



Relación entre los componentes de la memoria de trabajo y procesamiento numérico en niños sordos

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PSICÓLOGA

Presentado por:

Jinneth Carolina Bojacá Bautista

Código Estudiantil: 1227463

Directores:

Diego Fernando Guerrero López MS.

Yenny Fabiola Otálora Sevilla MS, Ph. D.

Instituto de Psicología

Grupo de Investigación de Cognición Científica y Matemática

Universidad del Valle

Santiago de Cali

2017



Relación entre los componentes de la memoria de trabajo y el procesamiento numérico en niños sordos

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

Jinneth Carolina Bojacá Bautista

Para optar al título de Psicóloga por la Universidad del Valle

Instituto de Psicología
Grupo de Investigación de Cognición Científica y Matemática
Universidad del Valle
Santiago de Cali
2017

*A mi familia,
aquellas personas que han creído en mí
incluso más que yo.
Gracias.*

AGRADECIMIENTOS

Al culminar una etapa y recordar lo que fue todo el proceso, te das cuenta que muchas personas aportaron significativamente para que pudieras cumplir tus objetivos y no has tenido la oportunidad de agradecerles por ello. Aunque esta no sea la forma más creativa de dar las gracias, quiero aprovechar este espacio para hacerlo.

En primer lugar quiero agradecerle al profesor Diego Guerrero, gracias por haber sido un guía durante mi formación, compartido sus extensos conocimientos, por sus sabios consejos, por mostrarme el lado bello de la psicología y por inspirarme a seguir adelante. Con usted estaré eternamente agradecida y siempre ocupará un lugar muy importante en mis afectos. Mil y mil gracias, espero que la vida me permita volver a tener el honor de trabajar con usted en futuros proyectos.

A la profesora Yenny Otálora Sevilla, gracias por sus valiosas enseñanzas. Aunque hemos compartido poco tiempo, sus aportes a mi formación han sido inmensos. Es un gran privilegio contar con la oportunidad de aprender de usted. A Brehinerth Martínez, muchísimas gracias por orientarme en estos últimos meses, por leer mis escritos, por ser paciente y no desistir, sin tu ayuda estaría perdida. Y a César Mejía, gracias por brindarme un poco de su tiempo y tomarse la molestia de leer este documento, no cualquiera tiene la fortuna de contar con la asesoría de un profesional como usted. Sus apreciaciones han sido bastante enriquecedoras.

De igual manera, quiero agradecer a mis compañeros de carrera y amigos, John Velasco y Damaris Guaza, con ustedes recorrí y culminé este camino, entre risas, enojos y llanto compartimos maravillosos momentos, sin ustedes no hubiera sido lo mismo, de verdad GRACIAS. A mis “cognichicas”, Raquel Lozano, Catherine Belalcázar y Valeria Narváez,

ustedes llegaron en medio del camino para enseñarme, con su enorme corazón, que las personas buenas existen y que la vida es mucho mejor si cuentas con el apoyo de ellas. Gracias chicas por llenar mi vida de anécdotas graciosas y brindarme su valiosa amistad. Las quiero muchísimo (o como les diría en situaciones menos formales, las amo).

Asimismo, quiero darles un especial agradecimiento a Carol Martínez y a Jazmín Hernández, ustedes han sido unas de las personas que más me han apoyado, han sido mis confidentes, mis animadoras más fervientes. Más que mis amigas, se han convertido en mis hermanas y se han ganado un lugar muy especial en mi corazón. Le agradezco a la vida el haberme permitido conocerlas y que “encartarse” conmigo” no las haya hecho desistir de brindarme su amistad.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco a mis padres Janeth Bautista y Pedro Bojacá, y a mi pareja, Andrés Ruiz. Infinitas gracias por su apoyo, por impulsarme siempre a cumplir mis metas y no dejar que me rindiera y por brindarme su amor incondicional. Los amo inmensamente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1. Memoria de trabajo	4
2.2. Procesamiento numérico	6
2.3. Memoria de trabajo y procesamiento numérico	8
2.4. Memoria de trabajo y procesamiento numérico en niños sordos	10
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
IV. OBJETIVOS	17
4.1. Objetivo General	17
4.2. Objetivos Específicos	17
5.1. Diseño.....	18
5.2. Participantes	18
5.3. Criterios de inclusión	19
5.4. Tareas y procedimientos.....	19
5.4.1. Evaluación de MT	20
5.4.2. Evaluación del conocimiento de la secuencia	23
5.4.3. Evaluación del procesamiento numérico	24
5.5. Modelo de análisis.....	25
VI. RESULTADOS	29
6.1. Evaluación de MT	29
6.1.1. Recuerdo serial de dígitos (BF)	29
6.1.2. Recuerdo de magnitudes (AVE).....	31
6.1.3. Recuerdo de conteo visotemporal (EC).....	32
6.2. Evaluación conocimiento de la secuencia de conteo	33
6.2.1. Velocidad de conteo	33
6.2.2. Conteo abstracto	35
6.3. Evaluación procesamiento numérico	36
6.3.1 Cuantificación de dos colecciones.....	36

6.3.2. Sumatoria de dos colecciones.....	37
6.4. Análisis de regresión	39
6.4.1 Variable dependiente: aciertos en cuantificación de dos colecciones	39
6.4.2 Variable dependiente: aciertos en suma de dos colecciones	39
VII. DISCUSIÓN.....	41
VIII. LIMITACIONES Y FUTURAS DIRECCIONES.....	44
IX. CONCLUSIÓN.....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de variables y propuestas de análisis estadísticos.....	25
Tabla 2. Desempeño de los niños sordos en la tarea de recuerdo serial de dígitos	30
Tabla 3. Desempeño de los niños oyentes en la tarea de recuerdo serial de dígitos.....	30
Tabla 4. Desempeño de los niños sordos en la tarea de recuerdo de magnitudes.....	31
Tabla 5. Desempeño de los niños oyentes en la tarea de recuerdo de magnitudes.....	31
Tabla 6. Desempeño de los niños sordos en la tarea de recuerdo de conteo visotemporal	32
Tabla 7. Desempeño de los niños oyentes en la tarea de recuerdo de conteo visotemporal.....	33
Tabla 8. Aciertos de los niños sordos en la tarea de velocidad de conteo	33
Tabla 9. Aciertos de los niños oyentes en la tarea de velocidad de conteo	34
Tabla 10. Promedio de tiempo de conteos correctos, en segundos (s), de los niños sordos en la tarea de velocidad de conteo	34
Tabla 11. Promedio de tiempo de conteos correctos de los niños oyentes en la tarea de velocidad de conteo	35
Tabla 12. Promedio de conteo abstracto de numerales de los niños sordos	36
Tabla 13. Promedio de conteo abstracto de numerales de los niños oyentes	36
Tabla 14. Aciertos de los niños sordos en la tarea de cuantificación de dos colecciones	37
Tabla 15. Aciertos de los niños oyentes en la tarea de cuantificación de dos colecciones.....	37
Tabla 16. Aciertos de los niños sordos en la tarea de sumatoria de dos colecciones	38
Tabla 17. Aciertos de los niños oyentes en la tarea de sumatoria de dos colecciones.....	38
Tabla 18. Análisis de regresión para la variable dependiente: aciertos cuantificación de dos colecciones, para el grupo de niños sordos	39

Tabla 19. Análisis de regresión para la variable dependiente: aciertos en suma de dos colecciones, para el grupo de niños sordos	40
Tabla 20. Análisis de regresión para la variable dependiente: aciertos en suma de dos colecciones, para el grupo de niños oyentes	40

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo identificar qué componente de la memoria de trabajo (MT) (bucle fonológico (BF), agenda visoespacial (AVE) y ejecutivo central (EC)) está más relacionado con los desempeños en tareas de procesamiento numérico de un grupo de niños sordos de 1º, 2º y 3º ($M=11$ años; $DE \pm 2,18$), y un grupo control de niños oyentes de 1º, pareados por el conocimiento de la secuencia numérica, de la ciudad de Santiago de Cali. Para ello, se empleó la información obtenida en el marco del proyecto “Construcción de herramientas para la enseñanza de la matemática a estudiantes sordos de los primeros años escolares” (Contrato 4929 del año 2013), de siete tareas: *Memoria de trabajo*: 1) recuerdo serial de dígitos (BF), 2) recuerdo de magnitudes (AVE), 3) recuerdo en conteo visotemporal (EC), *Conocimiento de la secuencia numérica*: 4) velocidad de conteo, 5) conteo abstracto, *Procesamiento numérico*: 6) cuantificación y 7) suma de dos colecciones. Los resultados mostraron que el componente que mejor explica la varianza en los desempeños en las tareas de procesamiento numérico en los niños sordos es el BF, mientras que en los niños oyentes es el EC.

Palabras clave: Memoria de trabajo (MT), bucle fonológico (BF), agenda visoespacial (AVE), ejecutivo central (EC), procesamiento numérico, cuantificación, adición, niños sordos, niños oyentes.

I. INTRODUCCIÓN

La memoria de trabajo (MT) es la encargada del almacenamiento y la manipulación de información por periodos cortos de tiempo, brindando un espacio de trabajo para el desarrollo de actividades cognitivas complejas (Baddeley, 2010). Esta se encuentra subdivida en cuatro componentes: Bucle Fonológico (BF), Agenda Visoespacial (AVE), Ejecutivo Central (EC) y Buffer Episódico (BF). Diversas investigaciones se han interesado en profundizar sobre la MT en diferentes poblaciones, estudiando la relación que existe entre sus componentes -principalmente del BF, la AVE y el EC- y otros procesos cognitivos complejos, tales como el procesamiento numérico, encontrando asociación entre ellos (p. e. Andersson & Lyxxel, 2007; Holmes, Adams & Hamilton, 2008 Rasmusse & Bizans, 2005; De Smedt et. al, 2009; López, 2013).

Estudios comparativos entre niños sordos y oyentes sobre la MT y el procesamiento numérico, han encontrado diferencias en sus desempeños, siendo mejores los resultados de los niños oyentes tanto en las tareas de MT como en las numéricas (p. e. Hyde, Zevenbergen & Power, 2003). Una de las explicaciones a estas divergencias es que la MT podría experimentar sobrecargas debido a la manera en que los sordos deben codificar, procesar, almacenar y recuperar la información en formato visoespacial, lo que podría hacer pensar que los componentes de la MT podrían relacionarse de forma particular con el desempeño en tareas de procesamiento numérico en dicha población (Guerrero, Tovar, & Avalo, 2012).

En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo identificar qué subsistema de la MT (BF, AVE o EC) está más relacionado con el desempeño en tareas de procesamiento numérico, en un grupo de niños sordos de 1º, 2º y 3º de primaria, y un grupo control de niños

oyentes de 1º primaria, de la ciudad de Santiago de Cali. Para ello, se trabajó con los datos obtenidos en el marco del proyecto “Construcción de Herramientas para la enseñanza de la matemática a estudiantes sordos de los primeros años escolares”, realizado en el año 2013 por el grupo de Matemática y Cognición de la Universidad del Valle (actualmente Grupo de Cognición Científica y Matemática), bajo la dirección del profesor Diego Fernando Guerrero y con la financiación de la Universidad del Valle (Contrato 4929).

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Memoria de trabajo

La Memoria de Trabajo (MT) es la responsable del almacenamiento, manipulación y procesamiento de información, tanto fonológica como visoespacial. Este sistema establece el espacio de trabajo temporal necesario para la ejecución de actividades cognitivas complejas, tales como aprender, razonar y comprender (Baddeley, 2010; Carruthers, 2013) Y se caracteriza por su capacidad limitada, que a veces se considera de 7 ± 2 items, pero en ciertas circunstancias puede ser mayor o menor (Rudner, Andin, & Rönnberg, 2009). En 1974, Baddeley y Hitch propusieron un modelo multicomponente de dicho sistema, compuesto por la agenda visoespacial (AVE), el bucle fonológico (BF) y el ejecutivo central (EC), el cual fue actualizado por Baddeley (2000) al incorporar un cuarto componente al que nombró buffer episódico (BE).

El primer componente, la AVE, está encargada de la creación y manipulación de información de carácter visual y espacial, por medio de dos subcomponentes que funcionan de manera independiente: uno responsable del procesamiento y la detección del *qué* (visual); y otro vinculado con el tratamiento de información sobre la localización, es decir, acerca del *dónde* (espacio) (Baddeley, 1999). Dicha subdivisión de la AVE ha sido explorada a partir de la utilización de tareas dobles y concurrentes, con las cuales se ha podido observar que la realización de pruebas con información espacial, no interfiere en el procesamiento de información visual y viceversa (Baddeley & Lieberman, 1980; Della, Gray, Baddeley, Allamano, & Wilson, 1999; Farah, Hammond, Levine & Calvino, 1988).

Por otra parte, el BF de acuerdo con Baddeley (1999) procesa y almacena información de naturaleza fonológica. Dicho componente está integrado por *un almacén temporal* encargado de la retención de información -por aproximadamente dos segundos- y un *mecanismo de repaso articulatorio* que mediante la subvocalización la conserva y transforma, cuando es visual (p.e. notación alfabética), en códigos fonológicos (Baddeley & Larsen, 2007). Este subsistema está ligado a la adquisición del vocabulario, la gramática y el aprendizaje de la lectura (Baddeley, 1999).

La investigación sobre el BF ha permitido identificar cuatro efectos referidos al procesamiento de información en ese subcomponente (Repovs & Baddeley, 2006):

1) El *efecto de similitud fonológica*, relacionado con el decaimiento del recuerdo provocado por la semejanza fonológica de los ítems que deben ser recordados, es decir, que entre mayor sea la similitud entre los estímulos a recordar, ya sean verbales (p.e. ver a Larsen, Baddeley & Andrade, 2000) o visuales (p.e. en la Lengua de Señas (LS) como lo exploraron Wilson & Emmory, 1997), se genera mayor dificultad para almacenar correctamente la información y el recuerdo es menor, debido a las confusiones que pueden ser provocadas por los parecidos.

2) El *efecto de longitud*, asociado a un mayor span de memoria cuando la articulación de la información que debe ser recordada es más corta, lo que significa que más ítems podrán ser articulados en un menor tiempo y por ende, almacenados (p.e. ver estudios de Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975; y de Wilson & Emmory, 1998 en sordos).

3) El *efecto del habla atendida o irrelevante*, en el cual se presenta un menor span de memoria en condiciones en las que se encuentra presente información irrelevante que interfiere en el procesamiento de la información que debe ser almacenada (p.e. ver estudios de Colle & Welsh, 1976; y de Wilson & Emmorey, 1997).

4) El *efecto de supresión articulatoria*, que se encuentra relacionado con un menor recuerdo en situaciones en las que el repaso articulario de la información que debe ser memorizada no es posible (p.e. ver estudios Baddeley, Lewis, y Vallar, 1984; Baddeley & Larsen, 2007; y de Emmory, 2002).

El tercer componente de la MT, el EC, es el supervisor del sistema y coordina el funcionamiento de la AVE y el BF. Este mecanismo realiza funciones de control atencional, encargándose de centrar, dividir o cambiar el foco atencional en los procesos o tareas que esté ejecutando el sistema en un momento determinado (Baddeley, 2010, Repovs & Baddeley, 2006). Mientras que el componente más reciente, el BE, integra la información que es manipulada por la AVE y el BF, con la memoria a largo plazo (MLP) (Baddeley, 2010).

2.2. Procesamiento numérico

El conteo y la adición (suma), son habilidades numéricas desarrolladas en la infancia, al principio por la relación con el contexto y luego de manera formal en la escolarización primaria.

Cuando se habla de conteo, se habla de la capacidad que tiene el niño de realizar y enunciar una serie numérica que va aumentando de acuerdo a las reglas aritméticas, así como el poder realizar una correspondencia entre las etiquetas verbales que usa y el número de objetos que componen una colección determinada (Vergnaud, 1991). Se considera que el conteo cuenta

con 5 principios principales (Gelman y Gallistel, 1978): 1) orden estable, 2) correspondencia uno a uno, 3) cardinalidad, 4) orden irrelevante y 5) abstracción.

En este sentido, el principio de orden estable se referiría a la capacidad con que cuenta el sujeto de enunciar las etiquetas de conteo correspondientes a cada uno de los objetos de manera correcta y sin interrumpir el orden lógico ($N+1$); mientras que el principio de correspondencia uno a uno establece que a cada uno de los objetos de la colección de elementos le debe de ser asignado solo una etiqueta. Por otra parte, la capacidad de enunciar el número final de los objetos de una colección contada y representarlo como el total de la misma es lo que se conoce como principio de cardinalidad.

Así mismo, el principio de orden irrelevante señala que el orden en que se empieza a contar una colección; mientras que se respeten los principios anteriormente mencionados; no es importante para el total final de la misma. Finalmente, el principio de abstracción, hace referencia a la capacidad que tiene el sujeto de realizar un conteo sin importar las características de los elementos de la colección, ni la heterogeneidad de los mismos, siendo capaz de dar un total final.

En el conteo, se considera que los niños pequeños harían uso de un proceso llamado subitización, el cual les permitiría determinar la cantidad de estímulos u objetos presentados en colecciones pequeñas (entre 2 a 4) sin tener que hacer el conteo de los mismos (Gelman 1993). En el caso de colecciones mayores a 4, Otalora (2002) explica que el uso del proceso de estimación les permite a los sujetos hacer una aproximación a la cantidad total sin un conteo uno a uno, y de esta manera realiza las comparaciones y discriminaciones de la numerosidad para contar con la cantidad final que considera apropiada para la colección.

Por otro lado, la adición es definida como aquellas relaciones entre diferentes formas y colecciones que dan como resultado una nueva colección con una nueva cantidad de objetos. En este sentido, Vergnaud (1991) propone que para que se dé como resultado una estructura adictiva, se deben cumplir dos categorías; 1) donde dos medidas ya existentes de números naturales se componen para dar lugar a una nueva, es decir, la forma de adición más común; y 2) cuando se aplica una transformación sobre una de las medidas, para dar lugar a otra distinta, es decir, cuando se da la adición de un número natural junto con un número relativo.

2.3. Memoria de trabajo y procesamiento numérico

Diversas investigaciones se han interesado en indagar la relación que tiene la MT con los desempeños en tareas numéricas. Andersson y Lyxxel (2007), por ejemplo, examinaron si un grupo de niños de 10 años con dificultades matemáticas (DM), otro con dificultades comórbidas de matemáticas y lectura (DML) y un grupo control (GC) presentaban déficits en la MT a nivel general o en un componente específico (AVE, BF, EC). Al analizar la correlación entre las tareas de MT y los desempeños matemáticos, encontraron que estos se correlacionaron significativamente en todos los grupos de niños. Los niños con DM y DML presentaban menores desempeños en las tareas que evaluaban las funciones del EC y del BF, en contraste con el GC. En las tareas de AVE y atención sostenida sus desempeños no difirieron del GC. Los investigadores pudieron observar que el componente de la MT que se veía más comprometido en este tipo de población era el EC.

De igual manera, Rasmusse y Bizans (2005) al analizar el desempeño de niños de preescolar y primer grado en tareas de MT y problemas aritméticos verbales y no-verbales, con interferencia y sin interferencia, encontraron que los niños de preescolar tenían mejores

resultados en las tareas no-verbales y que el mejor predictor de esos desempeños era la memoria visoespacial (AVE), mientras que en los niños de primer grado, el rendimiento fue equivalente en ambos tipos de problemas y el mejor predictor de sus desempeños era la memoria fonológica (BF). Igualmente, encontraron que, entre ambos grupos, los mejores predictores de su rendimiento en tareas matemáticas con información irrelevante eran las medidas de EC, en las cuales tuvieron desempeños más bajos que en las tareas sin interferencia.

Por su parte, Holmes, Adams y Hamilton (2008) se interesaron en conocer cuál es la participación de los subcomponentes de la AVE (visual y espacial) en las habilidades matemáticas de los niños en función de la edad, por lo que trabajaron con dos grupos de niños con edades de entre los 7 a 8 años y entre los 9 a 10 años. Los autores encontraron que las puntuaciones en la tarea que evaluaba el componente espacial de la AVE se relacionaban con el desempeño en las tareas resolución de problemas matemáticos en los niños del grupo de 7 a 8 años, en cambio la prueba que evaluaba el componente visual era la que se relaciona con las tareas de matemáticas en los niños de 9 a 10 años. A partir de lo anterior, concluyeron que la participación de los subcomponentes de la AVE varía con la edad, es decir, que el componente espacial se presenta y predomina en los primeros años de la niñez, en cambio el componente visual se encuentra en niños mayores.

Por esa misma vía, De Smedt, Janssen, Bouwens, Verschaffel, Boets y Ghesquière (2009), en un estudio longitudinal con niños de primer grado en su tránsito a segundo grado, evaluaron la relación entre la MT y las diferencias individuales en matemáticas. Durante su investigación, evaluaron primero los componentes de la MT (BF, AVE y EC), y posteriormente el logro en matemáticas en dos momentos: a mediados de su primer año y a inicios del segundo grado. Los

resultados indicaron que la MT se relaciona significativamente con el desempeño en matemáticas, siendo un predictor del rendimiento posterior. El EC fue el predictor de los rendimientos en ambos grados, mientras que los componentes de dominio específico participan en el desempeño de manera diferente de acuerdo con la edad: La AVE fue un predictor en el primer grado, mientras que en segundo grado el componente predictor era el BF.

López (2013) realizó un estudio enfocado en indagar la relación de los componentes de la MT con el desempeño en lengua y matemática en estudiantes de 8 y 9 años de edad. Él usó tres subpruebas del test WISC III para la evaluación de la memoria: dígitos en orden directo (BF) e inverso (EC) y el test de figuras complejas de Rey (AVE). En los resultados se encontró que los resultados en la tarea que evaluaba el EC, era un predictor significativo del desempeño en matemáticas y el lenguaje, de este modo cuando se aumenta la complejidad de las tareas, el rol del EC de la MT es fundamental.

Alsina & Saiz (2004), indagaron por la relación de la MT y el cálculo mental. Ellas se propusieron identificar cuál de los componentes de la MT (BF, AVE o EC) estaba más implicado en dicho proceso, en un grupo de niños de entre 7 y 8 años de edad. Las investigadoras encontraron que el BF y principalmente, el EC, inciden de forma estadísticamente significativa en el rendimiento aritmético.

En términos generales, en la mayor parte de estudios se ha encontrado que la MT se está estrechamente relacionada con el desempeño en tareas de procesamiento matemático, y que el EC es uno de los componentes que mejor predice el rendimiento en ese tipo de tareas.

2.4. Memoria de trabajo y procesamiento numérico en niños sordos

Investigaciones que contrastan población sorda y oyente han hallado diferencias entre ellas en su rendimiento en matemáticas en diferentes conceptos y áreas, tales como conocimiento de número, cálculo, resolución de problemas y razonamiento, en los cuales los mejores desempeños son alcanzados generalmente por los oyentes, en términos de logros y estrategias. Aunque se controlen las posibles variables que pueden afectar el desempeño de los sordos, como por ejemplo, la forma de presentación de las tareas, los hallazgos generalmente se traducen en tres puntos:

“a) los estudiantes sordos tienen un desempeño inferior a los niños oyentes en la resolución de problemas; b) tanto el nivel de lectura como el nivel de "adivinación" en el problema afectan el éxito (es decir, cuanto mejor el nivel de lectura, mayor es el éxito, cuanto mayor es la "Adivinación", menor el éxito); c) existen similitudes con los niños oyentes en cuanto a las estrategias de solución, a pesar de que existen diferencias en el desarrollo de las estrategias” (Kritzer, & Pagliaro, 2013, p. 432).

Aquellos resultados han mostrado que se presenta un desfase entre las dos poblaciones de alrededor de dos o tres años escolares en el aprendizaje de conceptos matemáticos básicos (Guerrero, Bedoya & González, 2016; Rodríguez, García, & Calleja, 2009; Nunes & Moreno, 1998), y que este desfase puede empezar a aparecer incluso antes del ingreso a la educación formal (Kritzer, 2009; Pagliaro, & Kritzer, 2012)

Dicha situación ha tratado de ser explicada a partir de diferentes hipótesis. Una de ellas postula una relación causal entre la sordera y el retraso en el aprendizaje, partiendo de la idea que el factor principal en las dificultades de aprendizaje en la población sorda es la pérdida de la audición a la que se enfrentan, algunos desde el momento del nacimiento. Sin embargo, no se

cuenta con evidencia que la apoye, dado a que no se ha encontrado correlación estadística entre el nivel de sordera y los logros matemáticos (Nunes & Moreno, 1998)

Otra hipótesis planteada menciona que la sordera es un factor de riesgo externo al aprendizaje, que puede influir en las dificultades que los sordos tienen para comprender y manejar conceptos matemáticos elementales, que suelen ser aprendidos en las interacciones cotidianas de manera incidental y a los cuales estas personas tienen un acceso limitado debido a su condición auditiva (Nunes & Moreno, 1998).

Siguiendo la segunda hipótesis, serían muchas las variables que podrían estar implicadas en los retrasos en el aprendizaje más allá de la sordera, tales como la incidencia que tiene el acceso tardío por parte de los sordos a una primera lengua, el número reducido de propuestas educativas que faciliten la enseñanza de los conceptos matemáticos, el escaso reconocimiento de las particularidades de la lengua de señas (LS), la formación limitada de los de los docentes en los campos que enseñan o la carencia de condiciones para elaborar proyectos que contemplen verdaderamente las necesidades educativas de la población sorda (Bedoya, Mejía, & Guerrero, 2012; Kritzer, & Pagliaro, 2013).

Sumado a lo anterior, la modalidad visomanual (LS) en la que se representa la información numérica para los sordos parece generar inconvenientes adicionales a las que experimentan los sujetos oyentes en la construcción de conocimiento matemático básico. De acuerdo con Guerrero, Tovar & Avalo (2013), lo que se ha encontrado al respecto, indica que la LS es un factor que genera parte de las discrepancias entre ambas poblaciones y que la estructura particular de esta, en términos cognitivos representa una sobrecarga para la MT.

La LS se caracteriza por ser la lengua natural que emplean la mayoría de personas que nacen con un déficit auditivo severo o que adquieren ese déficit a una edad temprana (Rudner, Andin, & Rönnberg, 2009). Cumple con todas las características distintivas de las lenguas orales, entre las cuales se encuentran rasgos lingüísticos como: “la transmisión irradiada y recepción direccional, la evanescencia del mensaje, la arbitrariedad, la doble articulación, la gramaticalidad, la productividad, el desplazamiento, la intercambiabilidad, la especialización, la transmisión cultural” y demás (Bedoya, Mejía, & Guerrero, 2012, p.2).

Este sistema de comunicación no posee una base fonética ni alfabética, pues es una lengua ágrafa, sin un sistema de representación gráfico, que hace complejo el proceso de aprendizaje lectoescritor para las personas que sólo conocen y usan dicha lengua (Monsalve, 2002). En este sentido, la no congruencia entre sistemas de numeración como el de la LS y el de la lengua escrita, hace más difícil para los niños sordos la comprensión de la comunicación numérica de las cantidades en diversos contextos (León, Calderón y Orjuela, 2009).

Al analizar la secuencia numérica en Lengua de Señas Colombiana (LSC), se puede identificar que se basa en 5 signos básicos, De acuerdo con Guerrero (2008 cf. Guerrero et al., 2016):

Para signar los 5 primeros números de la secuencia, la palma se dirige hacia el frente, en el numeral “1” se extiende el dedo índice, y el resto de dedos se cierran sobre la palma; para el “2” se extienden el dedo índice y el dedo del corazón, mientras el resto de los dedos se cierran sobre la palma de la mano; para el “3” se extienden los dedos índice, corazón y anular, mientras el resto de los dedos se cierran sobre la palma de la mano; para el “4” se levantan los dedos índice, corazón, anular y meñique, con el pulgar sobre la palma de la mano; finalmente el “5” se signa con todos los dedos extendidos. (p. 12)

En las señas de los primeros 5 numerales de la secuencia numérica, la cantidad de dedos de la mano que se utilizan es igual a la cantidad que representa el numeral signado. Esa estructura cambia para los numerales “6”, “7”, “8” y “9”, en los que se usan los signos de “1”, “2”, “3” y “4” respectivamente y una flexión de la segunda falange de los dedos sobre la palma de la mano, para ser representados (Guerrero et al., 2016).

Mientras, el numeral “0” se representa con todos los dedos flexionados sobre el pulgar, el numeral “10” es un signo diferente que se representa con el pulgar extendido, los otros dedos cerrados sobre la palma y un movimiento de giro sobre el codo. Los numerales mayores al “10” se construyen a partir de secuencias de los 10 signos básicos, más una regla de desplazamiento que representa el orden de la unidad signada. Por ejemplo, el numeral “17”, se representa por la secuencia de los signos “1” y “7”, primero se signa el “1” y posteriormente se realiza el signo del “7”. En la secuencia numérica de LSC también se puede identificar la presencia de signos que indican cientos, miles y millones. (Guerrero et al., 2016).

En relación con la MT, se ha inferido que esta no difiere, estructuralmente, entre sordos y oyentes. Sin embargo, en términos funcionales, uno de sus componentes, el BF, presentaría sobrecargas en el proceso de codificación en los sujetos sordos, ya que implica el almacenamiento en una misma representación mental de un código fonológico y uno visual (Emmorey, 2002, cf. Guerrero, et. al, 2012).

Con respecto a lo anterior, Bavelier, Newport, Hall, Supalla & Boutla (2008) pusieron a prueba la hipótesis que las diferencias en términos de span de memoria lingüística entre hablantes y signadores (mayor span en hablantes que en signadores) se debe a la forma de mantener información en orden temporal en la Memoria a Corto Plazo (MCP) y no a una

generalizada divergencia de esta para los materiales lingüísticos. Para ello, trabajaron con tres grupos de sujetos: signadores, hablantes, y bilingües (hablantes y signadores). Ellos encontraron que los signadores difieren de los hablantes en las medidas de MCP que requieren mantenimiento temporal del orden de los elementos presentados, pero no en aquellas en las no se requiere, y que, en las tareas de recuerdo libre, los sujetos bilingües (hablantes y signadores) eran más propensos a recordar en orden temporal al utilizar ASL. Esto les permitió concluir que tanto hablantes como signadores tienen procesos comunes de MCP. Sin embargo, para hablantes se organiza principalmente en términos temporales y para los signadores lo temporal no juega un papel tan importante.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las investigaciones realizadas con respecto a la relación existente entre la MT y el procesamiento numérico, han demostrado que existe una correlación entre dichos procesos, y la relación entre sus componentes y el desempeño en tareas que evalúan matemáticas, puede variar con respecto a la edad y al grado escolar (Rasmusse y Bizans, 2005; Holmes, et. al, 2008; De Smedt, 2009) Este tipo de estudios se han realizado principalmente con población oyente, por lo que se hace necesario explorar más este aspecto en población sorda, sobre todo a nivel local.

Dadas las diferencias que se han identificado entre estas poblaciones en sus desempeños en términos de MT (Guerrero, et. al, 2012) y procesamiento numérico (Nunes & Moreno, 1998; Rodríguez, et. al, 2009; Guerrero, et. al, 2016), es pertinente indagar cómo se da, de manera particular, la relación de estos procesos cognitivos en los sordos y si se presentan diferencias.

En este sentido, con la presente investigación se busca responder a la pregunta ¿Cuál/es es/son el/los componente/s de la memoria de trabajo que está más relacionado/s con el desempeño en tareas de procesamiento numérico, en una población de niños sordos con edades entre 7 y 17 años de los grados 1°, 2° y 3° de primaria? Para ello, se propone una forma alternativa de analizar la información obtenida en el marco del proyecto “Estudio exploratorio sobre el aprendizaje de la secuencia numérica en el lenguaje de señas en niños sordos” (Contrato 4929 de 2013), que permita dar cuenta de cómo se relaciona la MT y el procesamiento numérico en esta población. Estos análisis serán presentados de forma detallada en el apartado de análisis estadísticos de los aspectos metodológicos.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Establecer el componente de la memoria de trabajo (MT) que presenta mayor relación con el desempeño en tareas de procesamiento numérico en niños sordos en edades entre 7 y 17 años de los grados 1°, 2° y 3° de primaria y un grupo control de niños oyentes, pareados por nivel de conocimiento de la secuencia numérica de grado 1°.

4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el desempeño de los niños sordos y del grupo control de niños oyentes, en tareas que evalúan los componentes de la MT (agenda visoespacial (AVE), bucle fonológico (BF), ejecutivo central (EC)).
- Caracterizar el desempeño de los niños sordos y del grupo control de niños oyentes en tareas de conocimiento de la secuencia numérica (velocidad de conteo, conteo abstracto) y procesamiento numérico (cuantificación y adición).
- Determinar la relación entre los componentes de la MT (AVE, BF, EC) y el desempeño en tareas de procesamiento numérico: cuantificación y adición en los niños sordos y en el grupo control de niños oyentes.

• V. ASPECTOS METODOLÓGICOS

5.1. Diseño

Este estudio se enmarca dentro de una metodología cuantitativa de tipo descriptivo correlacional, la cual pretende identificar la relación entre los componentes de la MT y el desempeño en tareas de procesamiento numérico.

5.2. Participantes

Para cumplir el objetivo de este estudio se trabajó con los datos de dos grupos, obtenidos en el marco del proyecto “*Estudio exploratorio sobre el aprendizaje de la secuencia numérica en el lenguaje de señas en niños sordos*” (Contrato 4929) realizado en el año 2013:

1) Grupo experimental: Una muestra intencionada¹ de 34 niños sordos de entre 7 y 15 años (M=11 años; DE $\pm$ 2,18), usuarios de Lengua de Señas Colombiana (LSC) -como lengua principal-, de 1º, 2º y 3º de primaria de las dos instituciones de la ciudad de Santiago de Cali que están especializadas en educación para este tipo de población. El promedio de edad de inicio de aprendizaje de LSC de los niños sordos (N=30) es de 8,24 años (DE=2,68) y el promedio de tiempo de aprendizaje es de 2,75 años (DE $\pm$ 1,85).

¹ La selección se hizo de esta manera, dado a que se requería niños sordos con características particulares: que estuvieran en el proceso de aprendizaje de la LSC y escolarizados, dado a la cantidad de niños que cumplían con estas características es limitado, se trabajó con todos los niños que cumplieron con las condiciones de selección. Estos niños constituyen un subgrupo homogéneo en sus particularidades de individuos con discapacidad auditiva y además representan apropiadamente la dimensión de interés para el estudio sobre la que se quería profundizar.

2) Grupo Control: Un grupo de 15 niños oyentes -seleccionado aleatoriamente- pareado por nivel de conocimiento de la secuencia numérica y de las operaciones de composición aditiva (grado 1°).

La participación de los niños fue mediada por dos tipos de consentimiento para la aplicación de las tareas. En primer lugar, un consentimiento informado firmado por los padres y por los niños mismos, quienes aceptaron por escrito su participación en la investigación. El segundo consentimiento fue el institucional, presentado a las instituciones educativas para que los investigadores pudieran acercarse a la población de interés; en este consentimiento las instituciones aceptaron facilitar el uso de un espacio de trabajo.

5.3. Criterios de inclusión

Para la selección de los sujetos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: 1) que los niños sordos se encontrarán aprendiendo LSC, y 2) que ningún niño presentara problemas cognitivos o neurológicos asociados, empleando como instrumento de control el Test de Matrices Progresivas de Raven².

5.4. Tareas y procedimientos

Las tareas utilizadas para recolectar la información que será analizada en este estudio, evaluaron el desempeño de los niños en: MT, conocimiento de la secuencia numérica y procesamiento numérico (composición aditiva). Dicha información fue recolectada en el año

² Los resultados obtenidos por los niños que cumplieron con los criterios de inclusión en el Test de Matrices Progresivas de Raven no serán presentados en este estudio, dado a que no se cuenta con la información.

2013³ por aplicadores que poseían conocimiento de la LSC, por lo que no fue necesaria la mediación de intérpretes para la presentación de las tareas a los niños sordos. Contaron, además, con el apoyo de consignas pregrabadas para ambos grupos (LSC para los sordos y español oral para los oyentes) que fueron presentadas mediante computadoras a los niños, controlando tiempos de presentación según la tarea. Las aplicaciones se hacían de manera individual. Las tareas se describen detalladamente a continuación:

5.4.1. Evaluación de MT

5.4.1.1. Tarea de Recuerdo Serial de Dígitos: Evalúa el componente BF de la MT. En esta tarea, el niño debía recordar una serie de dígitos dictados o signados, recuperándolos en el mismo orden en que se presentaron. En principio, ubicaban al niño frente a la pantalla de un computador y le presentaban la consigna pre-grabada (en voz o en señas): *“una persona te va a mostrar/nombrar unos números, los vas a ver/escuchar con mucha atención y al finalizar vas a repetirlos en el mismo orden en el que los viste/escuchaste”*.

Esta tarea estaba dividida en dos rangos (1-5) y (6-9). En cada uno las series de numerales estaban organizados en ocho niveles de complejidad, en el nivel 1 se presentan tres series que contenían dos numerales cada uno, aumentando un numeral por cada nivel que se asciende hasta llegar al nivel 8 (Ej. 3 series de 2 numerales, 3 series de 3 numerales, etc.) (Ver Anexo 1). Si el sujeto recuperaba el orden correcto en dos de las tres series presentadas en el nivel alcanzado, se continuaba con el nivel inmediatamente superior. La tarea se detenía si el niño fallaba en dos de las series dictadas o signadas. Si el sujeto pedía ver nuevamente la serie, se califica como

³ La autora de este trabajo no participó en la recolección de la información.

desacuerdo y se presentaba la siguiente serie. Cada rango se aplicó en diferentes sesiones y su orden presentación fue contrabalanceado.

5.4.1.2. *Tarea de Recuerdo de Magnitudes*: Evalúa el componente de la AVE de la MT. En esta tarea, el niño era ubicado frente a la pantalla de un computador, en la cual le presentaban la consigna de la tarea “*Ahora te voy a mostrar en el computador algunos rectángulos con puntos, vas a verlos con mucha atención y al finalizar, tú vas a presentarme en el mismo orden, el mismo número de puntos, con las tarjetas que te entregué*”. Para resolver la tarea, al niño se le entregaban tantas tarjetas como magnitudes hayan sido presentadas. Al igual que la tarea de recuerdo de dígitos, esta tenía ocho niveles de complejidad, pero las magnitudes presentadas varían entre 1 y 4 en cada rectángulo. En el primer nivel se presentaban tres series que contienen dos magnitudes cada una, aumentando una magnitud por cada nivel que se asciende hasta llegar al nivel 8 (Ej. 3 series de 2 magnitudes, 3 series de 3 magnitudes, etc.) (Ver anexo 2)

Al niño se le entregaba en cada nueva serie un conjunto de tarjetas que contenían de 1 a 4 puntos ordenados espacialmente diferente a los estímulos presentados. Si el niño recuperaba en el orden correcto dos de las tres series presentadas en el nivel alcanzado se continúa con el nivel inmediatamente superior. La tarea se terminaba si el niño fallaba en dos de las series dictadas o signadas por nivel. Si el sujeto pedía ver nuevamente la serie, se calificaba como desacuerdo y se le presentaba la siguiente serie. Los estímulos y las posiciones de los puntos fueron aleatorizados para cada serie virtual y física.

5.4.1.3. *Tarea de Conteo viso-temporal*: Evalúa el EC de la MT. El niño debía recordar en el mismo orden de presentación la cantidad de puntos en cada uno de los rectángulos presentados en computador. En esta tarea los rectángulos presentados contenían colecciones de 2 a 9 puntos,

con igual tamaño. Cada colección de puntos aparecía secuencialmente en el centro de la pantalla (fondo negro) dentro de rectángulos blancos. Los puntos se mostraban en distintas posiciones dentro del rectángulo a una velocidad de 600 ms cada uno. El intervalo entre una colección y otra se marcaba con el oscurecimiento en el color del fondo del rectángulo (gris oscuro) durante un segundo.

Al niño lo ubicaban en frente de la pantalla del computador y le presentaban la consigna pre-grabada: *“En la pantalla aparecerán algunos rectángulos. En cada uno de los rectángulos verás aparecer y desaparecer puntos. Lo que debes hacer es contar los puntos que aparecen en cada rectángulo y al final de la presentación decirme en el mismo orden cuántos puntos había en cada uno de los rectángulos. Antes de que un rectángulo nuevo aparezca verás que la pantalla se pone negra, es muy importante que cada vez que veas un nuevo rectángulo cuentes los puntos iniciando desde 1”*.

Los niveles de la tarea los presentaron en dos rangos, en cada uno había una totalidad de ocho niveles. En el nivel 1 se presentan tres series que contenían dos rectángulos cada uno, aumentando un rectángulo por cada nivel que se asciende hasta llegar al nivel 8 (Ej. 3 series de 2 rectángulos, 3 series de 3 rectángulos, etc.) (Ver anexo 3). Si el sujeto recuperaba el orden correcto en dos de las tres series presentadas en el nivel alcanzado, continuaba con el nivel inmediatamente superior. La tarea terminaba si el sujeto se equivocaba en dos de las series presentadas. Si el sujeto pedía ver nuevamente la serie, se califica como desacierto y se le presentaba la siguiente serie. Cada rango se aplicó en diferentes sesiones y su orden de presentación fue contrabalanceado.

5.4.2. Evaluación del conocimiento de la secuencia

5.4.2.1. *Tarea de Velocidad de Conteo*: Consiste en presentarle al niño, mediante un computador portátil ubicado al frente de él, colecciones de puntos divididos en dos rangos numéricos: Rango 1 (1-5) y Rango 2 (6-9). En el rango 1-5 presentaron colecciones de dos a cinco elementos, el total de elementos a contar en cada ensayo era de 17. En el rango 6-9 presentaron colecciones de seis a nueve puntos, en cada ensayo el total de puntos a contar era de 37 (ver Anexo 4). La presentación de las colecciones duraba 300 ms. No presentaron conjunto de puntos con igual configuración espacial en un mismo ensayo, el orden de presentación de ambos rangos fue contrabalanceado.

La consigna para dar inicio a la ejecución de la tarea estaba pre-grabada (en video- LSC para los sordos, audio-español para los oyentes) *“te voy a presentar algunos rectángulos que contienen puntos. Lo que tienes que hacer es contar cada grupo de puntos usando la palabra/seña correspondiente a cada punto. Debes tener en cuenta que cada que termines un grupo de puntos debes iniciar el conteo desde 1. Es muy importante que trates de hacerlo sin errores y lo más rápido que puedas”*.

5.4.2.2. *Tarea de Conteo Abstracto*: La tarea consistía en pedirle al niño que *“cuente hasta 100”* o hasta donde su saber le permita, en referente a la secuencia numérica de conteo convencional. La consigna era presentada en un computador, en video-LSC o audio-español. La ejecución se detenía si el niño completaba el conteo hasta 100, con éxito. Sin embargo, si se detenía en un numeral “x” inferior a 100 el experimentador aplicaba la “ayuda” N° 1: *“¿Qué sigue después del “x”?”* (Siendo x el último número dicho o signado por el niño); pero si el niño no reanudaba el conteo o si lo reanudaba y luego se detenía nuevamente, le brindaban la “ayuda”

Nº 2: “le repetía el último numeral dicho o signado por el sujeto y el inmediatamente siguiente a este, para que el niño continuara”. La tarea finalizaba si después de las dos ayudas el niño no continuaba con el conteo o si el sujeto alcanza el numeral 100.

5.4.3. Evaluación del procesamiento numérico

5.4.3.1. *Tarea de cuantificación de dos colecciones*: El sujeto debía contar individualmente dos colecciones de imágenes y luego establecer la cantidad total de las dos colecciones presentadas. Había un total de 13 colecciones de una misma imagen, divididas en cuatro grupos según su cantidad. Las presentaciones las hacían de forma verbal/signado, con un total de 24 pares de colecciones en una relación “ $a+b=x$ ”. Los términos de la operación corresponden a las distintas cantidades de cada una de las categorías, el producto de la operación estaba distribuido en cuatro rangos (Ver anexo 5). En cada operación estaba controlada la posición del término mayor, el rango de respuesta, la presencia/ausencia del término “1” y el término “5” (ver Anexo 6). Se iniciaba la presentación con las colecciones pequeñas, seguidas de las medianas, el diez y finalmente las grandes, en todos los casos el orden de presentación de las sumas buscaba que los términos no se repitieran de un problema al inmediatamente siguiente. La tarea termina cuando se presentaban todas las operaciones. El orden de presentación de las operaciones dentro de cada categoría fue aleatorio.

5.4.3.2. *Tarea de Suma de dos numerales*: El niño debía realizar una operación aditiva a partir de dos numerales presentados en formato verbal hablado o signado. En total se trabajó con 15 numerales en rango 1-15 divididos en cuatro categorías. Inicialmente el experimentador presentaba verbalmente o en señas los numerales “dos” y “uno” y le preguntaba al sujeto “¿Cuánto es dos más uno?” y esperaba que el sujeto responda. Si el sujeto respondía

adecuadamente se pasa a presentar las sumas de la tarea, de lo contrario el experimentador guiaba la ejecución y se presentaba un segundo ejemplo con los mismos dos arábigos, pero en orden inverso. Las 24 operaciones aditivas (forma $a+b=x$) de la tarea, las presentaban de forma verbal/signado 24. Después que el sujeto respondía a cada operación aditiva presentada, el experimentador le preguntaba “¿Cómo la hiciste?”.

Los términos de la operación correspondían a las distintas cantidades de cada una de las categorías, el producto de la operación está distribuido en cuatro rangos (Ver anexo 5). En cada operación está controlada la posición del término mayor, el rango de respuesta, la presencia/ausencia del término “1” y el término “5” (Ver Anexo 7). Se iniciaba la presentación con las operaciones aditivas pequeñas, seguidas de las medianas, el diez y finalmente las grandes, en todos los casos el orden de presentación de las sumas buscará que los términos no se repitan de un problema al inmediatamente siguiente. La tarea terminaba cuando presentaban todas las operaciones. El orden de presentación de las operaciones dentro de cada categoría fue aleatorio.

5.5. Modelo de análisis

Las variables y los análisis estadísticos que se tendrán en cuenta para cumplir el objetivo de este trabajo se presentan a continuación (ver Tabla 1):

Tabla 1. Tipos de variables y propuestas de análisis estadísticos

	Variables Intra-sujetos	Variables Inter-sujetos	Variables dependientes	Análisis estadísticos propuestos
1. Recuerdo serial de dígitos	Rango:	Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):	-Span	Estadística descriptiva:
	a) R1 (1-5)	a) Sordo/LSC		Promedio de span para cada rango numérico.
	b) R2 (6-9)	b) Oyente/Español	-N° de aciertos de memoria	Promedio de aciertos para cada rango numérico.
				ANOVA de 2 (Con/Mod) x

		2(Rango)		
2. Recuerdo de magnitudes (versión serial)		Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):	-Span	Estadística descriptiva:
		a) Sordo/LSC		Promedio de span para cada rango numérico.
		b) Oyente/Español	-N° de aciertos de memoria	Promedio de aciertos para cada rango numérico. Prueba t entre grupos independientes para comparar el Span y el N° de aciertos
3. Tarea de conteo-visoespacial	Rango:	Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):	-Span	Estadística descriptiva:
	a) R1 (1-5)	a) Sordo/LSC		Promedio de span para cada rango numérico.
	b) R2 (6-9)	b) Oyente/Español	-N° de aciertos de memoria	Promedio de aciertos para cada rango numérico. ANOVA de 2 (Con/Mod) x 2(Rango)
4. Tarea velocidad de conteo	Rango:	Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):		Estadística descriptiva:
	a) R1 (1-5)	a) Sordo/LSC	-Velocidad de conteo	Promedio de aciertos por rango
	b) R2 (6-9)	b) Oyente/Español		Promedio de velocidad de conteo, omitiendo errores, para cada rango ANOVA de 2 (Con/Mod) x 2 (Rango)
4. Conteo abstracto		Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):		Estadística descriptiva:
		a) Sordo/LSC	-N° de ítems de la secuencia correctos	Promedio de logro en conteo
		b) Oyente/Español		-Prueba t entre grupos independientes para comparar el promedio de N° de ítems de la secuencia correctos.
6. Cuantificación de dos colecciones	-Rango:	Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):		Estadística descriptiva:
	-Tamaño de la composición: R1: de 1 a 5 R2: de 6 a 9 R3: 10 R4: de 11 a 15	a) Sordo/LSC b) Oyente/Español	-Aciertos en cuantificación	Promedio de acierto para cada tamaño de la colección ANOVA de 2 (Con/Mod) x 4(tamaño)
7. Suma de dos numerales	-Tamaño de la composición:	Condición auditiva-modalidad (Con/Mod):	-Aciertos en suma	Promedio de acierto para cada tamaño de la colección

R1: de 1 a 5 a) Sordo/LSC
 R2: de 6 a 9 b) Oyente/Español
 R3: 10
 R4: de 11a 15

ANOVA de 2 (Con/Mod) x
 4(Tamaño)

Análisis de regresión

Partiendo de la idea que la MT sería un predictor del desempeño en tareas de procesamiento numérico, se propone tomar como variables para el análisis de regresión por pasos las siguientes:

Variables independientes: span de recuerdo serial de dígitos (rango 1 y 2), span recuerdo de magnitudes, span de conteo visoespacial (rango 1 y 2), al igual que promedio el de tiempo en velocidad de conteo y logro en conteo abstracto⁴.

Variables dependientes: Aciertos totales en cuantificación y aciertos totales en suma de colecciones.

Este análisis sería realizado para cada uno de los grupos, con el fin de identificar cuáles variables independientes explican mejor la varianza en las variables dependientes y si son las mismas en los niños sordos y oyentes.

A continuación, se presenta la definición de las variables dependientes que se tuvieron en cuenta en el estudio:

- 1) *Velocidad de conteo:* se entiende como la razón entre el tiempo total de conteo de una secuencia de 5 colecciones dividida por el número total de colecciones de cada secuencia, 17 en el rango 1 y 37 en el rango 2. Se tomó como medida el tiempo promedio de las 5 secuencias en cada rango.
- 2) *Número ítems de la secuencia correctos:* corresponde al último numeral en la secuencia de conteo que el sujeto recita o signa sin violar los principios de conteo (correspondencia uno a uno, orden estable, cardinalidad). Como en la tarea se brindaron dos ayudas, se tuvo en cuenta el numeral sin ningún error, el numeral con la ayuda 1 y el numeral con la ayuda 2.
- 3) *Span:* En las tareas de memoria, se presentaban al niño una a una, tres series de ítems (dígitos) por cada nivel, cuya dificultad aumentaba con la inclusión de un ítem en cada uno de ellos hasta llegar al nivel ocho, iniciando en el nivel 1 con dos ítems, en el nivel 2 con

⁴ Estas dos últimas variables se incluyen en el modelo debido a la relación que poseen con la MT en los niños sordos, pues son predictores del span en memoria (ver Guerrero, et. al, 2012)

tres y así sucesivamente. Si el niño recuperaba en el orden correcto 2 de las 3 series se continúa con el nivel inmediatamente superior. La tarea se detenía si el niño fallaba en dos de las series dictadas o signadas.

En ese sentido, el span es entendido como el número de ítems que corresponde al nivel inmediatamente anterior al que se detuvo la tarea. Por ejemplo, si a un sujeto se le detiene la aplicación en el nivel 4, quiere decir que su span corresponde al número de ítems que tienen las secuencias del nivel 3, es decir tendría un span de 4.

- 4) *Número de aciertos en memoria:* se considera número de aciertos como el conteo del número de ítems recuperados en la posición correcta en todas las secuencias presentadas en las tareas de memoria.
- 5) *Aciertos en conteo y en suma:* se considera acierto a aquellas respuestas en las que la cantidad enunciada corresponde con la cantidad mostrada o con el resultado de la operación aditiva presentada.

VI. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los análisis hechos sobre la información obtenida en el proyecto “Construcción de Herramientas para la enseñanza de la matemática a estudiantes sordos de los primeros años escolares” (Contrato 4929), sobre la que se basa este trabajo. Se realiza la descripción de los desempeños de los niños sordos y oyentes en las tareas de MT (recuerdo serial de dígitos, recuerdo serial de magnitudes, recuerdo de conteo visotemporal), de conocimiento de la secuencia de conteo (velocidad de conteo, conteo abstracto) y de procesamiento numérico (cuantificación y suma de colecciones). Posteriormente, se exponen los resultados de los análisis inferenciales propuestos para identificar cuál/es componente/s de la MT que tiene mayor relación con el desempeño en tareas de procesamiento numérico.

6.1. Evaluación de MT

6.1.1. *Recuerdo serial de dígitos (BF)*

Con respecto al span de los niños sordos en esta tarea, se evidencia que en el rango de 1 a 5 el número mínimo de ítems recordados correctamente en dos ensayos de tres es de 1 y el máximo de 3 ($M=2,4$; $DE\pm 0,74$), mientras que en el rango de 6 a 9 el mínimo es de 1 y el máximo de 4 ($M=2,28$, $DE\pm 0,77$). Frente al acierto, para los rangos de 1 a 5 ($M= 2,41$, $DE\pm 0,74$) y de 6 a 9 ($M=3,66$, $DE\pm 2,01$) se evidencia el mismo número de secuencias acertadas, donde el mínimo de aciertos es de 0 y el máximo de 7 (ver Tabla 2).

Tabla 2. Desempeño de los niños sordos en la tarea de recuerdo serial de dígitos

<i>Recuerdo serial de dígitos: niños sordos</i>					
<i>Rango 1 (1-5)</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
Span	34	1	3	2,41	0,74
Total aciertos	34	0	7	3,79	2,23
<i>Rango 2 (6-9)</i>					
Span	32	1	4	2,28	0,77
Total aciertos	32	0	7	3,66	2,01

Por otra parte, los niños oyentes en el rango de 1 a 5 ($M=3,53$, $DE\pm 0,52$) tuvieron un número mínimo de ítems recordados de 3 y un máximo de 4, mientras que en el rango de 6 a 9 ($M=2,93$, $DE\pm 0,7$) el mínimo de ítems es de 2 y el máximo de 4. Con respecto al número de secuencias recordadas correctamente, en el rango 1 ($M= 7,53$, $DE\pm 1,46$) se evidencia que el mínimo de aciertos es de 5 y el máximo de 10, mientras que en el rango 2 ($M= 5,73$, $DE\pm 1,44$) el mínimo es de 3 y el máximo de 7 (ver Tabla 3).

Tabla 3. Desempeño de los niños oyentes en la tarea de recuerdo serial de dígitos

<i>Recuerdo serial de dígitos: niños oyentes</i>					
<i>Rango 1 (1-5)</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
Span	15	3	4	3,53	0,52
Total aciertos	15	5	10	7,53	1,46
<i>Rango 2 (6-9)</i>					
Span	15	2	4	2,93	0,7
Total aciertos	15	3	7	5,73	1,44

En esta tarea se observa que el promedio de span y el número de aciertos fue menor en los niños sordos con respecto a sus pares oyentes en ambos rangos. Al analizar mediante el ANOVA 2 (Condición Auditiva: Sordo/Oyente) x 2 (Rango: 1 a 5/ 6 a 9), con medidas repetidas para el rango, se encontró efecto principal del rango numérico $F_{(1,47)}= 7,29$; $p < 0,05$ y de la condición

auditiva $F_{(1,47)}=23,92$; $p < 0,05$, no se encontró efecto de la interacción entre condición auditiva y rango.

6.1.2. Recuerdo de magnitudes (AVE)

Con respecto al span de los niños sordos en esta tarea, se evidencia que en el rango evaluado el número mínimo de ítems recordados correctamente es de 1 y el máximo de 3 ($M=1,59$, $DE\pm 0,74$), mientras que el número de aciertos oscila entre 0 y 7 ($M= 2,24$, $DE\pm 2,02$) (ver Tabla 4).

Tabla 4. Desempeño de los niños sordos en la tarea de recuerdo de magnitudes

<i>Recuerdo de magnitudes: niños sordos</i>					
<i>Rango 1 (1-5)</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Span</i>	34	1	3	1,59	0,74
<i>Total aciertos</i>	34	0	7	2,24	2,02

Por otra parte, los niños oyentes muestran un número mínimo de ítems recordados de 1 y un máximo de 3 ($M=1,67$, $DE\pm 0,62$), mientras que su número de aciertos está comprendido entre los 0 y los 4 aciertos ($M=1,93$, $DE\pm 1,22$) (ver Tabla 5).

Tabla 5. Desempeño de los niños oyentes en la tarea de recuerdo de magnitudes

<i>Recuerdo de magnitudes: niños oyentes</i>					
<i>Rango 1 (1-5)</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Span</i>	15	1	3	1,67	0,62
<i>Total aciertos</i>	15	0	4	1,93	1,22

En esta tarea se observa el promedio de span fue mayor en los niños oyentes. Sin embargo, los niños sordos obtuvieron más aciertos. Al analizar mediante una prueba T para muestras

independientes no se encontró diferencias significativas entre las medias de span de los dos grupos $F_{(47)} = 0,357$ ($p = 0,72$).

6.1.3. Recuerdo de conteo visotemporal (EC)

Con respecto al span de los niños sordos en el conteo visotemporal, se observa que en el rango de 1 a 5 el número mínimo de ítems recordados correctamente es de 1 y el máximo de 3 con un promedio de 1,26 ($DE \pm 0,57$), mientras que en el rango de 6 a 9 es menor, oscilando entre 1 y 2 ítems recordados, con una media de 1,06 ($DE \pm 0,24$). Para el acierto, el promedio en el primer rango es de 0,82 ($DE \pm 1,19$) con un mínimo de 0 aciertos y un máximo de 4, mientras que para el segundo rango la media es de 0,26 ($DE \pm 0,75$) siendo el mínimo de aciertos 0 y el máximo de 3 (ver Tabla 6).

Tabla 6. Desempeño de los niños sordos en la tarea de recuerdo de conteo visotemporal

<i>Recuerdo de conteo visotemporal: niños sordos</i>					
<i>Rango 1 (1-5)</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Span</i>	34	1	3	1,26	0,57
<i>Total aciertos</i>	34	0	4	0,82	1,19
<i>Rango 2 (6-9)</i>					
<i>Span</i>	34	1	2	1,06	0,24
<i>Total aciertos</i>	34	0	3	0,26	0,75

En los niños oyentes el span promedio en el rango 1 es de 1,33 ($DE \pm 0,52$), con un número mínimo de ítems recordados de 1 y un máximo de 3, mientras que en el rango 2 la media de span es de 1,07 ($DE \pm 0,26$) siendo el mínimo de ítems recordados de 0 y el máximo de 2. Con respecto al número de secuencias recordadas correctamente, en el rango de 1 a 5 ($M = 1,33$, $DE \pm 0,62$) se observa que el mínimo de aciertos es de 0 y el máximo de 4, mientras que en el rango 6 a 9 ($M = 0,27$, $DE \pm 0,59$) el mínimo es de 0 y el máximo de 2 (ver Tabla 7).

Tabla 7. Desempeño de los niños oyentes en la tarea de recuerdo de conteo visotemporal

<i>Recuerdo de conteo visotemporal: niños oyentes</i>					
<i>Rango 1 (1-5)</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Span</i>	15	1	3	1,33	0,62
<i>Total aciertos</i>	15	0	4	0,80	1,21
<i>Rango 2 (6-9)</i>					
<i>Span</i>	15	1	2	1,07	0,26
<i>Total aciertos</i>	15	0	2	0,27	0,59

En esta tarea se observa el promedio de span fue mayor que en los niños oyentes en ambos rangos. Al analizar mediante ANOVA 2 (Condición Auditiva: Sordo/Oyente) x 2 (Rango: 1 a 5/ 6 a 9), con medidas repetidas para en el rango, se encontró efecto principal del rango $F_{(1,47)} = 6,62$; $p < 0,05$. No se encontró efecto de la condición auditiva ($p=0,74$), ni de la interacción entre condición auditiva y rango ($p=0,71$).

6.2. Evaluación conocimiento de la secuencia de conteo

6.2.1. Velocidad de conteo

Con respecto al acierto en esta tarea, los niños sordos en el rango 1 (1 a 5), presentan un promedio de respuestas correctas de 23,82 ($DE \pm 2,8$), donde el mínimo de aciertos es de 12 y el máximo es de 25, mientras que en el rango 2 (6 a 9), evidencian un promedio de acierto de 18,97 ($DE \pm 6,65$), siendo el mínimo de aciertos de 0 y el máximo 25 (ver Tabla 8).

Tabla 8. Aciertos de los niños sordos en la tarea de velocidad de conteo

<i>Aciertos velocidad de conteo: niños sordos</i>						
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Máx. posible</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Rango 1 (2-5)</i>	34	12	25	25	23,82	2,58
<i>Rango 2 (6-9)</i>	31	0	25	25	18,97	6,65

Por su parte, los niños oyentes en el rango 1 (1 a 5) presentaron un promedio de aciertos de 24,60 (DE $\pm$ 0,63), con valores mínimos de 23 y máximos de 25, mientras que para el rango 2 (6 a 9), obtuvieron un promedio de 18,67 (DE $\pm$ 3,60) (ver Tabla 9)

Tabla 9. Aciertos de los niños oyentes en la tarea de velocidad de conteo

<i>Aciertos velocidad de conteo: niños oyentes</i>						
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Máx. posible</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Rango 1 (2-5)</i>	15	23	25	25	24,60	0,63
<i>Rango 2 (6-9)</i>	15	9	25	25	18,67	3,60

Se observa un mejor desempeño en el rango 1 para ambas poblaciones. Al comparar los grupos se observa un mejor desempeño de los oyentes con respecto a los sordos en ambos rangos. El ANOVA 2 (condición auditiva: sordo/oyente) x 2 (aciertos por rango: 1 a 5/ 6 a 9), con medidas repetidas para en el rango, mostró efecto principal del rango $F_{(1,47)} = 47,18$; $p < 0,05$. No se encontró efecto de la condición auditiva ($p=0,50$), ni de la interacción entre condición auditiva y rango ($p=0,84$).

En relación con el tiempo en segundos (s) de conteo, los niños sordos muestran promedio de 0,44 seg. (DE $\pm$ 0,15) para las colecciones del rango 1, mientras que para el rango 2 el promedio de tiempo es de 0,55 s (DE $\pm$ 0,21) (ver Tabla 10). El tiempo empleado en el conteo por este grupo en oscila entre 0,27 s y 0,90 s en el rango 1 s, mientras que en el rango 2 se encuentra entre 0,31 s y 1,17 s.

Tabla 10. Promedio de tiempo de conteos correctos, en segundos (s), de los niños sordos en la tarea de velocidad de conteo

<i>Tiempo de conteo: niños sordos</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Tiempo conteo rango 1(2-5)</i>	34	,27	,90	,44	,15
<i>Tiempo conteo rango 2 (6-9)</i>	29	,31	1,17	,55	,21
<i>Tiempo conteo (total)</i>	34	,30	1,07	,50	,18

En el caso de los niños oyentes, el promedio de 0,48 s ($DE \pm 0,08$) para las colecciones del rango 1, mientras que para el rango 2 el promedio de tiempo es de 0.53 s ($DE \pm 0,07$) (ver Tabla 11). El tiempo empleado en el conteo por este grupo en oscila entre 0,32 s y 0,57 s en el rango 1, mientras que en el rango 2 se encuentra entre 0,41 s y 0,62 s.

Tabla 11. Promedio de tiempo de conteos correctos de los niños oyentes en la tarea de velocidad de conteo

<i>Tiempo de conteo: niños oyentes</i>					
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Tiempo conteo rango 1(2-5)</i>	15	,32	,57	,48	,08
<i>Tiempo conteo rango 2 (6-9)</i>	15	,41	,62	,53	,07
<i>Tiempo conteo (total)</i>	15	,38	,59	,51	,06

Se observa que el promedio de tiempo de conteo fue menor en el rango 1 para ambos grupos. Al comparar los grupos se observa un menor tiempo de conteo de los niños sordos en el primer rango frente a los oyentes. Esto cambia en el rango 2, en el cual los oyentes son quienes tienen un menor tiempo de conteo con respecto a los sordos. El ANOVA 2 (Condición Auditiva: Sordo/Oyente) x 2 (tiempo de conteo por rango: 1 a 5/ 6 a 9), con medidas repetidas para en el rango, mostró efecto principal del rango numérico en la velocidad de conteo $F_{(1,47)} = 30,35$; $p < 0,05$. No se encontró efecto de la condición auditiva ($p=0,51$), ni de la interacción entre condición auditiva y rango ($p=0,11$).

6.2.2. *Conteo abstracto*

En esta tarea, los niños sordos contaron (logro) en promedio hasta 68 ($DE \pm 38,91$) (ver Tabla 12). El mínimo valor hasta el que contaron correctamente fue 6 y el máximo 100. Del total de niños, 9 (26, 5 %) de ellos contaron sin ayudas, 6 (17,6 %) requirieron de la primera ayuda y 19 (55,9%) de la segunda ayuda.

Tabla 12. Promedio de conteo abstracto de numerales de los niños sordos

<i>Conteo abstracto: niños sordos</i>					
	N	Mín.	Máx.	Media	DE
<i>Numeral hasta el que cuenta sin ayudas.</i>	34	5	100	55,38	36,20
<i>Numeral hasta el que cuenta con la ayuda 1</i>	25	5	100	53,00	39,42
<i>Numeral hasta el que cuenta con la ayuda 2</i>	19	6	100	42,68	35,30
<i>Logro</i>	34	6	100	67,97	38,91

Por su parte, los niños oyentes contaron (logro) en promedio hasta 55,87 (DE±30,76) (ver Tabla 13). El mínimo valor hasta el contaron correctamente fue 19 y el máximo 100. Del total de niños, 4 (26,6%) contaron sin ayudas, 1(6,6 %) requirió de la primera ayuda y 10 (66,6 %) de la segunda ayuda.

Tabla 13. Promedio de conteo abstracto de numerales de los niños oyentes

<i>Conteo abstracto: niños oyentes</i>					
	N	Mín.	Máx.	Media	DE
<i>Numeral hasta el que cuenta sin ayudas.</i>	15	17	100	50,00	31,10
<i>Numeral hasta el que cuenta con la ayuda 1</i>	11	17	89	37,09	21,93
<i>Numeral hasta el que cuenta con la ayuda 2</i>	10	19	100	44,50	24,32
<i>Logro</i>	15	19	100	55,87	30,76

Se observa que el promedio de conteo es mayor en los niños sordos en contraste con los oyentes. Sin embargo, los niños sordos cometen errores en el conteo a partir de numerales más pequeño que los oyentes. Al analizar mediante una prueba T para muestras independientes no se encontró diferencias significativas entre las medias de logro de los dos grupos para esta tarea $F_{(47)} = 1,06$ ($p = 0,29$).

6.3. Evaluación procesamiento numérico

6.3.1 Cuantificación de dos colecciones

En la cuantificación de colecciones, se observa que para el grupo de niños sordos el promedio general de aciertos es de 18,65 (DE $\pm$ 7,05) (ver Tabla 14).

Tabla 14. Aciertos de los niños sordos en la tarea de cuantificación de dos colecciones

<i>Acierto cuantificación de dos colecciones: niños sordos</i>						
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Máx. posible</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Tamaño 1(2-4)</i>	34	0	4	4	3,65	0,81
<i>Tamaño 2 (5-9)</i>	34	0	8	10	6,41	2,56
<i>Tamaño 3 (10)</i>	34	0	5	5	2,91	1,54
<i>Tamaño 4 (11-15)</i>	34	0	10	10	5,68	3,35
<i>Total (todos los tamaños)</i>	34	0	26	29	18,65	7,05

En el grupo de niños oyentes, el promedio general de aciertos en cuantificación es de 20,27 (DE $\pm$ 4,99) (ver Tabla 15).

Tabla 15. Aciertos de los niños oyentes en la tarea de cuantificación de dos colecciones

<i>Aciertos cuantificación de dos colecciones: niños oyentes</i>						
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Máx. posible</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Tamaño 1(2-4)</i>	15	2	4	4	3,67	0,62
<i>Tamaño 2 (5-9)</i>	15	4	8	10	6,80	1,47
<i>Tamaño 3 (10)</i>	15	1	5	5	3,53	1,06
<i>Tamaño 4 (11-15)</i>	15	1	10	10	6,27	2,81
<i>Total (todos los tamaños)</i>	15	10	27	29	20,27	4,99

Se observa en general que los niños, tanto sordos como oyentes, aciertan más en las colecciones de los primeros dos tamaños que en los dos últimos. El promedio general de aciertos para esta tarea fue mayor en los niños oyentes. El ANOVA 2 (Condición Auditiva: Sordo/Oyente) x 4 (Tamaño: 1 a 4, 5 a 9, 10, 11 a 15), con medidas repetidas para el tamaño, mostró efecto principal del tamaño $F_{(3,47)}=46,84$; $p < 0,05$. No se encontró efecto de la condición auditiva ($p=0,42$), ni de la interacción entre condición auditiva y Tamaño ($p=0,81$).

6.3.2. Sumatoria de dos colecciones

En la suma de colecciones, se observa que para el grupo de niños sordos el promedio general de aciertos es de 14,65 (DE $\pm$ 8,22) (ver Tabla 16).

Tabla 16. Aciertos de los niños sordos en la tarea de sumatoria de dos colecciones

<i>Aciertos sumatoria de dos colecciones: niños sordos</i>						
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Máx. posible</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Tamaño 1(2-4)</i>	34	1	4	4	3,12	0,95
<i>Tamaño 2 (5-9)</i>	34	0	10	10	6,09	3,33
<i>Tamaño 3 (10)</i>	34	0	5	5	2,68	1,95
<i>Tamaño 4 (11-15)</i>	34	0	9	10	2,76	2,86
<i>Total (todos los tamaños)</i>	34	1	26	29	14,65	8,22

Por otro lado, el promedio de aciertos general para los oyentes es de 16,20 (DE $\pm$ 7,26) (ver Tabla 17).

Tabla 17. Aciertos de los niños oyentes en la tarea de sumatoria de dos colecciones

<i>Aciertos sumatoria de dos colecciones: niños oyentes</i>						
	<i>N</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Máx. posible</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
<i>Tamaño 1(2-4)</i>	15	1	4	4	3,53	1,06
<i>Tamaño 2 (5-9)</i>	15	0	10	10	6,93	3,03
<i>Tamaño 3 (10)</i>	15	0	5	5	3,47	1,68
<i>Tamaño 4 (11-15)</i>	15	0	9	10	2,27	3,17
<i>Total (todos los rangos)</i>	15	2	27	29	16,20	7,26

Se observa en general que los niños, tanto sordos como oyentes, aciertan más en la suma de colecciones de los primeros dos tamaños. En las sumas de colecciones de cuyo total es 10 o más, los aciertos son menores. El promedio general de aciertos para esta tarea fue mayor en los niños oyentes. El ANOVA 2 (Condición Auditiva: Sordo/Oyente) x 4 (Tamaño: 1 a 4, 5 a 9, 10, 11 a 15), con medidas repetidas para en el tamaño, mostró efecto principal del tamaño $F_{(3,47)}=50,74$; $p < 0,05$. No se encontró efecto de la condición auditiva ($p=0,53$), ni de la interacción entre condición auditiva y Tamaño ($p=0,21$).

6.4. Análisis de regresión

6.4.1 Variable dependiente: aciertos en cuantificación de dos colecciones

Los resultados del análisis de regresión lineal por pasos, muestran que para el grupo de niños sordos el modelo que incluye las variables independientes *span* en recuerdo serial de dígitos (BF) y *logro* en conteo abstracto, explica el 45 % de la varianza en la variable dependiente *aciertos* en cuantificación de dos colecciones (ver Tabla 17). En todos los casos, los betas fueron positivos.

Tabla 18. Análisis de regresión para la variable dependiente: aciertos cuantificación de dos colecciones, para el grupo de niños sordos

Análisis de regresión aciertos en cuantificación: niños sordos					
Variables	B	EEB	ß	R ² ajustado	ΔR ²
Modelo 1: Span recuerdo serial de dígitos (Rango 1)	5,72	1,39	0,60	0,34	0,34
Modelo 2: Span recuerdo serial de dígitos (Rango 1)	3,05	1,61	0,32	0,45	0,11
Logro: Conteo abstracto	0,08	0,31	0,32		
p < 0,05					

Al realizar el análisis para el grupo de niños oyentes, el modelo no incluyó ninguna de las variables independientes introducidas para explicar la varianza de los aciertos en la tarea de cuantificación de dos colecciones.

6.4.2 Variable dependiente: aciertos en suma de dos colecciones

Para la variable dependiente suma de dos colecciones, el análisis de regresión permitió identificar que, en el grupo de niños sordos, el modelo que incluye las variables independientes *span* en recuerdo serial de dígitos (BF) y *logro* en conteo abstracto explica el 45 % de la varianza en la variable dependiente, aciertos en suma de dos colecciones (ver Tabla 18). En todos los casos, los betas fueron positivos.

Tabla 19. Análisis de regresión para la variable dependiente: aciertos en suma de dos colecciones, para el grupo de niños sordos

<i>Análisis de regresión aciertos en cuantificación: niños oyentes</i>						
<i>Variables</i>		<i>B</i>	<i>EEB</i>	<i>β</i>	<i>R² ajustado</i>	<i>ΔR²</i>
Modelo 1: Span recuerdo serial de dígitos (Rango 1)		6,16	1,69	0,55	0,28	0,28
Modelo 2: Span recuerdo serial de dígitos (Rango 1)		2,51	1,88	0,22	0,45	0,17
Logro: Conteo abstracto		0,11	0,36	0,53		
p < 0,05						

Por su parte, para el grupo de niños oyentes, el modelo que incluye la variable independiente *span* en conteo visotemporal (EC), explica el 38 % de la varianza en la variable aciertos en suma de dos colecciones (ver Tabla 19). Para este modelo, todos los betas fueron positivos.

Tabla 20. Análisis de regresión para la variable dependiente: aciertos en suma de dos colecciones, para el grupo de niños oyentes

<i>Análisis de regresión aciertos en suma: niños sordos</i>					
<i>Variable</i>	<i>B</i>	<i>EEB</i>	<i>β</i>	<i>R² ajustado</i>	<i>ΔR²</i>
Span conteo visotemporal (Rango 1)	7,68	2,47	0,65	0,38	0,38
p < 0,05					

A partir de los análisis, se identificó que el componente de la memoria que predecirían el desempeño en las tareas de procesamiento numérico en los niños sordos sería el BF y en los niños oyentes, el EC.

VII. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito identificar qué componente de la MT presenta mayor relación con el desempeño en tareas de procesamiento numérico en un grupo de niños sordos (de entre 7 y 17 años de edad, de los grados 1°, 2° y 3° de primaria) y un grupo control de niños oyentes (pareados por nivel de conocimiento de la secuencia numérica de grado 1°). Para responder a este objetivo, inicialmente se analizó el desempeño de los sujetos en MT, luego en conocimiento de la secuencia numérica y procesamiento numérico, y finalmente se estableció la relación entre las variables.

En primer lugar, se encontró que en las tareas que evalúan MT: recuerdo serial de dígitos (BF), recuerdo de magnitudes (AVE) y recuerdo en conteo visotemporal (EC), el desempeño de los niños, en términos de span de memoria, fue mejor en los niños oyentes, con respecto a los sordos. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en las tareas de EC y BF, en las que el rango y la condición auditiva (solo para la tarea de BF) tuvieron incidencia en las diferencias en los desempeños de los grupos. En la tarea de AVE no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.

Los niños sordos presentaron mejor span en los niveles de la tarea del rango 1 (1 a 5) que en los del rango 2 (6 a 9). Esto va en la misma vía de lo encontrado por Guerrero, et, al, (2012), quienes identificaron que adolescentes sordos, presentaban mejor span en la tarea de recuerdo serial de dígitos cuando los numerales presentados eran de seña corta (1 a 5), que cuando eran de seña larga (6 a 9). Esta misma comparación la hicieron con sujetos oyentes, pero en ellos no encontraron diferencias en función del rango. Los resultados sugieren que las medidas de *span*

pueden verse influenciadas por factores de los estímulos como la longitud del ítem, la complejidad con que se signa y la forma de articulación.

Con respecto al desempeño general en las tareas de conocimiento de la secuencia numérica (velocidad de conteo, conteo abstracto) y de procesamiento numérico (cuantificación y suma de dos colecciones) se encontró que a los niños oyentes les fue mejor que a los niños sordos. Esto estaría en concordancia con lo encontrado en diversas investigaciones que han comparado dichas poblaciones en sus habilidades matemáticas (Nunes & Moreno, 1998; Kritzer, & Pagliaro, 2013).

En la tarea de velocidad de conteo, el promedio de tiempo de conteo fue menor en los niños sordos en el primer rango frente a los oyentes. Esto cambia en el rango 2, en el cual los oyentes tienen un menor tiempo de conteo con respecto a los sordos. En esta tarea el rango tuvo efecto significativo en la velocidad de conteo. Esta variación de la velocidad de conteo de un rango a otro en los niños, puede estar relacionada, como se mencionaba antes con la estructura de las señas en el rango 2 (6 a 9) que implican más movimientos de la mano para su realización.

Con respecto al conteo abstracto, se observa que el promedio de conteo es mayor en los niños sordos en contraste con los oyentes. Sin embargo, los niños sordos cometen errores en el conteo a partir de numerales más pequeños, en comparación con los oyentes. En esta prueba, no se encontraron diferencias significativas entre las medias.

En las tareas de cuantificación y suma de colecciones, el promedio general de aciertos fue mayor en los niños oyentes. El tamaño tuvo efecto significativo en los desempeños de los niños en ambas tareas. Los sujetos, tanto sordos como oyentes, aciertan más en las colecciones de los primeros dos tamaños que en los dos últimos.

Finalmente, al analizar la relación entre las variables a través del análisis de regresión por pasos, se encontró que al tratar de explicar el acierto en la tarea de cuantificación de dos colecciones en los niños sordos, las variables de span en recuerdo serial de dígitos rango 1 (1-5) y logro en conteo abstracto explicaron la varianza, es decir, que el componente predictor en los niños sordos del desempeño en cuantificación es el BF. Esto también apareció para la tarea de suma de colecciones en esta población, en el que la variable incluida para el modelo fue el span en recuerdo serial dígitos rango 1 (1-5), únicamente. Este componente de la MT es el encargado de la manipulación de la información de carácter verbal. Los resultados sugieren que la mayor capacidad en el mantenimiento de la información verbal facilita la tarea a los niños, lo que indicaría que la capacidad en los mecanismos de dominio específico de la MT, es más importante al explicar la habilidad de contar.

Para el grupo de niños oyentes, en la tarea de cuantificación no se incluyeron variables en el modelo, pero para la tarea de suma sí. La variable que mejor predijo la varianza en la tarea de suma de dos colecciones en este es *span* de conteo visoespacial, que corresponde al EC. Los resultados sugieren que el mayor desempeño en este componente facilita la suma de colecciones en los niños oyentes. Podría suponerse, entonces, que la solución de problemas aditivos depende en mayor medida de procesos de carácter atencional. Esto va en concordancia con lo encontrado por (Alsina & Saiz, 2004; Andersson y Lyxxel, 2007; De Smedt et. al, 2009; López, 2013) en sus investigaciones.

VIII. LIMITACIONES Y FUTURAS DIRECCIONES

En la realización de este trabajo se identificó como limitación principal el no haber participado en la recolección de la información, dado que los análisis realizados se restringieron exclusivamente a los datos brindados, perdiendo la oportunidad de analizar otros aspectos tales como el tipo de estrategias empleadas por los sujetos sordos para la solución de las tareas propuestas, lo cual habría sido enriquecedor para la discusión. Futuras investigaciones podrían contemplar explorar la relación entre los componentes de la MT y el desempeño en matemáticas con datos más recientes, una muestra más grande de niños e incluyendo variables sobre la ejecución de los sujetos que permitan ahondar mejor sobre cómo se dan estos procesos en la población sorda.

IX. CONCLUSIÓN

Esta investigación permitió identificar que los componentes de la MT que se encuentran relacionados con el desempeño en las tareas matemáticas de cuantificación y suma, difieren para cada una de las poblaciones de las que se tuvo información. En el caso de los niños sordos, el componente que explica la varianza y es un mejor predictor de los aciertos en las tareas numéricas es el BF, mientras que en el grupo de niños oyentes, el componente destacado es el EC. En la literatura, suele encontrarse que los componentes implicados en mayor medida son el EC, principalmente, y el BF.

Los hallazgos de esta investigación van en concordancia con lo encontrado por otros investigadores en el campo para la población oyente (Alsina & Saiz, 2004; Andersson y Lyxxel, 2007; De Smedt et. al, 2009; López, 2013). Dichos resultados permiten ampliar el conocimiento que se tienen sobre la población sorda local, y a su vez dan mayores herramientas para mejorar las propuestas educativas que se tienen para el aprendizaje de las matemáticas en la población sorda.

REFERENCIAS

- Alsina, A. (2007) ¿Por qué los niños tienen dificultades para calcular? Una aproximación desde el estudio de la memoria humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10 (3), 315-303
- Alsina, Á., & Sáiz, D. (2004). El papel de la memoria de trabajo en el cálculo mental un cuarto de siglo después de Hitch. *Infancia y aprendizaje*, 27(1), 15-25.
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(3), 197-228.
- Avalo, A., Bedoya, N., Gallo, É. A., & Tovar, A. (2012). Análisis de tareas matemáticas propuestas a niños sordos en los primeros años de escolaridad.
- Baddeley, A. (1999). 4. La función de la memoria en la cognición: memoria de trabajo. En: *Memoria humana. Práctica y teoría*. (págs. 53-81). España: McGraw Hill.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. (2010). Memoria de trabajo. En A. Baddeley, M.W. Eysenck, & M.C. Anderson
- Baddeley, A., & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. En: Nickerson, R. S (Ed.), *Attention and performance VIII*: Hillsdale NJ: Erlbaum.

- Baddeley, A. y Larsen, J. D. (2007). The phonological loop unmasked? A comment on the evidence for a “perceptual-gestural” alternative. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60 (4), 497-504.
- Baddeley, A., Lewis, V., y Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 36(2), 233-252.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., y Buchanan, M. (1975). “Word length and the structure of short-term memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 14(6), 575-589.
- Bavelier, D., Newport, E. L., Hall, M., Supalla, T., & Boutla, M. (2008). Ordered short-term memory differs in signers and speakers: Implications for models of short-term memory. *Cognition*, 107(2), 433-459.
- Bedoya, N., Mejía, J., & Guerrero, D. (2012). La enseñanza de las matemáticas a estudiantes sordos: retos y realidades. Artículo en proceso.
- Bedoya, N., Guerrero, D., & Gallo, E.. (2013). Representación de problemas matemáticos asociados al uso del algoritmo de signación en población sorda. *Pensamiento Psicológico*, 11(2).
- Bravo, C. M. (1996). Desarrollo cognitivo y problemas escolares en sordos/as. Tabanque: *Revista pedagógica*, 10, 213-222.
- Carruthers, p. (2013). La evolución de la memoria de trabajo. *Ludusvitalis*, 21(40), 99-124.
- Colle, H. A. y Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 15(1), 17-31.

- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of experimental child psychology*, 103(2), 186-201.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A., Allamano, N., y Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37(10), 1189-1199.
- Emmorey, K. (2002). Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research. Lawrence Erlbaum and Associates: Mahwah, NJ.
- Farah, M. J., Hammond, K. M., Levine, D. N., y Calvanio, R. (1988). Visual and spatial mental imagery: Dissociable systems of representation. *Cognitive psychology*, 20(4), 439-462.
- García, M., & , Avila, D. (1996). La adquisición de los conceptos lógico-matemáticos en el niño sordo. *Números*, (27), 33-44.
- Gelman, R. (1993). A rational-constructivist account of early learning about numbers and objects. *Learning and motivation*, 30, 61-96
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). Young children's understanding of numbers
- Guerrero, D., Bedoya, N., & Gonzales, J. (2016). Relación entre la secuencia numérica convencional en lengua de señas colombiana y la comprensión numérica en niños sordos. Sometido como capítulo de investigación al libro del nodo de psicología educativa de la red de investigadores en psicología.

- Guerrero, D., Bedoya, N., Medina, D. (2013). *Resolución de problemas aditivos en estudiantes sordos*. En Morales, Yuri; Ramírez, Alexa (Eds.), *Memorias I CEMACYC* (pp. 1-12)
- Guerrero, D., Tovar, A., & Avalo, A. (2012). Utilización del conteo y demandas cognitivas en memoria de trabajo. En Obando, G. (Ed.), *Memorias del 13er Encuentro Colombiano de Matemática Educativa* (pp. 586-591)
- Hall, M. L., & Bavelier, D. (2010). 30 Working memory, deafness, and sign language. *The Oxford handbook of deaf studies, language, and education*, 2, 458.
- Holmes, J., Adams, J. W., & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(2), 272-289.
- Hyde, M., Zevenbergen, R., & Power, D. J. (2003). Deaf and hard of hearing students' performance on arithmetic word problems. *American Annals of the Deaf*, 148(1), 56-64.
- Kritzer, K. L. (2009). Barely started and already left behind: A descriptive analysis of the mathematics ability demonstrated by young deaf children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, p. 15.
- Kritzer, K. L., & Pagliaro, C. M. (2013). Matemática: Um desafio internacional para estudantes surdos. *Cadernos Cedes*, 33(91), 431-439.
- Larsen, J. D., Baddeley, A., y Andrade, J. (2000). Phonological similarity and the irrelevant speech effect: Implications for models of short-term verbal memory. *Memory*, 8(3), 145-157.

- León, O., Calderón, D., & Orjuela, M. (2009). La relación lenguaje-matemáticas en la didáctica de los sistemas de numeración: aplicaciones en población sorda.
- López, M. (2013). Rendimiento académico: su relación con la memoria de trabajo/Academic performance: relationship with working memory. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(3).
- Monsalve González, A. (2002). La compleja apuesta por el bilingüismo en la educación de los niños sordos. *Aula Abierta*, 79.
- Nunes, T., & Moreno, C. (1998). Is hearing impairment a cause of difficulties in learning mathematics. In: The development of mathematical skills, 227-254.
- Pagliaro, C. M., & Kritzer, K. L. (2012). The math gap: A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of deaf studies and deaf education*, 18(2), 139-160.
- Otalora, Y. (2002) El niño como matemático: compilación sobre la construcción del número y la enseñanza de la matemática en preescolar. Programa de formación de maestros de preescolar “el niño como matemático”. *Grupo Matemática y Cognición, del Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura*. Universidad del Valle. Cali.
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of experimental child psychology*, 91(2), 137-157.
- Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5-21.

- Rodriguez, J., Garcia, J., & Calleja, M. (2009). Las representaciones numéricas básicas en los deficientes auditivos profundos. *Contrastes. Suplemento*, (14), 71-90.
- Rudner, M., Andin, J., & Rönnberg, J. (2009). Working memory, deafness and sign language. *Scandinavian journal of psychology*, 50(5), 495-505.
- Vergnaud, G. (1991). El niño, las matemáticas y la realidad: problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria. *Trillas*.
- Wilson, M., y Emmorey, K. (1997). A visual-spatial “phonological loop” in working memory: Evidence from American Sign Language. *Memory and Cognition*, 25, 313–320.
- Wilson, M., y Emmorey, K. (1998). A “word length effect” for sign language: Further evidence on the role of language in structuring working memory. *Memory and Cognition*, 26, 584–590.

ANEXOS

Anexo 1: Orden de presentación de la tarea de recuerdo serial de dígitos

Nivel	Rango 1 (1-5)			Rango 2 (6-9)		
1	52	31	24	69	76	79
2	513	154	421	796	976	687
3	4251	2351	3524	6968	8978	8769
4	24153	35142	54152	79686	67986	96978
5	251425	135425	321452	869796	786986	689789
6	3535142	2534143	4154321	6979686	8987679	7986968
7	42513524	51324253	13235142	79686968	96879867	86789769
8	531425131	435145324	253241351	979697968	679879687	976786986

Anexo 2: Orden de presentación de los niveles de la tarea recuerdo de magnitudes

Nivel	Rango (1-4)		
1	42	31	24
2	413	134	421
3	4213	2341	3124
4	24123	34142	34132
5	231423	132423	321412
6	3234142	2134143	4134321
7	42313124	21324243	13234142
8	231424131	434142324	213241341

Anexo 3: Orden de presentación de niveles de la tarea conteo viso-temporal

Nivel	Rango 1 (2-5)			Rango 2 (6-9)		
1	24	34	54	69	76	79
2	435	542	352	796	976	687
3	5423	2435	4532	6968	8978	8769
4	52432	54345	25343	79686	67986	96978
5	345234	425345	532425	869796	786986	689789
6	2342534	3242535	5424325	6979686	8987679	7986968
7	42535423	52435423	32453245	79686968	96879867	86789769
8	424532435	342425253	324545243	979697968	679879687	976786986

Anexo 4: Orden de presentación de las colecciones en la tarea de velocidad de conteo para cada rango.

	Rango 1(1-5)	Rango 2 (6-9)
1)	3-5-3-2-4	6) 7-9-7-6-8
2)	3-4-2-5-3	7) 7-8-6-9-7
3)	5-2-5-2-3	8) 9-6-9-6-7
4)	3-5-2-3-4	9) 7-9-6-7-8
5)	5-3-4-2-3	10) 9-7-8-6-7

Anexo 5: Colecciones presentadas en la tarea de cuantificación y suma de dos colecciones

Categoría	Cantidad
Colecciones pequeñas	2, 3, 4, 5
Colecciones medianas	6, 7, 8, 9
Colección diez	10
Colecciones grandes	11, 12, 13, 14, 15

Anexo 6: Rango y términos de las colecciones de la tarea de cuantificación

	Termino 1/5	Con 1		Sin 1		Con 5		Sin 5	
	Termino Mayor	A	B	A	B	A	B	A	B
Rango	1 (1-5)	2+1	1+3 1+4	3+2					
	2 (6-9)					5+3 5+4	2+5 1+5	6+1 6+2	3+6 2+7
	10					5+5		6+4 7+3	8+2
	3 (11-15)					6+5 7+5	5+8 5+9	7+6 8+7	6+9 6+8

Anexo 7: Rangos y términos de la tarea de suma de numerales

	Termino 1/5	Con 1		Sin 1		Con 5		Sin 5	
	Termino Mayor	A	B	A	B	A	B	A	B
Rango	1 (1-5)	3+1 4+1	1+2	2+3					
	2 (6-9)					5+2 5+4	3+5 1+5	6+2 6+3	1+6 2+7
	10					5+5		8+2	4+6 3+7
	3 (11-15)					8+5 9+5	5+6 5+7	7+6 8+7	6+9 6+8