

ANDREA BAROJAS GÓMEZ, IGNACIO GARNICA DOVALA

COMPRENSIÓN DE NOCIONES DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL MEDIADA POR LA LSM EN EL AULA DE SORDOS [17-21]: ESTUDIO DE CASOS

COMPREHENSION OF NOTIONS OF THE DECIMAL METRIC SYSTEM
MEASURED BY THE LSM IN CLASSROOM OF DEAF [17-21]: CASE STUDY

RESUMEN

Un problema central de la enseñanza de las matemáticas del Sordo es la comunicación entre docente y aprendiz, situación que exige reconocer las Lenguas de Señas como naturales. Nuestra investigación parte de este principio y se orienta a la comprensión de la Lengua de Señas Mexicana (LSM) en su relación con nociones matemáticas que se desarrollan en el aula de Sordos, específicamente a la de su gramática y a la construcción de Señas relativas a nociones del sistema métrico decimal (SMD). Se propone un modelo de comunicación para desarrollar tres procesos en el aula: enseñanza, indagación e investigación que propició la constitución de Señas pertinentes a cada una de nueve nociones: siete de matemáticas y dos de instrumentos de medición. Se realizó en condiciones de tiempo real en el aula con ocho jóvenes Sordos. Los resultados evidencian la relevancia del reconocimiento antes descrito y la necesaria presencia de la lengua escrita.

PALABRAS CLAVE:

- *Sordo*
- *Comunicación*
- *LSM*
- *Señas*
- *SMD*

ABSTRACT

A central problem of the teaching of the mathematics of the Deaf is communication between teacher and student, a situation that requires the recognition of the Languages of Signs as naturals. Our research starts from this principle and is oriented to the understanding of the Mexican Sign Language (LSM) in its relation mathematical notions that are developed in the classroom of Deaf, specifically to the one of its grammar and to the construction of Signs related to notions of the decimal metric system (DMS). A communication system is proposed to develop three processes in the classroom: teaching, research and inquiry that led to the construction of Signs pertinent to each of nine notions: seven of mathematics and two of instruments of measurement. It was performed in real - time conditions in the classroom with eight young Deaf people. The results show the relevance of the above described recognition and the necessary presence of the written language.

KEY WORDS:

- *Deaf*
- *Communication*
- *LSM*
- *Signs*
- *DMS*



RESUMO

Um problema central do ensino da matemática para os Sordo é a comunicação entre professor e aluno, uma situação que requer reconhecendo linguagens de sinais como natural. Nossa pesquisa começa a partir desse princípio e está orientada para a compressão da Linguagem de Sinais Mexicana (LSM) em sua relação com noções matemáticas que são desenvolvidas na sala de aula dos Surdos, especificamente para a gramática e a constituição de Sinais em relação a noções do sistema métrico (SM). Um modelo de comunicação e proposto para desenvolver três processos na sala de aula: ensino, inquérito e investigação que levou ao estabelecimento de Sinais relevantes para cada uma das nove noções: sete em matemática e dois de instrumentos de medição. Foi realizado em condições de tempo real na sala de aula com oito jovens surdos. Os resultados demonstram a importância de reconhecimento descrito acima e a presença necessária da linguagem escrita.

PALAVRAS CHAVE:

- *Surdo*
- *Uma comunicação*
- *LSM*
- *Sinais*
- *SMD*

RÉSUMÉ

Un problème central des mathématiques de l'enseignement Sourds est la communication entre l'enseignant et l'élève, une situation qui exige la reconnaissance des langues des signes comme naturel. Notre enquête sur ce principe et vise à comprendre la Langue des Signes Mexicaine (LSM) dans leur relation avec les notions mathématiques développées dans la salle de classe Sourds, en particulier celui de sa grammaire et la mise en place de Signes sur les notions le système métrique décimal (SMD). Un modèle de communication est proposé de développer trois processus en classe: l'enseignement, de recherche et d'enquête qui ont conduit à la mise en place de Signes pertinents chacun neuf notions: sept en mathématiques et deux instruments de mesure. Elle a été réalisée dans des conditions en temps réel dans la salle de classe avec huit jeunes sourds. Elle a été réalisée dans des conditions en temps réel dans la salle de classe avec huit jeunes sourds. Les résultats démontrent la pertinence de la reconnaissance décrite ci-dessus et la présence nécessaire de la langue écrite.

MOTS CLÉS:

- *Sourds*
- *Communication*
- *LSM*
- *Signes*
- *SMD*

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación, cualitativa con estudio de casos, fue estudiar la gramática e la Lengua de Señas Mexicana (LSM) en el contexto de procesos de adquisición de nociones matemáticas por parte de una comunidad de jóvenes

sordos. Partimos del reconocimiento de la LSM como lengua natural, en este sentido y ante la complejidad de la “Seña” como unidad de análisis para comprender el proceso de comunicación de mensajes contenidos de nociones matemáticas, así como considerar las expresiones escritas en condición mínima –expresión numérica y expresión *correlativa escrita*: 7 –siete, como ejemplo - se procedió a identificar, caracterizar y analizar “Señas” pertinentes a nociones matemáticas asociadas al Sistema Métrico Decimal (SMD). La constitución y propuesta de ellas se realizó en el aula en el curso de tres procesos –enseñanza, indagación e investigación– con la participación fundamental de estudiantes sordos, miembros de una comunidad escolar. Los procedimientos para la constitución y propuesta de las señas fueron establecidos por la comunidad sorda. El desarrollo de la investigación se realizó ante el planteamiento de las preguntas siguientes: ¿Cuáles son los alcances y limitaciones del sordo, usuario de la LSM en los procesos de comunicación y de comprensión de las nociones del SMD asociadas a la cantidad de peso?, ¿cuáles son las características fundamentales de las señas relacionadas con el lenguaje matemático correspondientes a las nociones de cantidad de peso? y ¿cuáles son las señas propuestas que favorecen la adquisición de las nociones de cantidad de peso? Y los objetivos son: a) Identificar los niveles de competencia lingüística y comunicativa de la LSM de los sordos en el aula; b) identificar y caracterizar las señas correspondientes a las nociones de cantidad de peso y las vinculadas; c) evaluar la adquisición de las nociones de cantidad de peso, con base en las señas propuestas y acordadas e d) identificar las nociones adquiridas resultado del proceso de enseñanza en el aula de sordos.

El motivo de la investigación fue por la labor docente realizada con jóvenes sordos señantes, mediante el uso de la LSM como medio de comunicación; de la reflexión sobre la falta de planes y programas de estudio de matemáticas dirigidos a la comunidad sorda; la falta de capacitación en el uso de la LSM de los docentes; del alto porcentaje de inserción tardía al sistema escolarizado; y por la deserción, consecuencia de ausencias metodológicas y educativas apropiadas. Su antecedente es un estudio sobre “*Procesos de adquisición del conocimiento matemático y de la lengua escrita ante la privación de la percepción auditiva*” realizado en el ciclo escolar 2009-2010, bajo los objetivos de un Acuerdo Académico que el Departamento de Matemática Educativa (DME) del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) estableció con Grupo Tessera, A.C., organización no gubernamental (ONG). Los resultados obtenidos en las actividades enfocadas a la adquisición de conocimientos matemáticos y a la expresión escrita no fueron los esperados, pero su análisis permitió plantear una nueva estrategia sustentada en el uso de LSM y en la identificación de señas precisas para las nociones matemáticas relacionadas con la cantidad de peso, en un contexto de competencia lingüística y de comunicación de la LSM para la comprensión de nociones del SMD.

2. MARCO TEÓRICO

Los aportes teóricos se centraron en los fundamentos de la Gramática de la LSM, en los de los conceptos matemáticos implícitos y en el tratado de la convención del metro y el sistema internacional de unidades, las nociones matemáticas asociadas a los conceptos: sistema métrico y número decimal.

2.1. Gramática de la LSM

La lengua de señas, lengua natural de los sordos, que se expresa con las manos y acompañada de expresiones faciales y corporales, así como mirada intencional, dotada de función lingüística para producir significados que se perciben por la vista y se organiza en un espacio gracias a las reglas y funciones que posee esta lengua, es decir, su propia gramática¹.

Las lenguas de señas no son reproducciones ni representaciones de la lengua oral, ni son universales, cada país de la comunidad sorda posee su propia lengua, por ejemplo ASL (American Sign Language) en Estados Unidos, Libras – LBS (Lingua Brasileira de Sinais) en Brasil.

Las señas se organizan siguiendo las reglas que definen los distintos niveles de la estructura de la lengua: fonológico, morfológico, sintáctico, semántico y pragmático de manera simultánea que les permite establecer un canal de comunicación visual y espacial con el fin de que los sordos trasciendan de la conversación cotidiana a la construcción de conocimientos, a la discusión y reflexión de una amplia variedad temática. Cruz - Aldrete (2008) indica que:

...es indudable que exista avances cuantitativos en la lingüística de las lenguas de señas; sin embargo es evidente que aún se desconocen muchos aspectos gramaticales, fonológicos y semánticos de ellas, y que todavía se enfrentan problemas metodológicos para la recolección del corpus y de su transcripción. La lingüística de las Lenguas de Señas es una disciplina muy joven, y en América Latina apenas se está desarrollando... (p.17).

En la formación de las señas se usan las manos, principal articulador, aunque no el único.

¹ En la lengua de señas, la estructura gramatical, no es la misma que en la lengua oral, es decir, el orden de las palabras no es igual con el de las señas en el momento de formar oraciones. En la lengua oral, el orden es: sujeto - verbo - objeto. Y en la lengua señas hay dos formas: sujeto - objeto - verbo. La otra forma es: tiempo - lugar - sujeto - objeto - verbo.

Al intentar describir cómo se articulan las señas, lo primero que nos viene en la mente es ¿cuál mano uso para producir las señas?, ¿mano derecha o mano izquierda?, en esos casos no hay reglas sobre uso de las manos, depende si la persona es zurda o diestra, por esta razón se prefiere usar términos *mano activa (MAC)* referente a la mano que se utiliza con frecuencia y *mano débil (MD)* para referirnos a la otra mano. Esta investigación consideró el análisis morfosintáctico, los clasificadores y fonológico de las señas propuestas de las nociones matemáticas siguiendo lo establecido por Cruz - Aldrete (2008). Massone y Martínez (2012) consideran que los clasificadores, desde el punto de vista de la lingüística, existen porque: a) son morfemas productivos; b) son identificables y pueden adscribirse a una entidad del mundo; c) son parte del sistema lingüístico de la lengua de señas y no parte del componente gestual, ya que pertenecen a la estructura gramatical interna de la seña; d) en la mayoría de los casos se derivan de un sustantivo correspondiente en significado, es decir, que el sustantivo o la seña independientemente puede rastrearse en la lengua.

Y en lo fonológico, se estudia la expresión que se manifiesta a través de tres segmentos, elementos centrales de la estructura de las señas, así como las reglas y regularidades que rigen la articulación de las señas.

- *Matriz segmental (MS)*: Estos segmentos corresponden a los rasgos que describen la actividad de la mano durante la producción del segmento, es decir si se mueve o no la mano y si es así de qué manera lo hace; por tanto, la matriz está definida por secuencias de detenciones y movimientos.
- *Movimiento (M)*: cambia algunos aspectos de la ubicación o de la configuración manual. Los rasgos articulatorios de este segmento representan estados, por tanto, se requiere especificar un estado inicial y un estado final del conjunto de estos rasgos para indicar los cambios durante la producción.
- *Detención (D)*: la posición de la mano no cambia. Los rasgos articulatorios tienen un estado fijo, por ello sólo se requiere de una matriz de rasgos articulatorios para describir este tipo de segmento.
- *Transición (T)*: se le llama transición al segmento en el cual cambian algunos rasgos articulatorios de la estructura de la mano para arribar a un estado final. En función del tiempo suele ser de una duración menor a los segmentos anteriores.
- *Matriz articuladora (MA)*: esta matriz está constituida por cuatro grupos que en su conjunto describen la postura de la mano y su ubicación en el momento de la realización de la seña:

- *Configuración de la mano (CM)*: la forma de la mano desde cómo se colocan los dedos.
- *Ubicación (UB)*: es el punto de contacto, donde se realiza la articulación.
- *Dirección (DI)*: se refiere hacia qué lugar del espacio se dirige la seña y qué parte de la mano se orienta frente algún lugar del cuerpo.
- *Orientación (OR)*: que hace referencia a la parte de la mano que está frente al plano horizontal con respecto al piso, es decir la palma de la mano.
- *Matriz de rasgos no manuales (RNM)*: Está formada por rasgos que dan cuenta de las expresiones de la cara, movimientos de la boca, nariz, cejas, ojos, o posturas del cuerpo articulados significativamente y que junto con la actividad de las manos constituyen las señas.

En la Figura 1, se presenta el ejemplo de una seña (peso), con el fin de mostrar los tres segmentos, así como sus correspondientes elementos.

<p>MS Inicia con detención (D) y realiza el movimiento (M) en forma lineal vertical y concluyendo en detención (D).</p> <p>CM Dedos anular y meñique cerrados. El índice y el medio extendido y la yema del pulgar se pone entre ellos, la punta del índice hacia arriba y la del medio hacia abajo.</p> <p>UB A la altura del pecho.</p> <p>DI Movimientos ligeros en forma lineal vertical de abajo para arriba apoyándose en la palma de la otra mano.</p> <p>OR Palma de la mano hacia un lado del cuerpo de la persona que está usando la seña.</p> <p>MD Mano izquierda</p> <p>MS Mano con la configuración correspondiente se mantiene en detención (D).</p> <p>CM Mano abierta con los dedos extendidos juntos excepto el pulgar que se mantiene separado.</p> <p>UB A la altura del pecho un poco debajo de la otra mano.</p> <p>DI Base</p> <p>OR Palma hacia arriba.</p> <p>RNM No se presenta.</p>	
--	---

Figura 1. Descripción de la seña PESO con los parámetros fonológicos

Para la transcripción de esta lengua, en esta investigación entendemos que “Una transcripción es un sistema de notación, que implica no sólo la descripción de la configuración de la mano, sino de todos los elementos lingüísticos que están presentes en la deixis espacial, o el uso de los rasgos no manuales...” (Cruz - Aldrete, 2008, p. 94). Y se ha empleado un sistema de glosas². Las glosas reflejan tanto los componentes manuales de la LSM como las expresiones faciales y corporales que aparecen en cada una de las producciones en señas que se usan para marcar las modalidades interrogativas, negativas, afirmativas, dubitativas y exclamativas. Para representar la transcripción de las señas se usaron palabras del español transcritas en mayúsculas. Por ejemplo, si en una transcripción en glosa leemos: UNO - MIL - GRAMO - CONVERTIR - KILO - CUÁNTO, la interpretación al español no es *un mil gramo convertir kilo cuanto* sino Mil gramos ¿Cuántos kilos son? (véase Figura 2).

LSM						
Glosas	UNO	MIL	GRAMO	CONVERTIR	KILO	CUÁNTO ¿?(RNM)
Español	Mil gramos ¿cuántos kilos son?					

Figura 2. Transcripción en glosas e interpretación al español

2.2. Aspectos cognoscitivos

Mayberry (2002) menciona que la sordera no es una variable determinante para el desarrollo cognitivo, sino que la falta de experiencias tanto en el medio físico

² ...glosar significa transcribir un Signo o una secuencia signada en lengua de Signos con palabras en español. Glosar no es lo mismo que traducir. Las glosas representan signos y hasta cierto punto intentan reproducir el significado del signo, pero no de una manera exacta. Es por esto, que no deben tomarse como una traducción perfecta del signo, porque habrá contextos en los que en español se utilizará esa misma palabra, pero en lengua de signos no se utilizará el mismo signo; o al contrario, contextos en lengua de signos en los que se utilice ese mismo signo pero no se traduzca por esa palabra en español. El objetivo principal, por tanto, es reproducir la esencia y la estructura de la frase en lengua de signos, no es su significado en lengua oral. (Rodríguez, 1992, p. 24).

como en el mundo social y en concreto la ausencia de lenguaje parecen ser factores determinantes en el desarrollo cognitivo.

Así, el desarrollo cognitivo del niño sordo está la función de su nivel de lenguaje, de su intercambio con el medio y de sus experiencias cotidianas. Sobre la adquisición de la lengua de Emmorey (2002) concluye que los sordos procesan en las mismas etapas que los oyentes. La lengua de señas:

... no se basa en los aspectos del lenguaje icónicos y analógicos, más bien construyen un sistema gramatical según principios lingüísticos. Parece haber... temprana ventaja comunicativa a través de gestos, ya que los niños sordos, desde pequeños, distinguen entre gestos comunicativos (manuales o faciales) y gestos lingüísticos (signos léxicos y gramaticales expresiones faciales). (p. 203).

Respecto a la funcionalidad de la lengua de señas, destaca que se basa en la percepción visual y se caracteriza por ser una lengua viso - espacial, en la que el movimiento y el espacio se utilizan para la transmisión de información y se sustenta en la temporalidad y linealidad. Concluye de los estudios sobre la cognición viso - espacial que las habilidades para crear imágenes mentales y transformarlas son parte integral de la producción y comprensión de las señas y que su uso constante puede llevar a una mejora de las habilidades dentro del dominio de la lengua de señas lo cual tiene importantes implicaciones para la interacción del lenguaje y la cognición. En cuanto al estudio sobre la memoria, observa, a partir de unas pruebas sobre memorización de palabras en señas, que los sordos tendían a conservar las propiedades fonológicas, pero no las propiedades semánticas de las señas.

2.3. *Visualización*

Sacks (1989) afirma que la existencia de un lenguaje visual, la Seña, y el aumento de la percepción vinculada con la de la inteligencia visual que aporta su aprendizaje, muestra la flexibilidad casi ilimitada y los recursos del sistema nervioso, del cerebro humano, ante una nueva situación y la adaptación respectiva. Aclara que los señantes muestran la misma lateralización cerebral que los hablantes, no obstante que su lenguaje es naturalmente espacio - visual (y por lo tanto corresponde al hemisferio derecho). Enfatiza:

Este descubrimiento... Confirma en el plano neurológico, que la seña es un lenguaje y que el cerebro la aborda como tal, aunque sea visual más que auditiva, y aunque se organice espacial más que secuencialmente. Y corresponde como lenguaje al hemisferio izquierdo del cerebro que está

especializado biológicamente en esa función concreta.... El hecho de que la seña dependa del hemisferio izquierdo, pese a su organización espacial indica que hay una representación de espacio <<lingüístico>> en el cerebro completamente distinta del espacio <<topográfico>> ordinario.” (p. 147).

La idea de compensación de la capacidad visual ante la pérdida auditiva no se atribuye sólo a quienes son usuarios de la lengua de señas. Todos, incluso los poslingüísticos hablantes, experimentan refuerzo de la sensibilidad visual, y tienden hacia una orientación más visual. Lo cual nos conduce a la noción de esquema de compensación visual, propio de la cognición visual.

2.4. *Matemática Educativa*

Los conceptos matemáticos que le subyacen a esta investigación son los relacionados con el *sistema de números decimales*, en particular las fracciones; y del sistema métrico decimal. la unidad de medida del peso. Las nociones de *estimación –perceptual–*, *conteo*, *valor de posición*, *aditividad*, *partición decimal* y *las representaciones numéricas respectivas* en LSM, se trataron en su sentido concreto. La estrategia para su tratamiento consistió en el uso de los instrumentos de *medición*, básculas y balanzas, las primeras para medir cantidades hasta de 10 kg, y para cantidades menores a un gramo las segundas, específicamente la balanza granataria de tres brazos.

2.4.1. *Fracción decimal*

Desde el punto de vista formal, una fracción decimal se define por su representación en el continuo de la recta numérica como un conjunto de puntos que se construyen bajo el procedimiento de la idea de partición decimal. Courant y Robbins, (1979) precisan la idea en los siguientes términos:

...por ejemplo, los números obtenidos por subdivisión de cada intervalo unidad en 10, luego en 100, 1000, etc., segmentos iguales. Los puntos así obtenidos corresponden a <<fracciones decimales>>; p. ej., $0.12 = \frac{1}{10} + \frac{2}{100}$ corresponde al punto situado en el primer intervalo unidad, en el segundo subintervalo de longitud 10^{-1} , y en el origen del tercer <<sub-sub>> intervalo de longitud 10^{-2} . (a^n significa $\frac{1}{10^n}$). Si una *fracción decimal* contiene n cifras después del punto, tiene la forma: $f = z + a_1 10^{-1} + a_2 10^{-2} + a_3 10^{-3} + \dots + a_n 10^{-n}$, donde z es un entero y la a son cifras (0, 1, 2, ..., 9) que indican las décimas, centésimas, y así sucesivamente. El número f se representa en el sistema decimal en la forma abreviada $z, a_1 a_2 a_3 \dots a_n$. (p. 6).

Freudenthal (1983) propuso una estrategia didáctica para la enseñanza como condición para el arribo a la comprensión formal del concepto: "... se me ocurrió que la didáctica usual, que apunta a la enseñanza de reglas para el lugar del punto decimal puede conducir a un bloqueo de la intuición y de la necesidad de la intuición." (Freudenthal, 1983, p. 173). Para remontar las formas tradicionales de la enseñanza de los decimales planteó el nivel más elemental, al que denominó "escalera de refinamiento" (véase la Figura 3).

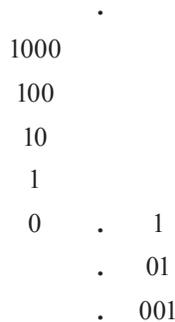


Figura 3. Escalera de refinamiento (tomado de Freudenthal, 1983, p. 173)

2.4.2. La medición

Russell (1973) señaló que "La medición es un método que establece una correspondencia única y recíproca entre todas las magnitudes de un tipo y entre todos los números enteros, racionales o reales, según el caso" (Russell, 1973, p. 533). Roberts (1979) precisa que:

... la idea encaja con los ejemplos de la Física tales como temperatura o masa. En el caso de la temperatura, la medición es la asignación de números que preservan la relación observada "más caliente que" en el caso de la masa, la relación que se preserva es "más pesado que" (p. 50).

Definiciones elementales. Las magnitudes *fundamentales* —longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente, temperatura e intensidad luminosa— son abstracciones susceptibles de ser cuantificadas. El Sistema Internacional de *unidades* (SI) incluye las denominadas magnitudes *derivadas*, entre otras las geométricas, cinemáticas, estáticas, etc.

El peso, concepto central en nuestro estudio, se define tomando en consideración la concepción de la *magnitud masa*, como se establece en Feynman, Leigton y Sands (1971):

... como medida cuantitativa de la inercia, y podemos medir masa, por ejemplo, haciendo girar un objeto en círculo a determinada velocidad y midiendo cuánta fuerza necesitamos para mantenerlo en círculo. De esta manera, encontramos cierta cantidad de masa para cada objeto. (p. 9-2).

Así concebida, para la física clásica el peso será definido como la medida de la fuerza que ejerce la gravedad sobre la masa del cuerpo. La unidad de masa, kilogramo (kg), es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo. “Actualmente la unidad de masa está representada por un cilindro de platino iridio de diámetro y altura iguales (39 mm).” (Nava, Pezet y Gutiérrez, 2001, p.22).

3. METODOLOGÍA

Se trató de una investigación cualitativa (Taylor & Bogdan, 1987), con base en la observación directa de las señas de la LSM referentes a las nociones de *cantidad de peso*, en un contexto educativo que se centró en los acontecimientos dentro del aula; y de estudio de casos (Pérez, 2009) de carácter descriptivo e interpretativo del fenómeno en estudio. Se trataron de manera simultánea las cantidades de longitud y las de peso que tienen como referente común al SMD. Este estudio tomó como antecedente en la constitución de las señas la parte correspondiente al tratamiento de la magnitud longitud y centró su objetivo en la magnitud peso.

Con los ocho jóvenes sordos se formaron dos grupos, cada uno de cuatro estudiantes, en el primer grupo se trataron las nociones de cantidad de longitud —no se incluye en este estudio— y en el segundo, las nociones de cantidad de peso. Las actividades diseñadas sobre el uso y comunicación de señas para las nociones en foco, se realizaron durante sesenta sesiones de cuatro horas, alternas, cada quince días, en el desarrollo de tres procesos de investigación en condiciones de tiempo real en el aula: (1) *enseñanza* de las nociones en foco a cada grupo; (2) *indagación o comunicación entre pares*, con el segundo grupo, para identificar los niveles de competencia lingüística y comunicativa, bajo la estrategia de comunicación entre pares, para observar el uso de la LSM y de las señas propuestas de las nociones adquiridas, así como para informar de la comprensión de mensajes con contenidos matemáticos; (3) *investigación, en Cámara Gessell*, que consistió en la aplicación de entrevistas individuales sobre las nociones en cuestión, con un guion en LSM. La Figura 4 muestra el modelo de los tres procesos de la investigación en el aula.

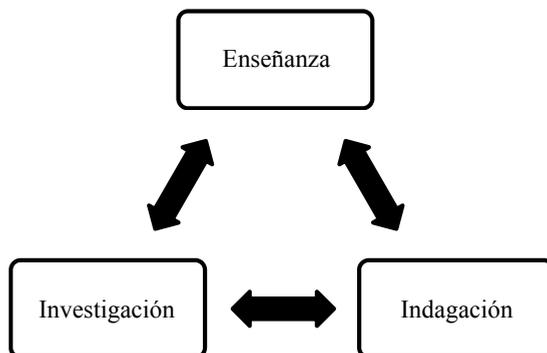


Figura 4. Modelo de los tres procesos de la investigación en el aula

3.1. Escenario y Población

Los procesos de investigación se realizaron en una de las aulas de la Biblioteca de Física, Matemática y Matemática Educativa del Cinvestav. Se dirigió a una población sorda con características heterogéneas, integrada por ocho jóvenes en edades de 17-21 años, con pérdida auditiva profunda, bilateral y prelocutivos, es decir, sordera previa a la adquisición del lenguaje. Dos de ellos con discapacidad agregada: en un caso, Síndrome de Usher —condición genética que implica pérdida de audición congénita y después pérdida gradual de la visión por causa de retinitis pigmentaria — y en el otro, parálisis cerebral originada por una lesión en las áreas del movimiento, presentándose en este caso, una paraplejía en los miembros inferiores. Todos los jóvenes son usuarios de LSM, con distintos grados de competencia lingüística y comunicativa en razón de que la adquirieron en distintos momentos cronológicos de sus vidas y en distintos lugares y cursan la educación básica en una ONG. Para los fines de esta investigación —estudio de casos pertenecientes al segundo grupo— a cada uno de ellos se le identificó con un código, las dos primeras letras de sus nombres: *Da*; *Di*; *Mx*; *Os*.

3.2. Instrumentos y Técnica

Los instrumentos que se usaron en la *enseñanza* fueron: planes de las actividades diseñadas, básculas romanas, dinamómetro y balanza granataria de tres brazos, con las cuales se atendieron las nociones en foco y objetos concretos para el pesaje, así como también las fotografías, el uso de pizarrón, papel y lápiz. En la *indagación* se aplicaron instrumentos para el control y verificación de la lectura – escritura – de expresiones numéricas y viceversa, relacionadas con la partición decimal con el uso de papel y lápiz; y en el proceso de *investigación*,

se usaron guiones de entrevista individual para su aplicación en LSM. En los procesos de *indagación* y de *investigación* se realizaron las transcripciones en glosas e interpretación al español así como las fonológicas (Cruz - Aldrete, 2008) las cuales resultaron fundamentales para el análisis de la lengua misma. Para la identificación y comparación de señas asociadas a las nociones matemáticas que aquí se propusieron, se revisaron los diversos diccionarios de lengua de señas de México y de otros países³. Las técnicas de registro fueron: la bitácora, la videograbación de las actividades realizadas en los tres procesos.

3.3. *Comunicación en el aula de matemática educativa: un modelo*

La comunicación en el aula condujo a la estructuración de un modelo *ad-hoc* diseñado para el desarrollo de esta investigación (véase Figura 5). El modelo implicó la participación de dos personas, que fungieron, una como: 1) investigador en matemática educativa (IME), asesor y director de este proyecto de esta investigación. Y la otra persona como 2) investigadora en formación en matemática educativa (IFME) quien cumplió tres funciones: a) docente, desarrolló las actividades de enseñanza, y fungió también como: b) intérprete; Guardia (2010) señala que Burad (2008), a partir de la definición de Famularo (1995), expresa que “...el intérprete de lengua de señas - lengua hablada, es un mediador en la comunicación entre personas que se expresan mediante distintos códigos lingüísticos...”⁽⁴⁾ para “...igualar la situación de comunicación entre las personas sordas usuarias de la LS (Lengua de Señas) y las personas no competentes en la misma” (De los Santos y Lara, 2001; p. 30); también, como c) IFME, planeó y analizó los resultados del proceso de indagación e investigación. Estas dos personas se distinguen en función de la competencia lingüística y comunicativa mediante el uso de la lengua oral por una parte y de la lengua de señas por la otra, pero también por la competencia formal de conocimiento matemático. Ambas interactuaron e intervinieron en la realización de los actos comunicativos durante el desarrollo de las actividades en el aula.

³ Diccionarios de LSM (López, Rodríguez, Zamora & San Esteban, 2006; Miranda, 1987). Diccionarios digitalizados (Español-LSM DIELSEME 1 y 2).

⁴ Lengua de señas de otros países: diccionarios digitalizados de Argentina (Manos que hablan), Brasil (Diccionário da Língua Brasileira de Sinais), España (sématos.eu), Colombia (Diccionario Básico de la Lengua de Señas Colombiana; Diccionario de señas. Fundación HEATAD(Herramientas Tecnológicas para Ayuda Humanitaria)) y Texas, E.U. (Texas Math Sign Language Dicctionary).

<https://goo.gl/gcA8Un>

Los estudiantes, requirieron de interpretación en LSM en todas las actividades diseñadas y desarrolladas en los tres procesos de la investigación en el aula. Es decir, las interacciones comunicativas entre el IME, no competente en la misma, y los estudiantes, fueron mediadas por la lengua accesible para cada uno de ellos. Por otro lado el *informante*, “...persona sorda conocedora del lenguaje gestual” (Rodríguez, 1992) (véase Figura 5) solamente fue consultado respecto a las señas construidas y propuestas por el grupo, relacionadas con las nociones matemáticas, a fin de obtener la aprobación de la comunidad sorda de las señas propuestas.

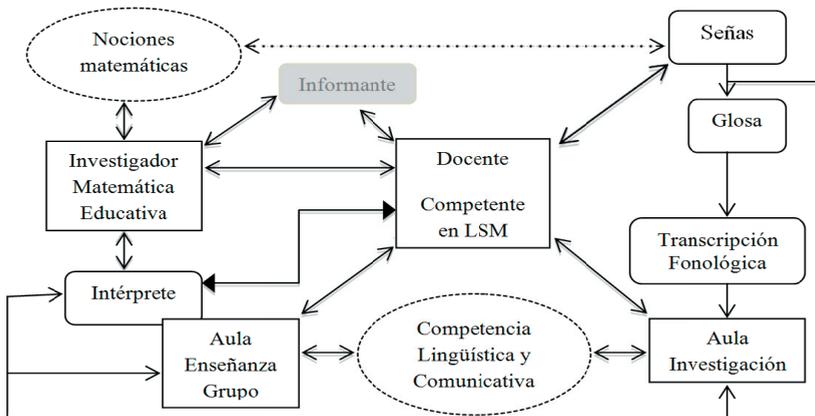


Figura 5. Modelo de comunicación en el aula

La comunicación en el aula de *enseñanza*, procedió de la manera siguiente: la docente, competente en LSM, se comunica con los estudiantes en LSM y asume el papel de intérprete, de manera oral, para el IME y viceversa, para que el mensaje que éste último emite, pueda ser transmitido adecuadamente a los estudiantes. En el aula de *indagación*, sólo se presencia la comunicación entre pares, dos estudiantes sordos que se comunican sin la intervención de los IME, uno de ellos *Mx*, competente en LSM, no sólo observa y analiza el uso de LSM y de las señas propuestas, surgidas en las actividades diseñadas en el aula de enseñanza, sino que también asume el papel de intérprete de los intercambios comunicativos que se establecieron entre los estudiantes. En el aula de *investigación*, se aplicaron entrevistas individuales semiestructuradas y se puso en juego el uso de las señas propuestas; éstas se emergieron en la enseñanza y construyeron en la indagación ante los procesos de comunicación entre pares. Se diseñó un guion que planteó las seis reiteraciones respectivas a las particiones decimales correspondientes. Los criterios de análisis fueron: a) partición decimal; b) señas propuestas y c) representación numérica en LSM.

Para caracterizar los niveles de competencia lingüística y comunicativa en LSM, se aplicó una evaluación para identificarlos mediada por señas, debido a que no existe un formato estandarizado de evaluación, se decidió utilizar elementos y estructuras gramaticales propios de la LSM: léxico, fonológico y morfosintáctico que se realizó en tres sesiones- En la primera, cada estudiante, contó un cuento en LSM; en la segunda, cada estudiante explicó el tema de peso y en la tercera, una vez recogida la información de la primera y segunda sesión, el estudiante de nivel alto, *Mx*, explicó el tema ante sus compañeros. En el léxico se observaron las señas en *uso común en aula* (UCA) de las *nociones matemáticas* (NM) en foco, por ejemplo, en el tratamiento de longitud y peso usan la seña de partir en diez como referencia a la partición decimal. En el fonológico se evaluó: *configuración de la mano* (CM); *dirección* (DI); *ubicación* (UB); *movimiento* (M); *orientación* (OR); y *rasgos no manuales* (RNM). En el morfosintáctico: los *clasificadores* (Cl); la *dactilología* (DA) y la *estructura gramatical* de la LSM (G. LSM).

4. RESULTADOS

Se presentan los resultados que se obtuvieron de los análisis del desarrollo de los tres procesos de los análisis del desarrollo de los tres procesos.

El uso de los clasificadores en LSM junto con las señas propuestas permitió identificar y diferenciar niveles de comprensión de las nociones y de sus representaciones numéricas en LSM. Las transcripciones fonológicas de las nueve señas propuestas – kilogramo, gramo, decigramo, centigramo, miligramo, tonelada, partir en diez, balanza granataria, dinamómetro – permitieron avanzar hacia una caracterización de las mismas y diseñar estrategias en la adquisición de las nociones con base en su uso.

4.1. Enseñanza: nociones adquiridas

A continuación, se presenta el desempeño en aula de dos casos; *Mx*, por su nivel de competencia lingüística y sus respuestas apoyadas en las acciones realizadas sobre el objeto y *Da*, por sus respuestas inmediatas sin necesidad de recurrir a los objetos.

4.1.1. Partición decimal

Se plantearon las siguientes preguntas: *¿Se puede dividir una bolsa de 1 kg en diez partes iguales?*, *¿Cuánto pesa cada bolsa, después de dividirla en 10 partes iguales?*

Mx. Antes de responder, pensó con el apoyo de los dedos de la mano y respondió: 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100 juntar 1000 gr. Y realizó el empaque de sustancias en 100 gramos, con precisión.

Da. Respondió que 1kg si se puede dividir en diez y en cada parte tiene 100. En el trabajo de la actividad diseñada, no comprendió como hacer la partición de diez partes iguales, debido a la deficiencia en el uso de las señas, en la parte fonológica (véase la tabla i) copió el trabajo de su compañero *Os*.

4.1.2. Representación numérica

Se aplicaron tres instrumentos en expresión escrita. El primero, nombres de la representación numérica, el segundo, representación numérica de los nombres de los números y el tercero, representación numérica y unidad de peso.

Mx. en el primero, escribió cuatro correctamente (25, 6, 11, 28, 13), cinco se aproxima (4, 30, 17, 24, 19), uno erróneamente (28) y uno, no lo respondió (15) (véase Figura 6). En el segundo instrumento, escribió correctamente todas las representaciones numéricas, (véase Figura 6). Tercer instrumento, respondió dos formas de expresar la unidad de peso, cuando la expresión de la cantidad está en gramo: 10 gr, escribió 10 gramos y 10 gr. Y cuatro formas de expresar la unidad de peso, cuando la expresión de cantidad está en kg: por ejemplo; 15 kg: 15 kilo, 15 k, 15, kg, 15 kilogramos, (véase Figura 6).

4 Cuatro	Veintisiete 27	10 gr	10	10gramos 10 gr.
25 Veinticinco	Ocho 8			
30 treinta	Catorce 14	15 kg	15	15 kilo 15 k 15kg 15kilogramos
17 diecisiete	Veintiuno 21			
15	Veinticuatro 24			
6 seis	Diecisiete 17			
11 Once	Veintitrés 23			
24 Veinticuatro	Quince 15			
19 diecinueve	Nueve 9			
28 Veintinueve	Diez 10			
13 trece	Treinta 30			

Nombres de la representación numérica.

Representación numérica de los nombres de los números.

Representación numérica y unidad de peso.

Figura 6. Resultados de *Mx* en los tres instrumentos

Da. En los tres instrumentos, escribió los nombres de todos los números presentados en la hoja, aunque no los recordó, ya que estuvo mucho tiempo pensando cómo escribir el nombre del número, (véase Figura 7).

En el segundo, escribió cuatro números correctamente y siete incorrectamente; requirió tiempo para dar las respuestas. Se observó que tuvo dificultades ya que no conoce bien los nombres de los números, como lo muestra el caso del número 15, que escribió vientesito (véase Figura 7).

En el tercero, en la tercera columna, del encabezado *unidad* escribió 4 formas de representar la información escrita en la primera columna, referente a kg: 6 kg, escribió 6 kilo, siesto kilo, *kilograma* y 6 000 *millograma*. Respondió tres formas de la información referente a gramo; 10 grama, diez *grama* y 10, 000 *millograma*, (véase Figura7).

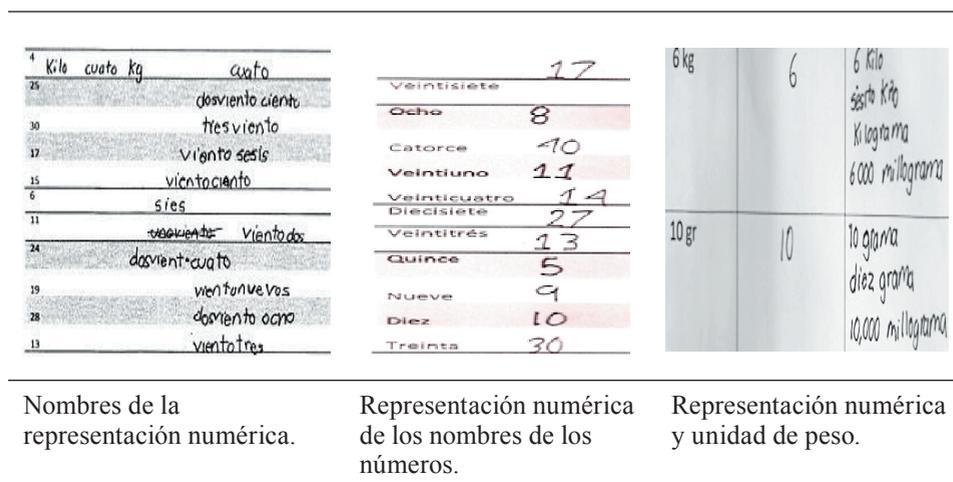


Figura 7. Resultados de Da en los tres instrumentos

4.1.3. De las señas propuestas para las nociones de cantidad de magnitud peso

Mx usó las señas para tonelada, gramo, decigramo, centigramo y miligramo basadas en el acuerdo con el grupo, sin embargo, para kilogramo, con expresión corporal y facial mostró la dificultad de usarla, y para la noción de partición decimal, referente a los números enteros, usó la seña propuesta, pero para cantidades menores a la unidad usó señas que describen las acciones realizadas sobre objeto.

En la actividad diseñada para la noción de medición, con el propósito de observar el uso de la LSM se utilizó la balanza granataria que cuenta con tres brazos con divisiones mínimas de 0.1 gr. En el brazo que representa los 10 gr, del lado derecho se encuentra el índice del fiel, en este caso tiene un cero; esto, a Mx

le causó duda con respecto a la barra de medida que inicia, del lado izquierdo, empezando con el cero y siguiendo hasta 10; al ver el 0 del lado del índice del fiel, lado derecho, no comprendió porque esa balanza tiene un cero en dos lugares distintos.

En la actividad de pesar diferentes cantidades de frijoles, en la balanza granataria fue muy preciso con el peso y usó la seña de punto, correspondiente al peso, como referente al punto decimal.

Da usó las señas para tonelada, gramo, decigramo, centigramo y miligramo basadas en el acuerdo con el grupo. Para cantidades menores a la unidad usó las señas propuestas acompañadas con la seña *casi no se ve*.

En la actividad diseñada para la noción de medición, utilizó la báscula romana y balanza granataria, con fluidez y dando respuestas con precisión. Y en la actividad de pesar diferentes cantidades de sustancias, en la balanza granataria fue muy preciso con el peso y usó la seña de punto, correspondiente al peso, como referente al punto decimal.

4.2. Indagación: comunicación entre pares

Cada sesión de indagación consistió en dar indicaciones de trabajo al estudiante de nivel de competencia lingüística alto, *Mx* para que trabajara con cada uno de los integrantes del grupo y propiciar la comunicación entre pares sobre las nociones matemáticas y sin el apoyo de objetos concretos. En otras ocasiones, *Mx* guió las actividades frente al grupo. (véase Figura 8).



Figura 8. Comunicación entre pares en LSM, en pares y grupal

La tabla i muestra los niveles de competencia lingüística de los cuatro estudiantes identificados, se distinguen en tres niveles: alto (A), medio (M) y bajo (B).

TABLA I
Niveles de competencia lingüística

Caso	Léxico		Fonológico						Morfosintáctico		
	UCA	NM	CM	DI	UB	M	OR	RNM	DA	G.LSM	CL
Da											
Di											
Mx											
Os											

Nivel	A	M	B
-------	---	---	---

4.3. Investigación

El uso de los clasificadores, Barojas, Garnica y Cruz (en prensa), junto con las señas propuestas condujo a identificar y diferenciar niveles de “dotación de sentido” por parte de los estudiantes a las nociones matemáticas contenidas en los mensajes de comunicación y de sus representaciones numéricas en LSM. Los criterios para el análisis fueron: partición decimal, señas propuestas y representación numérica.

4.3.1. Partición decimal

Mx, una vez que comprendió el proceso de la partición decimal de un kilogramo, se pasó a situaciones de 6, 8 y 10 kilogramos presentando dificultades en la partición decimal de 6 kilogramos, una vez resuelto esa situación, procedió sin problema con las otras cantidades referidas a kilogramos.

Cuando se obtuvo la respuesta de la *primera partición decimal* del kilogramo, se preguntó sobre la partición decimal de los 100 gramos. Mx explicó el proceso de la segunda partición, sin embargo, requirió tiempo para pensar y estar seguro de sus respuestas.

[10] Entrevistadora: En los 100 gramos ¿se puede obtener menos de 100 gramos?

Mx: ¿Menos? Si se puede

[11] E: ¿Cuánto?

Mx: Lo mismo, partiendo en 10. En un montón de 1 kilo de frijol se saca un montón y se quita el resto. En ese montón se parte y se corta, en ese tiene 10 gramos (*se queda pensando*) espera voy pensar, espera...

Si se puede obtener en 10 gramos que es más pequeño porque adentro sobra un montón más pequeño que fue partido en 10 en cada montón y si juntamos son 100 gramos. Pero si se puede obtener menos.

Se le preguntó la razón por la que contestó que la partición decimal de cualquier cantidad es el mismo proceso. *Mx* se centró en el término gramo, dejando a un lado el de kilo.

[12] E: ...te pregunté si en los 100 gramos se puede obtener menos y respondiste que sí que es lo mismo, partiendo, te pregunto ¿Por qué dices que es lo mismo?

Mx: Porque siempre es igual y están conectados, por ejemplo, cuando tú me dijiste que 1 kilo sucede lo mismo, partiendo en 10. En la siguiente que fue 1000, ¿son 10? No; es otra cosa, pero es lo mismo porque están unidos el kilo, el gramo, el centigramo, decigramo, el centigramo, el miligramo en ese si se puede partir en 10 siempre va hacer lo mismo porque están conectados y son iguales.

Di, comprendió el proceso a partir de un kilogramo, solucionó las otras situaciones diferentes a un kilogramo hasta los miligramos; así como con otras cantidades, como *los diez kilogramos*. Donde afirmó que se puede realizar; al principio presentó dificultades en la primera partición y se centró en el número mil para facilitar la obtención de los resultados.

[131] E: 10 kilos o.... Cambia a gramos ¿cuánto?

Di: *(se queda pensando)*

[132] E: Cambia a gramos

Di: *(se queda pensando)* 10 000 gramos

[133] E: Yo te pregunté si se podía separar los montones y dijiste que, si se puede, partiendo en diez. En cada montón ¿cuánto pesa?

Di: *(se queda pensando)* *(piensa para él mismo: MONTÓN (cl) ...CONJUNTO (cl) 10 SEGMENTO (cl) SEGMENTO (cl) 10... 1 100 NO... 10 SEGMENTO (cl) YA MONTON (cl) MONTON (cl) MONTON (cl) MONTON (cl)*

[134] E: Partir en diez es igual a los diez montones, pero cada montón, ¿cuánto pesa? y dices que sientes que 500

Di: *(se queda pensando y piensa para él mismo: 5 NO 6, 7, 8) son 900, no, no, no, no, deja pensar (se queda pensando y piensa para él mismo: PENSAR (cl)...OLVIDAR...500 500)*

[135] E: 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, 500, juntos ¿cuánto es?

Di: *(se queda pensando)* son 90 000 gramos

[136] E: ¿90 000? Mira 500 y 500, ¿cuánto es?

Di: *(se queda pensando y piensa para él mismo: 900, 900) ¿900? ¿9?*

[137] E: No, 500 y 500, juntos ¿cuántos es?

Di: *(se queda pensando)* 9 000, no *(se queda pensando)*

[138] E: 500 y 500, júntalos, ¿cuánto es?

Di: *(se queda pensando)* 9 000

4.3.2. Representación numérica

Mx se enfrentó a un problema de comunicación que, superó al lograr la comprensión de las preguntas planteadas por la entrevistadora.

- [21] E: ¿Cómo escribes en números la cantidad que representa un centígramo?
 Di: *(se queda pensando)*
- [22] E: En números
 Mx: ¿En números? ¿Qué? ¿Cuál? ¿Cuánto?
- [23] E: Perdón, el decígramo
 Mx: ¿decígramo? Bueno D E C I G R A M O *(deletrea)* decígramo
- [24] E: Pero en números, ¿cómo se escribe esa cantidad?
 Mx: Sí, pero ¿cuál número? ¿Cuánto? ¿Cuál?
- [25] E: La cantidad de decigramos ¿cuánto es?
 Mx: Sí, pero ¿cuál?
- [26] E: El decígramo
 Mx: Bueno C E *(deletreo)* ejemplo...
- [27] E: En números
 Mx: Sí, dime el número
- [28] E: ¿Cuánto es un decígramo?
 Mx: Sí, si, espera, ya entendí, ¿el valor? *(se queda pensando)* Es 0.0 no, mal, perdón es 0.1

Una vez que logró comprender, expresó las respuestas correctas para representar en números, un decígramo; un centígramo y un milígramo,

- [29] E: ¿Cuánto es un centígramo?
 Mx: *(se queda pensando)* ¿1 centígramo?
- [30] E: Sí
 Mx: Es 0.01
- [31] E: ¿El milígramo?
 Mx: El milígramo es 0.001...

Logró las 6 particiones correspondientes a otras cantidades distintas a un kilogramo. Di no comprendió la pregunta sobre la cantidad de veces que se realiza la partición decimal; se centró en el resultado de una de las partes de la partición decimal, y requirió tiempo para dar una respuesta. Usó las señas para pensar en la respuesta,

- [5] E: ¿Cuántas bolsas?
 Di: *(Se queda pensando)* 1 bolsa de 100
- [6] E: Mira, el peso es de 100 gramos, está bien, pero ¿cuántas bolsas?
 Di: *(se queda pensando y piensa para él mismo: BOLSA (cl) HARINA PESADO BOLSA (cl))*

A la pregunta por el significado de las representaciones numéricas: 0.1, 0.01, 0.001. *Di* requirió tiempo para pensar en la respuesta hasta que deletreó el nombre de cada uno de los submúltiplos de gramo y expresó las señas de decigramo y miligramo,

- [42] E: Yo te pregunto ¿qué es 0.01?
 Di: *(se queda pensando)*
 [43] E: ¿Recuerdas el nombre?
 Di: Es igual a C E N T I G R A M O S *(deletreo)*
 [44] E: ... el 0.1 ¿qué es?
 Di: El nombre es *(trata de acordarse)* D E C I G R A M O S *(deletreo)*
 decigramo *(seña)*
 [45] E: ¿Qué es el 0.001?
 Di: M I *(deletreo)* no, es M I L I G R A M O S *(deletreo)* miligramo *(seña)*

En la partición decimal de *los ocho kilogramos*, se cambió la pregunta por el nombre de las representaciones numéricas de la cuarta y sexta partición decimal. Para representar la cuarta partición decimal de los ocho kilogramos: 0.8 gramos, 8 decigramos, *Di* contestó en gramos,

- [109] E: El 0.8 ¿qué significa?
 Di: Gramo

Cuando la entrevistadora preguntó por el nombre de la representación numérica del decigramo correspondiente a la *cuarta partición* de los ocho kilogramos, *Di* estuvo muy concentrado en la representación de los contenidos de cada montón en gramos y requirió tiempo para pensar y respondió decigramos,

- [110] E: Si es gramo, pero otra forma de decir
 Di: *(se queda pensando)* 8 gramos *(se queda pensando)*
 [111] E: Oye, ... *([Di] la interrumpe)*
 Di: decigramo *(usó mal la seña)*
 [112] E: decigramo *(corrección de la seña)*
 Di: decigramo *(usa la correcta)*, ya

La entrevistadora preguntó el significado de la representación numérica: 0.008, *Di* dio la respuesta de inmediato y acertada,

- [116] E: Eso, 0.008 gramos, ¿Qué significa?
 Di: Miligramos

4.3.3. *Señas propuestas*

Las Figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14 corresponden a las presentaciones de cada una de seis —partir en diez, kilogramo, gramo, decigramo, centigramo, miligramo— de las nueve señas constituidas y sus respectivas descripciones. Por el límite de espacio, se presentan sólo en imagen las tres señas restantes (tonelada, balanza granataria y dinamómetro) (véase Figura 15, 16, 17).



Esta seña tiene dos movimientos diferentes.

Mano activa: abierta con todos los dedos extendidos y juntos, la yema del pulgar toca la palma de la mano; el antebrazo en posición inclinada y la palma de la mano apuntando hacia la cara de la persona que está usando la seña.

Mano débil: abierta con todos los dedos extendidos y separados, el antebrazo en posición inclinada con la palma hacia enfrente de la persona que está usando la seña.

Realización de la seña: con las manos, activa y débil, a la altura del pecho; se inicia insertando la mano activa entre el índice y el dedo medio de la mano débil, pasa al espacio de entre los dedos medio y anular y termina entre el anular y meñique; el paso de un espacio a otro es a manera de salto y termina con un movimiento rotatorio rápido de la mano activa con la palma hacia abajo.

Figura 9. Descripción de la seña: PARTIR EN DIEZ



La mano activa presenta dos configuraciones.

Mano activa 1: El anular y meñique cerrados. El índice y el medio extendido y la yema del pulgar se pone entre ellos, la punta del índice hacia arriba y la del medio hacia afuera y con la palma hacia un lado del cuerpo de la persona que está usando la seña.

Mano débil: abierta con los dedos extendidos juntos excepto el pulgar que se mantiene separado y con la palma hacia arriba.

Mano activa 2: Después de un movimiento circular de la mano activa 1 se cambia a la siguiente configuración: los dedos medio, anular y meñique cerrados, y el índice y el pulgar extendidos, separados y con la palma frente a la persona que está usando la seña.

Realización de la seña: con la mano activa 1 a la altura del pecho y la mano débil un poco más abajo; con la mano activa 1 se inicia un movimiento circular alrededor de la palma de la mano débil, con trayectoria hacia abajo y cambio de configuración de la mano activa 1 por la mano activa 2 y termina con la punta del pulgar hacia arriba y el costado del índice a la mitad de la palma de la mano débil.

Figura 10. Descripción de la seña: KILOGRAMO



Mano activa: los dedos medio, anular y meñique cerrados. El índice y el pulgar extendidos y con la palma frente a la persona que está usando la seña.

Mano débil: abierta con los dedos extendidos juntos excepto el pulgar que se mantiene separado y con la palma hacia arriba.

Realización de la seña: con la mano activa a la altura del pecho y la mano débil más abajo; se inicia con la mano activa trazando una trayectoria lineal hacia abajo hasta tocar en el centro de la palma de la mano débil.

Figura 11. Descripción de la seña: GRAMO



La seña presenta dos configuraciones.

Mano activa 1: El índice extendido con la punta hacia arriba, y los demás juntos y semiflexionados; las yemas de los dedos medio y anular tocan la yema del pulgar, formando un círculo.

Mano débil: abierta con los dedos extendidos juntos excepto el pulgar que se mantiene separado y con la palma hacia arriba.

Mano activa 2: Después de un movimiento circular de la mano activa 1 se cambia a la siguiente configuración: los dedos medio, anular y meñique cerrados, y el índice y el pulgar extendidos, separados y con la palma frente a la persona que está usando la seña.

Realización de la seña: con la mano activa 1 a la altura del pecho y la mano débil un poco más abajo; con la mano activa 1 se inicia un movimiento circular alrededor de la palma de la mano débil, con trayectoria hacia abajo y cambio de configuración de la mano activa 1 por la mano activa 2 y termina con la punta del pulgar hacia arriba y el costado del índice a la mitad de la palma de la mano débil.

Figura 12. Descripción de la seña: DECIGRAMO



La seña tiene dos configuraciones.

Mano activa 1: índice, medio, anular y meñique juntos, semiflexionados, en posición cóncava con las puntas de los dedos hacia un lado de la persona que está usando la seña y el pulgar semiflexionado, se mantiene separado y la yema apuntando hacia los otros dedos; la palma hacia un lado de la persona que está usando la seña.

Mano débil: abierta con los dedos extendidos juntos excepto el pulgar que se mantiene separado y con la palma hacia arriba.

Mano activa 2: Después de un movimiento circular de la mano activa 1 sobre la mano débil, cambia la configuración: los dedos medio, anular y meñique cerrados, y el índice y el pulgar extendidos, separados y con la palma enfrente a la persona que está usando la seña.

Realización de la seña: con la mano activa 1 a la altura del pecho y la mano débil un poco más abajo; con la mano activa 1 se inicia un movimiento circular alrededor de palma de la mano débil, con trayectoria hacia abajo y cambio de configuración de la mano activa 1 por la mano activa 2 y termina con la punta del pulgar hacia arriba y el costado del índice a la mitad de la palma de la mano débil.

Figura 13. Descripción de la seña: CENTIGRAMO



La seña tiene dos configuraciones.

Mano activa 1: la yema del pulgar sobre la uña del meñique; el índice, el medio y el anular juntos, descansan en los dedos pulgar y meñique con la palma hacia abajo.

Mano débil: abierta con los dedos extendidos juntos excepto el pulgar que se mantiene separado y con la palma hacia arriba.

Mano activa 2: Después de un movimiento circular de la mano activa 1 sobre la mano débil, cambia la configuración: los dedos medio, anular y meñique cerrados, y el índice y el pulgar extendidos, separados y con la palma enfrente a la persona que está usando la seña.

Realización de la seña: con la mano activa 1 a la altura del pecho y la mano débil un poco más abajo; con la mano activa 1 se inicia un movimiento circular alrededor de palma de la mano débil, con trayectoria hacia abajo y cambio de configuración de la mano activa 1 por la mano activa 2 y termina con la punta del pulgar hacia arriba y el costado del índice a la mitad de la palma de la mano débil.

Figura 14. Descripción de la seña: MILIGRAMO



Figura 15. Señá: TONELADA



Figura 16. Señá: BALANZA GRANATARIA



Figura 17. Señá: DINAMÓMETRO

5. CONCLUSIONES

La investigación destacó la importancia de la competencia lingüística y comunicativa y de disponer de las señas propias de las nociones matemáticas para el proceso cognitivo de los Sordos. La LSM requiere de un mayor desarrollo de señas relacionadas con las matemáticas; las señas propuestas constituyeron un apoyo sustantivo en la comunicación de mensajes contenidos de nociones matemáticas. Es necesario también identificar, precisar y acordar las señas vinculadas para fortalecer el proceso de *enseñanza*. No se logró la aplicación de un instrumento de evaluación de los resultados de la enseñanza de las nociones en foco que nos permitiera identificar niveles de su adquisición por parte de los estudiantes, la prioridad a la constitución y propuesta de las señas se convirtió

en una restricción. Sin embargo, por las acciones realizadas durante la solución de las tareas en el aula *inducimos la dotación de sentido* de los estudiantes a las nociones matemáticas referidas. La efectividad de la enseñanza a Sordos requiere como componente importante, la competencia lingüística y comunicativa en LSM de la o el docente, así como de la existencia y/o acuerdo sobre las señas sustantivas del tema de enseñanza. En relación con el proceso de *indagación*, la comunicación entre pares contenida de mensajes matemáticos posibilitó el entendimiento de las nociones, cada vez más en la medida en que las señas se constituían con claridad creciente y se fortalecían en el retorno a la enseñanza. Los resultados de la aplicación de las entrevistas se centraron en tres nociones fundamentales —partición decimal, representación numérica y señas propuestas en su uso— La representación numérica asociada a la cantidad de la magnitud “peso” no la entienden, consecuencia del total desconocimiento de la noción de la unidad de medida (el gramo), no se logró diferenciar el referente de la seña para gramo como para precisar la noción de unidad de medida.

Respecto al método, se utilizaron tres procesos de la investigación en el aula: *enseñanza* -las actividades diseñadas y realizadas con la presencia de materiales concretos y las acciones sobre objeto-, gracias a ella se obtuvieron indicios de comprensión de las nociones sobre partición decimal reiterada y del sentido de la unidad de medida: gramo. El modelo de comunicación diseñado resultó un apoyo fundamental para la comunicación con los Sordos, usuarios de LSM y los oyentes, no competentes; la *indagación* -la comunicación entre pares- es uno de los elementos significativos, ya que favorece un contexto eficiente en el desarrollo de habilidades comunicativas, y la *investigación* -las transcripciones fonológicas de las señas propuestas-, permite avanzar hacia una posible caracterización de las mismas y diseñar estrategias de enseñanza para la adquisición de las nociones con base en su uso.

Implementar un modelo bilingüe [LSM - Lengua escrita] es una demanda educativa de la comunidad sorda. Sin embargo el modelo en cuestión es de sumo complejo, si al modelo se agrega el lenguaje matemático necesario para la comunicación de su enseñanza mediada por las señas en el aula, el desafío crece de manera significativa. Por estas razones es de la mayor importancia comprender en primera instancia la gramática, en nuestro caso, de la LSM en su relación con conceptos matemáticos. Nuestros objetivos se condujeron en tal sentido y de los procesos de la investigación resultaron las primeras evidencias de la relación entre la gramática de la LSM con nociones del SMD y los indicios de la adquisición de esas nociones por parte de los estudiantes. Los resultados conducen al concepto de modelo exclusivo para sordos como condición de posibilidad de su transición a la lengua escrita y de ahí a un modelo inclusivo más fortalecido.

Se advierte la necesidad de fortalecer redes de comunicación entre docentes e investigadores mediante la comunicación de experiencias en el aula y de resultados de investigaciones asociadas al problema de la enseñanza de las matemáticas dirigida al Sordo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Courant, R. y Robbins, H. (1979). *¿Qué es la Matemática? Una exposición elemental de sus ideas y métodos*. Madrid: Ediciones Aguilar S.A.
- Cruz – Aldrete, M. (2008). *Gramática de la lengua de señas mexicana*. (Tesis inédita de Doctorado). Centro de Estudios Lingüísticos y Literarios. Colegio de México, México.
- Guardia, P. (2010). *El interprete de lengua de señas en la integración de niños sordos instituciones educativas comunes. (Parte III)*. Recuperado el 15/08/2010 de <https://goo.gl/Xrq5AL>
- De los Santos, E. y Lara, M. P (2001). *Técnicas de interpretación de lengua de signos*. España: Fundación CNSE
- Emmorey, K. (2002). *Language, Cognition and the Brain. Insights from sign language research*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (LEA).
- Feynman, R., Leighton, R. B. y Sands, R. (1971). *The Feynman Lectures on Physics. Mainly Mechanics, Radiation, and Heat T. I*. México: Fondo Educativo Interamericano, S.A.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Holland: Kluwer Academic Publishers Group.
- López, L. A., Rodríguez, R. M., Zamora, Ma. G. y San Esteban, S. (2006). *Mis manos que hablan. Lengua de señas para sordos*. México: Trillas.
- Massone, Ma. I. y Martínez, R. A. (2012). *Curso de Lengua de Señas Argentina*. Parte IIIb. Recuperado el: 12/05/13 de <https://goo.gl/gKEDnB>
- Mayberry, R. I. (2002). *Cognitive development in deaf children: the interface of language and perception in neuropsychology*. Recuperado el 25/10/2011 de <https://goo.gl/vjhXcm>
- Miranda, J. C. (1987). *Lenguaje de Señas de México*. México: Asociación Mexicana de Sordos.
- Nava, H., Pezet, F. y Gutiérrez, I. (2001). *El Sistema Internacional de Unidades (SI)*. México: CENAM (Centro Nacional de Metrología).
- Pérez, M. (2009). *Métodos de investigación en educación*. Madrid: EOS.
- Roberts, S. R. (1979). *Measurement theory with applications to decision making, utility, and the social science*. London: Adison - Wesley Publishing Company
- Rodríguez, Ma. A. (1992). *Lenguaje de Signos*. Madrid: Federación de Asociaciones de Personas Sordas / CNSE/ Fundación Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE).
- Russell, B. (1973). *Ciencia y Filosofía*. Madrid: Ediciones Aguilar S.A.
- Sacks, O. (1989). *Veo una voz. Viaje al mundo de los sordos*. España: Anagrama, S.A.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. España: Paidós.

Autores

Andrea Barojas Gómez. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav - IPN. (México). jandreabarojas@gmail.com

Ignacio Garnica Dovala. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav - IPN. (México). igarnica@cinvestav.mx