



Co-funded by
the European Union



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

Manual STEMSiL (versión abreviada)
**Investigación sobre la enseñanza y el
aprendizaje de STEM en Lenguas de signos**

Editores:

Nordheimer, S., Unterhitzenberger, G. Peters, C., Schmidt, F.,
Bumann, S. & 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.

Índice

1) De los conceptos científicos a los signos: Aprovechamiento de los glosarios STEM en la educación de las personas sordas	
- Audrey M. Cameron	1
2) El desarrollo de las habilidades matemáticas de los alumnos sordos: Perspectivas de la investigación y ejemplos prácticos.	
- Olga Pollex, Swetlana Nordheimer, Viktor Werner	8
3) Visión crítico-sordos de mathematicalTextTasks	
- Bastian Staudt, Horst Sieprath, Ege Karar, Merve Baklaci, Daniel Schmidt, Klaudia Grote	11
4) Señalización de variables y ecuaciones	
- Flavio Angeloni, Christian Hausch	13
5) Ejemplo de tarea de Estocástico con lengua de signos alemana (DGS)	
- Elke Warmuth, Swetlana Nordheimer, Tino Sell	15
6) Geometría de los signos	
- Swetlana Nordheimer, Tino Sell	17
Referencias	20

1) De los conceptos científicos a los signos:

Aprovechar los glosarios STEM en la educación de las personas sordas

- Audrey M. Cameron

1.1 Introducción: Tendiendo puentes entre STEM y la lengua de signos



Este capítulo examina la intersección entre la educación de los sordos, la lengua de signos y las materias STEM, centrándose en el proyecto del Glosario BSL (Lengua de Signos Británica) de la SSC (Centro Sensorial Escocés). Explora el desarrollo de los signos científicos y su impacto en la comprensión conceptual, demostrando cómo unos signos cuidadosamente elaborados tienden un puente entre la terminología escrita y la cognición visual-espacial en diversas disciplinas científicas. A través de esta exploración, el capítulo pone de relieve el potencial transformador de la lengua de signos en la educación STEM para alumnos sordos.

1.2 Enseñar ciencias y STEM mediante la comprensión conceptual



La investigación subraya la importancia de los experimentos prácticos, el diálogo entre iguales y las diversas modalidades de aprendizaje para facilitar la comprensión, sobre todo en el caso de los alumnos sordos que necesitan más ejemplos para captar los conceptos. Los profesores desempeñan un papel crucial a la hora de guiar a los alumnos en la construcción de significados mediante la interpretación colaborativa de experimentos y actividades, utilizando preguntas de sondeo para estimular el pensamiento crítico. Los alumnos sordos suelen tener menos oportunidades de vivir estas experiencias, lo que pone de relieve la necesidad de entornos en los que todas las partes puedan comunicarse con fluidez en lengua de signos. Un enfoque global, que incluya la exploración del mundo fuera del aula y el acceso a diversas modalidades de aprendizaje, es esencial para que los niños sordos desarrollen una comprensión completa de los conceptos científicos.

1.3 Historia y evolución de los glosarios de lengua de signos



Los glosarios de lengua de signos han evolucionado considerablemente con el paso del tiempo, desde los dibujos y fotografías estáticas de los libros hasta los contenidos dinámicos en vídeo de internet. Los avances tecnológicos, desde el cine hasta los medios digitales, han permitido una representación más precisa de los movimientos de los signos y una actualización más sencilla de los contenidos. La creación de sitios web específicos de lengua de signos para STEM, impulsada por Lang en el NTID/RIT, ha conducido a un notable crecimiento de glosarios en todo el mundo. Existen diversos enfoques para la creación de estos glosarios, desde métodos de carga autónoma hasta discusiones colaborativas, todos ellos orientados a mejorar la accesibilidad a las disciplinas STEM para las personas sordas a nivel global.

1.4 Finalidad del glosario BSL del SSC



El glosario BSL (Lengua de Signos Británica) del Scottish Sensory Centre tiene su origen en la investigación de la Dra. Mary Brennan en 2000, que identificó la escasez de signos STEM como una barrera significativa para el alumnado sordo en los exámenes nacionales. A pesar de los avances en el apoyo universitario, como el subsidio para estudiantes discapacitados (DSA) y el acceso a intérpretes, el porcentaje de alumnado sordo en los programas STEM de educación superior del Reino Unido permaneció estancado en un 0,3% durante una década. Esta falta de progreso y hallazgos similares en los EE.UU. subrayan la necesidad crítica de glosarios de signos STEM completos para apoyar al alumnado sordo y sus educadores, destacando la importancia de los glosarios para romper las barreras de comunicación en la educación y las carreras STEM.

1.5 Estructura y contenido del glosario BSL del SSC



El sitio web del Glosario del SSC (Scottish Sensory Centre) ofrece una interfaz completa y fácil de usar para acceder a los signos STEM, organizados tanto por temas como por orden alfabético. El glosario ofrece demostraciones en vídeo de los signos, acompañadas de explicaciones en signos y traducciones escritas al



inglés, lo que lo convierte en un recurso bilingüe. En respuesta a los comentarios de los usuarios, el glosario también incluye videos de ejemplo que muestran aplicaciones reales de los signos, mejorando así la comprensión de los conceptos científicos para estudiantes, docentes e intérpretes por igual.

1.6 Visualización de conceptos STEM: El proceso de creación de signos



En el proceso de desarrollo de signos del SSC (Scottish Sensory Centre) participa un equipo diverso de científicos sordos, educadores y signolingüistas que colaboran en la creación de signos para conceptos STEM. El equipo se centra en representar visualmente las ideas subyacentes de los términos científicos, en lugar de limitarse a traducir las palabras, mediante debates en grupo y una cuidadosa consideración de los aspectos visuales y las funciones de cada concepto. El proceso incluye varias fases de revisión, incluida la opinión de niños sordos, antes de finalizar los signos, filmarlos y publicarlos en el sitio web del glosario BSL de la SSC como recurso bilingüe con definiciones y vídeos de ejemplo.

1.7 Desarrollo de signos específicos: Ejemplos de varios campos STEM



Esta sección explora ejemplos concretos de desarrollo de signos en varias disciplinas STEM, como Geografía, Biología, Astronomía y Química. Al examinar cómo se desarrollan los signos para representar diversos conceptos científicos, desde paisajes físicos hasta procesos químicos abstractos, se demuestra la versatilidad y el poder de la lengua de signos para transmitir ideas científicas complejas.

1.7.1 Geografía: Representación de paisajes y topografía



La geografía utiliza signos visuales para representar características topográficas como valles y ríos. Las curvas de nivel de los mapas indican la inclinación de las laderas y las formas de los signos cambian para representar distintos paisajes.

1.7.2 Biología: Representación visual de la ubicación y la función



Al desarrollar signos para la biología, se presta especial atención a representar con precisión la ubicación, la forma y la función de las estructuras biológicas, como los órganos y las partes de las plantas. El proceso implica una investigación exhaustiva, la consulta a expertos y, en ocasiones, la revisión de los signos para garantizar su precisión y exactitud, como demuestra el desarrollo del signo para "célula madre".

1.7.3 Astronomía: Diseño de signos planetarios



Al desarrollar los signos para los planetas del sistema solar, el equipo se centró tanto en los aspectos visuales como en las propiedades únicas de cada cuerpo celeste. Los signos incorporan características distintivas como las temperaturas extremas de Mercurio, la densa atmósfera de Venus, las dos lunas de Marte y la singular luna orbital de Neptuno, creando un conjunto cohesionado de signos que mantiene las conexiones entre planetas al tiempo que destaca sus características individuales.

1.7.4 Química - Representación de conceptos abstractos



La Química, al ser abstracta y teórica, presenta retos únicos en la enseñanza, ya que a menudo implica procesos invisibles a nivel molecular. El desarrollo de signos para conceptos químicos, como átomos, electrones y reacciones químicas, proporciona representaciones visuales que ayudan a salvar la distancia entre las observaciones macroscópicas y los procesos microscópicos, contribuyendo a la comprensión de conceptos químicos complejos en el marco del Triángulo de Johnstone de niveles macroscópico, microscópico y simbólico.

1.7.5 Familia de signos: Ayudar a la comprensión conceptual



El equipo que desarrolló los signos creó "familias" de signos para comprender conceptos científicos más amplios. Por ejemplo, los signos de "masa", "gravedad" y "peso" están interconectados para demostrar su relación en física. Del mismo modo, en Química, una familia de signos relacionados con las reacciones químicas mantiene elementos coherentes al tiempo que introduce variaciones para representar distintos tipos de reacciones, mejorando la comprensión conceptual mediante conexiones visuales.

1.8 Impacto de los glosarios de signos en el aprendizaje

1.8.1 Comprensión conceptual: Electricidad - Conceptos CA (corriente alterna) vs CC (corriente continua)



Un proyecto de investigación en el que se observaron debates en clase reveló cómo el acceso al glosario de signos STEM puede ayudar significativamente a la comprensión conceptual. En una presentación sobre la electricidad de corriente alterna y continua, la confusión inicial de un alumno sobre el término "corriente" se resolvió cuando se le presentó el signo científico correcto, lo que demuestra la importancia del glosario para aclarar conceptos científicos y evitar malentendidos debidos al uso cotidiano del lenguaje en contextos científicos.

1.8.2 Acceso al vocabulario: Densidad de la enseñanza



En una clase sobre flotación y hundimiento para alumnos sordos de corta edad, el uso del glosario de signos, en particular el signo de "densidad", mejoró la comprensión conceptual. Tras una actividad práctica y una explicación con los signos, los niños fueron capaces de atribuir correctamente la flotación y el hundimiento al concepto de densidad, lo que demuestra que el vocabulario de la lengua de signos puede transmitir eficazmente conceptos científicos complejos incluso a los alumnos más jóvenes.

1.8.3 Facilitar la comprensión a través de los signos y el diálogo



La investigación de Lindahl (2021) pone de relieve que, si bien la lengua de signos, el texto y las imágenes son cruciales para la comprensión conceptual en la educación de los sordos, el aprendizaje eficaz requiere algo más que el acceso al vocabulario; necesita debates facilitados y educadores que puedan reconocer y responder al uso que hacen los alumnos de los signos que demuestran comprensión.

9.1 Conclusión



La elaboración de glosarios de lengua de signos para las asignaturas STEM representa un avance significativo en la educación de los sordos al crear representaciones visuales que captan la esencia de los conceptos científicos. Estos signos STEM, desarrollados a través de un proceso que implica una profunda consideración de los principios científicos y las estructuras de la lengua de signos, hacen que los conceptos abstractos sean más tangibles y accesibles en diversas disciplinas. A medida que avancemos, la investigación y la colaboración continuas entre científicos sordos, educadores y lingüistas serán cruciales para integrar estos recursos en los planes de estudios STEM, garantizando la igualdad de acceso al conocimiento científico para el alumnado sordo y enriqueciendo el campo de la comunicación científica en su conjunto.

2) El desarrollo de las habilidades matemáticas de los estudiantes sordos: aportes de la investigación y ejemplos desde la práctica.

- Olga Pollex, Swetlana Nordheimer, Viktor Werner

2.1 Introducción

Los autores del artículo procedemos de diferentes tradiciones teóricas y utilizamos distintos métodos de investigación en nuestro trabajo científico. Por lo tanto, este artículo debe entenderse como un diálogo multiperspectivo. La investigación sobre el tema del desarrollo matemático y la enseñanza de los niños sordos tiene diversos enfoques teóricos, empíricos y prácticos. En los últimos 20 años, en particular, se ha investigado más sobre el desarrollo matemático de los niños sordos. Esto se refleja en el creciente número de publicaciones sobre el tema. Para demostrar esta variedad, este artículo hace referencia a los enfoques teóricos y a los estudios empíricos para debatir los argumentos a favor de la enseñanza de las matemáticas en lengua de signos.

En consonancia con la diversidad de posturas, fundamentos teóricos e intenciones prácticas en la educación matemática del alumnado sordo, los términos “sordo” o “hipoacúsico” no se utilizan de manera uniforme en la literatura científica (véase Szücs, 2019). Para evitar malentendidos, utilizaremos el término “sordo” tal como lo hacen Scott, Henner y Skyer (2023), “para referirnos a un rango de niveles auditivos, desde lo que típicamente se denomina hipoacusia hasta sordera profunda; también incluimos a cualquier persona que pueda beneficiarse de ser identificada como sorda, como aquellas con dificultades del procesamiento auditivo, ya que creemos que todos podrían beneficiarse del modelo propuesto en este trabajo.

2.2 Marco teórico

Rosanova (1971) y Yashkova (1971) demostraron empíricamente que los niños sordos son multilingües y que los diferentes sistemas lingüísticos están complejamente vinculados en su pensamiento. Los estudios realizados por Villwock et. al. (2021) ofrecen una visión diferenciada, profunda y empíricamente fundamentada de la complejidad de la activación de los distintos lenguajes por parte de los bilingües ASL-inglés oyentes y sordos cuando procesan palabras escritas. Sin embargo, Rosanova (1991) asumió que las competencias lingüísticas por sí solas no determinan el desarrollo satisfactorio de las capacidades matemáticas en el alumnado sordo. Sugirió integrar el fomento del pensamiento **"visual-imaginativo"** y el pensamiento **"lógico-verbal"** para enseñar matemáticas con éxito.

El pensamiento **visual-imaginativo** es la capacidad de pensar en imágenes y representaciones que sustituyen a los objetos reales para llevar a cabo operaciones mentales. Tanto la apariencia externa como las propiedades de los objetos y las relaciones entre ellos deben tenerse en cuenta en el pensamiento visual-imaginativo. Con este fin, Rosanova (1978) recomienda reforzar las relaciones entre los objetos y las palabras que los designan,

así como sus propiedades y relaciones. Nosotros ampliamos esta recomendación y sugerimos además que el desarrollo del pensamiento visual-imaginativo puede ser mediado, guiado, apoyado y fortalecido mediante el uso de **signos y gestos productivos y convencionalizados** como designaciones de los propios objetos matemáticos, sus propiedades y las relaciones entre ellos.

El pensamiento **lógico-verbal** implica operaciones mentales formales mediadas a través del lenguaje que pueden estar completamente desvinculadas de los objetos reales. También en este caso, vamos más allá que Rosanova (1978) y sugerimos que esta forma de pensamiento también se integre conscientemente en las lenguas de signos lo antes posible para proporcionar una enseñanza y un apoyo óptimos.

2.3 Conclusiones empíricas

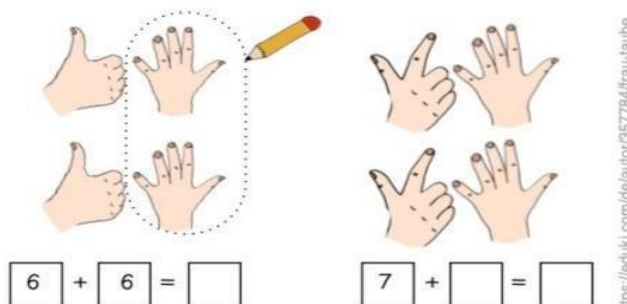
Recientes hallazgos empíricos avalan los efectos positivos de las lenguas de signos en el desarrollo matemático de los niños sordos. A continuación resumiremos algunos de los argumentos derivados de estudios empíricos.

- Leybaert y Van Cutsem (2002) investigaron hasta qué punto la modalidad viso-manual y la estructura de la secuencia numérica de signos influyen en el desarrollo del conteo y en su uso por parte de los niños sordos.
- Di Luka y Presenti (2011) sostienen que los números con los dedos ayudan a adquirir, construir y posteriormente acceder a la semántica numérica, y que aportan un valor adicional en comparación con otras representaciones numéricas al anclar el significado de los números en una representación sensoriomotora experimentada personalmente. Sin embargo, los números con los dedos no son números signados ni algoritmos signados que pertenezcan a las lenguas de signos nacionales.
- Werner y Hänel-Faulhaber (2023) investigaron la comprensión de patrones repetitivos por parte de niños sordos y oyentes. En estas tareas, los niños tenían que rellenar un hueco en los patrones. Se descubrió que las puntuaciones de solución de los niños sordos que aprendieron lenguas de signos a una edad temprana eran comparables a las de los niños oyentes. En cambio, los niños sordos que aprendieron las lenguas de signos más tarde tuvieron menos éxito. Esto demuestra que las lenguas de signos tienen un efecto positivo en las tareas de resolución de patrones.
- Una evaluación de una versión de la prueba de diagnóstico matemático MBK 0 (una prueba de habilidades matemáticas básicas en edad preescolar; Krajewski, 2018) en lengua de signos alemana descubrió que los resultados de los signantes nativos sordos de seis años se corresponden con la norma de edad (oyente) (Werner & Hänel-Faulhaber, 2024).

2.4 Ejemplos prácticos

Por último, fundamentamos nuestras consideraciones con los ejemplos prácticos aportados por Olga Pollex. Éstos pretenden servir, por un lado, como fuente adicional de argumentación para las lenguas de signos y las matemáticas signadas y, por otro, como estímulo para el desarrollo de conceptos y materiales didácticos. Utilizando ejemplos concretos de geometría, aritmética y combinatoria, explica cómo los conceptos matemáticos, los teoremas y las pruebas pueden introducirse mediante acciones como operaciones con figuras geométricas de papel. A continuación, sugiere el uso de signos productivos derivados de las acciones para describir los procesos.

Una vez que los alumnos comprenden los conceptos, pueden introducirse los signos matemáticos convencionalizados y sus variaciones léxicas. El principio de este aumento del uso de la lengua de signos se basa en el principio EIS- según Bruner: la integración de los modos de representación enactivo, icónico y simbólico. La enseñanza de las matemáticas se reduce a menudo a la promoción de las destrezas aritméticas y se omite la promoción de las destrezas relacionadas con los procesos. Esta reducción está relacionada, en parte, con las competencias en lengua de signos de alumnos y profesores. Sin embargo, para reconocer las relaciones matemáticas, vincular conocimientos y destrezas y transferirlos a cuestiones desconocidas, se necesita el lenguaje.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

3) Deafdidaktik-Visión crítica de las tareas matemáticas textuales

- Bastian Staudt, Horst Sieprath, Ege Karar, Merve Baklaci, Daniel Schmidt, Klaudia Grote

En el contexto de un estudio empírico sobre DeafDidaktik realizado por Staudt (2024) en clases de matemáticas con alumnos sordos cuya primera lengua (L1) es la lengua de signos alemana (GSL), se observó repetidamente que el trabajo en tareas de textos matemáticos está asociado a dificultades específicas de comprensión.

Estas cuestiones se debatieron y analizaron con el equipo DeafDidaktik del Centro de Competencia SignGes de Lengua de Signos y Gestos de la Universidad RWTH de Aquisgrán, bajo la dirección de la Dra. Klaudia Grote. Basándose en estas consideraciones, se desarrolló una adaptación DeafDidaktik de una tarea de texto diseñada para niños oyentes, dando como resultado una tarea de texto matemático adaptada a las necesidades de los niños sordos. Para evaluar la eficacia de la tarea adaptada, se llevó a cabo un estudio empírico preliminar, en el que se presentó una "tarea canguro" a dos niños de diez años: uno oyente y otro sordo.

Nota: Las llamadas "tareas canguro" son un ejemplo de enfoque pedagógico originado en el sistema educativo australiano y adoptado posteriormente en un concurso europeo de matemáticas. Las tareas canguro se emplean en los centros educativos australianos desde 1978, y su implantación en las escuelas alemanas se produjo 4 años más tarde. El objetivo de estas tareas es proporcionar apoyo y desafío a los alumnos de tercero y cuarto curso en relación con el aprendizaje de las matemáticas (para más información, véase <https://www.mathekaenguru.de/international/index.html> - 09.11.2024).

La tarea textual del Concurso Canguro 2021, que Staudt presentó a los escolares en un estudio preliminar, es la siguiente: **En un modesto cine, cinco compañeros ocupan toda una fila. Pablo no está sentado en el quinto puesto. Anabel, en cambio, ha elegido el primer asiento. Lynn está situada entre Joshua y Selin. Así pues, se plantea la cuestión de la ubicación exacta del asiento de Lynn.**

El niño oyente con el alemán como primera lengua (L1) resolvió la tarea con rapidez y precisión. El niño sordo, cuya primera lengua es la lengua de signos alemana (DGS), adquirida en una fase relativamente tardía, y el alemán, que puede considerarse una segunda o incluso tercera lengua de adquisición debido a los antecedentes de migración rusa de los padres, experimentó dificultades considerables para leer y comprender la tarea de texto anterior. Posteriormente, se le presentó al niño una traducción de la tarea en DGS. Los comentarios y las reacciones del niño sugieren una mejor comprensión de la tarea signada. Sin embargo, a pesar de la traducción a DGS, el niño seguía sin comprender la metodología matemática para completar la tarea.

Posteriormente, se le presentó al niño una animación del contenido, diseñada siguiendo los principios de la DeafDidaktik y editada con el software PowerPoint. Inmediatamente después de la presentación inicial, el niño demostró comprensión del contexto representado. En una segunda iteración, se proporcionó además una breve explicación signada de la tarea, lo que facilitó la comprensión del enfoque matemático y permitió al niño completar la tarea.

Para la versión DeafDidaktik de la tarea escrita, fue necesario aplicar los principios de DeafDidaktik, lo cual requirió un análisis previo en tres fases basado en esta metodología.

La presentación final del material incluyó videos en Lengua de Signos Alemana (DGS) y diapositivas en PowerPoint con animaciones y transiciones correspondientes, cada una incorporando dichos principios. Entre ellos se incluyeron un estilo de explicación inductivo, subject-object buoys (marcadores de sujeto-objeto), una estrategia de eliminación en lengua de signos, localización y cambios de perspectiva. Esto se logró mediante el uso de clasificadores en lengua de signos y, además, acciones construidas (constructed action, CA) o diálogos construidos (constructed dialogue, CD) (Grote, Sieprath, Staudt, Fenkart & Karar – Trabajo en curso 2024). Asimismo, se incorporaron elementos de DeafScience, incluyendo la presentación de videos en lengua de signos en formatos circulares con marcos codificados por colores para diferenciarlos. En este caso, el color "blanco" representa la introducción de la tarea, el "azul" las explicaciones adicionales, el "rojo" la pregunta y el "verde" la respuesta o solución (Sieprath et al., 2024).

Este estudio preliminar indica que los alumnos sordos se enfrentan a diversos retos a la hora de resolver tareas matemáticas de forma escrita. Estas tareas textuales requieren que los alumnos empleen diversos procedimientos o procesos de decodificación, entre los que se incluyen la decodificación del contenido, la traducción del texto escrito a códigos matemáticos y la resolución del problema matemático.

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio preliminar, este vídeo presenta los criterios iniciales para crear vídeos signados de DeafDidaktik para tareas matemáticas. Sin embargo, es esencial señalar que estos criterios requieren una mayor investigación empírica en contextos educativos.



[Vídeo IS](#)



[Vídeo DGS](#)

4) Señalización de variables y ecuaciones

- Flavio Angeloni, Christian Hausch

La práctica bilingüe con una lengua de signos y una lengua escrita es fundamental en la enseñanza de alumnos orientados a la lengua de signos. Sin embargo, las características de las lenguas de signos también deben tenerse en cuenta en la investigación educativa. A lo largo del tiempo, los estudios han demostrado que las lenguas de signos pueden influir en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas de tal manera que, en ocasiones, pueden surgir diferencias significativas con respecto a la práctica de la lengua hablada. También se ha demostrado ya, por ejemplo, que "[...] el uso del espacio de la lengua de signos en el aula de matemáticas puede tener una función decisiva, por ejemplo [...] en la adquisición de signos especializados y técnicos de la lengua de signos que no consisten (sólo) en determinados signos para términos especializados y técnicos de [una] lengua hablada" (traducción de Angeloni, 2023, p. 532).

En este capítulo, las nociones y los conceptos básicos del álgebra elemental, como "variable", "ecuación", etc. - se consideran desde la perspectiva de la lengua de signos a partir de los resultados de un proyecto más amplio sobre la enseñanza y el aprendizaje del álgebra elemental en una lengua de signos. En la primera sección, se presentan los aspectos variables investigados -aspecto objeto, aspecto sustitución y aspecto envolvente- y una propiedad central de las lenguas de signos -la iconicidad- en su relación con el campo de las matemáticas. Los signos icónicos son signos que muestran una similitud directa o indirecta con la referencia. En el primer caso, los signos se definen *como pictóricos*, en el segundo como *iconos esquemáticos*. Ambos tipos de signos icónicos se dividen en distintos subtipos. A continuación, abordamos los principios clave para la enseñanza en una lengua de signos, así como los entornos de aprendizaje utilizados a lo largo de la duración del proyecto. Para las aulas bilingües de matemáticas que emplean una lengua de signos, "deben tenerse en cuenta varias diferencias estructurales relacionadas con la modalidad entre las lenguas habladas y de signos" (traducción de Grote et al., 2018, p. 435). Esto incluye un mayor grado de iconicidad en las lenguas de signos que en las lenguas habladas, debido a lo cual existe una mayor coherencia entre los signos y las propiedades del referente. En las clases de matemáticas, por tanto, "el tipo de explicaciones debería corresponderse con los aspectos icónicos [...]" (traducción de Grote et al., 2018, p. 433).

Otra característica es *el centrado*: Se coloca un tema en el centro y se establece un contexto sintagmático. Esto significa que los distintos conceptos que se utilizan conjuntamente se ponen en relación entre sí en torno a un concepto central. Se puede crear un contexto sintagmático cambiando la perspectiva, es decir, pasar de un concepto específico a otro para describirlo con más detalle. Esto significaría en la clase de matemáticas, por ejemplo, que un tema central específico debería situarse en el centro en torno al cual se colocan otras unidades de conocimiento.

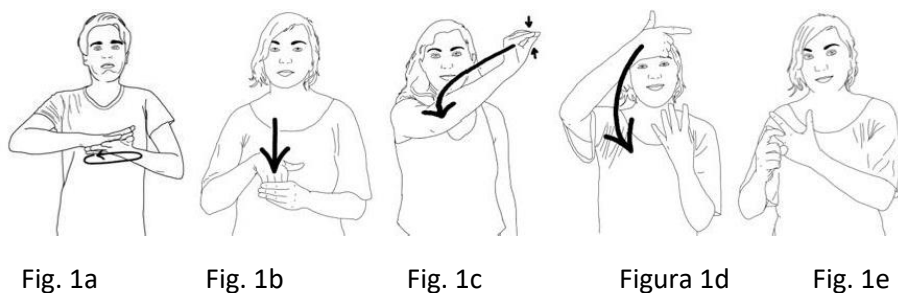


Figura 1: Signos VACÍO (izquierda) y CONTENIDO (derecha)

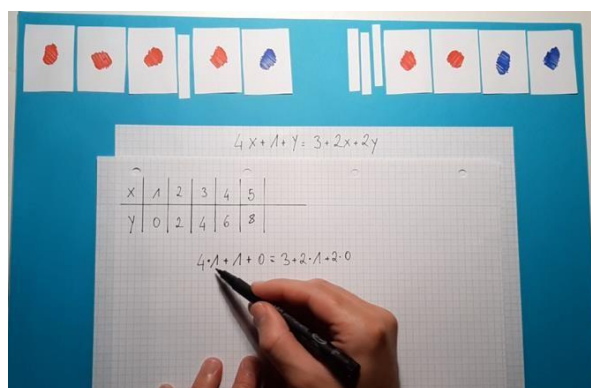


Figura 2: Extractos de los vídeos utilizados como tareas

Se explican algunos resultados sobre el aspecto objeto, el aspecto sustitución y el aspecto envolvente de las variables y se discuten las posibles implicaciones para la enseñanza de las matemáticas. Los signos presentados pertenecen a la lengua de signos austriaca (ÖGS). Los resultados muestran que existen diferentes signos que pueden utilizarse para comunicar sobre variables y acciones relacionadas. Los signos de las Figuras 1c y 1d son pictóricamente icónicos porque son directamente similares a la imagen escrita con la tabla de valores encima de la ecuación (Fig. 2). Además, el signo de la figura 1c imita una acción en la que se coge algo de la tabla y se coloca donde está la ecuación. El signo VACÍO (Fig. 1a) es específicamente interesante, porque comunica que la variable está vacía, no tiene números. Por lo tanto, si el signo CONTENIDO (Fig. 1b) -según el cual una variable se consideraría un contenedor- se considera en relación con el signo VACÍO, entonces la naturaleza desconocida del número se expresaría en forma de un contenedor vacío (una variable vacía), lo que sitúa el aspecto de la concha en primer plano. Este aspecto también puede observarse en el caso del aspecto de sustitución, por ejemplo mediante la construcción de signos de la figura 1e. Suponiendo que el aspecto envolvente desempeñe un papel clave, esto podría implicar para la práctica de la educación matemática que el aspecto envolvente podría verse como un aspecto variable "central" en torno al cual pueden situarse otros aspectos variables y, por tanto, todos los aspectos pueden situarse en una relación sintagmática entre sí.



[Vídeo 1S](#)



[Vídeo DGS](#)

5) Ejemplo de tarea de Estocástico con lengua de signos alemana (DGS)

- Elke Warmuth, Swetlana Nordheimer, Tino Sell

Este artículo presenta un ejemplo de estocástica que está relacionado con la geometría. Al elegir un contexto geométrico, queremos abordar los puntos fuertes de los alumnos sordos conocidos en la literatura especializada y facilitar su acceso. El problema presentado en este artículo es una modificación de la 4ª tarea del 5º ejemplo en los estándares educativos a nivel primario (KMK 2004, p. 20). Se asigna principalmente a la idea clave de *espacio y forma* se puede encontrar en el área de requisito III. La primera modificación de la tarea fue realizada por Winkenbach (2011). Hemos revisado didáctica y lingüísticamente la tarea una vez más para ofrecerla de forma bimodal en lengua de signos alemana (DGS) y en alemán. La versión alemana de las tareas se refiere al modelo de borde (ver Fig. 1-3). Se presenta a continuación:

Este es un modelo de arista de un cubo. Un escarabajo está sentado en la esquina A. Quiere arrastrarse hasta la esquina Z. El escarabajo tiene los ojos vendados. El escarabajo recorre a tientas las aristas del cubo. El escarabajo se detiene en cada esquina y da una vuelta afortunada. Pero nunca vuelve atrás. Después de tres aristas, el escarabajo se cansa y se detiene. En la imagen, el escarabajo recorre primero la arista roja. Si gira hacia la arista azul claro al final de la arista roja y hacia la arista rosa al final de la arista azul claro, llegará a Z. Sin embargo, si se arrastra en el orden rojo-negro-naranja, no llegará a Z después de tres aristas. ¿Cuántos caminos son posibles? ¿Cuál es la probabilidad de que el escarabajo llegue a su destino?

En las figuras 1 a 3, los fragmentos de las representaciones en lengua de signos de un ejemplo de trayectoria favorable y desfavorable están vinculados al modelo de aristas y a la posición correspondiente del escarabajo en el espacio modelo o en las esquinas del cubo.



Figura 1: Trayectoria favorable
"El escarabajo ha alcanzado su destino"

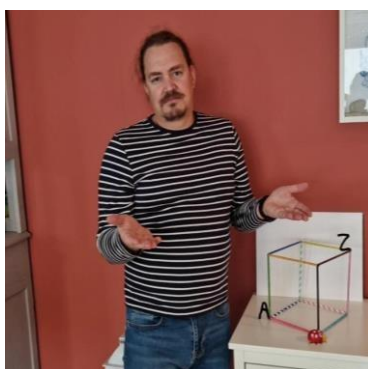


Figura 2: Trayectoria desfavorable
"Objetivo fallido"



Figura 3: El signo de
"probabilidad" o "azar"

Pensando en alumnado sordo, creemos que tiene sentido proporcionar bordes coloreados en el modelo o dibujo. En la variante A, para niños que están comenzando a aprender la lengua de signos alemana (DGS), se muestra un modelo físico con bordes y todas las oraciones se demuestran usando ese modelo. En la variante B, para niños que tienen un buen dominio de la DGS, no se muestra el modelo físico, sino que sólo se representa en lengua de signos. La imagen puede superponerse.

Para demostrar el concepto detrás de la solución del problema, recomendamos dibujar un diagrama en forma de árbol (Fig. 4) que visualice las decisiones del escarabajo en cada esquina. En el punto de partida A, puede elegir verde, azul con líneas discontinuas o rojo. Si ha elegido verde y ha recorrido este borde verde, se enfrenta a la elección entre azul o naranja, ya que no retrocederá. Si ahora ha recorrido el borde naranja, la última elección es entre púrpura o negro. Si elige púrpura, llega al punto Z. Su camino puede verse en el tercer cubo desde arriba. Si elige negro, pierde su destino, como muestra el cuarto cubo.

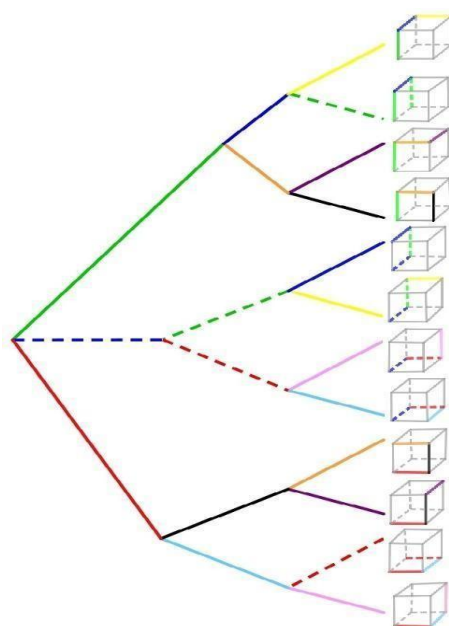


Figura 5: Diagrama de árbol de la tarea del escarabajo

El diagrama de árbol es una herramienta importante en combinatoria y teoría de la probabilidad. Estructura y modela la situación real y registra sistemáticamente todos los casos. Como cualquier herramienta de visualización, el diagrama de árbol debe ser adquirido por los alumnos. Los colores del diagrama de árbol corresponden a los colores de las aristas del cubo.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

6) Geometría del cartel

- Swetlana Nordheimer, Tino Sell

Este artículo se centra en la enseñanza de la Geometría de Signos a alumnos sordos y ofrece un ejemplo didáctico concreto para el **volumen de un cubo**. Apoyándonos en el marco teórico de las habilidades matemáticas de los alumnos sordos establecido por Rosanova (1991), sugerimos prestar más atención al desarrollo del pensamiento **verbal-lógico** y **visual-imaginativo** de los niños sordos como una interacción de componentes. Yendo más allá y basándonos en hallazgos empíricos más recientes, sugerimos la implementación consciente y dirigida de las lenguas de signos en las clases de geometría.

Los resultados empíricos sobre la enseñanza de la geometría a alumnos sordos pueden resumirse como sigue:

- El rendimiento en la tarea de Relaciones Espaciales está relacionado con la capacidad lingüística de los participantes sordos en su modalidad preferida (lengua de signos u oral). Utilizar y fomentar la modalidad preferida de comunicación e instrucción parece ser más relevante que centrarse únicamente en la visualización específica de las ideas matemáticas.
- Las lenguas de signos parecen ser no sólo el modo de comunicación preferido de muchos escolares sordos, sino también la herramienta que les ayuda a percibir objetos geométricos, memorizar conceptos y resolver problemas.
- La geometría parece ser un área fuerte para los niños sordos y puede utilizarse como herramienta para enseñar otras áreas matemáticas como la aritmética.
- Para enseñar geometría, es importante conectar las operaciones activas con modelos y visualizaciones integrados en el lenguaje para ayudar a los alumnos a producir imágenes no sólo pictóricas concretas, sino también esquemáticas de los conceptos geométricos abstractos.
- La geometría espacial parece desempeñar un papel crucial en el desarrollo matemático de los niños.

En consonancia con el marco teórico y los resultados empíricos, sugerimos ofrecer a los alumnos sordos no sólo oportunidades para crear imágenes visuales mediante signos, sino también encontrar formas para el uso controlado de visualizaciones geométricas signadas. En las clases de geometría, esto puede lograrse de tres maneras.

- En primer lugar, puede ser útil explicitar a los alumnos cuándo la imagen o visualización representa un ejemplo concreto o cuándo su objetivo es visualizar proposiciones generales.
- **Los signos** y gestos **convencionales** y **productivos** podrían utilizarse como instrumentos para el uso controlado de imágenes geométricas para resolver problemas matemáticos.
- Las variaciones de las visualizaciones geométricas y la construcción de **patrones geométricos** a partir de muchos casos diferentes pueden ser útiles para enseñar a los alumnos sordos a generalizar las visualizaciones geométricas y a deducir proposiciones generales estudiando muchos casos y comparándolos entre sí. En este artículo se da un ejemplo de cómo se puede conseguir esto en las clases de geometría cuando se hace referencia al volumen de un cubo.

Para conectar las ideas teóricas con las recomendaciones prácticas para la enseñanza de la geometría, las ilustramos con un ejemplo didáctico. Es de gran importancia que la lengua de signos vincule desde el principio los modelos y visualizaciones, y contribuya al desarrollo de imágenes concretas, pero también esquemáticas.

Operar con imágenes esquemáticas puede contribuir al desarrollo de ideas abstractas. Hay varios enfoques que pueden aplicarse al tema. Por ejemplo, los profesores podrían cortar o serrar cubos de plastilina, queso, jabón o incluso madera en cubos más pequeños junto con los alumnos en las clases de manualidades. Es fundamental que las acciones se introduzcan mediante signos y gestos derivados de las acciones, por un lado, y se documenten mediante vídeos, modelos e imágenes, por otro.



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



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

Sugerimos empezar con un cubo de madera con un volumen de 64 cm^3 para introducir la idea geométrica del volumen por un lado y visualizar un número cúbico concreto 64 por otro. El número o el valor pueden interpretarse como el resultado de multiplicar por tres el mismo número 4. El valor concreto del volumen puede interpretarse como la cantidad de cubitos en la altura, longitud y anchura del cubo. También se puede dividir en cuatro porciones de 16 cubitos.

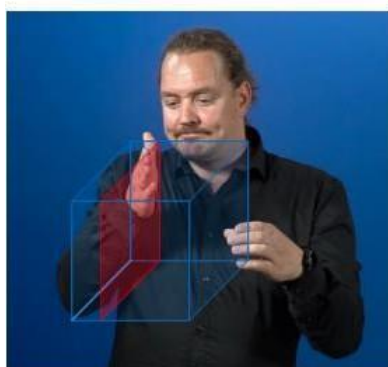


Figura 2: Corte de un cubo por planos paralelos en lengua de signos alemana (DGS)

Después de eso, el problema puede ser representado en lengua de signos por el docente, quien también puede pedir a los estudiantes que signen, dándoles la posibilidad no solo de ver el cubo en el modelo de madera o en los signos percibidos visualmente, sino también de “sentirlo” y formarlo con sus propias manos al repetir los signos.

Pueden operar con un cubo invisible, cortándolo en cubos más pequeños y volver a ensamblar sus signos con el modelo de madera. Para descubrir el patrón y generalizar el concepto, la descripción signada del cubo puede repetirse y variarse con otros números cúbicos como 8, 27 o incluso 1000.

Para analizar en profundidad la estructura geométrica del problema, podría ser útil integrar dibujos o esbozos de GeoGebra en versiones firmadas del problema o trabajar con varias capturas de pantalla presentadas como imagen-relato del problema (véase la Figura 2). Para concluir nuestras consideraciones, invitamos a los profesores, como expertos en la materia, a que nos aporten comentarios críticos y creen más y nuevos ejemplos que tengan en cuenta los talentos y necesidades específicas de los alumnos concretos.



[Video IS](#)



[Video DGS](#)

Referencias

- 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). Signos sobre álgebra elemental en lengua de signos austriaca: Lo que pueden representar los signos de la noción de variable. En 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). Universidad Libre de Bozen-Bolzano y 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). Representación de números y variables en el lengua de signos austriaco. En 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). Instituto de Matemáticas Alfréd Rényi y ERME.
- Angeloni, F. (presentado). 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. Obtenido del [sitio Web: https://www.das-zeichen.online/hefte/dz-118/bimodal-bilinguale-lernumgebungen-der-satz-des-pythagoras-in-oesterreichischer-gebaerdensprache/](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). Imágenes mentales incontrolables: conexiones gráficas entre una función y su derivada. *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. En 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. Obtenido de 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). La lengua de signos y el desarrollo psicológico de los niños sordos: Estado del arte (Revista de Estudios Extranjeros). *Psicología clínica y educación especial*, 10(2), 3-22. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0002-5886-6494>.
- Bogdanova, T.G. (2021). Žestovaja reč' i psichičeskoe razvitie gluchich detej: sovremennoe sostojanie voprosa (obzor zarubežnych 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. Universidad de Edimburgo. https://www.sqa.org.uk/files_ccc/FairAssessment_MaryBrennan.pdf
- Brien. D. (ed) (1993) *The Dictionary of British Sign Language*, Faber & Faber, Londres.

- Cameron, A., Quinn, G. y O'Neill, R. (2012) Development of Physics and Engineering Signs in British Sign Language. Informe final para el Comité de Discapacidad STEM y la Real Academia de Ingeniería. SSC. Cameron, A. (2015) El desarrollo de los signos de astronomía y el análisis del impacto en las comunidades sordas y oyentes. Ponencia en conferencia: Projeto Surdos: Simposio Caminhos da Inclusao en la UFRJ, Río de Janeiro. https://www.researchgate.net/publication/281593745_The_development_of_astronomy_s_nálisis_del_impacto_en_las_comunidades_sordas_y_oyentes
- Cameron, A., O'Neill, R. y Quinn, G. (2017). Deaf students using sign language in mainstream science classrooms. En 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. y Quinn, G. (2019) 'Deaf Scientists create new technical terminology in British Sign Language', *Physiology News*, v115, p26.
- Cameron, A. (2024). Investigación Signing to Know (2021-2026) - observaciones del diálogo en el aula.
- Campbell, K.J., Collis, K.F., & Watson, J. (1995). Procesamiento visual durante la resolución de problemas matemáticos. *Educational Studies in Mathematics*, 28, 177-194, <https://doi.org/10.1007/BF01295792>.
- Chen, L., & Wang, Y. (2020). La contribución de las habilidades cognitivas generales y habilidades numéricas específicas para el rendimiento en matemáticas en estudiantes sordos o con problemas de audición. *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). Incorporación de la lengua de signos en la enseñanza de la química (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 obučenija gluchich detej. Akademija pedagogičeskich nauk RSFCR.
- De Jong, O. y Taber, K. S. Teaching and Learning the Many Faces of Chemistry. En *Handbook of research in science education*; Abell, S. K., Lederman, N. G., Eds.; Routledge: Nueva 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). Representaciones numéricas dactilares: Algo más que otro código simbólico. *Fronteras de la psicología*, 2, 28-30. Obtenido de <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 (La construcción del conocimiento científico en el aula). *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* (2ª ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315747415>
- Edwards, A., Edwards, L. y Langdon, D. (2013). Las habilidades matemáticas de los niños con implantes cocleares. *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). Diez cosas que deberías saber sobre las lenguas de signos. *Current directions in psychological science*, 32(5), 387-394, <https://doi.org/10.1177/09637214231173071>
- Enderle, P., Cohen, S. y Scott, J. (2020). La comunicación sobre la ciencia y las prácticas de ingeniería y la naturaleza de la ciencia: Una exploración de los recursos de la lengua de signos americano. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(6), 968-995.
- Fleri, V. I. (1835). *Los sordomudos considerados en relación con su condición y con los modos de educación inherentes a su naturaleza*. Plushar.

- Flores, A. y Rumjanek, V. (2015) Enseñanza de la ciencia a niños sordos de primaria en Brasil. *Creative Education*, 6, 2127-2135. doi: 10.4236/ce.2015.620216.
- Frick, A. (2019) Espacial transformación habilidades y su relación con posterior rendimiento en matemáticas. *Psychological Research*, 83, 1465-1484, <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1008-5>
- Gates, P. (2017). La importancia de los diagramas, gráficos y otras representaciones visuales en la enseñanza de STEM. En *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. En S. Hornäk et. al. (Eds.). In *der Praxis: Inklusive Möglichkeiten künstlerischen und kunstpädagogischen Handelns* (pp. 71-80). Kopaed.
- Grote, K., y Kramer, F. (2009). ¿Haben Gehörlose beim Rechnen mehr Schwierigkeiten als Hörende? *Das Zeichen*, 22(82), 276-283.
- Grote, K., y Linz, E. (2003). La influencia de la iconicidad de la lengua de signos en la conceptualización semántica. En W. G. Olga Fischer, *From sign to signing*, 23-40. John Benjamins. Obtenido de <https://doi.org/10.1075/ill.3>.
- Grote, K., Sieprath, H., & Staudt, B. (2018). ¿Didáctica para sordos? Weshalb wir eine spezielle Didaktik für den Unterricht in Gebärdensprache benötigen. En *DAS ZEICHEN. Zeitschrift für Sprache und Kultur Gehörloser. Vol. 110* (pp. 426-437).
- Grote, K., Sieprath, H. y Staudt, B. (2018). ¿Didáctica para sordos? 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). Usabilidad de vídeos en lengua de signos americana para presentar contenidos de evaluación de matemáticas. *La revista de estudios sordos y educación de sordos*, 23(3), 284-294. Recuperado de <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.) Obtenido de <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). Contar de manera diferente: Evaluación de los logros en matemáticas de los niños sordos y con problemas de audición a través de una lente única. *Anales americanos de los sordos*, 166(3), 318-341. Obtenido de <https://doi.org/10.1353/aad.2021.0023>.
- Hickman, J. (2013). El uso de la lengua de signos británica (BSL) en la enseñanza de las ciencias. Blog invitado de la Real Sociedad de Biología <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). Desarrollo de directrices de lengua de signos americana para evaluaciones académicas K-12. *La revista de estudios sordos y educación de sordos*, 21(4), 383-393. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/deafed/enw051>.
- Höst G., Schönborn K.J. y Tibell L. (2022) Imágenes visuales del microcosmos biológico: Percepción de los espectadores de realismo, preferencia y deseo de explorar. *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). El cuerpo en la mente: The bodily basis of meaning, imagination, and reason. University of Chicago Press.
- Johnstone A. H., (1991), ¿Por qué es difícil aprender ciencia? Las cosas rara vez son lo que parecen, *J. Comput. Assist. Lear.* 7, 75-83.
- Joice, W. y Tetlow, A. (2021) Jisc: Datos STEM sobre discapacidad para estudiantes y personal académico en 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). Desarrollo de la comprensión conceptual y las habilidades de argumentación científica de los niños sordos. *Argumentación Científica: A Literatura Literatura. Sordera & Educación Internacional*, 16(3), 146–160.
<https://doi.org/10.1179/1557069X13Y.0000000032>
- Känguruder Mathematik. (2022). Adventskalender en Gebärdensprache. <https://www.mathe-kaenguru.de/advent/gebaerden/index.html>.
- Khokhlova, A. (2013). Papel de la lengua de signos en el desarrollo intelectual y social de los niños sordos: Revisión de publicaciones extranjeras. *Revista de psicología moderna extranjera*, 2(4), 59-68. Obtenido de 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) Recursos para el razonamiento de conceptos de química: geometría molecular multimodal. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2024, 25, 524
- Kolmogorov, A. N. (2001). O razvitii matematicheskikh sposobnostej. Pis'mo V. A. Krutckomu, Voprosy psichologii, 3, 103-106, https://kolmogorov.info/o_razvitii_matemat_sposobnostey.html
- Korvorst, M., Nuerk, H.-C., & Willmes, K. (2007). Las manos lo tienen: Number Representations in Adult Deaf Signers. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(3), 362-372. Obtenido de <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. *Contribuciones al curso de Matemáticas 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: Explorando la influencia de la lengua de signos en la conceptualización matemática. En Dooley, T., & Gueudet, G. (Eds.), *Actas del Décimo Congreso de la Sociedad Europea de Investigación en Educación Matemática (CERME10, 1-5 de febrero de 2017)* (pp. 1316-1323). Dublín, Irlanda: DCU Institute of Education y ERME.
- Krutetskii, V. A. (1976). *La psicología de las habilidades matemáticas en los escolares*. University of Chicago Press.
- Kultusministerkonferenz. (2003). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4.12.2003.
www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf
<https://Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf>.
- Kultusministerkonferenz. (2004). Estándares educativos en el campo de las matemáticas para la educación primaria. Beschluss vom 15.10.2004, i.d.F. vom 23.06.2022.
www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf
<https://Primarbereich-Mathe.pdf>.
- Kurz, C., & Pagliaro, C. M. (2019). Usando la lengua de signos L1 para enseñar matemáticas. En *The Routledge handbook of sign language pedagogy* (pp. 85-99). Routledge.
- Kusters, A., y Hou, L. (2020). Etnografía lingüística y estudios de la lengua de signos. *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 Zeichen. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft*, 29(1), 79-109. Obtenido de <https://doi.org/10.1515/zfsw.2010.003>.

- 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. *Perspectivas de la psicología y la educación de la primera infancia*, 5(2). Obtenido de <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). Contar en la lengua de signos. *Revista de psicología infantil experimental*, 81(4), 482-501. Obtenido de <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. (Tesis doctoral, Institutionen för matematikämnets och naturvetenskapsämnenas didaktik, Stockholms universitet). Obtenido de <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-119363>
- Lindahl, C. (2021). 6 Sign Bilingualism as Semiotic Resource in Science Education: ¿Qué significa ?. En K. Snoddon & J. Weber (Ed.), *Critical Perspectives on Plurilingualism in Sordos 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. *Revista de estudios sobre sordera y educación de sordos*, 10(4), 357-375. Obtenido de <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. Obtenido del [sitio Web: https://www.nature.com/articles/s41578-023-00575-9](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., y Knoors, H. (2012). Sprache, Kognition und Lernen - Herausforderungen an die Inklusion gehörloser und schwerhöriger Kinder. En 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. y Machmer, E. (2017). No asuma que los estudiantes sordos son aprendices visuales. *Revista de discapacidades físicas y del desarrollo*, 29(1), 153-171. Obtenido de <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). Comprensión del lenguaje, estado auditivo y habilidades visuales-espaciales. *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. Obtenido de <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. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/deafed/enj017>.
- Meara, R., Cameron, A., Quinn, G., y O'Neill, R. (2016) Development of Geography and Geology Terminology in British Sign Language. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU2016-12390, 2016. Asamblea General de la EGU 2016 <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-12390.pdf>

- Mercer, N., y Littleton, K. (2007). Dialogue and the development of children's thinking : a sociocultural enfoque. Routledge, Londres y Nueva 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. *Lenguaje y comunicación*, 16(2), 165-178. Obtenido del sitio Web: [https://doi.org/10.1016/0271-5309\(96\)00008-0](https://doi.org/10.1016/0271-5309(96)00008-0).
- NASA Science (s.f.)
- Mercurio Datos: <https://science.nasa.gov/mercury/>
- Venus Datos: <https://science.nasa.gov/venus/> Tierra
- Datos: <https://science.nasa.gov/earth/facts/> Marte
- Datos: <https://science.nasa.gov/mars/> Júpiter
- Datos: <https://science.nasa.gov/jupiter/> Saturno
- Datos: <https://science.nasa.gov/saturn/>
- Datos sobre Urano: <https://science.nasa.gov/uranus/facts/>
- Datos sobre Neptuno: <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. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América*, 95(3), 922-929. Obtenido de <https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.922>.
- Decimonoveno Informe Anual de la Institución Columbia para Sordomudos. (1876). *Informe anual de la Universidad Gallaudet de 1858 a 1967*. Gobierno Imprenta Oficina. Obtenido de <https://archive.org/details/ANNUALREPORT-Gallaudet-1876/mode/2up>.
- Niss, M. (2019). La muy polifacética naturaleza de la investigación en educación matemática. Para el aprendizaje de las matemáticas, 39(2), 2-7, <https://www.jstor.org/stable/26757463>.
- Nordheimer, S., Marlow, A., Scholtz, J. (2024, 20.-23. febrero). Fostering mathematical creativity and talents with mathematical problems and competitions in German Sign Language. [Contribución a la conferencia]. The 13th International Group for Mathematical Creativity and Giftedness (IMCGC), Bloemfontein, South Africa.
- Nunes, T. (2004). *Enseñanza de las matemáticas a niños sordos*. Whurr.
- Nunes, T., y Moreno, C. (1998). El algoritmo con signo y sus errores. *Educational studies in mathematics*, 35(1), 85-92. Obtenido de <https://doi.org/10.1023/A:1003061009907>.
- Nunes, T. (2020). Niños sordos, necesidades especiales y aprendizaje de las matemáticas. En S. Lerman, *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 181-183). Springer, Cham. Obtenido del sitio Web: https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_42.
- Nunes, T., y Moreno, C. (2002). Un programa de intervención para promover el rendimiento de los alumnos sordos en matemáticas. *The journal of Deaf studies and Deaf Education*, 7(2), 120-133. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/deafed/7.2.120>.
- O'Neill, R., Quinn, G., & Cameron, A. (2019). Aprendiendo la jerga: cómo los científicos sordos crean nueva terminología técnica en lengua de signos británica. *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). Explorando evaluaciones alternativas para candidatos sordos signantes. *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. (2023). Obtenido de <https://doi.org/10.1093/deafed>.

- Pagliaro, C. M. y Kritzer, K. L. (2013). La brecha matemática: una descripción del rendimiento en matemáticas de los niños sordos/hipoacúsicos en edad preescolar. *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). ¿Lleva la sordera a una mejora de la cognición visual espacial en los niños? 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., y Christou, C. (2010). Visualización espacial frente a visualización de objetos: El caso de la comprensión matemática en matrices tridimensionales de cubos y redes. *Revista Internacional de Investigación Educativa*, 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). Visualización y superdotación matemática. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 297-311, <https://doi.org/10.1007/BF00305075>.
- Quinn, G., Cameron, A., y O'Neill, R. (2021). Signing the times: Enforced oralism in deaf education has left Faltan signos BSL para conceptos especializados. *Revista NEWSLI (Reino Unido)*, pp. 27-31.
- Rainò, P., & Halkosaari, O. A. (2018). La forma sorda de interpretar conceptos matemáticos. En C. Stone (Ed), *Deaf interpreting in Europe. Exploring best practice in the field*, 10-20. Asociación danesa de sordos. Recuperado de <https://ddl.dk/wp-content/uploads/DEAF-INTERPRETING-IN-EUROPE-2017.pdf>.
- Rathmann, C. (2025). Un ejemplo de tarea de la estocástica con la lengua de signos alemana.
- Rathmann, C. (2022, 10. febrero). Creación de signos técnicos en lengua de signos alemana. Estrategias icónicas y lingüísticas y aplicación. Taller Signos Neologismos. Atenas, Grecia.
- Rathmann, C., Mann, W. y Morgan, G. (2007). Estructura narrativa y desarrollo narrativo en niños sordos. *Deafness Educ. Int.*, 9, 187-196.
- Raven, S., & Whitman, G. M. (2019). Ciencia en silencio: Cómo enseñan ciencias los educadores de sordos e hipoacúsicos. *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). El triángulo de Johnstone : la clave para entender la química / Norman Reid. Real Sociedad de Química.
- Rosanova, T. (1991). *El desarrollo de habilidades en niños sordos*. Pedagogika. Rozanova, T.
- V (1991). Razvitie sposobnostej gluchich detej. Pedagogika.
- Rosanova, T. V. (1978). Razvitie pamjati i myšlenija gluchich detej. Pedagogika.
- Rosanova, T. (1978). *El desarrollo de la memoria y el pensamiento de los niños sordos*. Pedagogika.
- Rosanova, T. (1971). Memory. En I. Solovjev, Z. Shif, T. Rosanova, & N. Yashkova, *La psicología de los niños sordos*, 87-124. Ilustración.
- Rosanova, T. V. (1966). Psychologija rešenija zadač gluchimi škol'nikami. Prosveščenie.
- Roth, J. (2013). Vernetzen als durchgängiges Prinzip - Das Mathematik-Labor "Mathe ist mehr". En A. S. Steinweg (Ed.), *Mathematik vernetzt. Band 3 der Reihe "Mathematikdidaktik Grundschule"* (pp. 65- 80), Imprinta de la Universidad de Bamberg.
- Ruf, U., & Gallin, P. (1999). *¡Ich mache das so! ¿Cómo lo haces? 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). Obtenido de <https://doi.org/10.1038/s41539-023-00202-w>.

- Santos, S., & Cordes, S. (2022). Habilidades matemáticas en niños sordos e hipoacúsicos: The role of language in developing number concepts. *Psychological Review*, 129(1), 199-211. Obtenido de <https://doi.org/10.1037/rev0000303>.
- Scott, J., Henner, J., & Skyer, M. (2023). Six Arguments for Vygotskian Pragmatism in Deaf Education (Seis argumentos a favor del pragmatismo vygotskiano en la educación de sordos): Multimodal Multilingualism as Applied Harm Reduction. *Anales americanos de los sordos*, 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>.
- Diccionario de la lengua de signos (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 en Signo Lengua de Signos. (2023). Mathe-Adventskalender en 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). *La enseñanza de la geometría visual en una escuela para sordos*. Academia de Ciencias Pedagógicas de la RSFSR.
- Suchova, V. (2002). La enseñanza de las matemáticas en los grados preparatorios IV de las escuelas para niños sordos y con dificultades auditivas. Libro de texto para universidades / V.B. Sukhova. - Moscú : Academia; 184.
- Szűcs, K. (2019, 6.-10. febrero). Los estudiantes con discapacidad auditiva, ¿aprenden matemáticas de manera diferente a sus compañeros oyentes? - Una revisión. *Undécimo Congreso de la Sociedad Europea de Investigación en Educación Matemática*. Utrecht, Países Bajos
- Tabak, J. (2014). ¿Qué son las matemáticas superiores? ¿Por qué es tan difícil de interpretar? ¿Qué se puede hacer? *Revista para la interpretación*, 23(1), 1-18. Obtenido de <https://digitalcommons.unf.edu/joi/vol23/iss1/5>.
- Tabak, J. (2016). Sobre la expresión de las matemáticas superiores en lengua de signos americana. *Revista de interpretación*, 25(1), 1-19. Obtenido de <https://digitalcommons.unf.edu/joi/vol25/iss1/10>.
- Taber, K. (2012). Teaching secondary chemistry. Londres: 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. *Investigación y práctica de la enseñanza de la química*, 14(2), 156-168.
- Thom, J.S., y 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). Cincuenta años de investigación sobre la inteligencia de los niños sordos y con dificultades auditivas: A Review of Literature and Discussion of Implications. *The journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(3), 225-231.
- Vernon, M., y Wallrabenstein, J. M. (1984). El diagnóstico de sordera en un niño. *Journal of communicational disorders*, 17(1), 1-8.

- Villwock, A., Wilkinson, E., Piñar, P., & Morford, J. P. (2021). Desarrollo del lenguaje en sordos bilingües: Deaf estudiantes de secundaria co-activan el inglés escrito y la lengua de signos americana durante el procesamiento léxico. *Cognition*, 211. Obtenido de <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. (2024). Obtenido de <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. julio). Teachers' view of twice-exceptional students - outline of the challenges in recognizing mathematical giftedness and supporting needs of hearing impairment. Conferencia: Actas del 13º Congreso de la Sociedad Europea de Investigación en Educación Matemática (CERME), Budapest, Hungría.
- 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. Obtenido del sitio Web: <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. Obtenido de <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000449>.
- Werner, V., & Hänel-Faulhaber, B. (2024, 7.-14. julio). ¿Apoyan los números de la lengua de signos alemán el desarrollo de las habilidades para contar? *15th International Congress on Mathematical Education*. Sydney, Australia.
- Werner, V., & Hänel-Faulhaber, B. (2022, 29. agosto - 02. septiembre). Löseverhalten tauber und hörender Kinder beim Reparieren von Reihen- und Kreismusterfolgaufgaben - erste Ergebnisse. *56. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)*. Frankfurt am Main, Alemania.
- Werner, V., Masius, M., Ricken, G., & Hänel-Faulhaber, B. (2019). Mathematische Konzepte bei gehörlosen Vorschulkindern und Erstklässlern. *Lernen und Lernstörungen*, 8(3), 155-165. Obtenido de <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000216>.
- Wille, A. (2020). Mathematische Gebärden der Österreichischen Gebärdensprache aus semiotischer Sicht. En G. Kadunz, *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht*, 193-214. Springer Spektrum. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-662-61194-4_9.
- Wille, A. M. (2020). Mathematische Gebärden der Österreichischen Gebärdensprache aus semiotischer Sicht. En Kadunz, G. (Eds.), *Zeichen und Sprache im Mathematikunterricht*. Springer Spektrum. Winkelnbach, B.
- (2011). Die Käferwanderung auf dem Würfel. *Stochastik in der Schule*, 31, 23-27.
- Wittmann, E. Ch. (2001). Grundkonzeption des Zahlenbuchs. En 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. marzo). Materialien für den Mathematikunterricht gehörloser Schülerinnen und Schüler. *52. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik und der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (GDMV)*. Paderborn, Alemania.
- Wille, A. (2019). Gebärdensprachliche Videos für Textaufgaben im Mathematikunterricht: Barrieren abbauen und Stärken gehörloser Schülerinnen und Schüler nutzen. *Mathematik differenziert*, 2019(3), 38-44. Obtenido de www.westermann.de/anlage/4617337/Gebaerdensprachliche-Videos <https://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, Alemania.
- Wille, A. M. (2008). Aspectos del concepto de variable en diálogos imaginarios escritos por estudiantes. En 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, México: PME.
- Yashkova, N. (1988). *El pensamiento visual de los niños sordos*. Pedagogika.
- Zajceva, G. L. (2000) *Žestowaja reč'*. VLADOC.
- Zarfaty, Y., Nunes, T., & Bryant, P.E. (2004). El rendimiento de los niños sordos pequeños en tareas numéricas espaciales y temporales. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(3), 315-26, <https://doi.org/10.1093/deafed/enh034>.

