



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Psicología

División de Estudios Profesionales

Efectos de la Lengua de Señas Mexicana en el conocimiento aprendizaje del infinito y la función sucesora.

Tesis documental

Para obtener el título de:

Licenciada en Psicología

Presenta:

Regina Vélez Villalobos

Director: Dr. Mathieu Michel Le Corre

Revisor: Dr. Ángel Eugenio Tovar y Romo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen

En años recientes, estudios en torno al conocimiento del infinito han propuesto diferentes teorías sobre cómo se adquiere dicho conocimiento. Una de ellas respalda que cuando los niños aprenden a contar de forma correcta conjuntos de objetos (y por tanto se vuelven conocedores del principio de cardinalidad), tienen una inducción conceptual sobre cómo la lista del conteo implementa la función sucesora, es decir que cada número N tiene un sucesor definido como $N+1$ (Carey, 2004, 2009; Sarnecka & Carey, 2008), sin embargo, se ha demostrado que esto no ocurre así. El ser un conocedor del principio de cardinalidad no garantiza el conocimiento de la función sucesora, ya que el conocimiento de la función sucesora emerge años después de que los niños aprenden a contar de forma precisa y aumentan su vocabulario de palabras, las cuales parecen facilitar dicho aprendizaje y por lo tanto, podrían moldear el camino para el conocimiento del infinito; es decir que no existe un número más grande que todos, ya que por cada número N debe existir su sucesor $N+1$ (Cheung et al, 2017). Si el conocimiento de la función sucesora puede ser un camino posible para la adquisición del conocimiento de infinito, nos preguntamos si la adquisición del conocimiento de la función sucesora y por ende del infinito, puede ser facilitado por una lengua cuya forma de expresión aporta pistas o hace referencia icónica a aquello a lo que se refiere. A diferencia de los idiomas orales, en donde las palabras para número no dan pistas adicionales sobre el principio de la función sucesora, en la Lengua de Señas Mexicana (LSM), en la mayoría de las señas para números, se alza un dedo más para indicar el sucesor de un número.

En la presente tesis 1) se revisa la evidencia sobre la trayectoria del desarrollo de conocimientos numéricos que permiten el conocimiento de la función sucesora y la adquisición del concepto de infinito, y sobre cómo la iconicidad de una lengua podría facilitar dicho aprendizaje; y 2) se propone la comparación la ejecución de grupos de niños

sordos o nativos en lengua de señas mexicana y niños oyentes en tareas que evalúan el conocimiento de la lista del conteo (tarea de mayor conteo), conocimiento de la función sucesora (Tarea de la unidad) y el conocimiento de infinito (Batería de preguntas de Gellman). En caso de que la iconicidad encontrada en la lengua de señas facilite el aprendizaje de la función sucesora y el conocimiento de infinito, se esperaba que los niños sordos nativos en lengua de señas muestren un mayor rango de conteo, un desempeño superior en la tarea de la unidad y respuestas en la Batería de preguntas de Gellman que denoten dicho conocimiento, en comparación a sus pares oyentes.

Palabras clave: función sucesora, infinito, Lengua de Señas Mexicana, iconicidad

Summary

In recent years studies around the knowledge of infinity have proposed different theories about how this knowledge is acquired. One of them supports that when children learn to correctly count sets of objects (and therefore become knowledgeable about the principle of cardinality), they have a conceptual induction on how the counting list implements the successor function, that is, that each number N has a successor defined as $N + 1$. (Carey, 2004, 2009; Sarnecka & Carey, 2008). However, it has been shown that this does not happen, knowing the principle of cardinality does not guarantee the knowledge of the successor function, since the knowledge of the successor function emerges years after children learn to count accurately and increase their vocabulary of words, which seem to facilitate such learning and therefore, could shape the way for the knowledge of infinity, that is, there is no larger number since for every number N , there must be its successor $N + 1$ (Cheung et al, 2017). If the knowledge of the successor function can be a possible path for the acquisition of the knowledge of infinity, we wonder

if the acquisition of the knowledge of the successor function and therefore infinity, can be facilitated by a language which form of expression can be iconic, that is, it denotes clues or refers to what it refers to. This is what happens in Mexican Sign Language (LSM), in most signs, to indicate the successor of a number, one more finger is raised, unlike oral languages, where words for number do not give additional clues about the principle of the successor function.

This thesis addresses 1) the evidence on the trajectory of the development of numerical knowledge that allow the knowledge of the successor function and the concept of infinity and how the iconicity of a language could facilitate such learning; 2) we propose the comparison of two groups, deaf or native children in Mexican Sign Language and hearing children, in tasks that evaluate; knowledge of the counting list (task of highest count), knowledge of the successor function (Unit task) and knowledge of infinity (Gellman's Battery of Questions). In case the iconicity found in sign language facilitates the learning of the successor function and knowledge of infinity, native deaf children in sign language are expected to show a higher counting range, superior performance in the unit task and answers in Gellman's Battery of questions that denote such knowledge, compared to their hearing peers.

Key words: successor function, infinity, cardinal principle, Mexican Sign Language, iconicity.

Índice

<i>Marco teórico</i>	6
Aprendizaje de la función sucesora e infinito	7
Iconicidad.....	16
El papel de la iconicidad en la adquisición de significados de gestos y palabras en idiomas orales	18
Uso de la iconicidad en el aprendizaje del significado de gestos numéricos en niños oyentes	20
Uso de la iconicidad en el aprendizaje del significado de señas en la lengua de señas	23
Uso de la iconicidad en el aprendizaje del significado de señas para número	25
<i>Método</i>	28
Participantes	28
Procedimiento	29
Análisis de resultados	33
Resultados esperados	36
<i>Conclusión</i>	37
<i>Referencias</i>	38

Marco teórico

Eventualmente, todas las personas que viven en culturas que cuentan con sistemas numéricos llegan a pensar que los números enteros son infinitos. Como adultos, nos parece absurdo e incoherente preguntarnos si existe un número más grande que todos los números, ya que se tiene una convicción fuerte sobre la infinidad de los números a pesar de solo estar expuestos a conjuntos finitos. Entonces, ¿cómo aprendimos que los números no tienen fin? Una propuesta de ello es dada por Cheung et al, (2017), quienes sugieren que los niños aprenden primero la función sucesora, i.e., todo número natural tiene un sucesor ($n+1$), para después adquirir la noción de infinito, i.e., que no existe un número más grande.

Por otro lado, numerosos estudios que evalúan las propiedades del lenguaje y su posible impacto en el aprendizaje numérico se han realizado con lenguas orales y muy pocos se han hecho con lenguas visuogestuales, que se caracterizan por tener propiedades icónicas a través de la forma, movimiento y colocación de las manos en el espacio. A diferencia de las lenguas orales, donde la relación entre la cantidad denotada por una palabra de número no brinda información adicional sobre la función sucesora (por ejemplo, la palabra “ocho” no refleja un elemento más que la palabra “siete”), la gran mayoría de las señas para un número en la Lengua de Señas Mexicana (LSM) indican a su sucesor extendiendo un dedo más, denotando directamente la propiedad aditiva de la función sucesora,

La presente tesis propone que la propiedad icónica que se encuentra en las señas para número en la LSM facilita la adquisición de conocimientos numéricos que no pueden ser aprendidos por observación directa, como es en el caso de la noción de infinito, por medio de la función sucesora. Para ello primero se revisa la literatura sobre el desarrollo de los niños relacionada con el aprendizaje de la función sucesora e infinito, el papel de

la iconicidad en idiomas orales y señados, y el papel de la iconicidad en el aprendizaje de conocimientos numéricos.

Aprendizaje de la función sucesora e infinito

Inicialmente, el conocimiento de los números es limitado y dependiente de la lista de conteo. Sarnecka & Carey (2008) proponen el siguiente patrón de desarrollo para el aprendizaje de los números: primero, los niños aprenden a recitar palabras para número y con ello aprenden que estas palabras siempre siguen el mismo orden y que se utilizan para designar conjuntos de objetos. Alrededor de los dos años, los niños empiezan a adquirir significados para las palabras “uno”, “dos” y “tres” de manera gradual. En esta etapa los niños conocedores de uno saben que la palabra uno designa la cantidad de 1 (si se les pide que den un objeto, darán 1 objeto exacto), pero a pesar de que pueden contar números más grandes que 1 (por ejemplo hasta 5 o 10) y saben que estos números indican mayores cantidades que 1, no entienden el significado de las demás palabras para número: si se les pide que den 4 objetos no dan 4 objetos exactos, es decir, no asocian que la palabra “cuatro” designa la cantidad de 4 objetos. Después de ser *conocedores de uno* pasan a ser *conocedores de dos* al ser capaces de distinguir el uno del dos de los demás números y tras varios meses después pasan a ser *conocedores del tres*. (Sarnecka, 2015; Sarnecka & Carey, 2008).

Después, a la edad aproximada de 4 años, los niños parecen descubrir que el conteo puede ser usado para generar cualquier conjunto de números a partir de la lista del conteo, y parece que entienden que contar representa cardinalidad: la última palabra que se utiliza en el conteo denota la cantidad o la cardinalidad del conjunto de objetos numerados (i.e., contar hasta cinco indica que hay 5 objetos en el conjunto). En el estudio de Sarnecka & Carey (2008) denominaron a este grupo de niños como conocedores del principio de

cardinalidad y afirman que una vez que adquieren este conocimiento, no solo son capaces de indicar cantidades exactas para números conocidos por ellos sino que también parecen tener una inducción de cómo el conteo implementa la función sucesora; es decir, se dan cuenta de que para los números “uno, dos, tres,…” la diferencia entre cada uno es de +1 y esto guía el entendimiento de que ese “más uno” significa “siguiente” número en la lista del conteo.

Sin embargo Davidson et al, (2012) y Cheung et al, (2017) dan evidencia de que el conocimiento de la relación +1 en la lista del conteo no ocurre a la par con el conocimiento del principio de cardinalidad. Davidson et al (2012) retomaron la “tarea de la unidad” del estudio de Sarnecka y Carey (2008) para evaluar el conocimiento de la función sucesora de los números dentro del rango de conteo del niño. Para obtener el rango de conteo del niño se identifica cuál es el mayor número al que un niño puede contar sin cometer errores; si un niño logra contar hasta 20, y al pasar al siguiente número comete más de un error (por ejemplo, omitir el 21 y pasar al 22) se afirma que el rango de conteo del niño abarca hasta el 20 y no se le debe evaluar con números mayores al 20. Davidson y colegas observaron que los niños empezaron por aprender las diferencias numéricas entre algunos pares de numerales sucesivos mucho antes de saber que “siguiente = más uno”, es decir, antes de saber que la diferencia entre cualquier par de numerales sucesivos es uno. Por ejemplo, casi todos los niños que podían contar más allá de “treinta” sabían que “seis” designa uno más que “cinco”, pero pocos sabían que “quince” designa uno más que “catorce”. Esto sugiere que no sabían que “siguiente” equivale a “más uno”, pues si hubieran conocido esta regla, habrían conocido la diferencia numérica entre todos los pares de números sucesivos en su lista, no solamente entre algunos.

Evidencia de que el conocimiento del principio de cardinalidad no implica conocimiento de la función sucesora también es dada por Cheung et al (2017), quienes

realizaron la tarea de la unidad ampliando el rango de edad (4 a 7 años) y los números evaluados: pequeños (4-10), medianos (11-19), grandes (20-40) y muy grandes (50-80). Dentro de la tarea encontraron niños que, a pesar de saber contar hasta números más grandes de 50, no podían contestar de forma correcta para números pequeños y en general, contadores bajos (promedio de conteo 15), medios (promedio de conteo 30) y altos (promedio de conteo 50) mostraron respuestas inconsistentes y variadas para diferentes rangos de número. Únicamente los contadores muy altos (promedio de conteo 99), lograron contestar de manera correcta y consistente la tarea de la unidad sin importar el rango de números.

En pocas palabras, los resultados de Cheung et al (2017) demuestran que los grupos de contadores bajos, medios y altos, a pesar de ser conocedores del principio de cardinalidad y tener experiencia en el conteo, especialmente para contadores altos, no necesariamente tienen conocimiento sobre la función sucesora, incluso para números dentro de su rango del conteo para los cuales ya están familiarizados. Únicamente el grupo de contadores muy altos parece tener conocimiento de la función sucesora al indicar de manera correcta los sucesores sin que éstos dependieran del rango de números evaluados.

Una conclusión alterna propuesta por Davidson et al (2012), partir de los resultados de Sarnecka y Carey (2008), es que los niños solo memorizaron un procedimiento en donde usan el conteo para generar conjuntos sin entender cómo es que los números están relacionados el uno con el otro; es decir, no saben que la diferencia entre el número designado por cualquier palabra numérica en su lista de conteo y el número designado por la palabra que la sigue inmediatamente siempre es uno.

Como conclusión, los resultados de Davidson et al (2012) y Cheung et al (2017) sugieren que ser conocedor del principio de cardinalidad no garantiza que se tenga conocimiento de la función sucesora y que ambos procesos no ocurren de manera

simultánea; toma más tiempo adquirir la función sucesora. Estos resultados también sugieren que el conocimiento de la función sucesora se da, en un inicio, por un aprendizaje basado en relaciones aritméticas entre sucesores específicos y aislados; por ejemplo, los niños pueden saber que el sucesor de 4 es 5, pero no generalizan la regla +1 a otras relaciones aritméticas para saber que el sucesor de 14 es 15. Parece ser que, una vez que los niños son contadores muy hábiles y que logran contar hasta el ochenta o más, adquieren el conocimiento de la función sucesora. Se sugiere que los niños realizan una inferencia inductiva (Davidson et al, 2012) generalizando relaciones entre sucesores locales a todas las palabras en la lista del conteo y aprenden que “siguiente” en la lista del conteo (palabras) significa “más uno” (números).

Como se revisó anteriormente, la función sucesora no solo consiste en aplicar la regla +1, sino que la regla +1 también se extiende indefinidamente a todos los números naturales posibles haciendo que los números sigan y sigan aumentando para siempre. A continuación revisaremos la evidencia actual sobre cómo se podría aprender la función sucesora y cómo es que esta podría dar la noción de que los números nunca acaban.

Los resultados de la tarea de la unidad dados por Sarnecka y Carey (2008) no ponen a prueba el conocimiento de la función sucesora ya que en su estudio no se consideró el conocimiento sobre números fuera de la lista conteo. Un niño que tiene conocimiento de la función sucesora no solo sabe que el sucesor de 6 es 7 o que el sucesor de 21 es 22, si no también que cualquier número N tiene un sucesor $N+1$ siendo así que no existe un número más grande. Cheung et al (2017) complementan la evaluación de la tarea de la unidad, la cual solo evalúa números dentro del rango de conteo, con una batería de preguntas adaptadas de Hartnett & Gellman et al., (1998) para evaluar números fuera del rango de conteo.

La batería de preguntas de Hartnett & Gellman et al, (1998) está formada por seis preguntas en total y consta de dos partes.

La primera parte consiste en tres preguntas que cuestionan si existe un número más grande que todos los números.

a. Entrevista de la infinidad

1. “¿Cuál es el mayor número que puedas pensar?”
2. A partir del número que contesten se les pregunta si “¿ese es el mayor número que puede existir?” Si la respuesta es sí, sigue con la tercera pregunta. Si la respuesta es no, entonces se le pregunta qué número es más grande al que mencionó anteriormente.
3. “Si sigo contando, ¿podré llegar al final de los números, o los números siguen para siempre?”, “¿por qué?”

La segunda parte de la entrevista se centra en el conocimiento de la función sucesora; saber que es posible agregar una unidad a cualquier número, sin importar su magnitud.

b. Entrevista de la función sucesora

4. “¿Si pensamos en un número realmente grande, siempre podemos agregarle y hacerlo aún más grande, o hay un número que sea tan grande que no podamos agregarle más?”, “¿por qué?”
5. “Dijiste que el número más grande que conoces es N , entonces ¿es posible agregarle 1 a N , o N es el número más grande posible?”
6. Finalmente, se le pregunta al infante “¿Puedo seguir agregando 1?”, “¿por qué sí?” o “¿por qué no?” Si el infante contesta que sí, entonces se le pregunta “¿Qué pasaría si sigo agregando uno?”

En función a las respuestas de cada sección se puede catalogar al niño en uno de los siguientes grupos:

- a. Función sucesora e infinito (niños que saben que es posible agregar una unidad indefinidamente y que no existe un número que es mayor que todos los demás)
- b. Función sucesora sin infinito (niños que saben que es posible agregar una unidad indefinidamente pero *no* saben que no existe un número que es mayor que todos los demás)
- c. Infinito sin función sucesora (niños que creen que no se puede seguir sumando uno más indefinidamente pero que saben que no existe un número que fuera mayor que todos los demás)
- d. Ningún conocimiento (niños que creen que no se puede seguir sumando uno más indefinidamente y que no saben que no existe un número que es mayor que todos los demás)

Los resultados de Cheung et al (2017) indican que de los 100 niños reclutados (de edades de cuatro a seis años); 24 conocían la función sucesora e infinito, 33 niños sólo conocían la función sucesora sin conocer el infinito y solo 6 niños no conocían la función sucesora pero sí conocían de infinito. Los demás no conocían la función sucesora ni el infinito.

En resumen, se demostró que existen niños que conocen solo la función sucesora y niños que conocen de la función sucesora e infinito (promedio de 6 años), pero que no hay niños que no conozcan de la función sucesora y que sí conozcan de infinito.

Con estos datos, Cheung et al (2017) proponen un patrón secuencial de desarrollo sobre la adquisición de las propiedades del número. Primero se debe adquirir el principio de cardinalidad, después la función sucesora (i.e., aprender que 1) “siguiente” significa

“más uno” y 2) siempre hay un “siguiente” que aplica para todos los números, incluso fuera de su rango de conteo, para así por último, adquirir el conocimiento de infinito.



En esta tesis, se pretende proponer una de las posibles formas cómo los niños pueden aprender las relaciones aritméticas aisladas entre sucesores específicos; en otras palabras, cómo aprenden eslabones de una secuencia. Ciertamente, una posible forma es por medio del conteo de los objetos de manera secuencial (ver Figura 1)

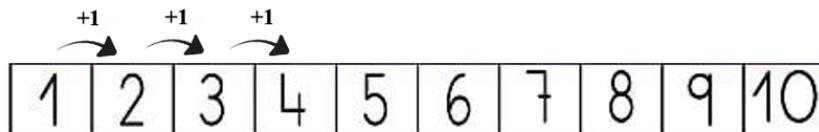


Figura 1 (forma de conteo secuencial con números cardinales)

Si es que el conteo juega un papel esencial en el aprendizaje, sería posible que aprender una lengua en el cual las palabras para números son conjuntos de objetos facilite el aprendizaje de la función sucesora ($n+1$). Este sería el caso para casi todas las señas para número dentro de la Lengua de Señas Mexicana (ver Figura 2).

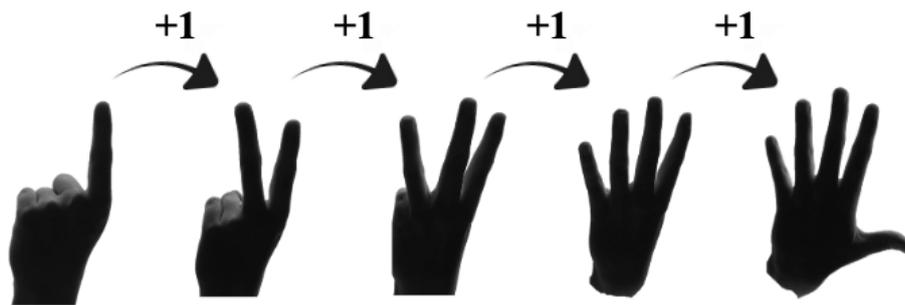
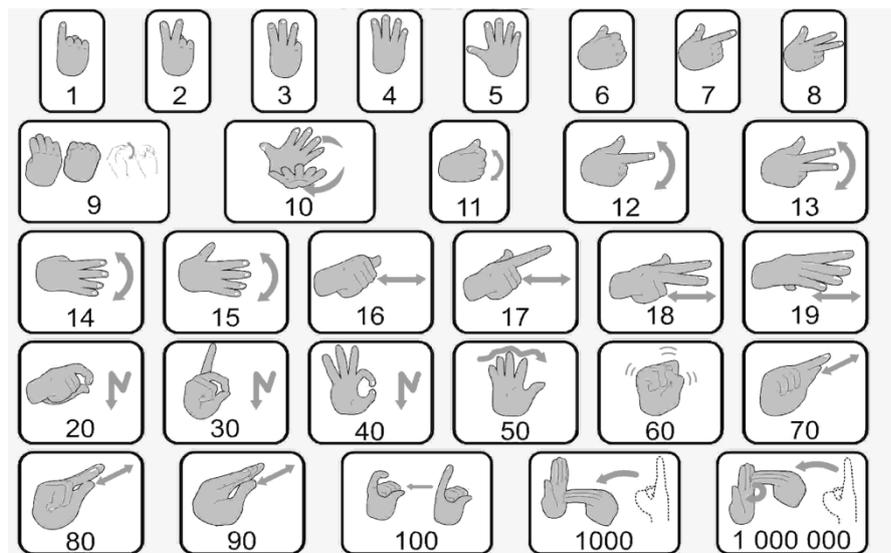


Figura 2 (forma de conteo secuencial con señas de la LSM)

Las señas para números en la LSM son denotados por los dedos de la mano, donde los primeros cinco números se indican a partir de la cantidad de dedos extendidos: la seña de *uno* es el dedo índice extendido y el *cinco* son todos los dedos de la mano extendidos; la seña para el *seis* es el dedo pulgar extendido; para la seña de *siete* se deja el dedo pulgar y se extiende el dedo índice; para indicar *ocho* se extiende el dedo medio; y así sucesivamente, se añaden dedos para aumentar la cantidad, y se incorporan diferentes movimientos de las manos (ver figura 3). Para avanzar en la lista del conteo en LSM se debe añadir, en la mayoría de los casos, un dedo más para indicar el sucesor. Por ejemplo, la seña de siete contiene un dedo más que la seña de seis y la seña de ocho contiene un dedo más que la seña de siete y así sucesivamente hasta la seña de diez. Esta regularidad se cumple en la gran mayoría de las transiciones entre las señas en la secuencia numérica, pero no entre todas. Se cumple en la secuencia de señas de 1 a 5, de 6 a 10, de 11 a 14, y de 16 a 19. De 20 a 99, se cumple en las combinaciones de señas de decena con 1 a 5 y 6 a 9, pero no se cumple en las transiciones de una decena a otra (por ejemplo, no se cumple de 29 a 30). A partir de 100, la regularidad se cumple en todas las señas en las cuales se cumple en 1 a 99. Entonces, de las noventa y nueve transiciones entre señas que se dan en la secuencia de 1 a 100, 78 de ellas (78.8%) cumplen con la regularidad.



(Escobar, s.f.) Figura 3.

A diferencia de lo observado en LSM, la forma de las palabras que conforman la lista del conteo en lenguas orales, como el español, no brinda información adicional sobre las relaciones aritméticas entre los números que designan, por ejemplo, la palabra *dos* no está conformada por exactamente una parte más que la palabra *uno*; asimismo la palabra *ocho* no está conformada por exactamente una parte más que la palabra *siete*. A pesar de que niños con sordera y niños oyentes cuenten hasta 100, el niño oyente solo tiene significados de las palabras (*dos*=I I), la forma de la palabra *dos* no le da pistas adicionales sobre qué es lo que denomina. Por otro lado, el niño aprendiz de la lengua de señas tiene tanto la forma como el significado ($\left[\begin{array}{c} \text{mano} \\ 2 \end{array} \right] = \text{I I}$): la forma de las seña denota características de aquello a lo que se refiere.

Es por ello que en la presente tesis se plantea que los niños aprendices de la LSM podrían aprender la función sucesora con mayor facilidad que los niños aprendices de un idioma oral, sin embargo, esto podría ser posible solo si los niños con sordera son capaces de ver a sus señas como objetos y como símbolos de manera simultánea. Es decir que al ver

dos dedos alzados puedan concebir el símbolo como: dos dedos y al mismo tiempo como número 2. Si esto es así, es factible que tengan mayor facilidad para aprender la función sucesora ya que la diferencia entre pares de señas sucesoras en LSM es de un dedo.

Dicha capacidad de observar sus señas como objetos y como símbolos de manera simultánea ha sido objeto de estudio durante las últimas décadas con un énfasis particular en qué tanto las personas, especialmente los hablantes de un idioma visogestual, hacen uso de las características en común de la seña con su referente para obtener información acerca de su significado. A esta propiedad de los símbolos se le conoce como iconicidad. En el siguiente apartado se abordará el papel que tiene la iconicidad en la adquisición de símbolos y números, así como dentro de la lengua de señas.

Iconicidad

Un signo como todo aquello que tenga una intención comunicativa al ser interpretado por una persona y no solo como una propiedad del objeto. En la teoría de signos, o semiótica, elaborada por Peirce (1995) (citado por Homer y Nelson, 2005) se identifican tres tipos de signos, a saber:

- a) Signos icónicos: tienen una similitud o comparten características físicas con sus referentes.
- b) Signos indiciales: tienen una conexión física o temporal con el objeto que representan.
- c) Signos simbólicos: son arbitrarios y no tienen una conexión al objeto que representan. Los símbolos son parte de un sistema interconectado de signos que dependen de convenciones sociales para establecer su significado.

Un objeto puede ser un ícono, un índice o un símbolo, dependiendo de su interpretación. Por ejemplo, en el caso de la lengua de señas, la pantomima o mímica puede considerarse como icónica y el señalamiento de objetos se puede considerar como indicial; sin embargo, la lengua de señas como tal es un modo de comunicación simbólica. Una seña no puede ser un símbolo por sí sola, pero sí cuando forma parte de un sistema de signos que da como resultado el lenguaje.

Es importante mencionar que para notar la iconicidad hay que detenerse en las características de la forma de las palabras. Eso normalmente no ocurre cuando producimos o comprendemos el lenguaje. Más bien, parece ser que “vemos a través de los símbolos”. Si se escucha la palabra *zoológico* se piensa en zoológicos y no en la forma de la palabra, la forma es transparente y se accede directamente al significado. Investigaciones en torno a la conciencia explícita de la palabra como un elemento del lenguaje indican que el concepto inicial de una palabra está relacionada con las características de su referente en el mundo; un niño puede afirmar que “silla” es una palabra corta porque “te sientas en ella y la persona que se sienta en ella es más alta que la silla” (Spencer, 1985, citado por Roberts, 1992). Al adquirir el niño mayor experiencia con el lenguaje, ya sea hablado o escrito, la forma de la palabra gradualmente se separa de su referente. No obstante, la evidencia de qué tanto puede un niño utilizar gestos, palabras o señas icónicas para adquirir significados de manera espontánea, parece ser contradictoria y altamente dependiente a ciertos contextos y características experimentales, como la edad del niño, los referentes y símbolos evaluados, así como la naturaleza de la tarea.

El papel de la iconicidad en la adquisición de significados de gestos y palabras en idiomas orales

Namy y colegas (2004) encontraron que la adquisición de gestos arbitrarios en los niños presenta una trayectoria en forma de U, siendo que a los 18 meses de edad, al igual que a los cuatro años, los niños parecen favorecer más las formas simbólicas, mientras que a los dos años de edad los niños tienden a favorecer más las formas icónicas y muestran cierta flexibilidad en el uso de los símbolos icónicos y arbitrarios. En otro estudio la misma autora demuestra que los niños a la edad de dos años presentan la habilidad para reconocer gestos que simulan acciones con objetos, p.ej., para indicar “tomar agua” se simula agarrar un vaso y llevarlo a la boca (Namy, 2008). Sin embargo dicha habilidad parece ser más frágil y variable en edades más tempranas. La autora sugiere que es probable que la atención conjunta y qué tan frecuente se realiza el símbolo icónico cuando está presente el referente son elementos clave para aprender significados de símbolos tanto icónicos como arbitrarios. Por otro lado, Magid & Pyers (2017), en contraste con los resultados obtenidos por Namy (2004), observaron que los niños a la edad de cuatro a cinco años demuestran tener una habilidad para aprender nuevos gestos icónicos presentados de manera explícita, a diferencia de niños de 3 años, sugiriendo que la iconicidad no tiene un papel central en el aprendizaje de una lengua a edades tempranas y que esta se desarrolla con experiencia. Asimismo, Brown (1978) observa que niños oyentes de cuatro a cinco años aprenden más fácilmente y prefieren producir gestos icónicos en comparación con gestos arbitrarios. Algo similar se ha demostrado con la adquisición de verbos, pues los niños son más propensos a expresar significados de acciones de forma verbal antes de expresarlos con gestos (Özçalışkan et al, 2014), sin embargo los gestos icónicos incrementan en frecuencia al mismo tiempo que las palabras para verbos y se sugiere que los gestos icónicos pueden ofrecer a niños de edades

tempranas una técnica para complementar o “llenar vacíos de palabras” en su vocabulario de acción después de que hayan aprendido palabras para verbos en su lenguaje.

Los estudios mencionados sugieren que los niños oyentes desarrollan la habilidad para usar la iconicidad de un gesto para aprender su significado a partir de los dos años y que dicha habilidad se fortalece conforme los niños van creciendo. Sin embargo, en estos estudios se puede estar subestimando la edad en que emerge esa habilidad porque en cada uno de ellos la modalidad de los símbolos enseñados era diferente a la del lenguaje de los niños, i.e., los símbolos enseñados eran manuales -gestos- pero los niños eran aprendices de un lenguaje oral, y varios estudios señalan que los niños pueden hacer uso de la iconicidad en edades más tempranas si los símbolos que aprenden pertenecen a la misma modalidad que su lenguaje. Por ejemplo, Perry y colegas (2015) observaron que las palabras icónicas, es decir palabras que utilizan el sonido de la palabra para representar características del referente (“*guagua*” para referirse a un perro o extender la palabra “*graaaande*” para indicar tamaño amplio), son de las primeras en ser aprendidas. En su estudio Perry y colegas pidieron a participantes que califiquen el grado de iconicidad de palabras presentadas en modalidad escrita y oral, mostrando que el grado de iconicidad está altamente relacionado con la edad de adquisición: las primeras palabras en ser aprendidas durante la infancia fueron calificadas más icónicas por los participantes y las palabras que calificaron como menos icónicas fueron adquiridas más tardíamente. De igual manera se ha observado que hay una relación significativa entre la iconicidad de las palabras y su frecuencia de uso durante los primeros cuatro años de vida (Massaro & Perlman, 2017), sin embargo, cabe notar que las palabras icónicas suelen ser menos difíciles de articular por lo que su uso temprano no es necesariamente debido exclusivamente a su carácter icónico.

En resumen, se observa que la evidencia sobre los efectos de iconicidad en el aprendizaje de significados en idiomas orales es mixta. Algunos plantean que los niños toman mayor ventaja de la unión entre la forma icónica y su significado cuando van progresando en su desarrollo cognitivo (Thompson et al, 2012, Magid & Pyers, 2017) mientras otros afirman que el reconocimiento de la iconicidad no es automático sino que requiere de habilidades cognitivas y semióticas previas (Nielsen et al 2021) y que los efectos de la iconicidad pueden ser observados a partir de los 2 años (Namy, 2004) o incluso hasta los 4 años en adelante (Brown 1979, Özçalışkan et al, 2014, Magid & Pyers, 2017).

Con ello nos preguntamos si esto también ocurre en el aprendizaje de los números, es decir ¿los gestos para número (i.e., los dedos de la mano levantados) podrían ser herramientas que apoyen la adquisición de número durante los primeros años de vida?

Uso de la iconicidad en el aprendizaje del significado de gestos numéricos en niños oyentes

Cuando se hace alusión a una cantidad numérica por medio de los dedos: el indicar la cantidad de dos y levantar dos dedos en la mano, nos refiere a que los dos dedos levantados en la mano y los dos objetos a los que se hace referencia tienen la característica en común de ser colecciones de dos; es decir, se hace referencia a algo que tiene la propiedad de ser dos. Es por eso que podemos sugerir que el significado de gestos numéricos puede llegar a ser aún más evidente que palabras arbitrarias; la palabra para *dos* no tiene el doble de letras que la palabra para *uno*, y no indica de forma alguna que sea el doble de *uno*, así como la palabra *cuatro* no contiene cuatro letras o el doble de la palabra *dos*. Aunque esto parezca evidente, la evidencia actual sobre el rol de la

iconicidad en la adquisición de número en edades tempranas, es heterogénea y contradictoria. Por un lado se afirma que la iconicidad sí puede facilitar el desarrollo de nociones numéricas y por otro lado, se observa que no facilita la adquisición de números.

Una fuente de evidencia a favor de que la iconicidad pueda facilitar la adquisición de conceptos numéricos surge de que los primeros símbolos que denotaban cantidades numéricas eran icónicos: palillos, rayas, dedos (Everett, 2017). Wiese (2003) sugiere que esos fueron los primeros símbolos numéricos porque, dada la naturaleza de las partes innatas de nuestros aparatos cognitivos y perceptuales, las representaciones icónicas del número nos resultan más intuitivas. De igual manera, los gestos numéricos son muy comunes en la comunicación de número a edades tempranas. Por ejemplo, si se le pregunta a un niño cuántos años tiene, lo puede indicar con los dedos de las manos más que con una palabra (Gibson et al, 2019). Cuando los dedos de las manos refieren cantidades pequeñas y precisas, permiten desarrollar una noción apropiada de número (Di Luca & Pesenti, 2008). Si se utilizan dichos gestos en edades tempranas, pueden contribuir a un entendimiento rápido y profundo de conceptos numéricos al proveer de raíces sensoriomotoras en donde puede crecer el concepto de número (Di Luca & Pesenti, 2011). Por último, Wiese (2003) propone que las representaciones tempranas de números tienen una base icónica, de manera que cuando los niños suelen contar *uno, dos, tres*, para indicar el número 3 utilizando las palabras *uno, dos, tres* como marcas o “*tallies*” mentales, sin embargo, Nicoladis y colegas (2010) presentan datos que se contraponen fuertemente a la propuesta de Wiese. Demostraron que niños oyentes de edad preescolar temprana no toman ventaja de la iconicidad de gestos numéricos (dedos levantados) al relacionar símbolos numéricos a colecciones de objetos. En su estudio les pidieron a niños de dos a cinco años que indicaran cuántos objetos había, ya sea con gestos numéricos o palabras numéricas. También les pidieron que a partir de un gesto numérico o palabra

para número, producidos por el examinador, entregasen el número de objetos solicitado. Para ambas tareas se observó una tendencia a tener una mayor proporción de respuestas correctas cuando se les daban las palabras, en comparación de gestos. Los autores concluyen que los niños parecen ser más sensibles al significado de los símbolos que a su forma; veían los tres dedos levantados como un signo simbólico sugiriendo que los niños preescolares procesan palabras y/o gestos numéricos, como símbolos. Por ejemplo, cuando se le preguntó a un niño cuántos objetos había en la caja, el dibujó dos círculos, uno encima del otro tratando de hacer el símbolo 8. Sugieren que esto puede ocurrir debido a que encuentran las palabras verbales con mayor frecuencia en su uso cotidiano, especialmente para números que se encuentran fuera del alcance de los dedos. Asimismo, Nicoladis y colegas (2018) sugieren que los niños jóvenes inicialmente aprenden gestos numéricos como signos simbólicos y después logran apreciar la iconicidad reflejada en los gestos numéricos, sin embargo, Nicoladis y colegas (2010) también observaron que los niños de dos años sí suelen usar más gestos para números en comparación con otros grupos de edad, y que esto puede ser debido a que solo conocen pocas palabras numéricas. Usando el método de Nicoladis et al (2010), Gunderson y colegas (2015) investigaron si, efectivamente, los niños pueden usar gestos numéricos en contextos que involucran números que todavía no pueden comunicar con palabras. Sus resultados demuestran que esto pasa así. En contextos que involucran números que todavía no pueden comunicar con palabras, los niños pueden representar y comunicar cantidades numéricas con gestos, por lo tanto, afirman que los resultados de Nicoladis et al (2010) no indican que exista una ventaja universal para las palabras de número sobre los gestos de número durante el desarrollo y hacen una aclaración importante; ellos proponen que la habilidad en niños para usar gestos numéricos puede preceder a la habilidad de usar palabras para números.

Al presentar evidencia a favor y en contra de que los niños pueden aprovecharse de la iconicidad de gestos numéricos para aprender su significado, nos permite cuestionarnos qué es lo que ocurre en el caso de poblaciones sordas o nativas en lengua de señas al estar inmersas en un sistema lingüístico en que el porcentaje de las señas icónicas o que tienen un origen icónico, varía entre 25 y 70 % (Stokoe, 1965; Wescott, 1971; Pietrandrea, 2002; Ortega, 2017). Por ejemplo, en la Lengua de Señas Mexicana (LSM), existen señas que comparten: 1) **aspectos físicos** con su referente, como la seña para *árbol*, se realiza con todo el brazo, mostrando desde el codo hasta la mano, en donde el brazo indica el tronco del árbol y la mano indica las ramas y hojas; 2) su **ubicación espacial**, como las señas para *lejos* y *cerca*, en las que se levanta el dedo meñique y se mueve la mano hacia adelante alejándose del cuerpo (*lejos*), o las dos manos con los dedos meñique, anular y medio levantados, se acercan hasta casi tocarse (*cerca*); 3) **patrones de movimiento**, como en la seña para *amanecer*, que usa una mano extendida haciendo referencia al sol, se mueve hacia abajo y sale por detrás de la otra mano simulando el movimiento que hace el sol; y 4) **movimientos que forman parte de la acción designada**, como la seña para *nadar* que simula las brazadas que se hacen al nadar.

Thompson et al. (2012), a partir del análisis de registros paternos de niños sordos de 11 a 30 meses de edad, nativos en Lengua de Señas Británica, encontraron que la iconicidad predice la comprensión y producción temprana de señas por lo que sugieren que la iconicidad sirve para mejorar el aprendizaje y efectividad comunicativa al activar representaciones directas entre la experiencia y la forma de la palabra, y como se mencionó anteriormente, es característica de una gran proporción del léxico de los

infantes. A su vez, Caselli & Pyers (2017), en su estudio con niños sordos de los 8 hasta los 36 meses de edad, aprendices de la Lengua de Señas Americana, también demostraron que la iconicidad facilita el aprendizaje del significado. Ambos estudios encuentran que el grado de iconicidad de una seña predice la edad en la que se aprende su significado al notar una correlación entre la edad de aprendizaje, el significado de las señas y su grado de iconicidad, sin embargo, Caselli & Pyers (2017), encontraron que la iconicidad no es la única ruta por la cual los niños pueden adquirir nuevas señas, esta también se ve influenciada por otros factores, como densidad fonológica y frecuencia léxica.

Por último, Emmorey (2014) observa un patrón similar sugerido por Namy (2008) en el aprendizaje de gestos de niños oyentes y de niños sordos aprendices de una lengua de señas, a saber que los niños muestran una mayor sensibilidad a la iconicidad a los dos que a los cuatro años. No obstante, la sensibilidad a la iconicidad parece emerger en edades más tempranas en niños sordos aprendices de una lengua de señas que en niños oyentes aprendices de una lengua oral.

En resumen, existe evidencia del papel facilitador de la iconicidad en la adquisición de señas al inicio del desarrollo de niños nativos en lengua de señas pero también existen otros factores que se deben considerar para el aprendizaje de señas y sus significados como propiedades estadísticas y fonológicas de las mismas.

En el caso de niños sordos que aprenden el lenguaje de forma tardía debido a la falta de exposición temprana a la lengua de señas, se sugiere que un alto grado de iconicidad facilita y apoya la adquisición de señas como primera lengua (Tolar et al, 2008; Caselli & Pyers, 2017; Caselli et al, 2021). Esto es de gran importancia ya que en México, este tipo de eventos es muy común debido a que los niños sordos suelen ser hijos de padres oyentes, quienes tienen ligera o nula experiencia con la lengua de señas y por tanto, la adquisición del lenguaje se da de forma tardía por la poca falta de exposición y difícil

acceso a un sistema de comunicación social, más allá del núcleo familiar (Guerrero Arenas & Santana, 2022).

Uso de la iconicidad en el aprendizaje del significado de señas para número

Son pocos los estudios realizados en torno a la iconicidad de señas numéricas en poblaciones aprendices o conocedoras de una lengua de señas. Uno de ellos es un estudio con personas señantes de señas caseras o “*homesigners*”, es decir personas que se comunican con señas no convencionalizadas o que no son reconocidas en el idioma oficial al ser creadas en casa y responsivas a las necesidades individuales de la persona y de la familia (Spaepen et al, 2011). Spaepen y colegas realizaron tareas similares a la *tarea de la unidad* donde se les pidió a los señantes que indicaran la cantidad de objetos que había dentro de una caja opaca cuando se le agregaban o se le quitaban objetos, encontrando que a pesar de que los señantes de señas caseras usaban sus dedos para comunicar números, no representaban de manera precisa los valores de conjuntos que contenía más de tres ítems. Los autores notaron que bajo ciertas circunstancias, los niños podían usar sus dedos para establecer correspondencia uno a uno y por tanto lograr mejor precisión, sin embargo no utilizaban esta estrategia de manera general.

En tanto a las personas sordas que aprenden una lengua de señas, Le Corre (en preparación) demostró que niños que aprenden la Lengua de Señas Mexicana tardíamente en la escuela (en vez de aprenderla en casa como niños oyentes) deducen el significado de las primeras cinco señas por medio de correspondencia uno a uno entre los dedos levantados y los números de 1 a 5; es decir, aprenden sus significados dándose cuenta que una seña numérica designa el número de objetos en un conjunto siempre y cuando cada dedo de la seña se pueda emparejar con un objeto del conjunto. Esto implica que los niños

sordos no ven solamente el significado de sus señas numéricas pero también pueden verlas como objetos, a saber, dedos.

A modo de resumen, los estudios en torno al papel de la iconicidad en la adquisición de significados para número presentan resultados y conclusiones divergentes. Dentro de la literatura revisada, niños oyentes podrían utilizar la iconicidad de gestos numéricos para aprender sobre el conteo preciso, el principio de cardinalidad y correspondencia uno a uno (Alibali & DiRusso, 1999; Graham, 1999), comunicar cantidades pequeñas específicas durante los primeros años del desarrollo numérico (Gibson et al, 2019; Di Luca & Pesenti, 2008) principalmente en niños donde las palabras para número no se han desarrollado (Giberson et al, 2015), sin embargo, se ha demostrado que en un inicio los niños oyentes no necesariamente utilizan la iconicidad de gestos numéricos para relacionarlos con cantidades, ya que muestran tener mayor sensibilidad al uso de palabras para números como herramientas convencionales y comunicativas, ya sea porque tienen mayor exposición a estas o dan mayor facilidad para denominar números más grandes que no se encuentran al alcance de sus manos (Nicoladis et al, 2010).

En el caso de la iconicidad dentro de las lenguas de señas, se observa un patrón que es diferente a lo observado en poblaciones oyentes cuyo sistema de comunicación no es puramente manual o gestual. En las lenguas de señas, se reconoce la importancia de la iconicidad en la adquisición temprana de significados por diversas razones; ya sea porque las señas icónicas se encuentran en más del 30% del léxico de las lenguas de señas (Stokoe et al, 1965), o porque son de las primeras señas producidas y comprendidas por niños nativos en lenguas de señas (Thompson et al, 2012). En el caso de niños que son expuestos de forma tardía a la lengua de señas, la iconicidad apoya su pronta adquisición (Tolar et al, 2008; Caselli & Pyers, 2017; Caselli et al, 2021).

En cuanto a la adquisición de número, en contextos donde las personas no son expuestas a una lengua de señas convencional y por ende no son expuestas a una estructura del conteo, parece ser que pueden aprender señas caseras que designan cantidades pequeñas (no más de tres objetos) pero que un sistema de conteo es necesario para adquirir relaciones entre números específicos (Spaepen et al, 2011). Por otro lado, niños que si son expuestos a una lengua de señas convencional (LSM) pero que han tenido poca experiencia, son capaces de ver sus señas numéricas como objetos y así usar la correspondencia uno a uno entre dedos y objetos para aprender su significado (Le Corre, en preparación).

En esta tesis documental hacemos la propuesta de un estudio para investigar si los niños son capaces de observar sus señas para números como fuente de información del significado. Es decir, notar la relación que existe en la lista del conteo con respecto a la función sucesora: al añadir una unidad más se avanza al siguiente número en la lista sin importar su magnitud. Para que el niño pueda aprovechar la relación que denotan las señas para número (alzar un dedo para indicar su sucesor) deben ver sus señas a la vez como símbolos y como meros objetos. Por ejemplo, para notar que la seña que designa 8 es conformada por un dedo más que la que designa 7 y usar este hecho para aprender que $7 + 1 = 8$, tienen que ver estas dos señas a la vez como símbolos (de 7 y 8 respectivamente) y como objetos (dos y tres dedos respectivamente) simultáneamente. Si es así, entonces los aprendices de LSM podrían utilizar la iconicidad de sus señas numéricas a su favor para aprender que “siguiente = más uno”, y luego, quizás aprender la función sucesora y que los números nunca acaban.

En línea con la propuesta hecha en esta tesis, cabe hacer una aclaración importante: notar la diferencia simbólica de un dedo no es lo mismo que usar la iconicidad de los dedos para aprender el significado de números, ya que en el primero debemos enfocarnos

en la relación que hay entre dos significados. No se cuestiona si se usa la iconicidad para aprender los números 4 y 5, se cuestiona si se usa la iconicidad para ver la diferencia y la relación entre dos números (la diferencia entre las señas/números es que se agrega un dedo más y la relación implica que el 5 es el sucesor de 4, es decir que agregar más uno significa siguiente en la lista del conteo).

A continuación se presenta la propuesta experimental que es congruente y acorde a la literatura revisada, aunque esta no es llevada a cabo para fines de la presente tesis en su carácter documental.

Método

Participantes

El estimado de participantes sería de 100. El rango de edad sería de 4 a 8 años ya que la edad cronológica juega un papel importante sobre la adquisición de la función de sucesor y el conocimiento del infinito, especialmente si se estudian poblaciones (hablantes nativos en lengua de señas y el español) en las cuales no se tiene ningún referente actual de edades estimadas en la adquisición de la función sucesora e infinito. De igual manera, para evaluar las habilidades y edad mental de niños oyentes y niños sordos se sugiere la aplicación las pruebas Weschler de Inteligencia WPPSI-IV (edades de 2:6 a 7:7 años) y WISC IV (edades de 7:8 a 16:11 años) en las subpruebas de inteligencia no verbal. Esta prueba es elegida debido a que no existen pruebas estandarizadas y adaptadas para población sorda o nativa en LSM. Es importante contar con la edad mental de ambos grupos de participantes para equiparar habilidades cognitivas y de inteligencia y así controlar otros factores que puedan tener efecto en las nociones numéricas que se evalúan.

Con ellos se formarán dos grupos; un grupo de niños oyentes sin conocimiento de la LSM y un grupo de niños sordos practicantes de la LSM. Para el grupo de infantes sordos se tomarían en cuenta aquellos que no cuenten con aparatos auditivos auxiliares o implantes cocleares y que hayan sido expuestos a la LSM durante los primeros años de vida.

El grupo de participantes oyentes cumpliría con las mismas características de tamaño de grupo y edad, que no tengan ninguna afectación neurológica o dificultad de aprendizaje y/o lenguaje y que sean monolingües en español.

Procedimiento

La primera prueba en ser aplicada sería la *Tarea de “Dar un número”* (Give a Number task) adaptada de Wynn (1990), utilizada para evaluar la comprensión del número. Se inicia presentando al infante 12 objetos y se le invita a participar en un juego con los objetos. Para cada ensayo se le pide al niño que entregue cierta cantidad de objetos “¿puedes darme N objetos?”; una vez que el infante responda, el experimentador le vuelve a preguntar si el número que dio corresponde con el número solicitado “¿eso es N?”, “puedes contarlos y asegurarte de que sean N objetos?” y se le incita a que los cuente. Si el niño reconoce un error, el experimentador le permite cambiar su respuesta con los objetos. Después se le pide que de 7 u 8 objetos dos veces. Si el niño logró superar la prueba se infiere que el niño conoce el principio de cardinalidad y continuará con las siguientes tareas. En caso contrario, los infantes que no tuvieron éxito en las cuatro partes de la tarea no continuarían en el experimento.

Una vez que se tenga la muestra acordada de niños (50 y 50 para cada grupo, con rango de edad variado de 4 a 8 años, ej: 10 niños con 4 años, 10 niños con cinco años, etc.) se podría llevar a cabo la *entrevista con los padres* así como la entrega del consentimiento informado. La entrevista con los padres tiene la finalidad de conocer a

profundidad la situación de los niños y evaluar de manera cualitativa cómo es que ciertas condiciones, como el status de los padres y niños (con sordera congénita o adquirida), edad de inicio de producción de la lengua y calidad de la misma, tiempo y lugar de exposición a la lengua y edad de escolarización podrían afectar los resultados.

Posterior a la entrevista se iniciaría con la *Tarea de mayor conteo*. La tarea de mayor conteo nos permitirá asignar rangos numéricos conocidos de los niños para la tarea de la unidad, así como tomar en consideración qué tanto puede influir el conocimiento del rango del conteo en el conocimiento de la función sucesora e infinito. El rango de conteo puede variar dependiendo de la edad y exposición del niño ante palabras para números. Para conocer el rango se le pregunta a cada niño “¿Puedes contar lo más alto que puedas?”; en caso de que no pueda se le ayuda diciendo “vamos a contar juntos 1..” invitándolo a que siga contando por sí solo. Los errores de omisión “11, 12, 14, 15..” y repetición cíclica “28, 29, 30, 21, 22” se tomarán en cuenta para determinar el número más alto al que pudieron contar antes del error.

Una vez terminada la tarea de mayor conteo, se continuaría con la *Tarea de la unidad* (Moldeada de Sarnecka y Carey, 2008 y adaptada a los rangos dados por Cheung et al, 2017). Se utiliza para evaluar el entendimiento de la función del sucesor (el añadir un objeto a un set resulta exactamente el incremento de una unidad en la lista de conteo “N+1”). Se presenta a los niños una caja que contiene juguetes y otra caja opaca que está vacía. El experimentador le informa al infante que va a colocar cierta cantidad de juguetes en la caja opaca (para evitar pistas perceptuales). El experimentador llama la atención del niño diciendo “Mira, tengo N juguetes, voy a poner N juguetes en la caja” y se cierra la caja. Después se le pregunta al niño si recuerda cuántos juguetes hay en la caja. En caso

de que no recuerde se le dice que se va a volver a hacer la acción previa removiendo los objetos y empezando de nuevo hasta que el niño pueda responder correctamente a la pregunta de memoria. En caso de que sí recuerde, se agregan uno o dos juguetes más a la caja opaca y se le pregunta si hay $n+1$ o $n+2$ juguetes en la caja. Ejemplo: “Metí 22 juguetes en la caja, ahora voy a meter uno más. Ahora hay 23 o 24 juguetes en la caja?”

Independientemente de la respuesta, se le dará una retroalimentación neutral diciendo “gracias”. Se hará la prueba en cuatro rangos: pequeño (4-10), mediano (11-20), grande (21, 50) y muy grande (51-70). La prueba de cada rango se hará en función del mayor número al que pudo llegar cada niño.

Por último, como parte del protocolo propuesto por Cheung et al (2017), se realizaría la *Batería de preguntas de Gelman (1998)*. La entrevista consiste en seis preguntas que evalúan el entendimiento de infinito. Dicho conocimiento involucra dos nociones principales: a) negar la existencia de un único número mayor y b) concimiento de la función sucesora

Las primeras tres consisten en si el infante piensa que hay un único número mayor.

1. “¿Cuál es el mayor número que puedas pensar?”
2. A partir del número que contesten se les pregunta si “¿ese es el mayor número que puede existir?” Si la respuesta es sí, sigue con la tercera pregunta. Si la respuesta es no, entonces se le pregunta qué número es más grande al que mencionó anteriormente.
3. “¿Si sigo contando, podré llegar al final de los números, o los números siguen para siempre?”, “¿por qué?”

Las últimas tres preguntas se enfocan en el entendimiento de la función sucesora.

4. “¿Si pensamos en un número realmente grande, siempre podemos agregarle y hacerlo aún más grande, o hay un número que sea tan grande que no podamos agregarle más?”, “¿por qué?”

5. “Dijiste que el número más grande que conoces es X, entonces ¿es posible agregarle 1 a X, o X es el número más grande posible?”

6. Finalmente, se le pregunta al infante “¿Puedo seguir agregando 1?”, “¿por qué?” o “¿por qué no?” Si el infante contesta que sí, entonces se le pregunta “¿Qué pasaría si sigo agregando uno?”

Para codificar las respuestas se dividirían en cuatro grupos.

a. Conocimiento completo de infinito (si creen que es posible agregar una unidad indefinidamente y que no hay un mayor número posible).

b. Conocimiento de la función del sucesor (si creen que es posible agregar una unidad indefinidamente y que sí existe un mayor número posible).

c. Conocimiento de un sin fin (si creen que no es posible agregar una unidad indefinidamente y que sí hay un mayor número posible).

d. No conocimiento de infinito (si creen que no es posible agregar una unidad indefinidamente y que tampoco existe un mayor número posible).

Para finalizar con la aplicación de pruebas, como fue mencionado anteriormente, se aplicaría la Escala de Inteligencia para Niños y Preescolares (WISC VI y WPPSI III) únicamente las subpruebas para inteligencia no verbal.

Durante la aplicación de las tareas sobre conocimiento de número (tarea de dar un número, tarea de conteo más alto, tarea de la unidad y entrevista de función sucesora e infinito), así como las pruebas de inteligencia no verbal se contaría con intérprete de LSM.

Análisis de resultados

Para la tarea de *dar un número* no se realizaría ningún análisis ya que se utiliza como criterio de inclusión para el estudio; si se responde correctamente, el participante seguirá dentro del estudio, en caso contrario, se le agradecerá su participación y se le excluirá del mismo.

Para el análisis de las tareas restantes siempre se haría la comparación entre los dos grupos principales; sordos y oyentes.

Tarea de mayor conteo

Se dividirían en cuatro rangos dependiendo del mayor número dado: bajos (10-20), medios (30-50), altos (60-80) y muy altos contadores (80-100).

Se compararían promedios de: edad cronológica, edad mental y mayor conteo

Sordos

Oyentes

	Promedio edad cronológica	Promedio edad mental	Promedio de mayor conteo	Promedio edad cronológica	Promedio de edad mental	Promedio de mayor conteo
Bajos contadores						
Medios contadores						
Altos contadores						
Muy altos contadores						

Se esperaría que haya una correlación positiva con la edad cronológica y el mayor número contado (Cheung et al, 2017). Por lo tanto se realizaría una correlación en la edad cronológica y edad mental con respecto al mayor número dado.

Tarea de la unidad

A partir de los datos recopilados de la tarea de mayor conteo, se podría hacer un análisis en función del mayor número dado y conocimiento de la función de sucesor. Se ha encontrado que hay una relación importante entre la adquisición de la función del sucesor y el mayor número contado (Cheung et al, 2017).

Se analizaría el porcentaje de respuestas correctas en la tarea de la unidad de cada grupo de contadores.

Sordos

Oyentes

	Promedio edad cronológica	Promedio edad mental	Respuestas correctas %	Promedio edad cronológica	Promedio de edad mental	Respuestas correctas %
Bajos contadores						
Medios contadores						
Altos contadores						
Muy altos contadores						

Batería de preguntas de Gellman

Como se mencionó en el método, se dividirían tanto a sordos y oyentes en cuatro grupos a partir de sus respuestas: 1. Conocimiento completo de infinito, 2. Conocimiento de la función de sucesor, 3. Conocimiento de un sin fin y 4. No hay conocimiento infinito.

Se utilizarían los datos previos para comparar la relación que hay entre la función del sucesor, mayor número contado y edades mentales entre niños oyentes y niños sordos, así como diferencias en el desempeño de la tarea, principalmente en el desarrollo de la adquisición del conocimiento completo de infinito.

	Sordos	Oyentes						
Sin conocimiento de infinito	(N) <table border="1"> <tr> <td>Promedio edad mental</td> <td>Respuesta correcta tarea de la unidad %</td> <td>Promedio de mayor conteo</td> </tr> </table>	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo	(N) <table border="1"> <tr> <td>Promedio edad mental</td> <td>Respuesta correcta tarea de la unidad %</td> <td>Promedio de mayor conteo</td> </tr> </table>	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo
Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo						
Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo						
Conocimiento sin fin	(N) <table border="1"> <tr> <td>Promedio edad mental</td> <td>Respuesta correcta tarea de la unidad %</td> <td>Promedio de mayor conteo</td> </tr> </table>	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo	(N) <table border="1"> <tr> <td>Promedio edad mental</td> <td>Respuesta correcta tarea de la unidad %</td> <td>Promedio de mayor conteo</td> </tr> </table>	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo
Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo						
Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo						

Conocimiento de la función sucesora	(N)			(N)		
	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo
Conocimiento del infinito	(N)			(N)		
	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo	Promedio edad mental	Respuesta correcta tarea de la unidad %	Promedio de mayor conteo

Resultados esperados

Si para adquirir el conocimiento completo del infinito se debe tener conocimiento de la función sucesora, es decir, saber que al añadir una unidad más a un conjunto nos indica que pasamos al siguiente número en la lista del conteo y que el aprendizaje de la función sucesora podría ser facilitado por niños aprendices de la Lengua de Señas Mexicana y toman ventaja de la iconicidad en las señas para número al ver directamente en sus manos la noción de “siguiente= +1”, entonces podríamos observar que:

- A) Dentro de los mismos grupos de edad mental y cronológica, tendrían un mayor rango de conteo en comparación a sus pares oyentes.
- B) Dentro de los mismos grupos de edad mental y cronológica, obtendrían un mayor porcentaje de respuestas correctas en la tarea de la unidad, en comparación con sus pares oyentes.

C) Dentro de los mismos grupos de edad mental y cronológica darían respuestas a la Bateria de preguntas de Gellman que denoten el conocimiento de la función sucesora (un número, sin importar qué tan grande sea, siempre se le podrá añadir una unidad más) y el conocimiento del infinito (no existe un número más grande), en comparación con sus pares oyentes.

Conclusión

La importancia de realizar esta propuesta radica en dos puntos principales. El primero es entender cómo se adquieren conocimientos de propiedades de números que no son directamente observables. Si bien, en este caso en específico, la adquisición del conocimiento sobre la función sucesora y el infinito es un proceso extenso y que requiere de numerosas bases cognitivas y exposición a ciertos entornos que favorezcan su aprendizaje, aún no queda claro cuál es el trayecto del desarrollo para su adquisición y qué tipo de razonamientos hay de por medio. La presente tesis propone explorar más evidencia en favor del planteamiento de Cheung et al (2017) en torno a la función sucesora, no solo al sugerir la necesidad de tener más datos en tanto a edad y cultura, sino también tomando en consideración una modalidad distinta a la oral que podría o no, facilitar su adquisición y así plantear propuestas de enseñanza que brinden mayor información sobre conceptos y procesos que no pueden ser aprendidos por medio de la experiencia directa. El segundo, los estudios en torno a las lenguas de señas y los efectos que estas tienen en el desarrollo de niños sordos o nativos en lengua de señas son escasos, especialmente dentro de la población mexicana. Tan es así que aún no existen pruebas elaboradas para personas sordas y se utilizan pocas adaptaciones para que estas puedan ser aplicadas, entre ellas el WISC IV, lo cual tiene grandes implicaciones para tener información precisa de evaluaciones de personas sordas o nativas en lenguas de señas en

cuanto a sus procesos cognitivos, permeando de manera negativa en su desempeño (Marchesi, 1987).

Las lenguas de señas comparten características lingüísticas con los idiomas orales como fonología, sintáxis, semántica y pragmática, pero también presentan propiedades diferentes; al ser completamente visuales, las aproximaciones que se tienen a una construcción de lo real y lo simbólico deben ser eminentemente diferentes a las de personas oyentes. Dar este tipo de propuestas, en un inicio, nos permite fomentar la inclusión al tomar en cuenta otras vías de aprendizaje y desarrollo que no pueden ser evaluadas por medio de la población típica, en este caso oyente, y a su vez, entender a la lengua de señas mexicana no sólo como un medio de comunicación, sino también como una herramienta cognitiva que podría tener efectos notables en el desarrollo de nociones numéricas.

Referencias:

Alibali, M. W., & DiRusso, A. A. (1999). The function of gesture in learning to count: More than keeping track. *Cognitive development*, 14(1), 37-56.
[https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)80017-3](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)80017-3)

Baus, C., Carreiras, M., & Emmorey, K. (2013). When does iconicity in sign language matter?. *Language and cognitive processes*, 28(3), 261-271.
<https://doi.org/10.1080/01690965.2011.620374>

Brown, R. (1978). Why are signed languages easier to learn than spoken languages? Part two. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 25-44.
<https://doi.org/10.2307/3823113>

Caselli, N. K., & Pyers, J. E. (2017). The road to language learning is not entirely iconic: Iconicity, neighborhood density, and frequency facilitate acquisition of sign language. *Psychological science*, 28(7), 979-987. <https://doi.org/10.1177/0956797617700498>

Caselli, N. K., Emmorey, K., & Cohen-Goldberg, A. M. (2021). The signed mental lexicon: Effects of phonological neighborhood density, iconicity, and childhood language experience. *Journal of Memory and Language*, 121, 104282. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2021.104282>

Cheung, P., Rubenson, M., & Barner, D. (2017). To infinity and beyond: Children generalize the successor function to all possible numbers years after learning to count. *Cognitive psychology*, 92, 22-36.

Davidson, K., Eng, K., & Barner, D. (2012). Does learning to count involve a semantic induction? *Cognition*, 123, 162-173.

Deloache JS. 1991 Symbolic functioning in very young children: understanding of pictures and models. *Cogn. Dev.* 62, 736 – 752.

Di Luca, S., Pesenti, M. Masked priming effect with canonical finger numeral configurations. *Exp Brain Res* 185, 27–39 (2008). <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1132-8>

Di Luca, S., & Pesenti, M. (2011). Finger numeral representations: more than just another symbolic code. *Frontiers in psychology*, 2, 272. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00272>

Emmorey, K. (2014). Iconicity as structure mapping. *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological sciences*, 369(1651), 20130301. doi.org/10.1098/rstb.2013.0301

Escobar, G. s.f. *Números* [Imagen]. Escuela para sordos. <https://www.escuelaparasordos.com/lsm.php>

Everett, C. (2017). *Numbers and the making of us: Counting and the course of human cultures*. Harvard University Press.

Graham, T. A. (1999). The role of gesture in children's learning to count. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74(4), 333-355. <https://doi.org/10.1006/jecp.1999.2520>
<https://doi.org/10.1006/jecp.1999.2520>

Gibson, D. J., Gunderson, E. A., Spaepen, E., Levine, S. C., & Goldin-Meadow, S. (2019). Number gestures predict learning of number words. *Developmental science*, 22(3), e12791. <https://doi.org/10.1111/desc.12791>

Guerrero-Arenas, C., & Santana, G. (2022). Más allá de escuchar: consideraciones cognitivas y lingüísticas en niños Sordos. *CIENCIA Ergo-Sum*, 30(3). Consultado de <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/18031>

Gunderson, E. A., Spaepen, E., Gibson, D., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2015). Gesture as a window onto children's number knowledge. *Cognition*, 144, 14-28.

Homer, B. D., & Nelson, K. (2005). Seeing objects as symbols and symbols as objects: Language and the development of dual representation. In B. D. Homer & C. S. Tamis-LeMonda (Eds.), *The development of social cognition and communication* (pp. 29–52). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Kaminski, J. (2015). Young Children's Understanding of the Successor Function. In *CogSci*.

Lafay, A., Thevenot, C., Castel, C., & Fayol, M. (2013). The role of fingers in number processing in young children. *Frontiers in psychology*, 4, 488. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00488>

Magid, R. W., & Pyers, J. E. (2017). “I use it when I see it”: The role of development and experience in Deaf and hearing children's understanding of iconic gesture. *Cognition*, 162, 73–86. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.01.015>

Marchesi, Á. (1987). *El desarrollo cognitivo y lingüístico de los niños sordos: perspectivas educativas* (Vol. 17). Alianza Editorial.

Massaro, D. W., & Perlman, M. (2017). Quantifying iconicity's contribution during language acquisition: Implications for vocabulary learning. *Frontiers in Communication*, 2, 4. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2017.00004>

Namy, L. L., Campbell, A. L., & Tomasello, M. (2004). The changing role of iconicity in non-verbal symbol learning: A U-shaped trajectory in the acquisition of arbitrary gestures. *Journal of Cognition and Development*, 5(1), 37-57. https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0501_3

Namy, L. L. (2008). Recognition of iconicity doesn't come for free. *Developmental science*, 11(6), 841-846. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00732.x>

Nicoladis, E., Pika, S., & Marentette, P. (2010). Are number gestures easier than number words for preschoolers?. *Cognitive Development*, 25(3), 247-261. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2010.04.001>

Nicoladis, E., Marentette, P., Pika, S., & Barbosa, P. G. (2018). Young children show little sensitivity to the iconicity in number gestures. *Language Learning and Development*, 14(4), 297-319. <https://doi.org/10.1080/15475441.2018.1444486>

Nielsen, A. K., & Dingemanse, M. (2021). Iconicity in word learning and beyond: A critical review. *Language and Speech*, 64(1), 52-72. <https://doi.org/10.1177/0023830920914339>

Perry LK, Perlman M, Lupyan G (2015) Iconicity in English and Spanish and Its Relation to Lexical Category and Age of Acquisition. *PLoS ONE* 10(9): e0137147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137147>

Pietrandrea, P. (2002). Iconicity and arbitrariness in Italian sign language. *Sign Lang. Stud.* 2, 296–321. doi: 10.1353/sls.2002.0012

Roberts, B. (1992). The Evolution of the Young Child's Concept of "Word" as a Unit of Spoken and Written Language. *Reading Research Quarterly*, 27(2), 125–138. <https://doi.org/10.2307/747682>

Sarnecka, B. W., & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, *108*(3), 662-674.

Schneider, R. M., Sullivan, J., Guo, K., & Barner, D. (2020). What counts? Sources of knowledge in children's acquisition of the successor function.

Schneider, R. M., Pankonin, A., Schachner, A., & Barner, D. (2020). Starting small: Exploring the origins of successor function knowledge. *Developmental Science*, e13091.

Schneider, R. M., Sullivan, J., Marušič, F., Biswas, P., Mišmaš, P., Plesničar, V., & Barner, D. (2020). Do children use language structure to discover the recursive rules of counting?. *Cognitive psychology*, *117*, 101263.

Spaepen, E., Coppola, M., Spelke, E. S., Carey, S. E., & Goldin-Meadow, S. (2011). Number without a language model. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(8), 3163-3168. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015975108>

Stokoe, W. C. (1965). *A Dictionary of American Sign Language*. Washington, DC: Gallaudet College Press.

Taub, S. F. (2001). *Language from the body: Iconicity and metaphor in American Sign Language*. Cambridge University Press.

Thompson, R. L., Vinson, D. P., Woll, B., & Vigliocco, G. (2012). The road to language learning is iconic: Evidence from British Sign Language. *Psychological science*, *23*(12), 1443-1448. doi: 10.1177/0956797612459763

Tolar, T. D., Lederberg, A. R., Gokhale, S., & Tomasello, M. (2008). The development of the ability to recognize the meaning of iconic signs. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *13*(2), 225-240. <https://doi.org/10.1093/deafed/enm045>

Ortega, G. (2017). Iconicity and sign lexical acquisition: A review. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1280. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01280>

Özçalışkan, Ş., Gentner, D., & Goldin-Meadow, S. (2014). Do iconic gestures pave the way for children's early verbs?. *Applied psycholinguistics*, 35(6), 1143-1162. doi: [10.1017/S0142716412000720](https://doi.org/10.1017/S0142716412000720)

Wescott, R. W. (1971). Linguistic iconism. *Language* 47, 416–428. doi: 10.2307/412089

Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155-193.

Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220-251. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90008-p](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90008-p)