didattica per sordi dei compiti del testo matematico - Bastian Staudt, Horst Sieprath, Ege Karar, Merve Baklaci, Daniel Schmidt, Klaudia Grote

Nel contesto di uno studio empirico sulla DeafDidaktik condotto da Staudt (2024) in lezioni di matematica con studenti con difficoltà uditive la cui prima lingua (L1) è la lingua dei segni tedesca (GSL), è stato ripetutamente osservato che il lavoro su compiti di testo matematici è associato a specifiche difficoltà di comprensione.

Questi aspetti sono stati discussi e analizzati con il DeafDidaktik-Team del Centro di Competenza SignGes per la Lingua dei Segni e il Gesto dell'Università RWTH di Aquisgrana, sotto la direzione della dott.ssa Klaudia Grote. Sulla base di queste considerazioni, è stato sviluppato un adattamento DeafDidaktik di un compito testuale progettato per i bambini udenti, ottenendo un compito testuale matematico adattato alle esigenze dei bambini con difficoltà uditive. Per valutare l'efficacia del compito adattato, è stato condotto uno studio empirico preliminare, in cui è stato presentato un "compito del canguro" a due bambini di dieci anni: uno udente e uno con difficoltà uditive.

Nota: i cosiddetti "compiti del canguro" sono un esempio di approccio pedagogico nato nel sistema scolastico australiano e successivamente adottato in una competizione matematica europea. I compiti del canguro sono stati utilizzati nelle istituzioni scolastiche australiane a partire dal 1978, mentre la loro implementazione nelle scuole tedesche è avvenuta 4 anni dopo. L'obiettivo di queste attività è fornire un supporto e una sfida agli studenti della terza e quarta classe per quanto riguarda l'apprendimento della matematica (per ulteriori informazioni, consultare <https://www.mathekaenguru.de/international/index.html> - 09.11.2024).

Il compito testuale del Concorso Canguro 2021, che Staudt ha presentato agli scolari in uno studio preliminare, è il seguente: **In un modesto cinema, cinque compagni occupano un'intera fila. Paul non è seduto nella quinta posizione. Anabel, invece, ha scelto il primo posto. Lynn si trova tra Joshua e Selin. Si pone quindi la questione della posizione precisa del posto a sedere di Lynn.**

Il bambino udente con il tedesco come prima lingua (L1) ha risolto il compito con prontezza e precisione. Il bambino con difficoltà uditive, la cui prima lingua è la Lingua dei Segni Tedesca (DGS), acquisita relativamente tardi, e il tedesco, che può essere considerato una seconda o addirittura terza lingua acquisita a causa del background migratorio russo dei genitori, ha incontrato notevoli difficoltà nella lettura e nella comprensione del compito testuale. Successivamente, al bambino è stata presentata una traduzione del compito in DGS. Il feedback e le reazioni del bambino suggeriscono una migliore comprensione del compito firmato. Tuttavia, nonostante la traduzione in DGS, il bambino non è riuscito a comprendere la metodologia matematica per completare il compito.



Successivamente, al bambino è stata presentata un'animazione del contenuto, progettata secondo il metodo principi della DeafDidaktik e modificati con il software PowerPoint. Subito dopo la presentazione iniziale, il bambino ha dimostrato di comprendere il contesto rappresentato. In una seconda iterazione, è stata fornita una breve spiegazione firmata del compito, che ha facilitato la comprensione dell'approccio matematico e ha permesso al bambino di completare il compito.

Per la versione della didattica per sordi del compito testuale, è stato necessario applicarne i principi, che hanno richiesto un'analisi di tale didattica in tre fasi. La presentazione finale del materiale comprendeva video in Lingua dei Segni Tedesca (DGS) e diapositive PowerPoint con relative animazioni e transizioni, ognuna delle quali incorporava principi. Questi includevano uno stile induttivo di spiegazione, boe soggetto-oggetto, una strategia di eliminazione firmata, localizzazione e cambi di prospettiva. Ciò è stato ottenuto applicando classificatori segnici e, in aggiunta, azione costruita (CA) o dialogo costruito (CD) (Grote, Sieprath, Staudt, Fenkart & Karar - Work in Progress 2024). Inoltre, sono stati incorporati elementi di DeafScience, tra cui la presentazione di video in lingua dei segni in formati circolari con cornici colorate per differenziarli. In questo caso, il colore "bianco" rappresenta l'introduzione del compito, il "blu" le spiegazioni aggiuntive, il "rosso" la domanda e il "verde" la risposta o la soluzione (Sieprath et al., 2024).

Questo studio preliminare indica che gli studenti con difficoltà uditive incontrano diverse sfide quando risolvono compiti matematici in forma scritta. Questi compiti testuali richiedono agli studenti una serie di procedure o processi di decodifica, tra cui la decodifica del contenuto, la traduzione del testo scritto in codici matematici e la risoluzione del problema matematico.

Considerando i risultati di questo studio preliminare, il video presenta i criteri iniziali per la creazione di video DeafDidaktik firmati per compiti matematici. Tuttavia, è essenziale notare che questi criteri richiedono ulteriori indagini empiriche in contesti educativi.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

4) Segni di variabili ed equazioni

- Flavio Angeloni, Christian Hausch

La pratica bilingue con una lingua dei segni e una lingua scritta è fondamentale per l'insegnamento agli alunni orientati alla lingua dei segni. Tuttavia, le caratteristiche delle lingue dei segni devono essere considerate anche nella ricerca educativa. Nel corso del tempo gli studi hanno dimostrato che le lingue dei segni possono influenzare l'insegnamento e l'apprendimento della matematica in modo tale da creare differenze significative rispetto alla pratica della lingua parlata. È già stato dimostrato, ad esempio, che "[...] l'uso dello spazio della lingua dei segni nella classe di matematica può avere una funzione decisiva, ad esempio [...] nell'acquisizione di segni specialistici e tecnici della lingua dei segni che non consistono (solo) in alcuni segni per termini specialistici e tecnici di [una] lingua parlata" (traduzione da Angeloni, 2023, p. 532).

In questo capitolo, le nozioni e i concetti fondamentali dell'algebra elementare - come "variabile", "equazione", ecc. - sono considerati dal punto di vista della lingua dei segni, sulla base dei risultati di un progetto più ampio sull'insegnamento e l'apprendimento dell'algebra elementare in una lingua dei segni. Nella prima sezione, vengono presentati gli aspetti variabili indagati - aspetto oggetto, aspetto sostituzione e aspetto guscio - e una proprietà centrale delle lingue dei segni - l'iconicità - in relazione al campo della matematica. I segni iconici sono segni che mostrano una somiglianza diretta o indiretta con il riferimento. Nel primo caso, i segni sono definiti come *icone pittoriche*, nel secondo caso come *icone schematiche*. Entrambi i tipi di segni iconici sono suddivisi in diversi sottotipi. In seguito, si affrontano i principi chiave per l'insegnamento in una lingua dei segni, nonché gli ambienti di apprendimento utilizzati per tutta la durata del progetto. Per le aule di matematica bilingue che utilizzano una lingua dei segni, "si devono prendere in considerazione varie differenze strutturali legate alla modalità tra la lingua parlata e quella dei segni" (traduzione da Grote et al., 2018, p. 435). Tra queste vi è un grado di iconicità più elevato nelle lingue dei segni rispetto alle lingue parlate, grazie al quale vi è una maggiore coerenza tra i segni e le proprietà del riferimento. Nelle lezioni di matematica, quindi, "il tipo di spiegazioni dovrebbe corrispondere agli aspetti iconici [...]" (traduzione da Grote et al., 2018, p. 433).

Un'altra caratteristica è la *centratura*: Un argomento viene posto al centro e viene stabilito un contesto sintagmatico. Ciò significa che diversi concetti che vengono utilizzati insieme sono posti in relazione tra loro attorno a un concetto centrale. Un contesto sintagmatico può essere creato cambiando la prospettiva, cioè passare da un concetto specifico a un altro per descriverlo in modo più dettagliato. Nella lezione di matematica, ad esempio, questo significa che un argomento centrale specifico dovrebbe essere posto al centro, attorno al quale si collocano altre unità di conoscenza.

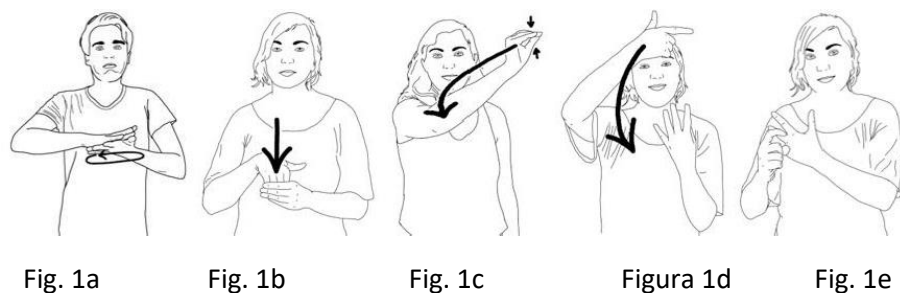


Figura 1: Segni VUOTO (a sinistra) e CONTENUTO (a destra)

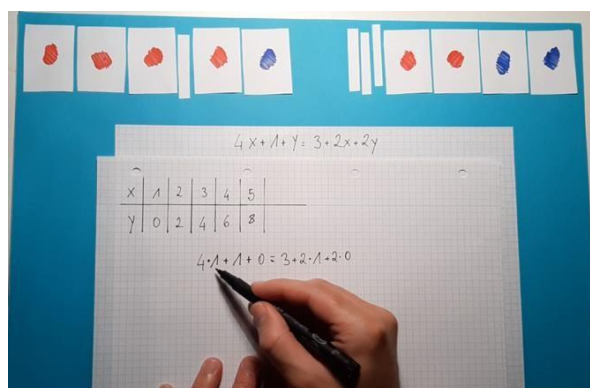


Figura 2: Estratti dei video utilizzati come attività

Vengono spiegati alcuni risultati sull'aspetto dell'oggetto, della sostituzione e dell'involucro delle variabili e vengono discusse le possibili implicazioni per l'insegnamento della matematica. I segni presentati appartengono alla Lingua dei Segni Austriaca (ÖGS). I risultati mostrano che esistono diversi segni che possono essere utilizzati per comunicare le variabili e le azioni correlate. I segni delle Figure 1c e 1d sono iconici dal punto di vista pittorico perché sono direttamente simili all'immagine scritta con la tabella dei valori sopra l'equazione (Fig. 2). Inoltre, il segno della Figura 1c imita un'azione in cui si prende qualcosa dalla tabella e la si colloca al posto dell'equazione. Il segno VUOTO (Fig. 1a) è particolarmente interessante, perché comunica che la variabile è vuota, non ha numeri. Pertanto, se si considera il segno CONTENUTO (Fig. 1b) - secondo il quale una variabile sarebbe considerata un contenitore - in relazione al segno VUOTO, allora la natura sconosciuta del numero sarebbe espressa sotto forma di un contenitore vuoto (una variabile vuota), il che pone in primo piano l'aspetto della conchiglia. Questo aspetto può essere osservato anche nel caso dell'aspetto di sostituzione, ad esempio dal costruito del segno nella Figura 1e. Supponendo che l'aspetto shell svolga un ruolo chiave, ciò potrebbe implicare, per la pratica dell'educazione matematica, che l'aspetto shell possa essere visto come un aspetto variabile "centrale" attorno al quale possono essere collocati altri aspetti variabili e quindi tutti gli aspetti possono essere posti in una relazione sintagmatica tra loro.



5) Un esempio di un compito di Stocastico con la Lingua dei Segni Tedesca (DGS)

- Elke Warmuth, Swetlana Nordheimer, Tino Sell

Questo articolo presenta un esempio di stocastica collegato alla geometria. Scegliendo un contesto geometrico, vogliamo affrontare i punti di forza degli studenti con difficoltà uditive conosciuti dalla letteratura specializzata e facilitarne l'accesso. Il problema presentato in questo articolo è una modifica del 4° compito del 5° esempio negli standard educativi di livello primario (KMK 2004, p. 20). È assegnato principalmente all'idea chiave di *spazio e forma* che si trova nell'area di requisiti III. La prima modifica del compito è stata apportata da Winkenbach (2011). Abbiamo rivisto didatticamente e linguisticamente il compito un'altra volta per proporlo in modo bimodale nella Lingua dei Segni Tedesca (DGS) e in tedesco. La versione tedesca del compito si riferisce al modello dei bordi (cfr. Fig. 1-3). Viene presentata di seguito:

Questo è un modello a spigoli di un cubo. Uno scarabeo è posto nell'angolo A e vuole strisciare fino all'angolo Z. Gli occhi dello scarabeo sono bendati. Lo scarabeo si muove lungo gli spigoli del cubo. Lo scarabeo si ferma a ogni angolo e compie un giro fortunato. Ma non torna mai indietro. Dopo tre spigoli, lo scarabeo è stanco e si ferma. Nell'immagine, lo scarabeo percorre prima lo spigolo rosso. Se gira sullo spigolo azzurro alla fine dello spigolo rosso e sullo spigolo rosa alla fine dello spigolo azzurro, arriverà a Z. Tuttavia, se striscia nell'ordine rosso-nero-arancio, non arriverà a Z dopo tre spigoli.

Quanti percorsi sono possibili? Qual è la probabilità che lo scarabeo raggiunga la sua destinazione?

Nelle figure da 1 a 3, gli estratti delle rappresentazioni in lingua dei segni di un esempio di percorso favorevole e sfavorevole sono collegati al modello dei bordi e alla corrispondente posizione dello scarabeo nello spazio del modello o negli angoli del cubo.



Figura 1: Percorso favorevole
"Lo scarabeo ha raggiunto
la sua destinazione"

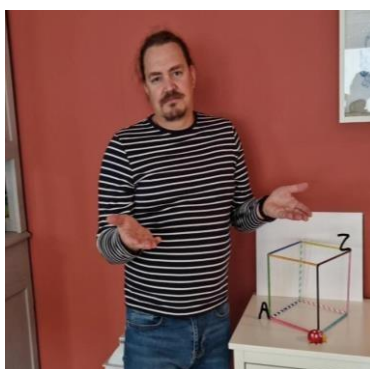


Figura 2: Percorso sfavorevole
"Obiettivo mancato"

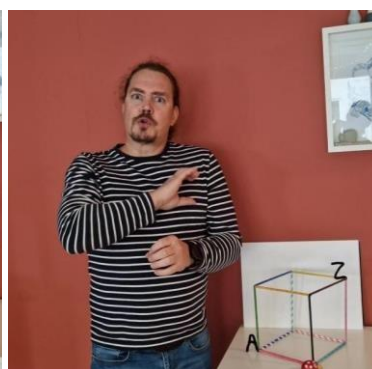


Figura 3: Il segno per
"probabilità" o "caso"

Tenendo conto degli studenti con difficoltà uditive, pensiamo che sia sensato fornire bordi colorati nel modello o nel disegno. Nella variante A, per i bambini che stanno iniziando a imparare il DGS, viene mostrato un modello fisico dei bordi e tutte le frasi vengono dimostrate sul modello dei bordi. Nella variante B, per i bambini che hanno una buona padronanza del DGS, il modello fisico non viene mostrato ma solo firmato. L'immagine può essere sovrapposta.

Per dimostrare il concetto che sta alla base della soluzione del problema, si consiglia di disegnare un (Fig. 4) che visualizza le decisioni dello scarabeo a ogni angolo. Al punto di partenza A, lo scarabeo può scegliere tra verde, blu e rosso. Se ha scelto il verde e ha strisciato lungo il bordo verde, deve scegliere tra il blu e l'arancione, perché non tornerà indietro. Se ora ha strisciato lungo il bordo arancione, l'ultima scelta è tra il viola e il nero. Se sceglie il viola, arriva in Z. Il suo percorso è visibile sul terzo cubo dall'alto. Se sceglie il nero, non arriva a destinazione, come mostra il quarto cubo.

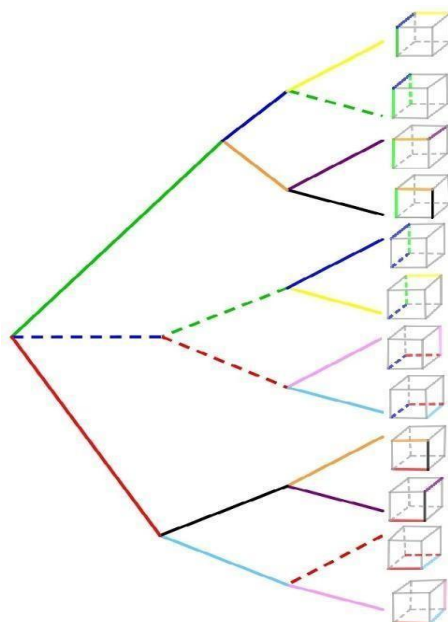


Figura 5: Diagramma ad albero per l'attività con il coleottero

Il diagramma ad albero è uno strumento importante in combinatoria e nella teoria della probabilità. Esso struttura e modella la situazione reale e registra sistematicamente tutti i casi. Come ogni strumento di visualizzazione, il diagramma ad albero deve essere acquisito dagli studenti. I colori del diagramma ad albero corrispondono ai colori degli spigoli del cubo.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

6) Geometria dei segni

- Svetlana Nordheimer, Tino Sell

Questo articolo si concentra sull'insegnamento della Geometria Segnata a studenti con difficoltà uditive e fornisce un esempio concreto di insegnamento del **volume di un cubo**. Basandosi sul quadro teorico delle abilità matematiche degli studenti con difficoltà uditive stabilito da Rosanova (1991), suggeriamo di prestare maggiore attenzione allo sviluppo del pensiero **logico-verbale** e **visivo-immaginativo** dei bambini con difficoltà uditive come interazione di componenti. Inoltre, sulla base di risultati empirici più recenti, suggeriamo l'implementazione consapevole e mirata delle lingue dei segni nelle lezioni di geometria.

I risultati empirici sull'insegnamento della geometria agli studenti con difficoltà uditive possono essere riassunti come segue:

- Le prestazioni nel compito Relazioni spaziali sono correlate alla capacità linguistica dei partecipanti con difficoltà uditive nella loro modalità preferita (lingua dei segni o lingua parlata). L'utilizzo e la promozione della modalità di comunicazione e di istruzione preferita sembrano essere più importanti rispetto alla sola visualizzazione specifica delle idee matematiche.
- Le lingue dei segni sembrano essere non solo la modalità di comunicazione preferita da molti bambini con difficoltà uditive, ma anche lo strumento che li aiuta a percepire gli oggetti geometrici, a memorizzare i concetti e a risolvere i problemi.
- La geometria sembra essere un'area di forza per i bambini con difficoltà uditive e può essere utilizzata come strumento per insegnare altre aree matematiche come l'aritmetica.
- Per insegnare la geometria, è importante collegare le operazioni attive con modelli e visualizzazioni incorporati nel linguaggio per aiutare gli studenti a produrre non solo immagini concrete ma anche schematiche dei concetti geometrici astratti.
- La geometria spaziale sembra svolgere un ruolo cruciale nello sviluppo matematico dei bambini.

In linea con il quadro teorico e i risultati empirici, suggeriamo di offrire agli studenti con difficoltà uditive non solo l'opportunità di creare immagini visive attraverso la firma, ma anche di trovare modi per l'uso controllato delle visualizzazioni geometriche firmate. Nelle lezioni di geometria, questo obiettivo può essere raggiunto in tre modi.

- In primo luogo, può essere utile rendere esplicito agli studenti quando l'immagine o la visualizzazione rappresenta un esempio concreto o quando il suo scopo è quello di visualizzare proposizioni generali.
- **Segni** e gesti **convenzionali** e **produttivi** potrebbero essere utilizzati come strumenti per l'uso controllato di immagini geometriche per risolvere problemi matematici.
- Le variazioni delle visualizzazioni geometriche e la costruzione di **modelli geometrici** a partire da molti casi diversi possono essere utili per insegnare agli studenti con difficoltà uditive a generalizzare le visualizzazioni geometriche e a ricavare proposizioni generali studiando molti casi e confrontandoli tra loro. In questo articolo, verrà fornito un esempio di come ciò possa essere realizzato nelle lezioni di geometria facendo riferimento al volume di un cubo.

Per collegare idee teoriche e raccomandazioni pratiche per l'insegnamento della geometria, illustriamo con un esempio didattico. È molto importante che la lingua dei segni colleghi i modelli e le visualizzazioni fin dall'inizio e contribuisca allo sviluppo di immagini concrete, ma anche schematiche.

Operare con immagini schematiche può contribuire allo sviluppo di idee astratte. Esistono vari approcci che possono essere applicati all'argomento. Per esempio, gli insegnanti potrebbero tagliare o segare cubi di plastilina, formaggio, sapone o anche legno in cubi più piccoli insieme agli studenti nelle lezioni di artigianato. È fondamentale che le azioni siano introdotte da segni e gesti derivati dalle azioni stesse, da un lato, e documentate da video, modelli e immagini, dall'altro.



Figura 1: $16+16+16+16$



Figura 2: $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 64$

Suggeriamo di iniziare con un cubo di legno con un volume di 64 cm^3 per introdurre l'idea geometrica del volume da un lato e per visualizzare un numero cubico concreto 64 dall'altro. Il numero o il valore possono essere interpretati come il risultato di una moltiplicazione per tre volte dello stesso numero 4. Il valore concreto del volume può essere interpretato come la quantità di cubetti in altezza, lunghezza e larghezza del cubo. Può anche essere diviso in quattro porzioni da 16 cubetti.

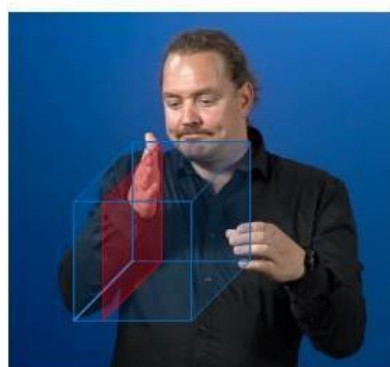


Figura 2: Taglio di un cubo per piani paralleli nella Lingua dei Segni Tedesca (DGS)

Successivamente, il problema può essere rappresentato nella lingua dei segni dall'insegnante, che può anche chiedere agli studenti di rappresentare in lingua dei segni e dare loro la possibilità non solo di vedere il cubo nel modello di legno o nei segni percepiti visivamente, ma anche di "sentirlo" e formarlo nelle loro mani ripetendo i segni.

Possono operare con un cubo invisibile tagliandolo in cubi più piccoli e riassembleare i loro segni con un modello di legno. Per scoprire lo schema e generalizzare il concetto, la descrizione firmata del cubo può essere ripetuta e variata con altri numeri cubici come 8, 27 o anche 1000. Per analizzare in profondità la struttura geometrica del problema, potrebbe essere utile integrare disegni o schizzi di GeoGebra nelle versioni firmate del problema o lavorare con diverse schermate presentate come immagini-racconto del problema (vedi Figura 2). A conclusione delle nostre considerazioni, invitiamo gli insegnanti, in quanto esperti del settore, a fornirci commenti critici e a creare altri e nuovi esempi che tengano conto delle attitudini e delle esigenze specifiche degli studenti concreti.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

Bibliografia

- Affolter W., Amstad, H., Beerli, G., Doebeli, M., Hurschler H., Jaggi, B., Jundt, W., Krummenacher, R., Nydegger, A., Wälti, B. & Wieland, G. (2011). *Das Mathematikbuch 7*. Ernst Klett Verlag.
- Angeloni, F., Wille, A. M., & Hausch, C. (2022). Signing about elementary algebra in Austrian Sign Language: What signs of the notion of variable can represent. In J. Hodgen, E. Geraniou, G. Bolondi & F. Ferretti. (Eds.), *Proceedings of the Twelfth Congress of European Research Society in Mathematics Teaching (CERME12)* (pp.4218–4225). Free University of Bozen-Bolzano and ERME.
<https://hal.science/hal-03765017>.
- Angeloni, F. (2023). Gebärden über Variablen unter dem Gegenstandsaspekt. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022* (pp. 529–532). WTM Verlag. <https://doi.org/10.17877/DE290R-23545>.
- Angeloni, F., Wille, A. M., & Hausch, C. (2023). Representation of numbers and variables in Austrian Sign Language. In P. Drijvers, C. Csapodi, H. Palmér, K. Gosztonyi, & E. Kónya (Eds.), *Proceedings of the Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)* (pp. 4385–4392). Alfréd Rényi Institute of Mathematics and ERME.
- Angeloni, F. (submitted). Die Ikonizität der Gebärden über Variablen unter dem Einsetzungsaspekt. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2024*.
- Angeloni, F., & Wille, A. M. (2022). Bimodal-bilinguale Lernumgebungen: der Satz des Pythagoras in Österreichischer Gebärdensprache. *Das Zeichen*, 36(118), 134-147. Retrieved from <https://www.das-zeichen.online/hefte/dz-118/bimodal-bilinguale-lernumgebungen-der-satz-des-pythagoras-in-oesterreichischer-gebaerdensprache/>.
- Aspinwall, L., Shaw, K.L., & Presmeg, N.C. (1997). Uncontrollable mental imagery: graphical connections between a function and its derivative. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 301-317,
<https://doi.org/10.1023/A:1002976729261>.
- Barth, I., Illmer, B., Robert Jasko, R., Löffler, J., & Uta, M. (2022). Entwicklung eines MINT-Fachgebärdenlexikons: Von der Idee bis zur Umsetzung des „Sign2MINT“-Projekts. *Das Zeichen*, 36(119), 150–176.
- Becker, C. (2019). Inklusive Sprachbildung. Impulse aus der Gebärdensprach- und Audiopädagogik. In L. Rödel, & T. Simon, *Inklusive Sprach(en)bildung. Ein interdisziplinärer Blick auf das Verhältnis von Inklusion und Sprachbildung*, 72- 86. Forschung Klinkhardt. Retrieved from <https://elibrary.utb.de/doi/pdf/10.35468/9783781557512>.
- Becker, N. (2006). *Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik*. Klinkhardt Forschung. Retrieved from https://www.pedocs.de/volltexte/2012/5580/pdf/Becker_2006_Neurowissenschaftliche_Herausforderung_D_A.pdf.
- Blatto-Vallee, G., Kelly, R. R., Gaustad, M. G., Porter, J., & Fonzi, J. (2007). Visual spatial representation in mathematical problem solving by deaf and hearing students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(4), 432–448, <https://doi.org/10.1093/deafed/enm022>
- Bogdanova, T. (2021). Sign Language and Psychological Development of Deaf Children: State-of-the-Art (Foreign Studies Review). *Clinical psychology and special education*, 10(2), 3-22. Retrieved from <https://orcid.org/0000-0002-5886-6494>.
- Bogdanova, T.G. (2021). Žestovaja reč' i psichičeskoe razvitie gluchich detej: sovremennoe sostojanie voprosa (obzor zarubežnyh issledovanij), Kliničeskaja i special'naja psihologija, 10 (2), 3–22,
<https://doi.org/10.17759/cpse.2021100202>.
- Brennan, M. (2000) Fair assessment for deaf candidates: A report to the Scottish Qualifications Authority. University of Edinburgh. https://www.sqa.org.uk/files_ccc/FairAssessment_MaryBrennan.pdf



- Brien, D. (ed) (1993) The Dictionary of British Sign Language, Faber & Faber, London.
- Cameron, A., Quinn, G. and O'Neill, R (2012) Development of Physics and Engineering Signs in British Sign Language. Final Report to the STEM Disability Committee and the Royal Academy of Engineering. SSC.
- Cameron, A. (2015) The development of astronomy signs and analysis of impact on deaf and hearing communities. Conference paper: Projeto Surdos: Simposio Caminhos da Inclusao at UFRJ, Rio de Janeiro. https://www.researchgate.net/publication/281593745_The_development_of_astronomy_signs_and_analysis_of_impact_on_deaf_and_hearing_communities
- Cameron, A., O'Neill, R., & Quinn, G. (2017). Deaf students using sign language in mainstream science classrooms. In Oliveira, A. & Weinburgh, M. (Eds.), Science Teacher Preparation in Content-Based Second Language Acquisition (pp. 341-360). Springer.. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-43516-9>
- Cameron, A., O'Neill, R. and Quinn, G. (2019) 'Deaf Scientists create new technical terminology in British Sign Language', Physiology News, v115, p26.
- Cameron, A. (2024). Signing to Know research (2021-2026) – classroom observations of dialogue.
- Campbell, K.J., Collis, K.F., & Watson, J. (1995). Visual processing during mathematical problem solving. Educational Studies in Mathematics, 28, 177-194, <https://doi.org/10.1007/BF01295792>.
- Chen, L., & Wang, Y. (2020). The contribution of general cognitive abilities and specific numerical abilities to mathematics achievement in students who are deaf or hard-of-hearing. Journal of Developmental and Physical Disabilities, 33, 771 – 787, <https://doi.org/10.1007/s10882-020-09772-8>.
- Chen, L. (2022). Spatial ability and mathematics achievement in deaf children: the mediating role of processing Speed and Intelligence. Journal of Developmental and Physical Disabilities 34, 399–415, <https://doi.org/10.1007/s10882-021-09805-w>.
- Clark, K., Sheikh, A., Swartzenberg, J., Gleason, A., Cummings, C., Dominguez, J., Mailhot, M., & Collison, C. G. (2021). Sign Language Incorporation in Chemistry Education (SLICE): Building a Lexicon to Support the Understanding of Organic Chemistry. Journal of chemical education, 99(1), 122–128. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01368>
- Cohen, S. (2024). Using a Language Community to Unlock the Abstractness of Signed Language. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 29(2), 282-283.
- D'jačkov, A. (1961). Cistemy obučeniya gluchich detej. Akademija pedagogičeskich nauk RSFCR.
- De Jong, O. and Taber, K. S. Teaching and Learning the Many Faces of Chemistry. In Handbook of research in science education; Abell, S. K., Lederman, N. G., Eds.; Routledge: New York, 2007; pp 631– 652.
- Devlin, K. J. (1998). *Muster der Mathematik: Ordnungsgesetze des Geistes und der Natur*. Spektrum.
- Di Luca, S., & Pesenti, M. (2011). Finger numeral representations: More than just another symbolic code. *Frontiers in psychology*, 2, 28-30. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00272>.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. Educational Researcher, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2014). Making Sense of Secondary Science: Research into children's ideas (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315747415>
- Edwards, A., Edwards, L. & Langdon, D. (2013). The mathematical abilities of children with cochlear implants. *Child neuropsychology: a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, 19(2), 127–142. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.639958>.
- Emmorey K. (2023). Ten things you should know about sign languages. Current directions in psychological science, 32(5), 387–394, <https://doi.org/10.1177/09637214231173071>
- Enderle, P., Cohen, S., & Scott, J. (2020). Communicating about science and engineering practices and the nature of science: An exploration of American Sign Language resources. Journal of Research in Science Teaching, 57(6), 968-995.
- Fleri, V. I. (1835). *Deaf-mutes considered in relation to their condition and to the modes of education that are*

- Flores, A. and Rumjanek, V. (2015) Teaching Science to Elementary School Deaf Children in Brazil. *Creative Education*, 6, 2127-2135. doi: 10.4236/ce.2015.620216.
- Frick, A. (2019) Spatial transformation abilities and their relation to later mathematics performance. *Psychological Research*, 83, 1465–1484, <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1008-5>
- Gates, P. (2017). The Importance of Diagrams, Graphics and Other Visual Representations in STEM Teaching. In *STEM Education in the Junior Secondary* (pp. 169–196). Springer Singapore Pte. Limited.
- Groninger, H. Sieprath, H. (2019). Visuelles Begreifen mit der Signcreative Spiel- und Lernplattform. In S. Hornäk et. al. (Eds.). In der Praxis: Inklusive Möglichkeiten künstlerischen und kunstpädagogischen Handelns (pp. 71-80). Kopaed.
- Grote, K., & Kramer, F. (2009). Haben Gehörlose beim Rechnen mehr Schwierigkeiten als Hörende? *Das Zeichen*, 22(82), 276-283.
- Grote, K., & Linz, E. (2003). The influence of sign language iconicity on semantic conceptualization. In W. G. Olga Fischer, *From sign to signing*, 23–40. John Benjamins. Retrieved from <https://doi.org/10.1075/ill.3>.
- Grote, K., Sieprath, H., & Staudt, B. (2018). Deaf Didaktik? Weshalb wir eine spezielle Didaktik für den Unterricht in Gebärdensprache benötigen. In *DAS ZEICHEN. Zeitschrift für Sprache und Kultur Gehörloser. Vol. 110* (pp. 426–437).
- Grote, K., Sieprath, H. & Staudt, B. (2018). Deaf Didaktik? Weshalb wir eine spezielle Didaktik für den Unterricht in Gebärdensprache benötigen. *Das Zeichen: Zeitschrift für Sprache und Kultur Gehörloser*, 32(110), 2-13.
- Hansen, E. G., Loew, R. C., Laitusis, C. C., Kushalnagar, P., Pagliaro, C. M., & Kurz, C. (2018). Usability of American Sign Language Videos for Presenting Mathematics Assessment Content. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 23(3), 284–294. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/eny008>.
- Hänel-Faulhaber, B., Schäfer, K., & Werner, V. (2023). Leitlinien guter Unterricht. Mathematiklernen im Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation. (BDH, Ed.) Retrieved from <https://bdh-guter-unterricht.de/fachdidaktiken/math>.
- Hänel-Faulhaber, B., Schäfer, K., Werner, V. (2023). *Mathematiklernen im Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation. Leitlinien guter Unterricht*. Arbeitskreis Unterricht, Berufsverband Deutscher Hörgeschädigtenpädagogen e. V. <https://bdh-guter-unterricht.de/fachdidaktiken/mathematik>.
- Henner, J., Pagliaro, C., Sullivan, S., & Hoffmeister, R. (2021). Counting Differently: Assessing Mathematics Achievement of Signing Deaf and Hard of Hearing Children Through a Unique Lens. *American annals of the Deaf*, 166(3), 318-341. Retrieved from <https://doi.org/10.1353/aad.2021.0023>.
- Hickman, J. (2013). Using British Sign Language (BSL) in science education. Guest Royal Society of Biology Blog <https://blog.rsb.org.uk/using-british-sign-language-bsl-in-science-education/>
- Higgins, J. A., Famularo, L., Cawthon, S. W., Kurz, C. A., Reis, J. E., & Moers, L. M. (2016). Development of American Sign Language Guidelines for K-12 Academic Assessments. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 21(4), 383-393. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/enw051>.
- Höst G., Schönborn K.J., and Tibell L. (2022) Visual images of the biological microcosmos: Viewers' perception of realism, preference, and desire to explore. *Front. Educ.* 7:933087. doi 10.3389/feduc.2022.933087
- Jaškova, N. V. (1998) Nagljadnoe myšlenie gluchich detej. *Pedagogika*.
- Jäger, J., Schupp, H. (1983). Curriculum Stochastik in der Hauptschule. Schöningh.
- Johnson, M. (1987). The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination, and reason. University of Chicago Press.
- Johnstone A. H., (1991), Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *J. Comput. Assist. Lear.*, 7, 75–83.



- Joice, W. and Tetlow, A. (2021) Jisc: Disability STEM data for students and academic staff in higher education 2007/08 – 2018/19 – research conducted on behalf of the Royal Society. P 9. <https://royalsociety.org/-/media/policy/topics/diversity-in-science/210118-disability-stem-data-for-students-and-staff-in-higher-education.pdf> <https://royalsociety.org/about-us/who-we-are/diversity-inclusion/disability-reports/>
- Jones, L. (2014). Developing Deaf Children's Conceptual Understanding and Scientific Argumentation Skills: A Literature Review. *Deafness & Education International*, 16(3), 146–160. <https://doi.org/10.1179/1557069X13Y.0000000032>
- Känguru der Mathematik. (2022). Adventskalender in Gebärdensprache. <https://www.mathe-kaenguru.de/advent/gebaerden/index.html>.
- Khokhlova, A. (2013). Role of sign language in intellectual and social development of deaf children: Review of foreign publications. *Journal of modern foreign psychology*, 2(4), 59–68. Retrieved from https://psyjournals.ru/en/journals/jmfp/archive/2013_n4/65488.
- Kiernan, N., Manches, A., & Seery, M. K. (2021). The role of visuospatial thinking in students' predictions of molecular geometry. *Chemistry Education Research and Practice*, v22, p. 626-639. <https://doi.org/10.1039/D0RP00354A>
- Kiernan, N., Manches, A., & Seery, M. (2024) Resources for reasoning of chemistry concepts: multimodal molecular geometry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2024, 25, 524
- Kolmogorov, A. N. (2001). O razvitii matematicheskikh sposobnostej. Pis'mo V. A. Kruteckomu, *Voprosy psichologii*, 3, 103-106, https://kolmogorov.info/o_razvitii_matemat_sposobnostey.html
- Korvorst, M., Nuerk, H.-C., & Willmes, K. (2007). The Hands Have It: Number Representations in Adult Deaf Signers. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(3), 362-372. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/enm002>.
- Krajewski, K. (2018). *MBK 0. Test mathematischer Basiskompetenzen im Kindergartenalter*. Hogrefe.
- Krause, C. M. (2016). DeafMath – Ein Projekt zum Einfluss der Gebärdensprache auf Mathematikverständnis. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016. Vorträge auf der 50. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 07.03.2016 bis 11.03.2016 in Heidelberg* (pp. 577–580). WTM Münster.
- Krause, C. M. (2017). DeafMath: Exploring the influence of sign language on mathematical conceptualization. In Dooley, T., & Gueudet, G. (Eds.), *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME10, February 1-5, 2017)* (pp. 1316–1323). Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. University of Chicago Press.
- Kultusministerkonferenz. (2003). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12.2003. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf.
- Kultusministerkonferenz. (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004, i.d.F. vom 23.06.2022. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf.
- Kurz, C., & Pagliaro, C. M. (2019). Using L1 sign language to teach mathematics. In *The Routledge handbook of sign language pedagogy* (pp. 85-99). Routledge.
- Kusters, A., & Hou, L. (2020). Linguistic Ethnography and Sign Language Studies. *Sign Language Studies* 20(4), 561-571. <https://doi.org/10.1353/sls.2020.0018>.
- Kutscher, S. (2010). Ikonizität und Indexikalität im gebärdensprachlichen Lexikon – Zur Typologie sprachlicher

- Lang, H. G., Hupper, M. L., Monte, D. A., Brown, S. W., Babb, I., & Scheifele, P. M. (2007). A study of technical signs in science: implications for lexical database development. *Journal of deaf studies and deaf education*, 12(1), 65–79. <https://doi.org/10.1093/deafed/enl018>
- Langdon, C., C Kurz, C., & Coppola, M. (2023). The Importance of Early Number Concepts for Learning Mathematics in Deaf and Hard of Hearing Children. *Perspectives on early childhood psychology and education*, 5(2). Retrieved from <https://digitalcommons.pace.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1061&context=perspectives>.
- Leikin, R. (2021). When practice needs more research: the nature and nurture of mathematical giftedness. *Zdm*, 53, 1579 – 1589, <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01276-9>.
- Leybaert, J., & Van Cutsem, M.-N. V. (2002). Counting in sign language. *Journal of experimental child psychology*, 81(4), 482–501. Retrieved from <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2660>.
- Lindahl, C. (2015). Tecken av betydelse: En studie av dialog i ett multimodalt, Teckenspråkigt tvåspråkigt NO-klassrum. (PhD dissertation, Institutionen för matematikämnet och naturvetenskapsämnenas didaktik, Stockholms universitet). Retrieved from <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-119363>
- Lindahl, C. (2021). 6 Sign Bilingualism as Semiotic Resource in Science Education: What Does It Mean?. In K. Snoddon & J. Weber (Ed.), *Critical Perspectives on Plurilingualism in Deaf Education* (pp. 129–148). Bristol, Blue Ridge Summit: Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781800410756-009>
- Loots, G., Devisé, I., & Jacquet, W. (2005). The impact of visual communication on the intersubjective development of early parent-child interaction with 18- to 24-month-old deaf toddlers. *The journal of Deaf studies and Deaf education*, 10(4), 357–375. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/eni036>.
- Lualdi, C. P., Spiecker, B., & Clark, A. K. (2023). Advancing scientific discourse in American Sign Language. *Nature Reviews Materials*, 8(10), 645–650. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41578-023-00575-9>.
- Lualdi, C.P., Spiecker, B., Wooten, A.K. et al. Advancing scientific discourse in American Sign Language. *Nat Rev Mater* 8, 645–650 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41578-023-00575-9>
- Malle, G. (1993). *Didaktische Probleme der elementaren Algebra*. Springer.
- Marschark, M., & Knoors, H. (2012). Sprache, Kognition und Lernen – Herausforderungen an die Inklusion gehörloser und schwerhöriger Kinder. In M. Hintermair, *Diskurs über das Dazugehören und Ausgeschlossen sein im Kontext besonderer Wahrnehmungsbedingungen*, 129–176. Median.
- Marschark, M., Paivio, A., Spencer, L. J., Durkin, A., Borgna, G., Convertino, C., & Machmer, E. (2017). Don't Assume Deaf Students are Visual Learners. *Journal of developmental and physical disabilities*, 29(1), 153–171. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10882-016-9494-0>.
- Marschark, M., Spencer, L. J., Durkin, A., Borgna, G., Convertino, C., Machmer, E., Kronenberger, W. G., & Trani, A. (2015). Understanding language, hearing status, and visual-spatial skills. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 20(4), 310–330, <https://doi.org/10.1093/deafed/env025>
- Masataka, N. (2006). Differences in Arithmetic Subtraction of Nonsymbolic Numerosities by Deaf and Hearing Adults. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11(2), 139–143. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/enj016>.
- Masataka, N., Ohnishi, T., Imabayashi, E., Hirakata, M., & Matsuda, H. (2006). Neural Correlates for Numerical Processing in the Manual Mode. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11(2), 144–152. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/enj017>.



- Meara, R., Cameron, A., Quinn, G., and O'Neill, R. (2016) Development of Geography and Geology Terminology in British Sign Language. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU2016-12390, 2016. EGU General Assembly 2016 <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-12390.pdf>
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking : a sociocultural approach*. Routledge, London & New York.
- Morford, J. (1996). Insights to Language from the Study of Gesture: a Review of Research on the Gestural Communication of Non-signing Deaf People. *Language & communication*, 16(2), 165—178. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/0271-5309\(96\)00008-0](https://doi.org/10.1016/0271-5309(96)00008-0).
- NASA Science (n.d.)
- Mercury Facts: <https://science.nasa.gov/mercury/>
- Venus Facts: <https://science.nasa.gov/venus/>
- Earth Facts: <https://science.nasa.gov/earth/facts/>
- Mars Facts: <https://science.nasa.gov/mars/>
- Jupiter Facts: <https://science.nasa.gov/jupiter/>
- Saturn Facts: <https://science.nasa.gov/saturn/>
- Uranus Facts: <https://science.nasa.gov/uranus/facts/>
- Neptune Facts: <https://science.nasa.gov/neptune/facts/>
- Neville, H. J., Bavelier, D., Corina, D., Rauschecker, J., Karni, A., Lalwani, A., Turner, R. (1998). Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: biological constraints and effects of experience. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(3), 922–929. Retrieved from <https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.922>.
- Nineteenth Annual Report of the Columbia Institution for the Deaf and Dumb. (1876). *Gallaudet University Annual Report from 1858 to 1967*. Government Printing Office. Retrieved from <https://archive.org/details/ANNUALREPORT-Gallaudet-1876/mode/2up>.
- Niss, M. (2019). The very multi-faceted nature of mathematics education research. For the Learning of Mathematics, 39(2), 2-7, <https://www.istor.org/stable/26757463>.
- Nordheimer, S., Marlow, A., Scholtz, J. (2024, 20.-23. February). Fostering mathematical creativity and talents with mathematical problems and competitions in German Sign Language. [Conference contribution]. The 13th International Group for Mathematical Creativity and Giftedness (IMCGC), Bloemfontein, South Africa.
- Nunes, T. (2004). *Teaching mathematics to deaf children*. Whurr.
- Nunes, T., & Moreno, C. (1998). The Signed Algorithm and Its Bugs. *Educational studies in mathematics*, 35(1), 85-92. Retrieved from <https://doi.org/10.1023/A:1003061009907>.
- Nunes, T. (2020). Deaf Children, Special Needs, and Mathematics Learning. In S. Lerman, *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 181-183). Springer, Cham. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_42.
- Nunes, T., & Moreno, C. (2002). An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. *The journal of Deaf studies and Deaf Education*, 7(2), 120-133. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/7.2.120>.
- O'Neill, R., Quinn, G., & Cameron, A. (2019). Learning the lingo: How deaf scientists create new technical terminology in British Sign Language. *Physiology News*, (115), 26. <https://www.physoc.org/magazine-articles/learning-the-lingo-how-deaf-scientists-create-new-technical-terminology-in-british-sign-language/>
- O'Neill, R., Cameron, A., Burns, E., & Quinn, G. (2020). Exploring alternative assessments for signing deaf candidates. *Psychology in the Schools*, 57(3), 344-361.



- Pabis, S., & Catalano, J. (2023). Explicit and Contextualized Math Vocabulary Instruction With Deaf and Hard-of-Hearing Students. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 28(4), 424–425. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed>.
- Pagliaro, C. M. & Kritzer, K. L. (2013). The Math Gap: a description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of deaf studies and deaf education*, 18(2), 139–160. <https://doi.org/10.1093/deafed/ens070>.
- Papaspyrou, C., Meyenn, A. v., Matthaei, M., & Herrmann, B. (2008). *Grammatik der Deutschen Gebärdensprache aus der Sicht gehörloser Fachleute*. Signum.
- Parasnis, I., Samar, V.J., Bettger, J., & Sathe, K. (1996). Does deafness lead to enhancement of visual spatial cognition in children? Negative evidence from deaf nonsigners. *Journal of deaf studies and deaf education*, 1(2), 145-52, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.deafed.a014288>.
- Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2010). Spatial versus object visualisation: The case of mathematical understanding in three-dimensional arrays of cubes and nets. *International Journal of Educational Research*, 49, 102-114, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2010.10.001>
- Polya, G. (1969). *Mathematik und Plausibles Schließen*. Wissenschaft und Kultur.
- Presmeg, N.C. (1986). Visualisation and mathematical giftedness. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 297-311, <https://doi.org/10.1007/BF00305075>.
- Quinn, G., Cameron, A., and O'Neill, R. (2021). Signing the times: Enforced oralism in deaf education has left BSL lacking signs for specialist concepts. *NEWSLI Magazine (UK)*, pp. 27-31.
- Rainò, P., & Halkosaari, O. A. (2018). The deaf way of interpreting mathematical concepts. In C. Stone (Ed), *Deaf interpreting in Europe. Exploring best practice in the field*, 10-20. Danish Deaf Association. Retrieved from <https://ddl.dk/wp-content/uploads/DEAF-INTERPRETING-IN-EUROPE-2017.pdf>.
- Rathmann, C. (2025). An example of a task from stochastics with German Sign language.
- Rathmann, C. (2022, 10. February). Creation of technical signs in German Sign Language. Iconic and linguistic strategies and application. Workshop Signs Neologisms. Athens, Greece.
- Rathmann, C., Mann, W. and Morgan, G. (2007). Narrative structure and narrative development in deaf children. *Deafness Educ. Int.*, 9, 187-196.
- Raven, S., & Whitman, G. M. (2019). Science in Silence: How Educators of the Deaf and Hard-of-Hearing Teach Science. *Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)*, 49(4), 1001–1012. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9847-7>
- Reid, N. (2021). The Johnstone triangle : the key to understanding chemistry / Norman Reid. Royal Society of Chemistry.
- Rosanova, T. (1991). *The development of abilities in deaf children*. Pedagogika.
- Rozanova, T. V (1991). Razvitie sposobnostej gluchich detej. Pedagogika.
- Rozanova, T. V. (1978). Razvitie pamjati i myšlenija gluchich detej. Pedagogika.
- Rosanova, T. (1978). *The development of memory and thinking of deaf children*. Pedagogika.
- Rosanova, T. (1971). Memory. In I. Solovjev, Z. Shif, T. Rosanova, & N. Yashkova, *The psychology of deaf children*, 87-124. Enlightenment.
- Rozanova, T. V. (1966). Psihologija rešenija zadač gluchimi škol'nikami. Prosveščenie.
- Roth, J. (2013). Vernetzen als durchgängiges Prinzip – Das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“. In A. S. Steinweg (Ed.), *Mathematik vernetzt. Band 3 der Reihe „Mathematikdidaktik Grundschule“* (pp. 65-80), University of Bamberg Press.
- Ruf, U., & Gallin, P. (1999). *Ich mache das so! Wie machst du es? Das machen wir ab. Sprache und Mathematik, 4.-5. Schuljahr bzw. 5.-6. Schuljahr*. Lehrermittelverlag.
- Santos, S., Brownell, H., Coppola, M., & Cordes, A. S. (2023). Language experience matters for the emergence

- of early numerical concepts. *NPJ science of learning*, 8(1). Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41539-023-00202-w>.
- Santos, S., & Cordes, S. (2022). Math abilities in deaf and hard of hearing children: The role of language in developing number concepts. *Psychological Review*, 129(1), 199-211. Retrieved from <https://doi.org/10.1037/rev0000303>.
- Scott, J., Henner, J., & Skyer, M. (2023). Six Arguments for Vygotskian Pragmatism in Deaf Education: Multimodal Multilingualism as Applied Harm Reduction. *American annals of the Deaf*, 168(1), 56-79.
- Schäfer, Karolin & Gohmann, Laura & Westerhoff, Helena & Schindler, Maike. (2022). Gebärdensprachvideos als Hilfe beim Bearbeiten mathematischer Textaufgaben bei gehörlosen Schüler:innen: Eine schulische Intervention mit Tablet-Computern. 118, 1-18.
- Secora, K., & Emmorey, K. (2020). Visual-Spatial Perspective-Taking in Spatial Scenes and in American Sign Language. *Journal of deaf studies and deaf education*, 25(4), 447-456, <https://doi.org/10.1093/deafed/enaa006>.
- Sign Language Dictionary (2018). SpreadTheSign. <https://www.spreadthesign.com>.
- Sill, H.-D. & Kurtzmann, G. (2019). *Didaktik der Stochastik in der Primarstufe*. Springer Spektrum.
- Skyer, M.E. (2023). Multimodal transduction and translanguaging in deaf pedagogy. *Languages*, 8(2), 27-167, <https://doi.org/10.3390/languages8020127>.
- Soeharto, S., & Csapó, B. (2021). Evaluating item difficulty patterns for assessing student misconceptions in science across physics, chemistry, and biology concepts. *Heliyon*, 7(11).
- STEM in Sign Language. (2023). Mathe-Adventskalender in DGS. <https://stemsil.eu/mathe-adventskalender/?lang=de>.
- Sture, T. K. (1984) Osobennosti razvitija myšlenija gluchich učaščichsja pri rešenii zabač po fizike. Akademija pedagogičeskich nauk RSFSR.
- Suchova, V. B. (1966). Obučenie nagljadnoj geometrii v škole dlja gluchich. Akademija pedagogičeskich nauk RSFSR.
- Suchova, V. (1966). *Teaching visual geometry in a school for the deaf*. Academy of Pedagogical Sciences of the RSFSR.
- Suchova, V. (2002). Teaching Mathematics in Preparatory-IV Grades of Schools for Deaf and Hard of Hearing Children. Textbook for universities / V.B. Sukhova. - Moscow : Academy; 184.
- Szűcs, K. (2019, 6.–10. February). Do hearing-impaired students learn mathematics in a different way than their hearing peers? – A review. *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Utrecht, Netherlands
- Tabak, J. (2014). What Is Higher Mathematics? Why Is It So Hard to Interpret? What Can Be Done? *Journal for interpretation*, 23(1), 1-18. Retrieved from <https://digitalcommons.unf.edu/joi/vol23/iss1/5>.
- Tabak, J. (2016). On the Expression of Higher Mathematics in American Sign Language. *Journal of interpretation*, 25(1), 1-19. Retrieved from <https://digitalcommons.unf.edu/joi/vol25/iss1/10>.
- Taber, K. (2012). Teaching secondary chemistry. London: Hodder Education.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168.
- Thom, J.S., & Hallenbeck, T. (2021). Spatial reasoning in mathematics: A cross-field perspective on deaf and general education research. *Deafness & Education International*, 24, 127 –159, <https://doi.org/10.1080/14643154.2020.1857539>.
- Vernon, M. (2005). Fifty Years of Research on the Intelligence of Deaf and Hard-of-Hearing Children: A Review of Literature and Discussion of Implications. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(3),

- Vernon, M., & Wallrabenstein, J. M. (1984). The Diagnosis of Deafness in a Child. *Journal of communicational disorders*, 17(1), 1-8.
- Villwock, A., Wilkinson, E., Piñar, P., & Morford, J. P. (2021). Language development in deaf bilinguals: Deaf middle school students co-activate written English and American Sign Language during lexical processing. *Cognition*, 211. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104642>.
- Walker, K., Carrigan, E., & Coppola, M. (2024). Early access to language supports number mapping skills in deaf children. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 29(1), 1-18. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/deafed/enad045>.
- Wauters, L., Pagliaro, C., Kritzer, K. L., & Dirks, E. (2023). Early mathematical performance of deaf and hard of hearing toddlers in family-centred early intervention programmes. *Deafness & Education International*, 26(2), 190–207. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/14643154.2023.2201028>.
- Weber, D., Beumann, S., & Benölken, R. (2023, 10.-14. July). Teachers' view of twice-exceptional students – outline of the challenges in recognizing mathematical giftedness and supporting needs of hearing impairment. Conference: Proceedings of the 13th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME), Budapest, Hungary.
- Weigand, H.-G., Filler, A., Hölzl, R., Kuntze, S., Ludwig, M., Roth, J., Schmidt-Thieme, B., & Wittmann, G. (2018). *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I*. Springer Spektrum.
- Werner, V. (2010). Zum numerischen Zahlenverständnis von gehörlosen Grundschulern (Teil II). *Das Zeichen*, 24(85), 276–289. Retrieved from <https://www.das-zeichen.online/hefte/dz-085/zum-numerischen-zahlenverstaendnis-von-gehoerlosen-grundschuelern/>.
- Werner, V., & Hänel-Faulhaber, B. (2024). Numerische Kompetenzen tauber Schulanfänger_innen in Deutscher Gebärdensprache (DGS). *Lernen und Lernstörungen*, 13(3), 123-135. Retrieved from <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000449>.
- Werner, V., & Hänel-Faulhaber, B. (2024, 7.-14. July). Do Numbers in German Sign Language Support the Development of Counting Skills? *15th International Congress on Mathematical Education*. Sydney, Australien.
- Werner, V., & Hänel-Faulhaber, B. (2022, 29. August - 02. September). Löseverhalten tauber und hörender Kinder beim Reparieren von Reihen- und Kreismusterfolgeaufgaben – erste Ergebnisse. 56. *Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)*. Frankfurt am Main, Germany.
- Werner, V., Masius, M., Ricken, G., & Hänel-Faulhaber, B. (2019). Mathematische Konzepte bei gehörlosen Vorschulkindern und Erstklässlern. *Lernen und Lernstörungen*, 8(3), 155–165. Retrieved from <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000216>.
- Wille, A. (2020). Mathematische Gebärden der Österreichischen Gebärdensprache aus semiotischer Sicht. In G. Kadunz, *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht*, 193–214. Springer Spektrum. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-662-61194-4_9.
- Wille, A. M. (2020). Mathematische Gebärden der Österreichischen Gebärdensprache aus semiotischer Sicht. In Kadunz, G. (Eds.), *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht*. Springer Spektrum.
- Winkenbach, B. (2011). Die Käferwanderung auf dem Würfel. *Stochastik in der Schule*, 31, 23–27.
- Wittmann, E. Ch. (2001). Grundkonzeption des Zahlenbuchs. In Wittmann et al. (Eds.), *Das Zahlenbuch: Mathematik im 1. Schuljahr: Lehrerband*. Klett. <https://www.mathe2000.de/sites/default/files/das-zahlenbuch-grundkonzeption.pdf>.
- Wille, A. (2018, 5.-9. March). Materialien für den Mathematikunterricht gehörloser Schülerinnen und Schüler. 52. *Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik und der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (GDMV)*. Paderborn, Germany.
- Wille, A. (2019). Gebärdensprachliche Videos für Textaufgaben im Mathematikunterricht: Barrieren abbauen



- und Stärken gehörloser Schülerinnen und Schüler nutzen. *Mathematik differenziert*, 2019(3), 38-44. Retrieved from <https://www.westermann.de/anlage/4617337/Gebaerdensprachliche-Videos-fuer-Textaufgaben-im-Mathematikunterricht-Barrieren-abbauen-und-Staerken-gehoerloser-Schuelerinnen-und-Schueler-nutzen>.
- Wille, A. (2019, 3-8. March). Einsatz von Materialien zur Bruchrechnung für gehörlose Schülerinnen und Schüler im inklusiven Mathematikunterricht. *53. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)*. Regensburg, Germany.
- Wille, A. M. (2008). Aspects of the concept of a variable in imaginary dialogues written by students. In O. Figueras, J. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano & A. Sepúlveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME32)*. Vol. 4. (pp. 417–424). Cinvestav-UMSNH, Mexico: PME.
- Yashkova, N. (1988). *Visual thinking of deaf children*. Pedagogika.
- Zajceva, G. L. (2000) *Žestowaja reč'*. VLADOC.
- Zarfaty, Y., Nunes, T., & Bryant, P.E. (2004). The performance of young deaf children in spatial and temporal number tasks. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(3), 315-26, <https://doi.org/10.1093/deafed/enh034>.

