

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Nohemy Marcela Bedoya Ríos

**Estimación numérica en niños sordos colombianos y brasileiros del 1º al 4º año de  
educación básica**

PORTO ALEGRE

2019

NOHEMY MARCELA BEDOYA RIOS

**Estimación numérica en niños sordos colombianos y brasileiros del 1º al 4º año de educación básica**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito final para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora: Prof. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Linha de pesquisa: Aprendizagem e Ensino

PORTO ALEGRE

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B412 Bedoya Rios, Nohemy Marcela.  
Estimación numérica en niños sordos colombianos y  
brasileros del 1º al 4º año de educación básica / Nohemy  
Marcela Bedoya Rios; Orientadora: Prof. Dra. Beatriz  
Vargas Dorneles. – Porto Alegre, 2018.  
152 f.

Tese (doutorado). – Programa de Pós-Graduação em  
Educação, 2019.

1. Aprendizagem e Ensino. 2. Cognição Matemática.  
3. Crianças Surdas. 4. América Latina. I. Dorneles,  
Beatriz Vargas. II. Título.

CDU 376(8)

Faculdade de Educação  
Programa de Pós-Graduação em Educação  
Avenida Paulo Gama, s/n.  
Bairro Farroupilha  
CEP 90046-900  
Fone: 3308 3985  
comunicacaofaced@ufrgs.br

Nohemy Marcela Bedoya Ríos

ESTIMACIÓN NUMÉRICA EN NIÑOS SORDOS COLOMBIANOS Y BRASILEOS  
DEL 1º AL 4º AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito final para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora: Prof. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

---

Profª. Dra. Beatriz Vargas Dorneles – Orientadora

---

Profª. Dra. Lodenir Becker Karnopp – UFRGS

---

Profª. Dra. Rosane da Conceição Vargas – PUCRS

---

Profª. Dra. Síntria Labres Lautert – UFPE

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, especialmente a mi madre Alcira quien siempre ha sido puerto seguro, apoyo en los momentos de soledad y tristeza, amiga en los momentos felices. A mi padre que también ha estado ahí siempre que lo he necesitado y quien ha compartido conmigo grandes consejos de vida.

Agradezco a la Universidade Federal do Rio Grande do Sul y al programa de posgrado en educación, así como al CNPQ por la oportunidad no sólo de ser estudiante y bolsista, sino también por la oportunidad maravillosa que fue la de crecer profesional y personalmente en Brasil. A mi orientadora Beatriz Dorneles por todo el acompañamiento criterioso realizado en estos cuatro años, desde que aceptó mi idea ambigua de proyecto y asumió la no fácil tarea de guiarme académicamente, hasta este momento en el que todas las ideas conversadas se condensan en una tesis. A las colegas del grupo de investigación que contribuyeron con su lectura, especialmente a Rosane por su vital ayuda en la colecta de datos en las escuelas de Porto Alegre.

A las escuelas que aceptaron participar de la investigación, sus coordinadoras y profesoras, que dieron la ayuda más que necesaria no solamente en términos de acceso a un espacio, sino en la oportunidad de conocer y participar de las vivencias de cada institución. A Maribel y Liliana quienes fueron extremadamente amables y oportunas para atender cada solicitud que realicé.

Y desde luego, muchas gracias a los amigos que compartieron conmigo esta experiencia de ser estudiante extranjera en Porto Alegre. Por los buenos momentos, las largas conversas, las risas, los almuerzos en el RU, los bailes y por la ayuda en las mudanzas en esta vida gitana a la que me dedique por cuatro años. Ustedes con su cariño dieron el soporte emocional indispensable para que esta labor de ser doctoranda pudiera llegar a su punto de cierre. Tiago, Carlos, Laura, María, Fabiana, Camilo, Marialex, César, Marianela, Bibiana, entre otros, de todos ustedes me llevo un poquito y espero haberles dejado en troca algo de mí también.

## RESUMEN

La estimación numérica es una de las habilidades básicas que sustentan el aprendizaje matemático, pero su desarrollo ha sido menos investigado que el de los procesos de cuantificación exactos y existen muy pocas investigaciones que exploren esta habilidad en la población sorda. El presente trabajo propone un conjunto de tres estudios articulados con el propósito de analizar algunos aspectos del desempeño en estimación numérica de estudiantes sordos colombianos y brasileños usuarios de lengua de señas. Cada estudio se centra en uno de los siguientes aspectos: a) representaciones de magnitud, b) estrategias de resolución de problemas y c) influencia de los numerales en LS. El diseño de los tres estudios es comparativo transnacional, no experimental, con una única medida en cada país. Se seleccionaron 52 participantes, 23 en la ciudad de Cali-Colombia y 29 en Porto Alegre-Brasil, todos estudiantes del 1 al 4 año de primaria en instituciones educativas para sordos con modelo educativo bilingüe. En los estudios 1 y 2 se utilizó una tarea de estimación en la recta numérica (rangos 0-10 y 0-100), en el estudio 3 adicionalmente fueron presentadas dos tareas de conteo. Los resultados de los estudios muestran una mayor o menor influencia de cada uno de los factores considerados. En el estudio 1 se identificaron diferencias entre los países, una tendencia de los estudiantes colombianos a ser más precisos y usar representaciones lineales simples en todos los grados, mientras que los brasileños evidenciaron avances de la precisión según el grado escolar y variaciones en el tipo de representaciones utilizadas. En el estudio 2, se identificó un mayor uso de estrategias de conteo en ambos países, variaciones dependiendo del contexto numérico y algunas asociaciones del tipo de estrategia con la precisión alcanzada. Los resultados del tercer estudio mostraron diferencias significativas entre los países en algunos numerales, lo que permite pensar que las características de los números en LS afecta el desempeño en algunas tareas de cuantificación.

**Palabras clave:** Estimación numérica. Niños sordos. Lengua de señas. Desempeño.

## ABSTRACT

Numerical estimation is one of the basic skills that support mathematics education, but its development has been less investigated than that of the exact quantification processes, and there is very little research exploring this skill in the deaf population. This work proposes a set of three articulated studies with the purpose of analyzing some aspects of performance in numerical estimation of Colombian and Brazilian deaf students users of sign language. Each study focuses on one of the following aspects: a) representations of magnitude, b) problem-solving strategies, and c) influence of numerals in SL. The design of the three studies is comparative transnational, not experimental, with a single measure in each country. Fifty-two participants were selected, 23 in the city of Cali, Colombia, and 29 in Porto Alegre, Brazil. All students were between the 1<sup>st</sup> and the 4<sup>th</sup> year of primary education in institutions for the deaf with a bilingual educational model. In studies 1 and 2, an estimation task was used on the number line (ranges 0–10 and 0–100); in study 3, two counting tasks were presented. The results of the studies showed greater or lesser influence of each of the factors considered. In study 1, differences were found between the countries, with a tendency of Colombian students being more precise and using simple linear representations in all the grades, while the Brazilians showed advances of the precision according to the school grade and variations in the type of representations used. In study 2, a greater use of counting strategies was identified in both countries, with variations depending on the numerical context and some associations of the type of strategy with the accuracy achieved. The results of the third study showed significant differences between the countries in some numerals, which suggests that the characteristics of the numbers in SL affect performance in some quantification tasks.

**Keywords:** Numerical Estimation. Deaf Children. Sign Language. Performance.

---

BEDOYA-RIOS, N. M. **Estimación numérica en niños sordos colombianos y brasileros del 1° al 4° año de educación básica.** 2019. 136 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1. Representación del numeral 1 a 5 en LSC.
- Figura 2. Representación del numerales del 6 al 9 en LSC.
- Figura 3. Representación de los numerales de 1 a 4 en Libras
- Figura 4. Representación de los numerales de 5 a 9 en Libras
- Figura 5. Principales características de los tres estudios que componen la tesis
- Figura 6. Numeral cinco en lengua de señas colombiana
- Figura 7. Numeral cinco en lengua de señas brasilera
- Figura 8. Distribución de la precisión de los estudiantes brasileiros
- Figura 9. Distribución de la precisión de los estudiantes colombianos
- Figura 10. Distribución de la precisión de los estudiantes brasileiros
- Figura 11. Distribución de la precisión de los estudiantes colombianos
- Figura 12. Punto de quiebre del modelo duplo lineal
- Figura 13. Representación del numeral 1 a 5 en LSC.
- Figura 14. Representación del numerales del 6 al 9 en LSC.
- Figura 15. Representación de los numerales de 1 a 4 en Libras
- Figura 16. Representación de los numerales de 5 a 9 en Libras.



## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Equivalencias entre grados escolares en Colombia y Brasil
- Tabla 2. Caracterización de la muestra
- Tabla 3. Resultados por numeral entre países
- Tabla 4. Precisión por país y grado
- Tabla 5. Modelos de representación por país
- Tabla 6. Resultados por numeral entre países
- Tabla 7. Precisión por País y Grado
- Tabla 8. Modelos de representación por país
- Tabla 9. Equivalencias entre grados escolares en Colombia y Brasil
- Tabla 10. Caracterización de la muestra
- Tabla 11. Descripción de las estrategias y procedimientos
- Tabla 12. Uso de estrategias por grado y país en la recta 10
- Tabla 13. Uso de estrategias por grado y país en la recta 100
- Tabla 14. Precisión por estrategia en la recta 0-10
- Tabla 15. Precisión por estrategia en la recta 0-100
- Tabla 16. Descriptivos tareas de estimación y conteo por país
- Tabla 17. Precisión en la recta 10 por numeral y país
- Tabla 18. Límite de conteo en la tarea de conteo abstracto por grado y país
- Tabla 19. Acierto en la tarea de conteo de colecciones por numeral y país

## SUMARIO

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
1.1 SOBRE LA ESTIMACIÓN NUMÉRICA .....	17
<b>1.1.1 La estimación numérica: cuestiones sobre la representación del número</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1.2 Conocimiento matemático y numérico en sordos</b> .....	<b>21</b>
<b>1.1.3 Estudios sobre estimación numérica en personas sordas</b> .....	<b>23</b>
1.2 SOBRE LOS MODELOS EDUCATIVOS PARA SORDOS .....	26
<b>1.2.1 La educación bilingüe y bicultural para sordos en Colombia y Brasil</b> .....	<b>28</b>
1.3 INFLUENCIA DE LOS NUMERALES EN EL DESEMPEÑO MATEMÁTICO.....	32
<b>1.3.1 Numerales en lengua de señas colombiana (LSC)</b> .....	<b>38</b>
<b>1.3.2 Numerales en lengua de señas brasilera (Libras)</b> .....	<b>40</b>
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	41
1.5. MÉTODO GENERAL .....	43
<b>1.5.1 Participantes</b> .....	<b>44</b>
<b>1.5.2 Instrumentos</b> .....	<b>44</b>
<b>1.5.3 Procedimiento</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>47</b>
<b>2 DESEMPEÑO EN ESTIMACIÓN DE ESCOLARES SORDOS: UNA COMPARACIÓN ENTRE ALUMNOS DE BRASIL Y COLOMBIA</b> .....	<b>53</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	55
<b>2.1.1 Tipos de modelos de estimación numérica y su relación con la representación mental</b> .....	<b>56</b>
<b>2.1.2 Estudios sobre conocimiento numérico con personas sordas</b> .....	<b>57</b>
2.2 MÉTODO .....	60
<b>2.2.1 Participantes</b> .....	<b>60</b>
<b>2.2.2 Instrumento</b> .....	<b>62</b>
<b>2.2.3 Procedimiento</b> .....	<b>63</b>
<b>2.2.4 Análisis</b> .....	<b>63</b>
2.3 RESULTADOS .....	64
<b>2.3.1 Recta 0-10</b> .....	<b>64</b>
<b>2.3.2 Recta 0-100</b> .....	<b>69</b>
2.4 DISCUSIÓN.....	74
2.5 CONCLUSIONES.....	79
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>79</b>
<b>3 ESTRATEGIAS Y PRECISIÓN EN LA TAREA DE LA RECTA NUMÉRICA EN NIÑOS SORDOS DE COLOMBIA Y BRASIL</b> .....	<b>83</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	84
<b>3.1.1 La estimación numérica y algunas discusiones al respecto</b> .....	<b>84</b>
<b>3.1.2 La población sorda y su desafío con las matemáticas</b> .....	<b>86</b>
3.2 MÉTODO .....	88
<b>3.2.1 Participantes</b> .....	<b>89</b>
<b>3.2.2 Instrumento</b> .....	<b>90</b>
<b>3.2.3 Procedimiento</b> .....	<b>91</b>
<b>3.2.4 Análisis</b> .....	<b>91</b>
3.3 RESULTADOS .....	92

<b>3.3.1 Estrategias utilizadas en las tareas de estimación numérica .....</b>	<b>92</b>
<b>3.3.2 Influencia del uso de estrategias en la precisión .....</b>	<b>97</b>
3.4 DISCUSIÓN .....	98
3.5 CONCLUSIONES .....	102
3.6 IMPLICACIONES Y LIMITACIONES .....	102
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>4 RELACIÓN DE LOS NUMERALES EN LENGUA DE SEÑAS CON EL DESEMPEÑO EN ESTIMACIÓN NUMÉRICA Y CONTEO EN ESTUDIANTES SORDOS COLOMBIANOS Y BRASILEROS .....</b>	<b>106</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	107
<b>4.1.1 Numerales en Lengua de Señas Colombiana (LSC).....</b>	<b>111</b>
<b>4.1.2 Numerales en Lengua de señas brasilera (Libras) .....</b>	<b>112</b>
4.2 MÉTODO .....	114
<b>4.2.1 Participantes.....</b>	<b>114</b>
<b>4.2.2 Instrumentos .....</b>	<b>115</b>
4.3 RESULTADOS .....	116
4.4. DISCUSIÓN .....	119
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>124</b>
<b>5 CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>126</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO A – Materiales tarea de recta numérica 1-10.....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO B – Materiales tarea recta numérica 1-100.....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO C – Materiales tarea de conteo de colecciones.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO E – Consentimiento informado para padres de familia.....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO F – Asentimiento de participación para estudiantes.....</b>	<b>152</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

Entender de dónde surge esta tesis, implica reconocermme en tanto investigadora, profesional y ser humano, con intereses particulares que se han formado a lo largo del camino que voy andando.

Soy psicóloga y desde los primeros semestres en la facultad, me interesé por las teorías que tenían que ver con procesos de conocimiento y formas de aprendizaje. Comencé a trabajar desde 2003 en el Centro de Investigaciones en Psicología de la Universidad del Valle, en la línea de cognición matemática, siendo lo que aquí en Brasil llaman “bolsista de iniciação científica”. Allí comencé a entender que investigar en nuestros países latinoamericanos no es una tarea fácil, ya que se cuenta con grandes limitaciones, pero también me maravillé con la posibilidad de seguirme cuestionando, en la tentativa de entender de qué forma aprendemos, cómo las experiencias que vivimos se transforman en diferentes formas de conocimiento, cuáles son las bases que sustentan todo ese proceso y de qué forma los psicólogos podemos aportar al campo de la educación.

Algunos años después de graduarme tuve la oportunidad de comenzar a trabajar como psicóloga educativa en una escuela para niños sordos en mi ciudad, experiencia que me sensibilizó desde lo personal, al descubrir la inmensa cantidad de dificultades educativas, laborales, sociales y familiares, que las personas sordas, en especial los niños y niñas sordas, deben enfrentar en nuestra sociedad que los excluye, los ignora y los violenta de diversas maneras. Aprendí lengua de señas y mi mundo se abrió, porque aprendí a ver cosas nuevas, porque salí de mi propia ignorancia al conseguir comunicarme con ellos y reconocer que nuestras manos también hablan.

A través de un proyecto de investigación que realizamos en 2012, conjuntamente con Diego Guerrero, profesor del programa de psicología de la Universidad del Valle, fue posible desarrollar una primera tentativa de vincular mi interés por la población sorda con mi quehacer investigativo dentro del área de la psicología cognitiva. Ese proyecto estuvo vinculado a mi trabajo de maestría, en dónde se analizó la forma en que los estudiantes sordos comprendían la composición aditiva a través de diferentes tipos de problemas

matemáticos simples. Esto sentó las bases para la tesis en la que he estado trabajando aquí en la UFRGS desde 2015.

En el trabajo actual, el panorama ganó complejidad y nuevos matices al percibir las diferencias entre las lenguas de señas en ambos países, lo que abrió preguntas sobre su posible impacto en el aprendizaje matemático de los sordos. Por otro lado, la inserción de la tesis en un proyecto de investigación más amplio denominado “*Diversidade na aprendizagem da matemática inicial: a compreensão da estimativa numérica*”<sup>1</sup>, marcó un rumbo centrado en la exploración de algunas habilidades numéricas básicas que han sido poco analizadas con la población sorda, tal es el caso de la estimación numérica, qué es uno de los conceptos bases de este trabajo.

En este sentido la idea general fue tomando forma y los vacíos en la literatura se fueron revelando poco a poco, evidenciando por un lado, la ausencia de estudios con escolares sordos que intenten realizar comparaciones entre distintas poblaciones de sordos, pues los estudios comparativos encontrados utilizaban a los oyentes como parámetro de referencia, y por otro lado, la escases de investigaciones que indaguen sobre la forma en que el proceso de estimación numérica funciona y se desarrolla durante la etapa escolar en los niños sordos, entre otros vacíos. Ya que, aunque las discusiones en el área son variadas, en pocas de ellas se cuenta con datos sobre la población sorda. Así, una de las principales características de este trabajo, que vale la pena resaltar, es esa tentativa de ocupar espacios, de mostrar nuevos caminos metodológicos que puedan permitir comprender las características particulares de una población a partir de las diferencias que existen dentro de ella misma y principalmente, de asumir el desafío de realizar preguntas que pueden parecer demasiado específicas dentro de un panorama que se sabe complejo.

De otro lado, el proceso de escritura de este trabajo ha sido cíclico con varios momentos de revisión no sólo de mi orientadora sino también de todos los miembros del grupo de investigación. La propuesta actual del grupo es el desarrollo de tesis y disertaciones compuestas por un conjunto de artículos sobre estudios independientes que se entrelazan en torno de un problema central. En mi caso este documento logró ser escrito en español gracias a los cambios en las normas del programa de posgrado en educación de la

---

<sup>1</sup> Proyecto coordinado por la profesora Beatriz Vargas Dorneles, registrado en la plataforma Brasil con el número 31575913.6.0000.5347 y aprobado por el comité de ética de la Univerdidade Federal do Rio Grande do Sul.

UFRGS realizadas a partir del año 2015, momento en el que ingresé al doctorado. Esta escritura integral del documento en español posibilita un mayor alcance e interlocución con los participantes, vehículos de publicación e instituciones de mi país, lo que constituye no sólo una ganancia en términos de lo personal, porque la elaboración de argumentos y discusiones teóricas siempre serán más fáciles en la primera lengua, sino también en términos de los avances en los procesos de internacionalización del programa de la UFRGS, lo que demuestra interés en reconocer el lugar de habla de sus estudiantes extranjeros que investigan realidades sociales, políticas o educativas de sus propios países. La revisión de estilo fue realizada por dos colegas colombianos, profesores universitarios.

Una vez reconocido de dónde surge el interés que sustenta el desarrollo de esta investigación, así como algunos aspectos de su elaboración, es importante dar paso a un planteamiento del problema que vincule este trabajo con lo que se sabe sobre el desarrollo de la estimación numérica y sobre el aprendizaje matemático en los niños sordos, pues son estos sus ejes teóricos.

En términos del conocimiento numérico y matemático, para algunos autores del área de la psicología cognitiva es fundamental establecer una serie de relaciones o vínculos entre diferentes formatos de representación del número: arábigo, palabras-número y cantidades concretas, que son los sistemas culturales y/o simbólicos básicos (FUSON, 1998; PAPE; TCHOSHANOV, 2001), mientras que para otros autores lo esencial es comprender los principios matemáticos subyacentes a la estructura del sistema numérico (NUNES; BRYANT, 1997; KREBS; SQUIRE; BRYANT, 2003; SAXTON; CAKIR, 2006). En medio de esta discusión, en la que se debate sobre los aspectos implicados, un elemento relevante es el papel que tienen las habilidades numéricas tempranas.

Una de estas habilidades tempranas es la estimación numérica, que para algunos autores representa una base importante para el desarrollo de conocimientos en el dominio matemático y se encuentra fuertemente asociada con el desempeño en test de logros matemáticos en individuos de diferentes edades (BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOLLER, 2014). Uno de sus principales investigadores define la estimación numérica como un proceso generalizado que utilizamos diariamente tanto en nuestra vida cotidiana, así como en situaciones escolares (SIEGLER; OPFER, 2003), como por ejemplo, establecer los recursos económicos necesarios para cubrir las

cuentas del próximo mes o el tiempo de necesario para recorrer una distancia desde un punto de la ciudad a otro, o en situaciones tales como comparar magnitudes o la cantidad de elementos en colecciones que no han sido contadas.

Para algunos autores la estimación numérica hace parte de las habilidades que conforman el “Sentido numérico”, es decir, hace parte del conjunto de habilidades numéricas y matemáticas básicas que sustentan el posterior desarrollo de conocimientos y habilidades matemáticas más complejas (SIEGLER; OPFER, 2003; KUCIAN et al. 2011). Existen diferentes estudios dirigidos a evaluar el tipo de representaciones numéricas asociadas a esta capacidad de realizar estimaciones numéricas (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008), la capacidad de mejorar esta habilidad y transferir dichos avances a otras habilidades dentro del dominio matemático (PARK; BRANNON, 2013), sin embargo, todos estos trabajos han sido desarrollados con población oyente y la información sobre el proceso de estimación en sujetos sordos, principalmente niños sordos, es muy escasa.

Las investigaciones realizadas con población sorda, ya sean adultos o niños han mostrado en términos globales la existencia de un retraso en el aprendizaje matemático de los sordos al ser comparados con sus pares oyentes, el cual ha sido cuantificado en 2 años y medio aproximadamente (WOOD; WOOD; HOWARTH, 1983; NUNES; MORENO, 1998). Y si bien es importante reconocer la existencia de este desfase entre las poblaciones, debido a que es uno de los pocos consensos que se tienen en el área, también es importante mencionar que las causas de este fenómeno continúan siendo poco claras (BULL et al. 2011). Diferentes estudios han explorado variadas hipótesis, encontrando evidencia que señala que los niños sordos tienen competencias suficientes para adquirir conocimientos y habilidades propias del dominio matemático (HITCH; ARNOLD; PHILLIPS, 1983; MULHERN; BUDGE, 1993; ZAFARTY; NUNEZ; BRYANT, 2004; BULL, 2008), especialmente cuando cuentan con las condiciones estructurales en sus entornos de desarrollo que les permitan acceder a la información numérica (KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013).

Como ya se mencionó existen pocas investigaciones sobre estimación numérica realizadas con población sorda, sin embargo, se encontraron dos estudios (BULL, 2008; BULL et al. 2011) durante el proceso de revisión de la literatura, que proponen en términos

generales, que los adultos sordos tienen repuestas menos precisas que sus contrapartes oyentes al estimar, pero demuestran un ajuste lineal de su desempeño en la tarea, lo que significa que evidencian el mismo patrón de respuesta encontrado en adultos oyentes, en el cual el intervalo entre los numerales es estable independientemente de si se trata de números menores próximos al punto inicial de la recta (cero) o mayores próximos al extremo final de la recta, que en el caso de las investigaciones mencionadas, correspondía a los numerales 100 ó 1000.

El objetivo general del trabajo es el de comparar las diferencias y semejanzas que los estudiantes sordos colombianos y brasileros, que usan lengua de señas, tienen en tareas de estimación numérica. Analizando dicho desempeño en función de la precisión de las respuestas, el tipo de estrategia usada para resolver la tarea, el tipo de representación numérica que más se ajusta a partir de los diferentes modelos propuestos en la literatura y la relación que tal desempeño puede tener con las características de los números en lengua de señas de ambos países: Lengua de señas brasilera (Libras) y Lengua de Señas Colombiana (LSC).

Con este propósito en mente, el texto se ha organizado en cinco capítulos, el primero de ellos – que se desarrolla a continuación – presenta una revisión de la literatura, en la que se abordan los diferentes conceptos que fundamentan el trabajo, así como los resultados de trabajos empíricos previos. Inicialmente se propone una definición de la estimación numérica y algunos estudios realizados que analizan su relación con diferentes formas de representación y su posible vinculación con otras habilidades numéricas y matemáticas, también se presenta una revisión general de los principales resultados de la investigación en el área de la cognición numérica con sordos y los estudios realizados sobre estimación numérica con esta población. Posteriormente, se realiza una revisión sobre las propuestas educativas para sordos en Colombia y Brasil, resaltando algunos aspectos particulares del desarrollo histórico de estos modelos educativos, principalmente el lugar de la lengua de señas en tales modelos. En tercer lugar, se aborda el tema de la estructura de los numerales y su influencia en el desempeño matemático, incluyendo una propuesta de descripción de las características de los numerales en Lengua de Señas Colombiana (LSC) y Lengua de señas brasilera (Libras). Finalmente se propone un esquema general de los objetivos y la metodología que articulan los tres estudios.



Como parte de este primer capítulo también se presenta el planteamiento del problema, especificando algunos de los presupuestos de la tesis, así como las preguntas de investigación de las cuales parte el presente trabajo. Posteriormente se presenta el método general de la investigación, en el que se describen de forma sucinta los elementos más relevantes que articulan los tres estudios individuales en términos metodológicos.

En el segundo capítulo se desarrolla el primer estudio empírico que compone la tesis. Este estudio presenta un primer panorama del desempeño de los estudiantes colombianos y brasileros en términos de la precisión de sus respuestas. Se compara cuantitativamente las diferencias en la precisión entre grados y países, y se analiza el ajuste de estos desempeños con diferentes modelos de representación propuestos en la literatura.

En el tercer capítulo se presenta el segundo estudio, el cual propone complementar el análisis cuantitativo de las precisiones con el análisis cualitativo de los procedimientos utilizados por los estudiantes de cada país para resolver la tarea de estimación numérica, con el propósito de evidenciar si las estrategias utilizadas inciden sobre la precisión alcanzada por cada grupo.

El cuarto capítulo se ocupa del tercer estudio, dónde se analiza la posible relación de la estructura de los numerales en lengua de señas con el desempeño en tareas de cuantificación aproximada (estimación) y exacta (conteo), explorando las diferencias encontradas en el desempeño de los estudiantes de ambos países en términos de las características propias de los numerales en LSC y Libras.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones finales de la tesis, articulando los hallazgos y discusiones suscitadas en cada uno de los estudios descritos previamente.

## 1.1 SOBRE LA ESTIMACIÓN NUMÉRICA

Responder la pregunta sobre cuántos elementos hay en un determinado lugar o momento, es algo que asociamos típicamente con el dominio numérico y matemático. Para cuantificar podemos elegir un procedimiento que nos lleve a una respuesta exacta, como por ejemplo contar, o un procedimiento que nos permita dar una respuesta rápida y aproximada, es decir, una respuesta estimada. Los procesos asociados con la cuantificación exacta tienen una vasta tradición de investigación, mientras que los procesos relacionados con la estimación han sido menos estudiados y en algunos casos también han sido menos

tenidos en cuenta en las aulas de clase (SIEGLER; BOOTH, 2004).

A continuación, se presentan algunos elementos sobre el proceso de estimación numérica en general y lo que se conoce sobre dicho proceso con la población sorda, así como otros aspectos del dominio de conocimiento matemático que han sido investigados con esta población.

### **1.1.1 La estimación numérica: cuestiones sobre la representación del número**

Para cuantificar, se pueden tomar diversas rutas, una de ellas es la cuantificación exacta, por ejemplo, el conteo uno a uno. La otra, es la cuantificación aproximada, por ejemplo, estimar una cantidad. Esta segunda forma de cuantificación está claramente relacionada con lo que algunos autores denominan como el Sistema Numérico Aproximativo (ANS por su sigla en inglés). Para Mozzocco, Feigenson y Halberda (2011) el ANS es un sistema de representaciones numéricas mentales que se activa cada vez que pensamos sobre el número y que sería utilizado tanto para realizar aproximaciones simbólicas como no simbólicas. Algunos autores resaltan que este sistema es de carácter no verbal, su desarrollo es independiente de la enseñanza explícita y en su forma más básica es compartido por diferentes especies animales (PARK; BRANNON, 2013; ORRANTIA et al. 2017).

Por lo tanto, dicho ANS estaría ligado a estructuras innatas que sirven de base rudimentaria para el desarrollo de la matemática simbólica que es propia de los seres humanos (PARK; BRANNON, 2013). Pero la forma en que este sistema no verbal se relaciona con el sistema simbólico cultural posterior todavía no es clara. En un estudio de 2013, Park y Brannon presentaron evidencia de la relación entre las habilidades de adición y sustracción aproximada de cantidades (colecciones de puntos) con la suma y resta simbólica, pues los efectos de su intervención sobre las habilidades aproximadas fueron posteriormente transferidos al desempeño en las tareas matemáticas simbólicas mencionadas, esto con participantes adultos. En contraste, otro estudio más reciente (ORRANTIA et al. 2017), muestra que habilidades de cuantificación aproximada como la comparación de magnitudes no simbólicas, no parecen ser un buen predictor del desempeño aritmético de sus participantes: niños escolares de 2º grado. Mientras que otras habilidades investigadas y que involucran símbolos, tales como la enumeración y la comparación de

magnitudes numéricas, sí resultan ser estadísticamente significativas dentro del modelo de regresión elaborado por los autores y por lo tanto son consideradas como predictoras del desempeño aritmético posterior (ORRANTIA et al. 2017).

Observamos de esta manera, que el ANS involucra diferentes habilidades que parecen estar más o menos relacionadas con las habilidades matemáticas posteriores, por ejemplo, el cálculo aritmético. Algunas de estas diferentes habilidades sustentadas en diferentes medidas por el ANS son: 1) la subitización y 2) la estimación.

La subitización numérica es la capacidad de cuantificar de forma rápida, precisa y confiable, pequeñas colecciones de objetos, permitiendo la enumeración rápida (entre 40-100 ms/ítem) a través de procesos de discriminación perceptiva y es reportada en investigaciones con infantes humanos, así como en otras especies animales como monos, ratas y loros, entre otras (DESOETE et al. 2009). Esta capacidad de aprehender de forma rápida la magnitud de pequeños conjuntos, se limita a un rango entre 1 y 4 elementos (BULL, 2008). La relación de esta habilidad simple con el desempeño matemático de escolares o de sujetos adultos sin problemas de aprendizaje parece ser limitada, pero en casos de individuos con deficiencias severas y específicas en el aprendizaje matemático, en muchos casos se identifica un compromiso de esta habilidad (DESOETE et al. 2009).

Es muy importante resaltar este aspecto puesto que los déficits de aprendizaje de las matemáticas generalmente se asocian a una dificultad para establecer una relación entre la comprensión básica de los números (conocimientos y habilidades pre-verbales) con las representaciones simbólicas que les permitirían navegar por las matemáticas formales (DYSON; JORDAN; GLUTTING, 2011).

La segunda habilidad, la estimación, es definida por Siegler y Booth (2005) como un proceso de traducción entre representaciones cuantitativas, dónde por lo menos una de ellas es inexacta o aproximada y por lo menos una es de carácter numérico. Se trata de una habilidad más compleja que la de subitizar y requiere de diferentes tipos de conocimientos específicos en función de aquello que está siendo estimado. Por ejemplo, conocer unidades de medida como horas y minutos para estimar el tiempo que se requiere para realizar una actividad (SIEGLER; BOOTH, 2004).

Para Siegler y colegas (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007), el sistema de representación de magnitudes es el que nos

permite hacer estimaciones y dicho sistema está supuestamente organizado como una línea numérica mental, por lo que la tarea de estimación sobre la recta numérica sería la mejor manera de tener acceso y analizar estas representaciones, así como sus cambios a través del desarrollo. Esta analogía de la línea numérica mental supone que la representación de magnitudes interna de los individuos funciona y se organiza de la misma forma que una recta numérica, es decir, que las magnitudes son representadas secuencialmente de menor a mayor, espacialmente de izquierda a derecha y la amplitud de dicha línea, así como la precisión con la que es utilizada para realizar estimaciones depende de la experiencia del individuo con los números (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007).

Los estudios más recientes dentro de esta perspectiva plantean que la existencia de dicha línea mental, es un hecho ampliamente comprobado a través de diferentes tipos de evidencia: estudios cognitivos, educativos y neuropsicológicos. De esta manera se propone que las cuestiones más interesantes a ser levantadas se refieren a las características de dicha representación mental, por ejemplo, si esta funciona como una escala logarítmica o lineal, y hasta qué punto esta representación permitiría asociar el desempeño en la tarea de la recta numérica con habilidades cognitivas generales, numéricas y matemáticas (LINK; NUERK; MOLLER, 2014).

Sobre esta discusión del funcionamiento de la línea numérica mental, Siegler y Opfer (2003) retoman dos de los principales modelos que intentan explicar de qué manera estas representaciones están organizadas. El primero de ellos es el modelo de la regla-logarítmica de Dehaene (1997) según el cual las representaciones mentales disminuyen en precisión gradualmente, según una escala logarítmica, así, las distancias entre números pequeños son mayores que las distancias existentes entre los números mayores. El segundo modelo es el acumulador de Gibbon y Church (citado por SIEGLER; OPFER, 2003) según el cual cantidades y números son representados como magnitudes igualmente espaciadas, que aumentan linealmente y con variabilidad escalar. Para el propio Siegler la dificultad de estos modelos está en el hecho de proponer un único tipo de representación posible, mientras que, para él y sus colegas, los niños cuentan con diversas representaciones de cantidad, que pueden ser seleccionadas de acuerdo al contexto numérico en que son requeridas, así como dependiendo de la experiencia de los niños para seleccionar las

representaciones adecuadas (SIEGLER; OPFER, 2003).

Diferentes estudios resaltan que un buen desempeño en tareas de estimación numérica está fuertemente relacionado con el desarrollo de otras habilidades numéricas y matemáticas más complejas, tales como el cálculo aritmético y también con el desempeño en pruebas de logro matemático (SIEGLER; BOOTH, 2004; LINK; NUERK; MOLLER, 2014; ORRANTIA et al. 2017).

El interés de este trabajo está puesto sobre la estimación numérica, que involucra el procesamiento de cantidades simbólicas, en nuestro caso, representaciones de numerales arábigos fueron utilizadas. En el caso particular de los contextos educativos explorados, es importante aclarar que la recta numérica no es un instrumento frecuentemente utilizado en el aula de clases, algo que fue manifestado tanto por las profesoras como por algunos estudiantes, tanto en las escuelas en Cali como en Porto Alegre. De esta forma, a diferencia de lo propuesto por Siegler y colegas en sus estudios con estudiantes oyentes norteamericanos (SIEGLER; OPFER, 2003; SIEGLER; BOOTH, 2005), este instrumento no representa un elemento familiar para los estudiantes sordos colombianos y brasileros, aspecto que deberá ser considerado a la hora de interpretar los resultados obtenidos en los tres estudios.

A continuación, se presenta una revisión sobre aspectos del conocimiento numérico temprano, incluida la estimación, en la población sorda que es foco de este trabajo.

### **1.1.2 Conocimiento matemático y numérico en sordos**

En diferentes investigaciones realizadas con niños sordos, se ha reportado un desfase entre el desempeño de estos niños y sus pares oyentes, al resolver diferentes tipos de tareas matemáticas, que van desde situaciones de conteo hasta problemas aritméticos de multiplicación y división (MULHERN; BUDGE, 1993; LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; ZAFARTY; NUNES; BRYANT, 2004; PAGLIARO; KRITZER, 2013). Evaluaciones comparativas entre niños sordos y oyentes han determinado que los niños sordos presentan un atraso de aproximadamente de 2,5 años en el aprendizaje de conceptos matemáticos básicos (WOOD; WOOD; HOWARTH, 1983; NUNES; MORENO, 1998).

Este desfase entre las poblaciones, es encontrado en diferentes épocas y países (KRITZER; PAGLIARO, 2013) y se han propuesto hipótesis alternativas para explicar la

razón del mismo, incluyendo entre ellas una posible relación causal entre la pérdida auditiva y las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (HITCH; ARNOLD; PHILLIPS, 1983; WOOD; et al., 1983; EPSTEIN; HILLEGEIST; GRAFMAN, 1994) o una hipótesis de la sordera como factor que dificulta las interacciones y el acceso a la información, lo que resulta consecuentemente en un retraso en el aprendizaje matemático de las personas sordas (BRAVO, 1996; NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004; KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013). El presente trabajo parte de esta segunda perspectiva y reconoce la posibilidad de los niños sordos para aprender matemáticas, evidenciada a través de diferentes estudios con procesos de intervención exitosos (ver por ejemplo NUNES; MORENO, 1998; 2002; VARGAS; DORNELES, 2013).

Sin embargo, asumir que la sordera constituye un factor de riesgo en el desarrollo de conocimientos matemáticos – dado que las características comunicativas hacen que estén menos expuestos a contenidos numéricos o matemáticos en situaciones cotidianas – mantiene en abierto discusiones sobre cómo se da el acceso a ese conocimiento en esta población, ¿qué efectos tiene la modalidad del lenguaje (visual-auditivo) sobre diferentes tipos de habilidades matemáticas?, ¿la secuencia de desarrollo de los conceptos se presenta en el mismo orden que en los oyentes?, entre muchas otras.

En el campo de la cognición numérica se han realizado investigaciones con esta población, aunque continúa siendo un campo poco explorado en comparación con la amplia variedad de estudios con oyentes. A continuación, se presenta un resumen esquemático de algunos de los hallazgos en estas investigaciones.

En situaciones de suma y resta, diferentes autores han encontrado que los niños sordos utilizan el mismo tipo de estrategias de procesamiento para resolverlos – inferidas a través del análisis de tiempos de reacción – que las encontradas en la población oyente (MULHERN; BUDGE, 1993; GUERRERO; BEDOYA; MEDINA, 2013).

En habilidades que no involucran procesamiento lingüístico, se ha identificado que niños sordos entre 10 y 13 años representan y manipulan magnitudes de forma similar a los oyentes, con patrones de activación automática y el mismo tipo de efecto de congruencia en las tareas utilizadas (BULL, 2008). Además, que no existen diferencias significativas entre el desempeño de sujetos sordos y oyentes (adultos) en tareas de subitización, en las que se evalúa la capacidad para aprehender de manera automática la numerosidad de una

colección pequeña (entre 1 y 4 elementos). En el caso específico de la habilidad de subitizar, la hipótesis inicial era que los sujetos sordos tendrían ventaja debido a su mayor capacidad de procesamiento visual (BULL, 2008). Por su parte, en tareas de estimación numérica se identificó que la precisión de los sujetos sordos adultos es significativamente menor a la de los oyentes, sin embargo, su desempeño se adapta a una representación de tipo lineal no logarítmica (BULL, 2008; BULL et al., 2011). Estos y otros hallazgos previos sobre el proceso de estimación numérica serán más ampliamente discutidos en el siguiente capítulo.

Otro aspecto estudiado con mayor frecuencia en las investigaciones con población sorda, es la aparente relación entre el desempeño matemático con las habilidades visoespaciales. El mayor desarrollo de la visión en las personas sordas, apoyado por algunos hallazgos en estudios sobre cognición visual y la relación tradicionalmente aceptada entre conocimiento matemático y habilidades visoespaciales hizo que algunos investigadores se interesaran por examinar el tipo de representaciones visuales usadas al resolver problemas matemáticos y su relación con el desempeño, comparando sordos y oyentes en grados superiores de escolaridad (BLATTO-VALLEE, et al., 2007).

Blatto-Vallee y colegas (2007) encontraron que en general los estudiantes oyentes se desempeñaron mejor que sus pares sordos en cada uno de los grados de escolaridad analizados (7° y 8° de educación media, 9° y 10° de educación superior y universitarios de primer año) tanto en las tareas matemáticas como en las pruebas de habilidad visoespacial. Sin embargo, algunos patrones interesantes son discutidos: en el caso de los estudiantes sordos, aquellos que obtuvieron mejores desempeños fueron quienes usaron representaciones visuales esquemáticas (que recuperan las relaciones matemáticas del problema), mientras que aquellos que usaban representaciones pictóricas o icónicas (con elementos menos relevantes) se desempeñaron sistemáticamente peor. En el caso de los oyentes este patrón sólo se presentó en el grado de escolaridad más bajo analizado, pues los estudiantes de niveles superiores en muchos casos no utilizaban representaciones visoespaciales para los problemas presentados.

### **1.1.3 Estudios sobre estimación numérica en personas sordas**

En el campo de la cognición numérica son pocos los estudios realizados con población sorda, comparativamente al trabajo desarrollado con oyentes. Adicionalmente, dentro de este campo ya reducido son aún menos los estudios realizados en los que se incluya una exploración de la estimación numérica con esta población. A continuación, se describen los principales hallazgos propuestos por dos estudios que comparten algunos de los principales intereses del presente proyecto.

El primer estudio, es un meta-análisis de las habilidades numéricas no dependientes del lenguaje evaluadas en la población sorda, donde como ya se mencionó previamente, se encontró que las habilidades de procesamiento básicas (representación y manipulación de magnitudes, subitización, estimación y estrategias de conteo) son similares entre las poblaciones de sordos y oyentes (BULL, 2008).

La habilidad para realizar estimaciones fue evaluada por Bull y colegas, en un grupo de sujetos sordos y uno de oyentes, utilizando la tarea de la recta numérica de 0-100, 0-1000 y 0-10000. Los resultados mostraron que los sordos tenían mayores porcentajes de error absoluto en las tres condiciones de la tarea, pero tales diferencias sólo fueron significativas estadísticamente para la recta de 0-100 y de 0-10000. A pesar de este bajo nivel de precisión observado en la tarea, los sordos al igual que los oyentes evidenciaron una tendencia a usar principalmente representaciones de tipo lineal en todas las versiones de la tarea que fueron presentadas. Adicionalmente, al relacionar el desempeño en las tareas de estimación con el desempeño en una tarea de logro matemático estandarizado, los análisis evidenciaron que igual a lo que ocurre con los oyentes, los individuos sordos que obtuvieron puntajes por debajo de la media en el test matemático también se desempeñaron sustancialmente peor en las rectas de 0-100 y de 0-1000. En conclusión, el funcionamiento de la estimación se muestra menos preciso en los adultos sordos que en los oyentes, aunque existe la tendencia a mantener el mismo tipo de representación lineal identificado en oyentes (BULL, 2008).

En este mismo texto, la autora discute los resultados reportados en estudios anteriores que usaron tareas de estimación numérica no simbólicas, tales como la comparación de colecciones de puntos, en las que se encontró que la precisión de niños sordos y niños con dificultades específicas del aprendizaje de las matemáticas, tiende a ser



mejor en este tipo de tareas que en aquellas que exigen el uso de notaciones numéricas formales (BULL, 2008).

El segundo estudio, intenta explorar este último punto. La autora y un grupo de investigadores desarrollaron un trabajo dirigido a evaluar esta diferencia entre el proceso de estimación en tareas simbólicas y no simbólicas en niños sordos. Dicha investigación (BULL, et al., 2011) también es de corte comparativo sordos-oyentes y propone una discusión de las diferencias encontradas en los desempeños de estudiantes de 9 años de edad, aproximadamente, al ser evaluados con tareas de estimación, en correlación con su desempeño matemático. Los resultados sugieren - al igual que lo reportado en otros estudios - que los niños sordos presentan un desempeño matemático significativamente menor que el de sus pares y adicionalmente que los resultados en las tareas de estimación tanto simbólica como no simbólica también son significativamente más pobres.

De manera similar a lo reportado en adultos, las tasas de error absoluto son mayores en sordos, sin embargo, en los niños se encuentran diferencias en el patrón de desempeño que no aparecen en los adultos, ya que en este estudio se encontró que el patrón de desempeño de las estimaciones realizadas por los niños sordos parece ser menos explicado por una función lineal (BULL, et al., 2011).

Otro resultado interesante de este segundo estudio, es la correlación directa encontrada en ambas poblaciones entre el desempeño en las tareas de estimación (tanto la simbólica como la no simbólica) con el desempeño en las tareas matemáticas, hecho que los autores discuten como un sustento para la hipótesis ya planteada por Siegler y colegas (BOOTH; SIEGLER, 2006) de que el desarrollo de una representación de magnitud más precisa puede sustentar un mayor éxito en tareas matemáticas más complejas (BULL, et al., 2011).

Pero es necesario aclarar, que si bien este segundo estudio es interesante para esta investigación pues trabaja con una población similar y se centra en el análisis de la estimación numérica, los resultados no son concluyentes. Además, la información disponible se encuentra limitada a lo publicado en un documento de poster que se presentó en un congreso nacional, por lo que no se tiene información detallada de la metodología utilizada, los resultados en extenso, ni algún tipo de interlocución con investigaciones posteriores.

## 1.2 SOBRE LOS MODELOS EDUCATIVOS PARA SORDOS

Los modelos educativos para sordos se encuentran orientados por las políticas gubernamentales de cada país y se transforman a lo largo de la historia, en función de las diferentes visiones que han prevalecido sobre el sujeto sordo y la sordera en diferentes épocas y regiones. Y si bien es posible reconocer dos grandes movimientos que han tenido impactos específicos a nivel educativo, las visiones que le subyacen: el sordo como deficiente o el sordo como persona que pertenece a una cultura lingüística minoritaria, han estado presentes y coexistiendo en diversos momentos. A continuación, se hace una breve esquematización de la forma en que estas visiones se han articulado con las propuestas educativas.

En América Latina, la propuesta educativa para las personas sordas con frecuencia ha estado anclada a los discursos sobre discapacidad. Hecho que se relaciona con la influencia de una visión médica, también denominada como perspectiva “clínico-terapéutica”, desde la cual se trata la sordera como un problema de salud que debe ser solucionado, imponiéndose un objetivo normalizador. Al comprender al sordo desde la falta, desde la sordera como deficiencia auditiva que le impide ser una persona “normal”, los intentos de los profesionales tanto del área de la salud como del área educativa estaban y están aún dirigidos a compensar el déficit, permitiéndole al sordo “suplir lo que le falta”, esto es, permitiéndole hablar. En este sentido, gran parte del esfuerzo de las escuelas o instituciones para sordos en las que prevalece esta visión, está dirigido a la rehabilitación del lenguaje, a procesos de oralización a través de diferentes técnicas. Debido a que se parte del supuesto de que una vez que el sordo aprenda a hablar y “tenga una lengua” podrá iniciarse la enseñanza de los contenidos formales propios de las disciplinas escolares (MASSONE, 1990; SÁNCHEZ; 1990; SKLIAR; MASSONE; VEINBERG, 1995; STROBEL, 2006).

En contraste, otra perspectiva que surgió como movimiento durante la década de los 60, conocida como aproximación “socio-antropológica”, presenta una comprensión distinta de la persona sorda. Desde esta perspectiva se señala el rol fundamental de la lengua de señas en el desarrollo cognitivo, social, emocional y psicológico de la persona sorda. No se centra la discusión en la falta de audición y se reconoce que los sordos tienen su propia

lengua, así como un conjunto de características culturales particulares que permiten situarlos como una cultura minoritaria que se encuentra inmersa en otra cultura mayoritaria oyente (SÁNCHEZ, 1990; SKLIAR et al., 1995; GROSJEAN, 2000; OVIEDO, 2001; TOVAR, 2008). Retomando las palabras de Quadros: “La concepción socio-antropológica reconoce la sordera como una experiencia visual, o sea, como una manera singular de construir la realidad histórica, política y social, como una forma distinta de concebir (de VER) el mundo<sup>2</sup> [...]” (QUADROS, 2003, p.88).

Desde el plano educativo, esta perspectiva derivó en el modelo educativo bilingüe-bicultural para sordos, el cual resalta la necesidad de que toda persona sorda tenga una primera lengua natural de su comunidad (lengua de señas) y que aprenda una segunda lengua que le permita socializar con su entorno social más amplio (GROSJEAN, 2000), en este caso esa segunda lengua sería el español escrito en Colombia y el portugués escrito en Brasil.

Si bien este modelo pedagógico parte de una base que permite empoderar a la comunidad sorda, algunas críticas son frecuentemente originadas en función de los resultados académicos o del bajo desempeño identificado en esta población, que se mantiene a lo largo de los años. Sánchez (1990), señala que existen múltiples barreras para la aplicación exitosa del modelo bilingüe en la escuela, por lo cual a pesar de los esfuerzos realizados, persisten los bajos desempeños escolares de los niños y jóvenes sordos. Para este autor, la principal dificultad es de orden lingüístico, puesto que los docentes y profesionales oyentes presentes en las escuelas para sordos, no son realmente bilingües y usan un “código signado”, en el que las señas siguen una estructura propia de la lengua oral (español) y no respeta la gramática de la lengua de señas, lo cual empobrece el intercambio comunicativo y conceptual durante las clases.

Aunque desde perspectivas más recientes se construyen explicaciones diferentes en respuesta a estas críticas al modelo bilingüe bicultural. En primer lugar, es importante señalar que no existe un consenso interpretativo sobre lo que es en sí mismo dicho modelo ni como debería ser definido desde la práctica pedagógica, por esta razón existen diversas aproximaciones, en las que el trazo común y característico sería el lugar central de la lengua de señas para la enseñanza. Pero donde factores como la pedagogía visual, la presencia de

---

<sup>2</sup> Texto original en portugués, traducido por la autora del presente documento.

adultos sordos y el propio lugar de la lengua de señas - no sólo como mediador sino como parte constitutiva del sujeto sordo - varían significativamente (SILVA et al., 2014). En segundo lugar, las explicaciones del porqué este modelo o sus deferentes aproximaciones parecen no haber tenido el gran impacto positivo esperado en términos del desempeño académico de los estudiantes sordos, varían, problematizando aspectos tales como el menor nivel de exigencia en las actividades académicas propuestas a los sordos, la falta de articulación de la pedagogía visual propuesta en sala de aula, el excesivo foco de la enseñanza del lenguaje dentro de las instituciones, lo que conlleva a una pérdida del sentido del proceso educativo en forma integral (QUADROS, 2003; SILVA et al., 2014).

En el próximo apartado se discuten algunas de las particularidades de la implementación de este modelo educativo en los dos países latinoamericanos en los que se focaliza el presente estudio.

### **1.2.1 La educación bilingüe y bicultural para sordos en Colombia y Brasil**

De manera similar a lo ocurrido en otros países, en Colombia y Brasil la comprensión sobre la sordera y las consecuentes propuestas educativas para las personas sordas evidencian transformaciones a través de los últimos 30 años. La división política y cultural de ambos países han estado ligadas a la diversidad de sus lenguas de señas y también a las marcadas diferencias entre el desarrollo de modelos educativos en cada una de las regiones, sin embargo, el presente texto intenta resumir algunos de los principales eventos en ese proceso de desarrollo.

En Colombia las primeras instituciones que atendían niños y jóvenes sordos aparecieron en la segunda década del siglo XX, asociadas al trabajo de comunidades religiosas. En 1923 es fundada en Medellín la primera institución educativa y en el año siguiente (1924) se crea el instituto Nuestra Señora de la Sabiduría en la ciudad de Bogotá. El tipo de educación ofrecido en estas instituciones fue oralista<sup>3</sup>, metodología promovida por diferentes países europeos en donde algunas de las religiosas fueron formadas (RAMÍREZ; CASTAÑEDA, 2003; GONZÁLEZ, 2011).

---

<sup>3</sup> Los métodos oralistas se centran en la estimulación auditiva intensa con el propósito de que el niño sordo adquiriera la lengua oral. También hace uso de otras técnicas que permitan la comunicación oral, tal como la lectura labio-facial.

Las asociaciones de sordos comenzaron a crearse en la década de los 50's, pero estas se centraban en el desarrollo de actividades deportivas y lúdicas. La formación de las asociaciones tuvo su epicentro en Bogotá y poco a poco se fueron multiplicando a lo largo y ancho del país. Sin embargo, estas no se manifestaron respecto al modelo educativo imperante hasta que se conglomeraron en 1984, formando la Federación Nacional de Sordos de Colombia (FENASCOL), a partir de este momento los adultos sordos asumen una posición de reivindicación de la LSC y la exigencia de una mayor calidad en la educación para los sordos. Posteriormente comienzan a ser implementadas en el país metodologías como la comunicación total<sup>4</sup>, que intentaron abrir un nuevo panorama en medio del oralismo puro que venía siendo utilizado hasta el momento (RAMÍREZ; CASTAÑEDA, 2003).

En la década de los 90's se comienzan a gestar grandes cambios a nivel político que tendrán consecuencias en el plano educativo. La creación de una nueva constitución nacional en 1991, en la que se reconoce la diversidad étnica y cultural del país, así como la existencia de diversas lenguas y dialectos que llevan a considerar la necesidad de una educación bilingüe para estas poblaciones, abre las puertas para el posterior reconocimiento de la lengua de señas en 1996 con la aprobación de la ley 324 en la que se establece que la LSC es la lengua natural de las personas sordas del país. La educación bilingüe para sordos y el servicio de interpretación serán posteriormente reglamentados en el decreto 2369 de 1997.

Estos avances legales están relacionados con las exigencias promovidas por FENASCOL y a la creación y desarrollo investigativo del Instituto Nacional para Sordos (INSOR), entidad adscrita al Ministerio de Educación Nacional y que se encarga de ofrecer lineamientos para la implementación del modelo bilingüe para sordos en el país. El INSOR desarrolló diferentes procesos investigativos desde el año 1996 en Bogotá, en los cuales participaron profesores, investigadores, familiares y niños sordos que iniciaban su proceso de escolarización. Como parte de los resultados del PEBBI (Proyecto Educativo Bilingüe Bicultural INSOR) en 2006, se inician una serie de publicaciones donde se formulan orientaciones pedagógicas generales para la implementación de un modelo bilingüe

---

<sup>4</sup> En el sistema de comunicación total se privilegia la capacidad de comunicar a través de diferentes vías. Se propone el uso del lenguaje oral, así como expresiones signadas (en algunos casos lengua de señas también).

bicultural para sordos, enfocadas al trabajo en las áreas de matemática y lenguaje (que incluye LSC y lengua escrita).

Específicamente en el área de matemáticas, los documentos propuestos por el INSOR (2011) intentan servir como guías para orientar a los profesores de estudiantes sordos, en la construcción de planes y proyectos de aula, así como de actividades o secuencias pedagógicas que potencien el aprendizaje numérico y matemático del niño sordo. Una de las directrices principales es que la enseñanza debe centrarse en los conceptos de cantidad, magnitud y medida, que se adecuan a una pedagogía visual y que además permiten al estudiante sordo desarrollar los conceptos base para la construcción de conceptos matemáticos más complejos. En este sentido, la propuesta recoge elementos propuestos por autores como Nunes y Bryant (1997) quienes, situados desde una perspectiva constructivista, resaltan la necesidad de permitirle al niño sordo acceder a las nociones numéricas elementales, asociadas a los procesos de composición del número.

En Brasil la historia de la primera escuela para sordos se remonta a la época del gobierno imperial, específicamente en la ciudad de Rio de Janeiro, siendo creada en el siglo XIX por E. Huet, profesor francés que habría perdido la audición a los 12 años como secuela del sarampión y quien emigró a Brasil en 1852. La escuela entra en funcionamiento el 1º de enero de 1856, con el posterior apoyo del emperador Pedro II, recibiendo el nombre de Institución Imperial de los sordo-mudos (ROCHA, 2008).

Inicialmente la formación fue contemplada como un curso de seis años, con énfasis en la enseñanza agrícola, contemplando las materias de portugués, aritmética, geografía e historia de Brasil, escritura mercantil, doctrina cristiana y lengua oral, esta última sólo para aquellos sordos que tuvieran la posibilidad física de acceder a ella. Pero el énfasis de metodologías y contenidos fue mudando a través de las décadas, pasando de este enfoque más abierto inicialmente, a una propuesta totalmente oralista que no daba lugar a la lengua de señas como parte del currículo formal, sólo a partir de la década de los 80's se empieza a dar una nueva apertura hacia la lengua de señas, principalmente a través de metodologías de comunicación total (ROCHA, 2008).

El movimiento de los estudios culturales impulsado al sur del país tuvo efectos importantes sobre las políticas nacionales, resaltando la importancia del lugar que deberían

ocupar los propios sordos en la formulación de políticas educativas y sociales que repercutían directamente sobre sus vidas (FERNANDEZ; MOREIRA, 2014).

La lengua de señas brasilera fue reconocida en 2002 como lengua natural de las personas sordas de este país, por medio de la Ley 10.436/2002, también conocida como ley de Libras y los movimientos de sordos y académicos ligados al área de los estudios culturales promovieron la implementación del modelo educativo bilingüe, bicultural para sordos en el país (MEC/SECADI, 2014). Como ya se mencionó, este modelo parte de la lengua de señas como lengua natural de los sordos y propone el aprendizaje de una segunda lengua que permita la comunicación con el grupo cultural más amplio al que pertenece la comunidad sorda, que en este caso sería el portugués escrito.

El modelo educativo bilingüe bicultural para sordos fue adoptado por diferentes instituciones educativas, pero, la forma en que este se organiza en la práctica pedagógica continúa siendo un reto, pues hay diversas interpretaciones sobre el mismo (SILVA et al., 2014). Por ejemplo, una escuela para sordos donde los profesores son sordos y todos los profesionales que en ella trabajan saben lengua de señas, será sustancialmente diferente de una escuela para sordos en la que los profesores son oyentes que saben lengua de señas, pero otros profesionales no, y ambas, también diferirán de otra escuela inclusiva con estudiantes sordos y oyentes en la misma sala de aula, con un profesor oyente y un intérprete de lengua de señas que acompaña. A pesar de que estas tres escuelas hipotéticas tengan un modelo pedagógico denominado bilingüe bicultural para sordos, en la práctica, serán totalmente diferentes. Para Silva y colegas (2014), estas diferencias incluyen factores tales como: el nivel de comunicación en lengua de señas del profesor sordo u oyente, el lugar identificatorio que tiene el adulto sordo presente (o ausente según el caso) en las instituciones, los vínculos afectivos que los estudiantes logran construir con diferentes personas dentro del contexto escolar y la existencia de una pedagogía visual en la que se respete el hecho de que la fuente de comunicación del sujeto sordo es visual.

Actualmente, tanto en Brasil como en Colombia este modelo bilingüe bicultural, en sus diversas interpretaciones, está siendo desmontado o al menos ha sido cuestionado, por las más recientes políticas de inclusión educativa que resaltan la necesidad de que todos los niños y niñas tengan oportunidad de entrar en las instituciones educativas más próximas de sus hogares, partiendo de la idea de que las instituciones públicas y privadas deberían estar

en condiciones de acoger a todos los estudiantes y ofrecer iguales oportunidades de aprendizaje sin que sus características particulares resulten en un impedimento. Tales políticas de inclusión y sus efectos deben ser analizados con cautela tanto en términos generales como en el caso específico de la población sorda. En términos generales en nuestro contexto socio-económico y educativo son muy pocas las instituciones que cuentan con las condiciones adecuadas para atender efectivamente a todos los niños y niñas con necesidades específicas. Y en el caso particular de los sordos, es importante recordar que ellos requieren no sólo de adaptaciones, sino de la creación de un ambiente comunicativo que potencie su desarrollo, así como de la presencia de otros sordos (incluyendo adultos sordos) con los que pueda compartir otros elementos culturales e identificadorios (STROBEL, 2006; SILVA et al., 2014).

Para Quadros (2003) las políticas de inclusión que promueven la “educación para todos” imponen una cultura del silenciamiento de las minorías, en la que se presupone un “todos” globalizado, que por alguna razón implica la existencia de un grupo caracterizado como “portadores de necesidades especiales” que son aglutinados y clasificados en función de categorías excluyentes de deficiencias. Pero más allá de esto, esta autora resalta la forma en que estas políticas inclusivas y sus consecuentes prácticas pedagógicas terminan distorsionando por completo la experiencia del “ser sordo” puesto que todo el proceso educativo termina centrándose en la enseñanza del portugués, exponiendo a los estudiantes no sólo al fracaso académico sino también a problemas de orden social, personal, político y psicológico, ya que no hay una propuesta adecuada de modelos identificadorios.

En este punto es importante aclarar, que este trabajo no tiene como propósito discutir o analizar los modelos pedagógicos propuestos en las escuelas participantes, pero esperamos que esta breve revisión permita aclarar la razón por la que se seleccionaron escuelas para sordos especializadas y no estudiantes sordos incluidos en escuelas regulares. Se trata de recuperar una visión compartida de la persona sorda desde la potencialidad en la que se reconoce la particularidad e identidad que se construye a partir de la lengua de señas.

### 1.3 INFLUENCIA DE LOS NUMERALES EN EL DESEMPEÑO MATEMÁTICO

Otro factor importante en este estudio para entender el desempeño particular de los sordos en el área de las matemáticas es considerar las características de los numerales en



lenguas de señas, pues de manera similar a lo que ocurre con las lenguas orales, estas influyen sobre la manera en que niños y adultos entienden y procesan el número.

Las características de la secuencia numérica de conteo verbal cambian de una lengua a otra y diversos estudios comprobaron que ejercen una influencia importante en el desempeño matemático, debido a que su nivel de “transparencia” u “opacidad” puede llegar a facilitar o dificultar la comprensión del sistema numérico utilizado (MILLER; STIGLER, 1987; MIURA et al., 1988; MIURA et al., 1994; LASKI; YU, 2014).

Hablar de la “transparencia” de los numerales en una determinada lengua significa que las expresiones numéricas utilizadas en esa lengua son más explícitas en términos de las relaciones del sistema de numeración que usan. Lenguas como el chino, el japonés o el coreano son más transparentes que las lenguas indo-europeas, puesto que los nombres de los números están organizados de manera congruente con el sistema de numeración en base 10. Por ejemplo, en las lenguas asiáticas las palabras-número correspondientes para los numerales 11 y 12, son: “diez uno” y “diez dos”, mientras que 20 y 30 son: “dos diez” y “tres diez”. De esta forma, observamos que las expresiones numéricas en estas lenguas expresan cuantas unidades existen dentro de cada orden o potencia de 10. Esta evidente correspondencia entre la lengua hablada y los numerales arábigos facilita la comprensión del valor posicional del sistema arábigo e influye sobre las representaciones cognitivas del número en sus hablantes, lo que a su vez influye positivamente sobre su desempeño matemático (MILLER; STIGLER, 1987; MIURA et al., 1988; MIURA et al., 1994). Esta sería una de las varias razones – es claro que otros factores culturales y educativos también están en juego – por las que el desempeño matemático de los estudiantes de países asiáticos es mejor que el desempeño de sus pares europeos o americanos en pruebas internacionales como las PISA.

Esta hipótesis de la transparencia ha sido evaluada en diversos estudios y ha mostrado su pertinencia. Por ejemplo, en los trabajos realizados por Miura y colegas (1988; 1994), se analizó el desempeño de estudiantes de primer año de varias nacionalidades: Japón, China, Corea, Francia, Estados Unidos y Suecia, al resolver tareas de composición numérica utilizando bloques de base 10. En ambos estudios los autores reportaron efectos significativos de las características de la lengua sobre el desempeño, pues los estudiantes asiáticos obtuvieron mejores resultados y consiguieron representar los números utilizando

bloques de valor 1 y valor 10, mostrando que el valor de posición hacía parte integral de sus representaciones, mientras que los estudiantes norteamericanos y europeos tendieron a construir representaciones de los números a partir del conteo de unidades simples (bloques de valor 1).

Un estudio más reciente que utilizó la recta numérica como tarea para evaluar el desempeño y la comprensión de los estudiantes sobre el número, fue realizado por Laski y Yu en 2014. Esta investigación analizó la importancia relativa de la transparencia de las expresiones numéricas de la lengua y factores pedagógicos, para ello compararon el desempeño de estudiantes de kinder y segundo año escolar en tareas de estimación en la recta numérica y en problemas de adición. Los participantes estaban divididos en dos grupos: estudiantes chinos y estudiantes provenientes de familias chinas que vivían en Estados Unidos (chinos-americanos). Ambos grupos fueron seleccionados para permitir contrastar las características de los sistemas educativos chino y americano, conservando la lengua. Los desempeños de ambos grupos fueron contrastados con los resultados reportados en la literatura de estudios previos que utilizaron muestras de estudiantes americanos resolviendo estas mismas tareas. Los resultados mostraron un efecto tanto de la transparencia de la lengua como del sistema educativo y los autores concluyeron que:

[...] los presentes hallazgos sugieren que la transparencia del sistema de conteo en base 10 puede facilitar la comprensión de la magnitud de números mayores que persiste con la edad y aún a través de diferentes contextos educativos. Las diferencias encontradas entre niños chinos y chinos-americanos, sin embargo, señala la importancia del enfoque educativo en el desarrollo del conocimiento numérico<sup>5</sup> (LASKI; YU, 2014, p 39).

De esta forma, estudios realizados con población oyente en los que se analiza la influencia de la transparencia de los numerales en diferentes lenguas permiten evidenciar que esta es una variable relevante, puesto que tiene un efecto en el sistema cognitivo de los individuos y consecuentemente puede facilitar o dificultar el desempeño en diferentes tareas numéricas y matemáticas. A pesar de ello son pocos los estudios realizados con población sorda en los que se analice la influencia de los numerales en lengua de señas. A continuación, se presentan los principales resultados de investigación con dicha población.

---

<sup>5</sup> Texto original en inglés traducido por la autora del presente trabajo.

Desde una perspectiva teórica de la relación entre cognición y lenguaje, con énfasis en las notaciones matemáticas, Fuentes y Tolchinsky (1999), realizaron un estudio dirigido a explorar las posibles relaciones entre el conocimiento del sistema numérico y el lenguaje en niños con sordera profunda prelocutiva. En el cual se analizó la influencia de la transparencia de la lengua de señas catalana en el desempeño de siete estudiantes de 6° a 7° grado de educación básica, con edades entre los 11 y 15 años. Las autoras utilizaron una tarea de lectura de numerales en la que se presentaban números arábigos que podían ser leídos en LS, oralmente o de ambas formas según la preferencia de cada estudiante, así como, una tarea de escritura de numerales en la que se presentaron los números en LS y los estudiantes debían registrarlos en formato arábigo. Los resultados de este estudio mostraron que para los participantes sordos era más difícil leer los numerales arábigos que escribirlos, con un predominio de errores de tipo sintáctico, donde la magnitud de los números estaba comprometida (por ejemplo, leer el numeral 108 como “Uno Cero Cero Ocho”). Para las autoras el mayor porcentaje de errores sintácticos demuestra que las dificultades de los estudiantes en la tarea, estaba vinculada con su conocimiento del sistema numérico decimal y no con dificultades de atención o percepción. Adicionalmente, concluyeron que la diferencia encontrada entre ambas tareas apoya la hipótesis de la transparencia, puesto que sus resultados demostraron que las expresiones numéricas en lengua de señas catalana son más fáciles de comprender para los participantes y estas expresiones son más transparentes que los numerales arábigos utilizados por los mismos niños.

Por otro lado, desde un enfoque de la cognición matemática, Leybaert y Van Cutsem (2002) desarrollaron un estudio con el propósito de analizar el impacto tanto de la modalidad viso-manual de la lengua de señas, así como de la “estructura de la secuencia numérica en lengua de señas” (p. 482), en el desarrollo y uso del conteo en niños sordos pre-escolares. Los autores realizaron un estudio comparativo entre niños sordos y oyentes con edades entre 3,5 años y 6,5 años, utilizando tres tipos de tareas de conteo: conteo abstracto, conteo de objetos y creación. En la primera tarea los estudiantes debían contar “recitando” la secuencia numérica hasta el mayor número conocido, en la segunda debían contar los objetos presentes en una lámina para responder a la pregunta ¿cuántos x hay aquí? y en la tercera tarea los estudiantes debían armar una colección de objetos para entregar una cantidad específica solicitada.

Estos autores encontraron que la secuencia de conteo convencional de los niños sordos era más corta que la de sus pares oyentes en la tarea de conteo abstracto, mostrando aproximadamente dos años de atraso del grupo de niños sordos respecto al de oyentes, y también, que los niños sordos tienden a detener su conteo en el momento en que comenten el primer error, algo que no ocurre con la mayoría de niños oyentes. Este fenómeno es explicado por el menor contacto de los pre-escolares sordos con números “grandes” dentro de su cotidianidad y no por un efecto de las diferencias entre la estructura de la secuencia numérica en ambas lenguas. Pero dicho factor de la estructura de los números en cada lengua sería explicativo de las variaciones encontradas en los errores cometidos en el conteo a lo largo de la secuencia de cada grupo. En general, los niños tienden a cometer errores o detener su conteo en lugares de la secuencia numérica que coinciden con cambios de reglas del sistema, evidenciando que las características de la base 10 asociadas a la lengua oral y de la semi-base 5 asociada a la lengua de señas francesa-belga, tienen una influencia sobre el desempeño de sus usuarios. Adicionalmente, ambos grupos (sordos y oyentes) mostraron un adecuado manejo de la correspondencia uno a uno en la producción y conteo de conjuntos pequeños. Al comparar el desempeño en la tarea de conteo abstracto con las otras dos tareas, fue posible determinar que los niños sordos tienen una comprensión cuantitativa de los números que producen en su secuencia de conteo, mientras que los oyentes tienen secuencias numéricas verbales que exceden el rango numérico que comprenden y manejan (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002).

Domahs y sus colegas (DOMAHS, et al., 2010; 2011) en algunos de sus estudios encuentran evidencias de influencia de la semi-base 5, propia de las lenguas de señas de varios países, sobre el desempeño en tareas numéricas y matemáticas, hipotetizando que este efecto reflejaría las características de las representaciones de nuestro sistema de magnitudes mental, involucrando aspectos más allá de los propuestos por los modelos de representación numérica tradicionales. Más específicamente, este grupo de autores proponen que la forma en que las cantidades son representadas en nuestros dedos (patrones de representación que son culturales) influye sobre la cognición numérica humana, con efectos que perduran hasta la edad adulta y en tareas en las que este tipo de representación en los dedos no es solicitada (DOMAHS, et al., 2011). Se trata de dos estudios transnacionales que proponen analizar diferentes poblaciones con culturas y lenguas

diferentes, entre ellos grupos de sordos y oyentes que utilizan patrones de conteo en los dedos propios de su país.

El primer estudio, tenía como foco de investigación el posible efecto que el sistema de sub-base 5 asociado con el conteo en los dedos podría tener sobre el desempeño de adultos escolarizados en una tarea de comparación numérica simbólica. Seleccionaron tres grupos de participantes: sordos alemanes, oyentes, alemanes y oyentes chinos. En ambos países (Alemania y China) la forma de contar en los dedos difiere, existiendo un predominio de la semi-base 5 en los alemanes. Entre ambos grupos de participantes alemanes, la diferencia radicaba en el uso más sistemático y frecuente de esta semi-base en los individuos sordos, porque se trata de una característica del sistema numérico en su lengua de señas. Los resultados de esta investigación mostraron un efecto de la semi-base 5, con diferencias en los tiempos de reacción en la tarea: cuando las comparaciones numéricas involucraban números mayores que 5, los tiempos de respuesta de ambos grupos de alemanes eran mayores. Esto fue explicado por una hipótesis de generación, en donde se propone que las representaciones de números mayores que 5, requieren para los alemanes el uso de ambas manos (en el sistema de conteo chino los numerales hasta el 9 se representan con una sola mano), lo que termina complejizando la creación de estas representaciones e incrementando el tiempo de respuesta. Los autores concluyen que las representaciones numéricas mentales de los adultos oyentes y sordos son influenciadas por las características del conteo en los dedos que aprenden a utilizar culturalmente durante su infancia, de manera que el uso de patrones de dedos estructuraría el conocimiento matemático y podría influenciar el mejor o peor desempeño en tareas numéricas y matemáticas (DOMAHS, et al., 2010).

En el segundo estudio, estos autores presentan como objetivo la exploración del posible carácter multimodal de las representaciones mentales de cantidades, de forma que las representaciones innatas de carácter analógico pueden ser complementadas por representaciones con características de las diferentes herramientas culturales usadas para cuantificar, por ejemplo, los dígitos arábigos, las palabras número y los hábitos de conteo en los dedos. Para explorar esta idea, presentaron una tarea de comparación de magnitudes a un grupo de sordos coreanos, quienes poseen un sistema de conteo en lengua de señas diferente de los analizados en el estudio previo (alemanes y chinos), con características

centradas en los cambios de orientación de la mano. Los resultados mostraron que estos factores propios de la lengua de señas coreana, tenían efectos significativos sobre el desempeño en la tarea, aunque los estímulos fueron presentados a través de dígitos arábigos y no había una exigencia de conteo o uso de los dedos. De esta forma los autores concluyen que su hipótesis de generación previamente formulada en 2010 es adecuada, además que las representaciones de estos patrones de dedos se activan de forma automática e interactúan con otras formas de representación, lo que es inconsistente con los modelos de procesamiento numérico amodal (DOMAHS, et al., 2011).

Un aspecto relevante que los autores discuten en este segundo estudio es la falta de evidencia de un efecto de la transparencia en los numerales en lengua de señas, pues el punto de quiebre entre numerales analógicos y numerales simbólicos no presentó diferencias significativas de los resultados. Al parecer los efectos motores de los patrones de dedos (orientación de la mano) son más fuertes que los factores semánticos (límite de transparencia). Sin embargo, señalan que son necesarias más investigaciones en este sentido (DOMAHS, et al., 2011). Hallazgos que se contraponen con las propuestas de los estudios de Fuentes y Tolchinsky (1999) y Leybaert y Van Cutsem (2002), quienes señalan la existencia de una influencia de las características de la lengua – su transparencia – sobre el desempeño. De esta forma no se cuenta con evidencia concluyente al respecto.

Por esta razón, analizar las características de los numerales en las lenguas de señas colombiana y brasilera para identificar el posible impacto que sus diferencias tienen o no sobre el desempeño de los estudiantes sordos, es uno de los objetivos de la presente tesis e intenta discutir algunos de los resultados de los autores previamente revisados.

### **1.3.1 Numerales en lengua de señas colombiana (LSC)**

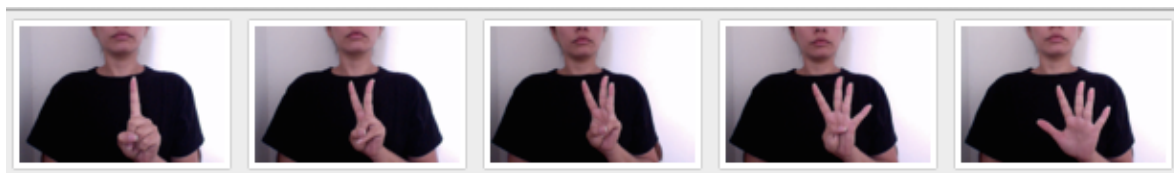
La secuencia numérica completa es signada utilizando una sola mano, con excepción de las señas de “mil” y “millón” en las que es preciso usar ambas manos. El espacio de signación – o sea, el lugar en el espacio en relación al propio cuerpo en el cual las señas son realizadas – está situado frente al señante, a la altura del pecho y próximo al eje vertical del cuerpo, pero este puede variar en función de la posición del observador-interlocutor (OVIEDO, 2001).

A continuación, se presenta una descripción de los números del 0 al 9 en LSC

elaborada por la autora en función de las siguientes fuentes: Diccionario básico de la LSC (INSOR, 2006) y el conocimiento personal sobre las señas efectivamente utilizadas en las escuelas participantes de la investigación en la ciudad de Cali, puesto que la autora ha trabajado en diferentes periodos en dichas escuelas tanto como psicóloga como investigadora. De esta manera, la actual descripción incluye variaciones en los números que han sido desarrolladas por los sordos dentro de las escuelas durante varios años y que no se corresponden necesariamente con la propuesta en el diccionario de LSC, principalmente para los numerales bidígitos del 11 al 15.

*Numerales de 1 a 5.* Se representa de forma análoga la cantidad de elementos a través de la cantidad de dedos expuestos en la configuración de la seña. Se inicia con la palma de la mano orientada hacia el observador, el “1” se configura con el dedo índice extendido y los demás dedos cerrados sobre la palma; para el “2” se extienden los dedos índice y medio; y así sucesivamente hasta “5” extendiendo todos los dedos de la mano (ver figura 1).

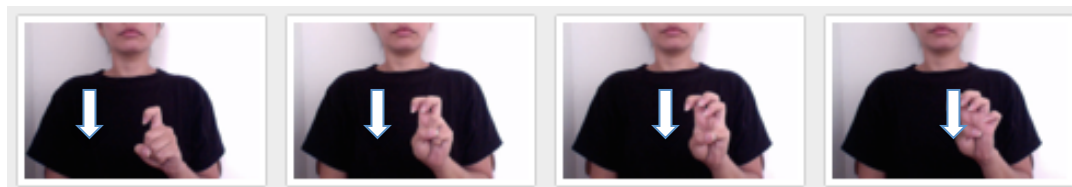
Figura 1. Representación del numeral 1 a 5 en LSC.



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numerales del 6 al 9.* Los numerales son representados a través de la cantidad de dedos en la configuración asociada a una flexión de los mismos. Es decir, se utilizan las mismas señas descritas anteriormente, seguidas de una flexión en la segunda falange de los dedos utilizados. El “6” se configura con el dedo índice que comienza extendido y luego es flexionado; mientras que los otros dedos permanecen cerrados sobre la palma de la mano. Para el “7” los dedos índice y medio son flexionados; y así hasta “9” donde los dedos; índice, medio, anular y meñique son flexionados (ver Figura 2).

Figura 2. Representación del numerales del 6 al 9 en LSC.



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numerales 0 y 10.* Tienen una representación simbólica. El “0” es representado formando un círculo con los dedos índice, medio, anular y meñique semi flexionados sobre el pulgar. Para el “10” la forma de la mano corresponde al puño cerrado en posición vertical con el pulgar levantado acompañado de un movimiento de giro de la muñeca, cuando forma parte de una expresión numérica que incluye unidades de otro orden como 318, la decena pasa a ser representada a través de la seña del 1.

Los demás numerales son construidos a partir de estas señas básicas organizadas secuencialmente. Esta secuencia incluye una regla de signación espacial, en la que cada nuevo dígito es levemente desplazado hacia un cuadrante más distal del cuerpo.

### 1.3.2 Numerales en lengua de señas brasilera (Libras)

De forma similar a lo que ocurre en la LSC, en Libras, los numerales deben ser signados utilizando una sola mano y los marcadores lingüísticos como la forma de la mano o el tipo de desplazamiento, están relacionados con las variaciones de la configuración específica de cada numeral según el rango numérico.

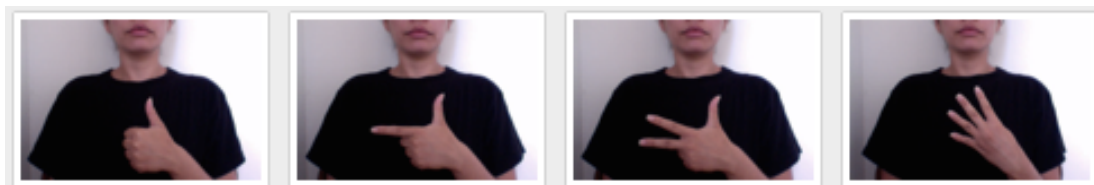
A continuación, se propone una descripción de los números del 0-9 en libras realizada por la autora a partir de las siguientes fuentes: Mini diccionario ilustrado de Libras (FADERGS, 2010) y conversaciones personales con las profesoras de los grupos en las escuelas participantes.

*Numerales de 1 a 4.* Señas de carácter analógico, en las que se extiende un dedo de la mano para representar la cantidad de elementos. Por ejemplo, para el numeral “1” se extiende el pulgar y los demás dedos permanecen cerrados sobre la palma, para el “2” se



extienden los dedos pulgar e índice. Para “4” el pulgar permanece doblado sobre la palma de la mano mientras los demás dedos son extendidos (ver Figura 3).

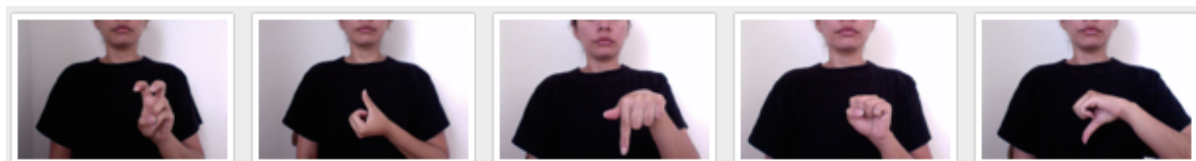
Figura 3. Representación de los numerales de 1 a 4 en Libras



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numerales de 5 a 9.* Son señas simbólicas, donde la relación entre la configuración de la mano y la cantidad es arbitraria. En el caso de “6” y “9” la forma de la mano asemeja la forma de los numerales arábigos, por ejemplo, el “9” es signado con el dedo pulgar extendido hacia abajo y los otros cuatro dedos cerrados en dirección de la palma de la mano, el dedo índice toca el dedo pulgar formando un círculo (ver Figura 4).

Figura 4. Representación de los numerales de 5 a 9 en Libras.



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numeral 0.* Es simbólico, el “0” es representado formando un círculo con los dedos índice, medio, anular y meñique semi flexionados sobre el pulgar.

Los demás numerales se construyen a partir de estas señas básicas en secuencia. Por ejemplo, el numeral 35, se representa por la secuencia de los signos “3” y “5”, primero se signa el “3” y posterior a un desplazamiento sobre el eje horizontal de la mano se signa el “5”.

#### 1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir de diversos estudios se han evidenciado las dificultades de los niños sordos para aprender matemáticas, sin que las causas de este fenómeno sean totalmente claras hasta el momento. El interés central de este proyecto será explorar y analizar algunos aspectos del desempeño en estimación numérica de estudiantes sordos colombianos y brasileños usuarios de lengua de señas, a partir de las siguientes premisas:

- El conocimiento que los niños tienen sobre el sistema de numeración se refleja en su desempeño en la recta numérica (EBERSBACH; LUWEL; VERSCHAFFEL, 2015).
- Existen evidencias de que la población sorda presenta un mayor compromiso en aquellas habilidades numéricas que requieren manipular símbolos (BULL, et. al., 2011; PAGLIARO; KRITZER, 2013).
- Una de las posibles causas del bajo desempeño matemático de los sordos es el uso de estrategias ineficientes a la hora de resolver diferentes tipos de problemas (BULL, et. al., 2011)
- El uso de patrones de dedos estructura el conocimiento matemático de los individuos (DOMAHS, et al., 2010 y 2011).

A partir de estas premisas y de los resultados de diferentes estudios ya mencionados en la revisión teórica, surgen algunas preguntas de investigación puntuales que intentaran ser respondidas a través de la articulación de los tres estudios que componen la tesis. Estas preguntas son:

¿Existen diferencias en el desempeño de los estudiantes sordos y colombianos en tareas de estimación numérica?

¿A cuál de los modelos representacionales propuestos en la literatura se aproxima más el desempeño de los estudiantes sordos de ambos países?

¿Cuáles son las estrategias que los estudiantes participantes utilizan para resolver la tarea de estimación en la recta numérica?

¿La precisión alcanzada en la tarea se relaciona con las estrategias utilizadas por los estudiantes?

¿La transparencia-opacidad de los numerales en lenguas de señas colombiana y brasilera tiene algún efecto sobre el desempeño alcanzado por los estudiantes en tareas de cuantificación?

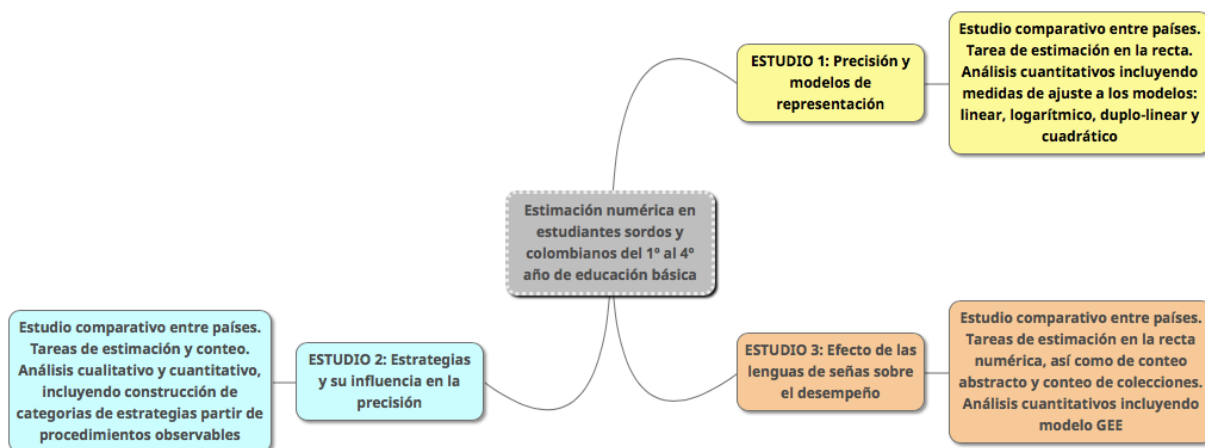
Cada uno de los estudios propuestos intenta dar respuesta a una o dos de estas preguntas, a través de ellas son operacionalizados algunos conceptos abordados en estudios sobre cognición numérica previos. Una tentativa de organizar estas diversas variables en una sola pregunta que intentará ser respondida en las conclusiones generales de la tesis, donde los hallazgos son discutidos y argumentados es la siguiente:

¿Cuál es el papel que los factores asociados a las representaciones de magnitud internas, las estrategias de resolución y las características de las representaciones culturales (numerales en lengua de señas) podrían jugar en el bajo desempeño matemático evidenciado en la población sorda?

### 1.5. MÉTODO GENERAL

A continuación, en la Figura 5 se presenta un esquema general de las principales características de los tres estudios que componen esta tesis, teniendo en cuenta su objetivo principal, así como algunos de los aspectos metodológicos más relevantes de cada estudio.

Figura 5. Principales características de los tres estudios que componen la tesis



Fuente: Figura elaborada por la autora

El diseño de los tres estudios es comparativo transnacional, no experimental, con una única medida en cada país. Los datos fueron recolectados por la investigadora principal en su totalidad durante el año escolar 2017.

### 1.5.1 Participantes

En la ciudad de Porto Alegre – Brasil, participaron tres instituciones educativas en las que todos los estudiantes del 1° al 4° año escolar <sup>6</sup> fueron evaluados. Tras el proceso de selección 29 estudiantes completaron la evaluación con las tareas de estimación y conteo presentadas, el promedio de edad de este grupo era de 120 meses y una desviación típica de 23 meses. En la ciudad de Cali – Colombia el número final de participantes fue de 23 estudiantes, matriculados en dos instituciones educativas y con un promedio de edad de 126 meses (D.T. = 23 meses). Tanto la ciudad de Cali como la de Porto Alegre son capitales de sus respectivos estados-departamentos y tienen aproximadamente 2 millones de habitantes cada una. Las cinco escuelas participantes son escuelas especializadas para sordos que trabajan con lengua de señas como la lengua natural de las personas sordas y generalmente acogen una población de bajos recursos económicos, los estudiantes y sus familias en general pertenecen a estratos socio-económicos bajo y medio-bajo. La gran mayoría de los estudiantes son hijos de padres oyentes e iniciaron un aprendizaje tardío de la lengua de señas.

Criterios de selección: 1) conocimiento de la lengua de señas (LS) suficiente para comprender las consignas de las tareas. Este fue evaluado por la profesora responsable de cada grupo. Todos los participantes seleccionados tenían por lo menos un año y medio aprendiendo LS de su país y demostraron tener conocimiento de la secuencia de conteo en LS hasta 20.

2) presentar un IQ igual o mayor al percentil 50 en el Test de Matrices Progresivas de Raven. Fue evaluado por la experimentadora a través de la presentación de los test Matrices Progresivas de Raven, Escala General normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012a) y brasileras (RAVEN, J.C., 1997) y Matrices Progresivas de Raven, Escala Especial normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012b) y brasileras (ANGELINI et al., 1999).

### 1.5.2 Instrumentos

---

<sup>6</sup> En el sistema educativo brasilero los grados equivalentes son: do 2° ao 5° ano de ensino fundamental.

*Tarea de la recta numérica.* Originalmente propuesta por Siegler (SIEGLER; OPFER, 2003) en su versión “número para posición”, consiste en la presentación de una hoja de papel con el dibujo de una línea recta con marcas en sus extremos que indican el rango numérico que contienen, el 0 en el extremo izquierdo y 10 ó 100 en el extremo derecho. Había un numeral arábigo en la parte superior de la hoja y se solicitó al estudiante realizar una marca sobre la recta indicando el posible lugar que ese número ocuparía. La tarea fue presentada individualmente y no se ofreció retroalimentación sobre la respuesta. No se limitó el tiempo utilizado para la tarea (ver ANEXOS A y B).

*Tarea de Conteo abstracto.* Adaptada de Leybaert y Van Cutsem, 2002. Consiste en la producción de la secuencia numérica de conteo en LS, sin que esta sea utilizada en una situación particular de cuantificación. Para iniciar se solicitaba al estudiante contar lo más alto que pudiera, la prueba se detenía cuando el estudiante no conseguía continuar el conteo o cuando llegaba hasta el numeral 100.

*Conteo de colecciones.* Para evaluar el uso del conteo en una situación de cuantificación se utilizaron 12 colecciones de 2 a 22 elementos, con colecciones repetidas para los numerales 4 y 5<sup>7</sup>. Se trataba de colecciones de puntos negros presentados en un pequeño rectángulo de papel y se solicitaba al estudiante responder cuantos puntos había en cada colección (ver ANEXO C).

### **1.5.3 Procedimiento**

Inicialmente se solicitó la autorización de la secretaria de educación de la ciudad de Porto Alegre antes de contactar a las escuelas. Posteriormente se llevó a las instituciones educativas dicha autorización, así como un resumen del proyecto y los documentos de autorización de participación dirigidos tanto a la institución como a los padres de familia y los estudiantes. De las cuatro escuelas para sordos que trabajan en Porto Alegre con un modelo pedagógico bilingüe bicultural (dos privadas, una municipal y una departamental) se contó con la participación de tres de ellas. En la ciudad de Cali no fue exigida la autorización de la secretaria municipal de educación y se contó con el aval de las dos únicas instituciones para sordos que trabajan con un modelo pedagógico bilingüe bicultural en la

---

<sup>7</sup> Esto debido a que los numerales 4 y 5 representan los puntos en que la Libras y la LSC cambian las reglas de signación respectivamente.

ciudad. El procedimiento de solicitud de autorizaciones para padres de familia y estudiantes, fue el mismo que el utilizado en las escuelas de Porto Alegre.

En lo que respecta al procedimiento de evaluación de los estudiantes, el test de selección (Raven) fue aplicado de manera colectiva en grupos pequeños de máximo 10 estudiantes. Cada pequeño grupo fue evaluado en una sala diferente al aula de clases. Las instrucciones fueron presentadas en lengua de señas por la experimentadora (LSC) y con la ayuda de la profesora que participó como interprete (Libras) durante toda la aplicación de las tareas en Porto Alegre. Después de ejemplificados los primeros problemas, de acuerdo con las instrucciones del manual, cada estudiante continuó resolviendo el test y una vez finalizado se marcó el tiempo total de resolución para cada estudiante. La experimentadora realizó la puntuación de cada test siguiendo las normas del mismo.

La aplicación de las pruebas de estimación numérica y conteo se hizo de forma individual durante el horario académico en un espacio diferente al aula de clase. Esto con excepción de los estudiantes del 4º año en una de las instituciones de Cali, en donde la evaluación debió ser realizada en el contra turno, es decir, al final de la tarde mientras los estudiantes estaban participando de actividades “para el trabajo”, que consisten en talleres de panadería y confección. El tiempo de aplicación de este conjunto de tareas no excedió nunca una hora. Todas las tareas fueron presentadas en lengua de señas, por la experimentadora en LSC y por la profesora-interprete en Libras. Las tareas e instrucciones fueron discutidas con la profesora-interprete de Libras previamente a la aplicación, esto con el propósito de tener consignas claras y estables. No se ofreció retroalimentación sobre las respuestas a los estudiantes. En las tareas de estimación cada estudiante registró por escrito sus respuestas y en las tareas de conteo las respuestas fueron dadas por los estudiantes en lengua de señas e inmediatamente consignadas por escrito por la experimentadora o la profesora-interprete en la planilla de registro diseñada con el propósito de facilitar este proceso. No se contó con registro de las actividades en video, puesto que algunas instituciones negaron el permiso.

El orden de presentación de las tareas fue el mismo para todos los estudiantes, iniciando por la presentación de la recta numérica 0-10, posteriormente la recta 0-100, seguida de la tarea de conteo abstracto y finalmente la tarea de conteo de colecciones. No

se consideró la posible interacción entre tareas, lo que fue consignado dentro de los artículos como una de las posibles limitaciones del estudio.

## REFERENCIAS

ANGELINI, Arrigo. et al. **Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial**. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

BLATTO-VALLEE, Gary; et al. Visual-spatial representation in mathematical problem solving by deaf and hearing students. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 12, n. 4, p. 432 – 448. 2007.

BOOTH, Julie; SIEGLER, Robert. Developmental and individual differences in pure numerical estimation. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 6, p. 189–201, 2006.

BOOTH, Julie; SIEGLER, Robert. Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. **Child Development**, v. 79, p. 1016–1031, 2008.

BRAVO, Carlos Martín. Desarrollo cognitivo y problemas escolares en sordos/as. **Revista Pedagógica**, Tabanque, v. 10, p. 213-222, 1996.

BULL, Rebecca. **Deafness, numerical cognition, and mathematics**. En: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. (Ed.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 170-200). New York: Oxford University Press, Inc. 2008.

BULL, Rebecca. et al. Numerical estimation in deaf and hearing adults. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n.4, p. 453–457. 2011.

DEHAENE, Stanislas. **The number sense: How the mind creates mathematics**. New York: Oxford University Press, 1997.

DESOETE, Annemie. et al., Subitizing or counting as possible screening variables for learning disabilities in mathematics education or learning?. **Educational Research Review**, v. 4, p. 55 – 66. 2009.

DOMAHS, Frank. et al. Embodied numerosity: Implicit hand-based representations influence symbolic number processing across cultures. **Cognition**, v. 116, p. 251-266. 2010.

DOMAHS, Frank. et al. Multimodal semantic quantity representations: Further evidence from Korean sign language. **Frontiers of Psychology**, v. 2: 389. 2011.

DYSON, Nancy; JORDAN, Nancy; GLUTTING, Joseph. A Number Sense Intervention for Low- Income Kindergartners at Risk for Mathematics Difficulties. **Journal of Learning Disabilities**, v. 46, n. 2, p. 166–181. 2011.

EBERSBACH, Mirjam; LUWEL, Koen; VERSCHAFFEL, Lieven. The relationship between children's familiarity with numbers and their performance in bounded and unbounded number line estimations. **Mathematical Thinking and Learning**, v.17, p. 136–154, 2015.

EPSTEIN; Kenneth; HILLEGEIST, Eleanor; GRAFMAN, Jordan. Number Processing in Deaf College Students. *American Annals of the Deaf*, v. 139, n. 3, p. 336-347. 1994.

FADERGS. SAT Serviço de ajudas técnicas: Mini dicionário ilustrado de LIBRAS. Porto Alegre: 2010.

FERNANDES, Sueli; MOREIRA, Laura. C. Políticas de educação bilíngue para surdos: o contexto brasileiro. **Educar em Revista**, v. 2, p. 51-69. 2014.

FUENTES, Mariana; TOLCHINSKY, Liliana. La influencia de la lengua en el aprendizaje de los numerales: el caso de los niños sordos profundos prelocutivos. **Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología**, v. 19, n. 1, p. 19-32.1999.

FUSON, Karen. Pedagogical, mathematical, and real-world conceptual-support nets: A model for building children's multidigit domain knowledge. **Mathematical Cognition**, v. 4, n. 2, p. 147-186. 1998.

GONZÁLEZ, Virginia. **Un acercamiento histórico a la comunidad sorda de Bogotá**. Proyecto Cátedra, SED -FENASCOL. Bogotá, 2011.

GROSJEAN, Françoise. **El derecho del niño Sordo a crecer bilingüe**. www.cultura-sorda.eu. 2000.

GUERRERO, Diego; BEDOYA, Nohemy; MEDINA, Diego. Resolución de problemas aditivos en estudiantes sordos. En: **Memorias del I congreso de educación matemática de América Central y el Caribe** (pp. 1198 – 1209) Santo Domingo: Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. 2013.

HITCH, Graham; ARNOLD, Paul; PHILLIPS, Lesley. Counting processes in deaf children's arithmetic. **British Journal of psychology**, v. 74, p. 429-437. 1983.

INSOR. **Documento No. 5 Orientaciones generales para el diseño de situaciones didácticas en matemáticas a estudiantes sordos. Una experiencia desde el PEBBI**. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. 2011.



INSOR. Diccionario básico de la lengua de señas colombiana. Bogotá: 2006.

KREBS, Georgina; SQUIRE, Sarah; BRYANT, Peter. Children's understanding of the additive composition of number and of the decimal structure: what is the relationship? **International Journal of Educational Research**, v. 39, p. 677-694. 2003.

KRITZER, Karen. Barely started and already left behind: a descriptive analysis of mathematics ability demonstrated by young deaf children. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 14, n. 4, p. 409–421. 2009.

KRITZER, Karen; PAGLIARO, Claudia. Matemática: um desafio internacional para estudantes surdos. **Cadernos Cedes**, v. 33, n. 91, p. 431–439. 2013.

KUCIAN, Karin. et al. Mental number line training in children with developmental dyscalculia. **NeuroImage**, v. 57, p. 782-795. 2011.

LASKI, Elida; SIEGLER, Robert. Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LASKI, Elida; YU, Qingyi. Number line estimation and mental addition: Examining the potential roles of language and education. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 117, p. 29–44. 2014.

LEYBAERT, Jacqueline; VAN CUTSEM, Marie-Noëlle, Counting in sign language. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 81, p. 482–501. 2002.

LINK, Tanja; NUERK, Hans-Christoph; MOELLER, Korbinian. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8. 2014.

MASSONE, María Ignacia. **Problemática del sordo y su influencia en la educación**. Argentina: Universidad de Buenos Aires, Cuadernos de investigación del Instituto de Ciencias de la Educación. 1990.

MAZZOCCO, Michèle; FEIGENSON, Lisa; HALBERDA, Justin. Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (Dyscalculia). **Child Development**, v. 82, n. 4, p. 1224–1237. 2011.

MEC/SECADI. **Relatório sobre a Política Linguística de Educação Bilíngue – Língua Brasileira de Sinais e Língua Portuguesa**. 2014.

MILLER, Kevin; STIGLER, James. Counting in Chinese: Cultural variation in a basic cognitive skill. *Cognitive Development*, v. 2, p. 279-305. 1987.

MIURA, Irene, et al. Effects of language characteristics on children's cognitive representation of number: Cross-national comparisons. *Child Development*, v. 59, n. 6, p. 1445-1450. 1988.

MIURA, Irene; et al. Comparisons of children's cognitive representation of number: China, France, Japan, Korea, Sweden and the United States. *International Journal of Behavioral Development*, v. 17, n. 3, p. 401- 411.1994.

MULHERN, Gerry; BUDGE, Ally. A chronometric study of mental addition in profoundly deaf children. *Applied Cognitive Psychology*, n. 7, p. 53-62. 1993.

NUNES, Terezinha. **Teaching mathematics to deaf children**. Londres: Hurr Publishers Ltd., 2004.

NUNEZ, Terezinha; BRYANT, Peter. **Las matemáticas y su aplicación: La perspectiva de niño**. México: Siglo XXI editores. 1997.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. **Is hearing impairment a cause of difficulties in learning mathematics?**. En C. Donlan (Ed) *The development of mathematical skills* (pp. 227-254). United Kindom: Psychology Press Ltd., 1998.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, v. 7, p. 120–133. 2002.

ORRANTIA, José; et al. Marcadores nucleares de la competencia aritmética en preescolares. *Psychology, Society, & Education*, v. 9, n. 1, p. 121-124. 2017.

OVIEDO, Alejandro. **Apuntes para una gramática de la lengua de señas colombiana**. Santiago de Cali: Universidad del Valle. Escuela de Ciencias del Lenguaje. 2001.

PAGLIARO, Claudia; KRITZER, Karen. The math gap: a description of mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of deaf studies and deaf education*, v. 18, n. 2, p. 139-160. 2013.

PAPE, Stephen; TCHOSHANOV, Mourat. The role of representations in developmental mathematical understanding. *Theory into Practice*, v. 40, n. 2, p. 118-127. 2001.

PARK, Joonkoo; BRANNON, Elizabeth. Training the approximate number system improves math proficiency. *Psychological Science*, v. 24, n. 10, p. 2013–2019. 2013.

QUADROS, Ronice. Situando as diferenças implicadas na educação de surdos: inclusão / exclusão. **Ponto de Vista**, n. 5, p. 81-111. 2003.

RAMÍREZ, Paulina; CASTAÑEDA, Marcela. **Educación bilingüe para sordos: Generalidades**. Ministerior de Educación Nacional, INSOR. Bogotá, 2003.

RAVEN, John C. **Caderno de testes matrizes progressivas, Escala geral**. Rio de Janeiro: CEPA;1997.

RAVEN, John C. **Test de matrizes progressivas, Escala general**. Normas 2da ed., 6ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012a.

RAVEN, John C. **Test de matrizes progressivas, Escala coloreada**. Normas 2da ed. 5ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012b.

ROCHA, Solange. **O INES e a educação de surdos no Brasil**. V.1, 2da edição. Rio de Janeiro: INES. 2008.

SÁNCHEZ, Carlos. **La increíble y triste historia de la sordera**. CEPROSORD. 1990.

SAXTON, Matthew; CAKIR, Kadir. Counting-on, trading and partitioning: Effects of training and prior knowled on performance on base-10 tasks. **Child Development**, v. 77, n. 3, p. 767 – 785. 2006.

SIEGLER, Robert; OPFER, John. The Development of numerical estimation: Evidence for multiple representation of numerical quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

SIEGLER, Robert; BOOTH, Julie. Development of numerical estimation in young children. **Child Development**, n. 75, p. 428–444, 2004.

SIEGLER, Robert; BOOTH, Julie. Development of numerical estimation: A review. En CAMPBELL, J. I. D. **Handbook of Mathematical Cognition**. Psychology Press: New York. Cap. 2, p. 197-212, 2005.

SILVA, Carine; et al. Inclusão e processos de escolarização: narrativas de surdos sobre estratégias pedagógicas docentes. **Psicologia em Estudo**, vol. 19, n. 2, p. 261-271, 2014.

SKLIAR, Carlos; MASSONE, María Ignacia; VEINBERG, Silvana. El acceso de los niños sordos al bilingüismo y al biculturalismo. **Infancia y Aprendizaje**, v. 69-70, p. 85-100. 1995.

STROBEL, Karin L. A visão histórica da in(ex)clusão dos surdos nas escolas. **ETD – Educação Temática Digital**, v. 7, n. 2, p. 245-254, 2006.

TOVAR, Lionel Antonio. **Denominación, definición y procesos de formación de neologismos en la lengua de señas colombianas: contribución a su planificación lingüística**. Tesis Doctoral, Universidad de los Andes. Facultad de Humanidades y Educación: Venezuela. 2008.

VARGAS, Rosane; DORNELES, Beatriz, Uma intervenção em contagem com duas crianças surdas. **Cadernos Cedes**, v. 33, n. 91, p. 411–427. 2013.

WOOD, David; WOOD, Heather; HOWARTH, Patricia. Mathematical abilities of deaf school-leavers. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 1, p. 67-73. 1983.

ZAFARTY, Yael; NUNEZ, Terezinha; BRYANT, Peter. The performance of young deaf children in spatial and temporal number task. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 9, n.3, p.315-326. 2004.

## 2 DESEMPEÑO EN ESTIMACIÓN DE ESCOLARES SORDOS: UNA COMPARACIÓN ENTRE ALUMNOS DE BRASIL Y COLOMBIA<sup>8</sup>

### RESUMEN

Una de las habilidades numéricas básicas que se asocian fuertemente con el desempeño matemático posterior es la estimación numérica. Es un concepto poco estudiado en población sorda y este es el primer estudio del que tengamos conocimiento que intenta analizar el desempeño de niños sordos en tareas de estimación numérica y definir cuál de los modelos de representación propuestos en la literatura revisada se ajusta con dicho desempeño. Participaron 52 estudiantes sordos de Cali-Colombia y Porto Alegre-Brasil, de 1° a 4° de primaria, quienes realizaron una tarea de estimación de número para posición en la recta numérica. Los resultados mostraron diferencias entre los dos países, con un desempeño más estable entre los estudiantes colombianos, quienes fueron más precisos en sus estimaciones que los brasileños, principalmente en el 1° año. Adicionalmente, los estudiantes colombianos presentaron una tendencia más fuerte a usar representaciones de tipo lineal en las tareas presentadas. En los estudiantes brasileños se identificó un incremento de las precisiones conforme se avanza de grado escolar y una mayor variedad de representaciones utilizadas según el contexto numérico. Se propone que factores de la lengua de señas de cada país, así como aspectos pedagógicos, pueden estar influyendo en estas diferencias, sin embargo, son precisos más estudios para fortalecer estas conclusiones.

**Palabras clave:** Estimación numérica. Niños sordos. Desempeño.

### ABSTRACT

Numerical estimation is one of the basic numerical skills associated with subsequent mathematical performance, however it has been poorly explored within deaf population. This is the first study that has analyzed this kind of performance through numerical

---

<sup>8</sup> Este estudio se encuentra publicado como artículo en la Revista de Educação, v. 23, n. 4, p. 843-866. ISSN: 1984-6444, <http://dx.doi.org/10.5902/1984644431985>.

estimation tasks, in order to define which model of representation is better adjusted with such performance. Participants were 52 deaf students from Cali-Colombia and Porto Alegre-Brazil, from 1st to 4th grade of elementary school, who performed a number estimation task on the number line. The results shown differences between Brazilian and Colombian students. The latter displayed a more stable performance and were more accurate in their estimates than the Brazilian ones, mainly in the 1st grade. In addition, Colombian students shown a stronger tendency to use linear type representations for the task. For Brazilian students, greater increase of the accuracies was identified in higher grades and a greater variety of representations was used according to the numerical context. It is proposed that the factors of the sign language of each country as well as the pedagogical aspects may be influencing these differences, however, more studies are necessities to improve these conclusions.

**Keywords:** Number estimation. Deaf children. Achievement.

## RESUMO

Uma das habilidades numéricas básicas que está fortemente associada com o desempenho matemático é a estimativa numérica. É um conceito pouco estudado na população surda e este é o primeiro estudo, até onde sabemos, que analisou o desempenho de crianças surdas em tarefas de estimativa numérica e procurou definir qual o modelo de representação, entre os propostos na literatura revisada, que melhor explica tal desempenho. Participaram 52 estudantes surdos de Cali-Colômbia e Porto Alegre-Brasil, de 1º a 4º anos do ensino fundamental, os quais realizaram uma tarefa de estimativa de número para posição na reta numérica. Os resultados mostraram diferenças entre os dois países, com desempenho mais estável entre os estudantes colombianos, os quais foram mais precisos em suas estimativas do que os brasileiros, principalmente no 1º ano. Ainda, os estudantes colombianos apresentaram uma tendência mais forte a usar representações de tipo linear nas tarefas apresentadas. Nos estudantes brasileiros se identificou um aumento nas precisões conforme avanço nos graus escolares e uma maior variedade de representações de acordo com o contexto numérico. Sugere-se que características da língua de sinais de cada país,

assim como aspectos pedagógicos, podem ser responsáveis por tais diferenças. Sem dúvida, são necessários mais estudos para confirmar tais conclusões.

**Palavras-chave:** Estimativa numérica. Crianças surdas. Desempenho.

## 2.1 INTRODUCCIÓN

La estimación numérica es la capacidad de realizar juicios y cálculos aproximados sobre cantidades y/o números, se trata de un proceso generalizado que usamos en diferentes situaciones de la vida diaria y escolar (EBERSBACH; LUWEL; VERSCHAFFEL, 2015; SIEGLER; OPFER, 2003). La habilidad de estimar nos permite, por ejemplo, establecer los recursos económicos necesarios para un viaje, el tiempo requerido para llegar a un determinado compromiso, evaluar rápidamente si la respuesta dada a un problema matemático se encuentra dentro de los límites de solución probables o comparar cual fila del restaurante universitario tiene menos personas (SIEGLER; BOOTH, 2004). En todos estos casos, el aspecto común es la necesidad de una respuesta que no es calculada a través de procesos de cuantificación exactos y que por lo tanto incluyen un margen de error.

Diferentes estudios resaltan que un adecuado desempeño en tareas de estimación numérica está fuertemente relacionado con el desarrollo de otras habilidades numéricas y matemáticas más complejas (GEARY, 2013; LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOELLER, 2014; SIEGLER; BOOTH, 2004). Pero a pesar de su importancia, la mayor parte de las investigaciones, así como los mayores esfuerzos pedagógicos en la escuela están dirigidos a la comprensión y aprendizaje de las habilidades de cálculo exacto. Adicionalmente, este campo de investigación se torna más reducido en lo que respecta a poblaciones específicas, como es el caso de los sordos, quienes frecuentemente presentan dificultades de aprendizaje en el área de las matemáticas (NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004; BULL, 2008; KRITZER, 2009; KRITZER; PAGLIARO, 2013).

Ante esta escases de estudios sobre estimación numérica con población sorda, surge el interés de esta investigación por analizar cuál es el desempeño que estudiantes sordos colombianos y brasileros tienen en tareas de estimación numérica y definir cuál de los modelos presentados en la literatura se ajusta mejor a este desempeño.

### 2.1.1 Tipos de modelos de estimación numérica y su relación con la representación mental

En la literatura frecuentemente se acepta la analogía de que el sistema de representación de magnitudes está organizado como una recta numérica, en una secuencia ordinal que aumenta de izquierda a derecha (DEHAENE, 1997; SIEGLER; OPFER, 2003; PARK; BRANNON, 2013; LINK; NUERK; MOELLER, 2014). Por tanto, la tarea de estimación de cantidades o números en la recta numérica permitiría tener acceso y analizar estas representaciones mentales, así como sus cambios a través del desarrollo (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007).

El *modelo logarítmico*, inicialmente propuesto por Dehaene (DEHAENE 1997), sostiene que las representaciones son organizadas en una escala logarítmica donde el intervalo entre los números pequeños es mayor que entre los números más grandes, lo que conlleva a una precisión decreciente en cuanto mayores sean las magnitudes.

El *modelo de acumulador* de Gibbon y Church (citado por SIEGLER; OPFER, 2003) propone que las representaciones de cantidad se organizan con un intervalo igual entre ellas y tienen una variabilidad escalar, esta variabilidad se incrementaría junto con la magnitud de los numerales, lo que explicaría por qué la estimación o comparación de números mayores es más lenta y menos precisa.

La propuesta de *superposición de ondas* de Siegler y colegas se basa en la idea de que los individuos poseen y usan diferentes tipos de representaciones – las ya descritas en los modelos anteriores más una representación de tipo lineal simple – y que la selección de estas representaciones está influenciada por el contexto numérico y por el nivel de desarrollo de los individuos (SIEGLER; OPFER, 2003).

Trabajos más recientes formulan explicaciones alternativas a las evidencias sobre los cambios en los tiempos de reacción y precisión de las respuestas en función de las magnitudes numéricas. Una de estas propuestas corresponde al modelo duplo lineal de Ebersbach y colaboradores (EBERSBACH et al., 2008), en la que básicamente se argumenta que la representación de magnitudes se encuentra segmentada en dos representaciones lineales, una correspondiente a los numerales que el niño conoce, con un intervalo estable y más preciso, y otra para los numerales mayores que le son desconocidos, esta representación



también tendría un intervalo estable entre las unidades pero sería menor que el establecido para los numerales conocidos, tornando sus respuestas menos precisas. Para el presente documento, serán retomados los modelos lineal, logarítmico, cuadrático o del “acumulador” y duplo lineal para el análisis de los datos encontrados. Es importante señalar que en los estudios previos con población sorda (adultos) solamente los modelos lineal y logarítmico fueron explorados, por lo que este estudio fue el primero, hasta dónde sabemos, que exploró esta diversidad de modelos con esta población (escolares sordos), razón por la que no existía una previsión en términos de los resultados esperados en el ajuste de los modelos al desempeño.

### **2.1.2 Estudios sobre conocimiento numérico con personas sordas**

En diferentes investigaciones realizadas con estudiantes sordos, se reporta un desfase entre el desempeño de estos niños y sus pares oyentes, al resolver diferentes tipos de tareas matemáticas, que van desde situaciones de conteo hasta problemas aritméticos de multiplicación y división (MULHERN; BUDGE, 1993; LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; ZAFARTY; NUNES; BRYAN, 2004; PAGLIARO; KRITZER, 2013). Evaluaciones comparativas entre niños sordos y oyentes han determinado que los sordos presentan un atraso de aproximadamente de 2,5 años en el aprendizaje de conceptos matemáticos básicos (WOOD; WOOD; HOWARTH, 1983; NUNES; MORENO, 1998).

Este desfase entre las poblaciones, se encuentra en diferentes épocas y países (KRITZER; PAGLIARO, 2013) y se proponen hipótesis alternativas para explicar la razón del mismo, incluyendo entre ellas una posible relación causal entre la pérdida auditiva y las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (HITCH; ARNOLD; PHILLIPS, 1983; WOOD, et al., 1983), propuesta que más recientemente ha sido superada por una hipótesis de la sordera como factor que dificulta las interacciones y el acceso a la información, lo que resulta consecuentemente en un retraso en el aprendizaje matemático de las personas sordas (BRAVO, 1996; NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004; KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013). El presente trabajo parte de esta segunda perspectiva y reconoce la posibilidad de los niños sordos para aprender matemáticas, que ha sido evidenciada a través de diferentes estudios con procesos de intervención exitosos (ver NUNES; MORENO 1998; 2002; VARGAS; DORNELES, 2013).

En términos de las habilidades matemáticas básicas, tales como la estimación numérica, se cuenta con poca evidencia para esta población, pues la mayor parte de los estudios realizados hasta el momento han sido con oyentes de diferentes edades.

Un pequeño grupo de autores ha realizado algunos trabajos enfocados en la exploración de las habilidades numéricas básicas en los sordos, así como el posible papel que éstas pueden tener sobre las dificultades de aprendizaje matemático reportadas en la literatura (BULL; BLATO-VALLEE; FABRICH, 2006; BULL, 2008; BULL et al., 2011).

En su trabajo de 2008, Bull resume algunos de los datos encontrados respecto a las habilidades numéricas no dependientes del lenguaje con población sorda: subitización, representación y manipulación de magnitudes y estimación. La autora encontró que estas habilidades de procesamiento numérico son muy similares en las poblaciones de sordos y oyentes, por lo que concluye que este tipo de habilidades no parecen ser la base para el desfase en el desempeño matemático entre ambas poblaciones. A pesar de ello, es necesario resaltar que el desempeño de los sujetos sordos adultos que resolvieron tareas de estimación fue significativamente más bajo que el desempeño del grupo de oyentes. En términos del tipo de representación, el modelo al que mejor se adaptaron las respuestas de los sujetos sordos adultos fue al de tipo lineal (BULL, 2008).

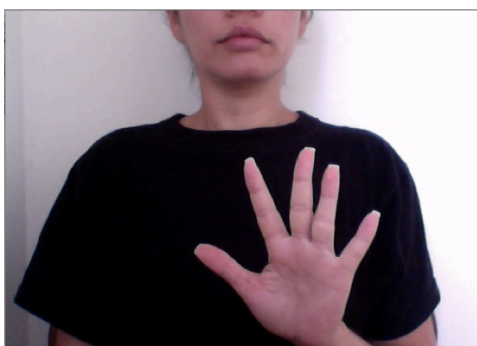
Un estudio posterior realizado con estudiantes sordos de educación superior entre 17 y 31 años y estudiantes oyentes entre 18 y 25 años, evidenció nuevamente la menor precisión de los sordos a la hora de estimar. Un resultado interesante de este estudio fue la fuerte correlación encontrada entre el desempeño en estimación y el conocimiento matemático general en el grupo de estudiantes sordos, así, los estudiantes que obtuvieron mejores resultados en el test de desempeño matemático también fueron los más precisos en la tarea de estimación en la recta numérica (BULL et al., 2011), hallazgo frecuentemente reportado en oyentes (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006; LASKI; SIEGLER, 2007; MAZZOCCO; FEIGELSON; HALBERDA, 2011).

Los autores concluyen señalando la importancia de más estudios en esta área con población sorda, así como la necesidad de realizar trabajos que permitan analizar las estrategias que los sordos utilizan para estimar y que ayuden a entender su menor desempeño (BULL et al., 2011).

Otro aspecto importante a ser señalado son las diferencias que existen en las secuencias de conteo en diferentes lenguas de señas, factor que podría afectar su desempeño a la hora de resolver tareas numéricas o matemáticas, pues para algunos autores la estructura del sistema de conteo en los dedos afecta el procesamiento numérico (DOMAHS et al., 2010).

En el caso particular de las lenguas de señas colombiana (LSC), los numerales del 1 al 5 son representados a través de la cantidad de dedos que aparecen levantados en una configuración convencional, del 6 al 9 se repiten las mismas configuraciones usadas en los numerales de 1 a 5, añadiendo una flexión en los dedos levantados (sugiriendo una sub base 5), el 0, el 10 y el 100 son señas nuevas, en donde el número se representa a través de una configuración convencional. En la Lengua de señas Brasileira (Libras), los numerales del 1 al 4 incluyen una representación analógica como en la LSC, sin embargo, del 5 al 9 corresponden a nuevas señas que simbolizan las cantidades básicas. La seña para 0 también es una seña nueva, pero la seña para 10 se compone en la secuencia de las señas “1” y “0”. Tanto en LSC como en Libras los números mayores que 10 son compuestos a través de la concatenación de las señas que representan las cantidades básicas.

Figura 6. Numeral cinco en lengua de señas colombiana



Fuente: Imagen elaborada por la autora

Figura 7. Numeral cinco en lengua de señas brasileira



Fuente: Imagen elaborada por la autora

## 2.2 MÉTODO

Se trata de un estudio transversal con dos grupos y una única medida, de tipo no experimental. Se recolectaron informaciones sobre el desempeño actual de los participantes en dos tareas de estimación numérica simbólica, analizados tanto cuantitativa como cualitativamente.

Esta investigación hace parte de un proyecto mayor denominado “Diversidade na aprendizagem da matemática inicial: a compreensão da estimativa numérica”<sup>9</sup> y atendió a todos los requisitos del comité de ética de la universidad, por lo cual se obtuvieron las autorizaciones escritas de las instituciones escolares y los padres de familia de todos los participantes – ya que todos eran menores de edad – así como el asentimiento de los estudiantes.

### 2.2.1 Participantes

Del grupo inicial de 87 estudiantes (36 brasileiros) fueron seleccionados un total de 52 estudiantes (29 brasileiros) pertenecientes a cinco instituciones educativas para sordos que

---

<sup>9</sup> Registrado en la Plataforma Brasil y el Comité de Ética de Investigación de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul, con el número 31575913.6.0000.5347.

trabajan con el enfoque bilingüe bicultural<sup>10</sup> en las ciudades de Porto Alegre – Brasil y Cali – Colombia. Todas las instituciones tanto en Cali como en Porto Alegre, atienden a estudiantes sordos de estratos socio-económicos bajo y medio-bajo.

Se tuvieron como criterios de selección: 1) conocimiento de la lengua de señas (LS) suficiente para comprender las consignas de las tareas y 2) presentar un IQ igual o mayor al percentil 50 en el Test de Matrices Progresivas de Raven. El primer criterio fue evaluado por la profesora responsable de cada grupo. Todos los participantes seleccionados tenían por lo menos un año y medio aprendiendo lengua de señas (LS) de su país y demostraron tener conocimiento de la secuencia de conteo en LS hasta 20<sup>11</sup>. El segundo criterio fue evaluado por la experimentadora a través de la presentación de los test Matrices Progresivas de Raven, Escala General normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012a) y brasileras (RAVEN, J.C., 1997) y Matrices Progresivas de Raven, Escala Especial normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012b) y brasileras (ANGELINI et al., 1999).

Para todos los análisis se realizaron equivalencias entre los grados escolares en ambos países de la siguiente forma: En Colombia el grado 1° de primaria es equivalente al 2° año de Ensino Fundamental (EF) en Brasil y así sucesivamente. La Tabla 1, especifica las equivalencias realizadas.

Tabla 1. Equivalencias entre grados escolares en Colombia y Brasil

Nombre para Análisis	Grado en Colombia	Grado en Brasil
Grado 1	1° de primaria	2° ano EF
Grado 2	2° de primaria	3° ano EF
Grado 3	3° de primaria	4° ano EF
Grado 4	4° de primaria	5° ano EF

Fuente: Adaptación de la tabla de equivalencias de la educación primaria o básica de los países de MERCOSUR y del Convenio Andrés Bello, 2013

<sup>10</sup> Este modelo educativo propone la enseñanza de la lengua de señas como la primera lengua de los niños sordos, lengua natural y propia de una comunidad minoritaria, y el español (Colombia) o portugués (Brasil) escrito como una segunda lengua que les permite interactuar con la comunidad oyente mayoritaria.

<sup>11</sup> Este corresponde al rango numérico mínimo conocido, esperado para estudiantes del segundo año de escolarización.

A continuación, se presenta un resumen de la caracterización de la muestra, en función de las variables grado, edad y sexo de los participantes:

Tabla 2. Caracterización de la muestra

	COLOMBIA			BRASIL			TOTAL(N)
	N	Sexo (M)	Edad	N	Sexo (M)	Edad	
Grado 1	4	1	8 años,7 meses	6	5	8 años,3 meses	10
2	6	3	9 años,5 meses	8	6	9 años,8 meses	14
3	7	4	10 años,6 meses	9	7	10 años,2 meses	16
4	6	4	13 años,5 meses	6	2	13 años,4 meses	12
Total	23			29			52

Fuente: Datos del estudio

### 2.2.2 Instrumento

Tarea de la recta numérica. Esta tarea originalmente propuesta por Siegler y colegas (SIEGLER; OPFER, 2003) en su versión “número para posición”, consiste en la presentación de una hoja de papel con el dibujo de una línea recta con marcas en sus extremos que indican el rango numérico que contienen, el 0 en el extremo izquierdo de la recta y 10 ó 100 en el extremo derecho. Se ofreció al estudiante un numeral arábigo en la parte superior de la hoja de papel en la que se encontraba la recta y se le solicitó realizar una marca sobre la línea que indicara el posible lugar que aquel número ocuparía (ver ANEXOS A y B). La tarea fue presentada individualmente y no se ofreció retroalimentación sobre la respuesta. No se limitó el tiempo utilizado para la tarea.

Todos los estudiantes respondieron a la tarea de 0-10, mientras que la recta 0-100 solamente fue presentada a los estudiantes de los dos grados escolares más avanzados, pues en la prueba piloto realizada, la mayoría de los estudiantes de los grados 1 y 2 no consiguieron comprender esta tarea en el rango de 0-100.

Los numerales a ser estimados fueron los siguientes:

Rango 1: 2, 4, 5, 7, 8.

Rango 2: 2, 4, 5, 7, 8, 12, 15, 21, 26, 34, 39, 42, 46, 54, 58, 61, 67, 73, 78, 82, 89, 92, 97.

### 2.2.3 Procedimiento

Las tareas fueron presentadas individualmente a cada estudiante en una sala con condiciones adecuadas de luz y ventilación, dentro de la institución educativa, en el horario de la tarde, para no interrumpir las actividades académicas. La experimentadora presentó las tareas a los estudiantes colombianos en LSC y para los estudiantes brasileros, la experimentadora contó con el acompañamiento de una profesora fluente en Libras.

La aplicación de las tareas de estimación fue realizada en una única sesión con cada estudiante, con un tiempo máximo de duración de una hora. El orden de presentación de las tareas fue siempre el mismo, iniciando con la recta 0-10 y posteriormente la recta 0-100.

### 2.2.4 Análisis

Un análisis descriptivo fue realizado para caracterizar la muestra y representar las variables estudiadas. La medida de la precisión en las tareas de estimación fue calculada (Ecuación 1) con la fórmula de Siegler y Booth (2004) y comparada por el test  $t$  para una muestra, con el valor de referencia igual a cero. Este test, cuando significativo, muestra que el valor de la media de precisión difiere del valor de referencia y cuanto más cerca de cero mejor es la precisión.

$$\left| \frac{\text{Estimación realizada por el estudiante} - \text{Número a ser estimado}}{\text{Escala de las estimaciones}} \right| \quad (\text{Ecuación 1})$$

Comparamos también la media de precisión de cada numeral entre los dos países con el test  $t$  para muestras independientes.

Cuando el numeral no es analizado de forma independiente, la comparación de la media de la precisión entre los países, el grado de instrucción y la interacción entre esos factores fueron realizados por el modelo de Ecuaciones de Estimaciones Generalizadas (GEE). Ese análisis considera que, por ejemplo, en la recta 0-10 cada uno de los 52 alumnos responde a cinco problemas, totalizando 260 respuestas. El nivel de significancia adoptado para los análisis fue de 0,05.

En una segunda fase de análisis, para cada país fue calculada la mediana de las respuestas de los estudiantes para cada numeral presentado. La mediana fue escogida como

el estadístico que anularía las respuestas más discrepantes. Con esos valores, fue aplicada un modelaje de regresión con los siguientes modelos: lineal, logarítmico, cuadrático y duplo-lineal. El software SPSS fue usado para estimar las respuestas de los tres primeros modelos, mientras que el último fue realizado por R con una función `isd.analysis`. Para clasificar como un buen ajuste fue calculado el coeficiente de correlación ajustado ( $R^2_{aj}$ ).

## 2.3 RESULTADOS

El análisis descriptivo inicial mostró que la media del error es menor en los estudiantes colombianos que en los brasileros en la recta numérica 0-10 (Colombia  $m=0,15$ ; Brasil  $m=0,20$ ), mientras que en la recta 0-100 ambos países obtuvieron una media de 0,14.

A continuación, se presentan los resultados encontrados en cada una de las versiones de la tarea.

### 2.3.1 Recta 0-10

Esta tarea fue presentada a todos los participantes del estudio ( $n=52$ ), quienes respondieron a cinco ítems del rango indicado.

Tabla 3. Resultados por numeral entre países

NUMERAL	BRASIL	COLOMBIA	
	media (DT) [n]	media (DT) [n]	p#
2	0,08 (0,05) [29]	0,07 (0,05) [23]	0,230
4	0,18 (0,12) [29]	0,14 (0,14) [23]	0,360
5	0,22 (0,16) [29]	0,13 (0,12) [23]	<b>0,036</b>
7	0,27 (0,20) [29]	0,21 (0,18) [23]	0,263
8	0,26 (0,26) [29]	0,23 (0,20) [23]	0,649

Fuente: Datos del estudio

Cuando se comparó la media del numeral con cero por el test t para una muestra, todos presentaron  $p < 0,001$

p# - comparación entre los países por el test t para muestras independientes



En la Tabla 3, se resumen los resultados de la precisión obtenida por los estudiantes en cada uno de los numerales presentados, tanto en Colombia como en Brasil, y la diferencia entre los países.

Los resultados indican que, en ambos países, las comparaciones de la media de la precisión de todos los numerales, con referencia (cero) fueron significativos ( $p < 0,05$ ), es decir, el nivel de error en la tarea fue significativamente alto. En la comparación entre países, hay una tendencia de mejores resultados en los estudiantes colombianos, pero la diferencia solamente es significativa en el numeral 5, en el cual la media de la precisión para los colombianos fue de  $m=0,13$  y para los brasileños de  $m=0,22$ .

También es posible identificar que el desempeño de los estudiantes en ambos países tiende a ser menos preciso cuanto mayor son los numerales.

Tabla 4. Precisión por país y grado

PRECISIÓN		BRASIL	COLOMBIA	TOTAL
		media [IC95%]	media [IC95%]	media [IC95%]
Grado	1	0,29Aa [0,23; 0,36]	0,14B [0,11; 0,16]	0,21 [0,18; 0,25]
	2	0,27a [0,17; 0,36]	0,19 [0,11; 0,26]	0,23 [0,16; 0,29]
	3	0,16ab [0,07; 0,24]	0,12 [0,04; 0,21]	0,14 [0,08; 0,20]
	4	0,09b [0,03; 0,14]	0,18 [0,08; 0,27]	0,13 [0,08; 0,19]
	Total	0,20 [0,16; 0,24]	0,16 [0,12; 0,19]	
	p País			0,108
	p Grado			0,021
	p Inter			<b>0,003</b>

Fuente: Datos del estudio

Letras mayúsculas representan medias distintas fijando Grado y comparando Países

Letras minúsculas representan medias distintas fijando País y comparando Grados

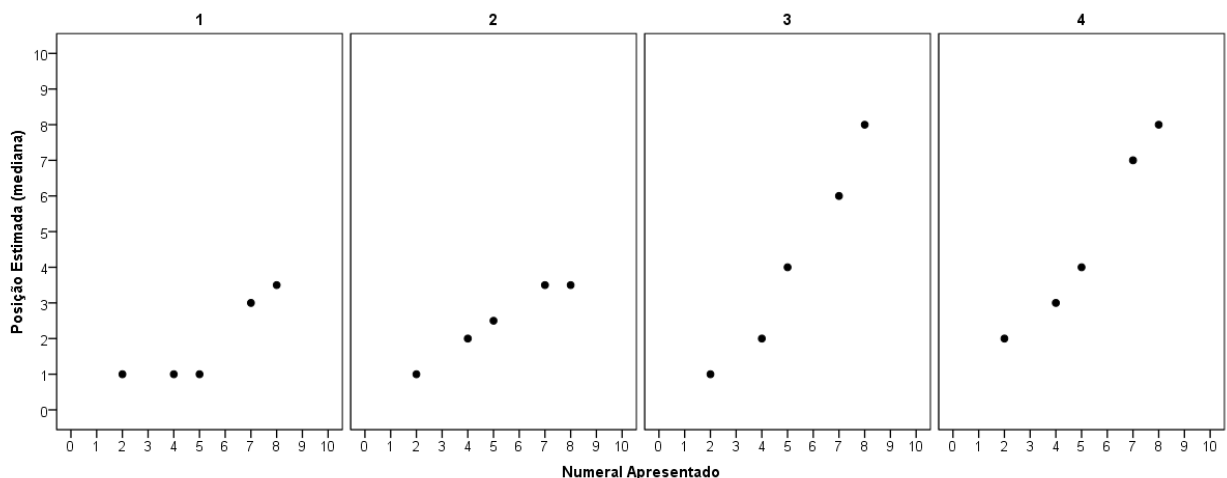
En el análisis del desempeño discriminando los efectos de las variables grado y país, así como su interacción, se encontró que la interacción entre las variables (ver Tabla 4) fue significativa ( $p=0,003$ ), por lo que fue necesario discriminar dos momentos en el análisis.

Primero vamos a interpretar el análisis dentro de cada país. Comparando los grados, entre los estudiantes brasileiros tenemos diferencia significativa en la media de la precisión cuando comparamos el primero y el segundo año escolar (media=0,29 y media=0,27) con el cuarto (media=0,09). Los alumnos de los grados iniciales tienen una precisión menor. En el tercer año (media=0,16) la media de la precisión no difiere significativamente de los otros grados. Los estudiantes colombianos no presentan medias de precisión estadísticamente diferentes y no se observó un patrón de mejora del desempeño asociado al grado escolar.

Al analizar los resultados fijando grado y comparando países, las diferencias en las medias de precisión entre países fueron significativas en el Grado 1. En este año escolar, los estudiantes brasileiros (media=0,29) alcanzan una media de error mayor que los estudiantes colombianos (media=0,14), lo que indica que los colombianos son más precisos en sus respuestas.

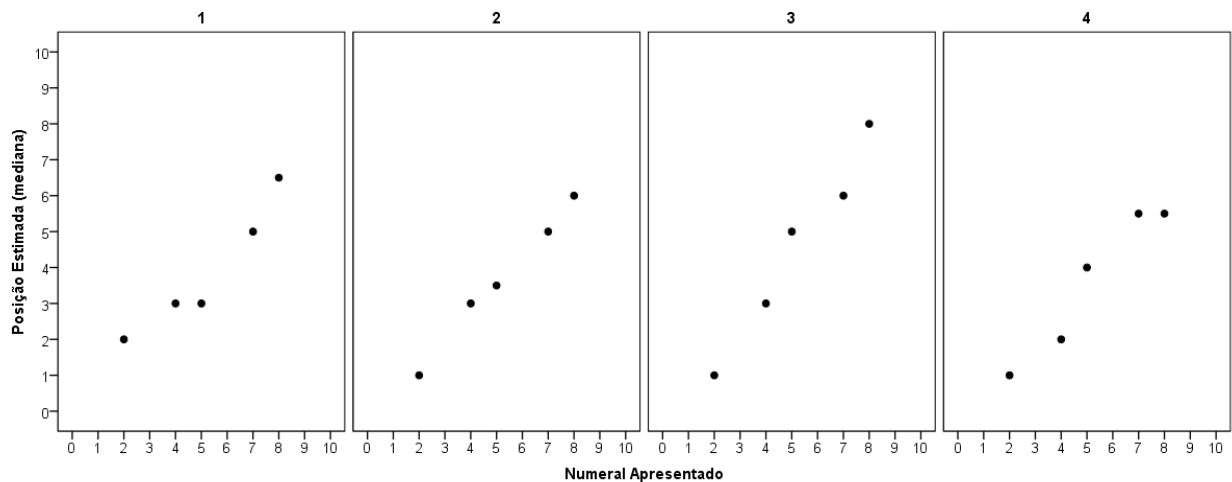
El siguiente nivel de análisis consistió en comparar la dispersión de las precisiones con varios de los modelos presentados en la literatura, a través de un análisis de regresión se verificó cual era el mejor modelo para representar los datos actuales. Se utilizó la mediana como estadístico de tendencia central con el propósito de evitar el efecto de los valores extremos.

Figura 8. Distribución de la precisión de los estudiantes brasileiros



Fuente: Datos del estudio

Figura 9. Distribución de la precisión de los estudiantes colombianos



Fuente: Datos del estudio

Las distribuciones reflejan algunos de los patrones previamente mencionados (ver Figuras 8 y 9), tales como la mejoría general del desempeño conforme se avanza de grado escolar en el caso de los brasileros y la mayor precisión de los colombianos en los primeros años escolares.

En términos de las estimaciones realizadas se observa que en general los números tienden a ser subestimados, principalmente por los estudiantes brasileros de los grados 1 y 2. Por ejemplo, los niños del Grado 1, en Brasil, tienden a localizar el numeral 5 en la posición que correspondería al 1 y los estudiantes colombianos del mismo Grado localizan este numeral en la posición correspondiente al 3. Ninguno de los numerales fue sobre estimado.

Tabla 5. Modelos de representación por país

	GRADO	MODELO	ECUACIÓN	R <sup>2</sup> AJUSTADO	p
Brasil	1	lineal	-0,518+0,465X	0,726	0,042
		logarítmico	-0,858+1,788X	0,492	0,114
		<b>cuadrático</b>	<b>1,976-0,738X+0,119X<sup>2</sup></b>	<b>0,923</b>	<b>0,038</b>
	2	lineal	0,219+0,439X	0,966	0,002
		logarítmico	0,444+1,908X	0,963	0,002
		<b>cuadrático</b>	<b>-0,370+0,723X-0,028X<sup>2</sup></b>	<b>0,975</b>	<b>0,013</b>
	3	lineal	-1,912+1,175X	0,947	0,003
		logarítmico	3,268+4,840X	0,811	0,024
		<b>cuadrático</b>	<b>0,264+0,126X+0,104X<sup>2</sup></b>	<b>0,969</b>	<b>0,016</b>
	4	lineal	-0,719+1,061X	0,945	0,004
		logarítmico	-1,893+4,338X	0,791	0,028
		<b>cuadrático</b>	<b>1,593-0,054X+0,110X<sup>2</sup></b>	<b>0,983</b>	<b>0,008</b>
Colombia	1	lineal	0,114+0,728X	0,887	0,011
		logarítmico	-0,639+2,942X	0,717	0,045
		<b>cuadrático</b>	<b>2,426-0,387X+0,110X<sup>2</sup></b>	<b>0,966</b>	<b>0,017</b>
	2	<b>lineal</b>	<b>0,474+0,803X</b>	<b>0,99</b>	<b>&lt;0,001</b>
		logarítmico	-1,628+3,453X	0,957	0,002
		cuadrático	-1,329+1,180X-0,006X <sup>2</sup>	0,987	0,007
	3	<b>lineal</b>	<b>-1,193+1,114X</b>	<b>0,959</b>	<b>0,002</b>
		logarítmico	-2,752+4,765X	0,912	0,007
		cuadrático	-1,329+1,180X-0,006X <sup>2</sup>	0,938	0,031
	4	<b>lineal</b>	<b>-0,711+0,829X</b>	<b>0,918</b>	<b>0,007</b>
		logarítmico	-7,886+3,556X	0,879	0,012
		cuadrático	-1,368+1,146X-0,031X <sup>2</sup>	0,885	0,058

Fuente: Datos del estudio

El modelo que mejor se ajusta a la distribución de las precisiones encontradas en los estudiantes brasileiros es el cuadrático para todos los grados, este mismo modelo es el que más explica el desempeño de los estudiantes colombianos del Grado 1, mientras que en los demás grados encontramos que el modelo lineal es el que mejor se ajusta al tipo de desempeño.

### **2.3.2 Recta 0-100**

Esta versión de la recta solo fue presentada a los estudiantes de los Grados 3 y 4 (n=28) de los cuales 15 eran brasileros y 13 colombianos. Se presentaron un total de 23 numerales distribuidos a lo largo de la recta. Los resultados del análisis por numeral se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados por numeral entre países

NUMERAL	BRASIL	#TEST T	COLOMBIA	#TEST T	*TEST T
	media (DT) [n]	una-muestra	media (DT) [n]	una-muestra	comparación de grupos
2	0,05 (0,04) [15]	<0,001	0,11 (0,25) [13]	<u>0,130</u>	0,370
4	0,08 (0,06) [15]	<0,001	0,08 (0,05) [13]	<0,001	0,826
5	0,10 (0,10) [15]	0,002	0,18 (0,24) [13]	0,021	0,292
7	0,18 (0,21) [15]	0,005	0,13 (0,12) [13]	0,002	0,446
8	0,20 (0,21) [15]	0,002	0,20 (0,23) [13]	0,009	0,984
12	0,20 (0,15) [15]	<0,001	0,13 (0,09) [13]	<0,001	0,122
15	0,24 (0,17) [15]	<0,001	0,21 (0,22) [13]	0,004	0,714
21	0,29 (0,18) [15]	<0,001	0,23 (0,22) [13]	0,003	0,416
26	0,27 (0,20) [15]	<0,001	0,18 (0,18) [13]	0,004	0,225
34	0,24 (0,18) [15]	<0,001	0,14 (0,10) [13]	<0,001	0,105
39	0,20 (0,16) [15]	<0,001	0,10 (0,08) [12]	0,001	<b>0,044</b>
42	0,19 (0,14) [15]	<0,001	0,10 (0,10) [12]	0,005	0,084
46	0,20 (0,14) [15]	<0,001	0,11 (0,11) [12]	0,004	0,080
54	0,16 (0,13) [15]	<0,001	0,13 (0,14) [12]	0,008	0,536
58	0,14 (0,10) [15]	<0,001	0,15 (0,15) [12]	0,004	0,811
61	0,14 (0,08) [15]	<0,001	0,15 (0,12) [12]	0,001	0,870
67	0,10 (0,06) [14]	<0,001	0,14 (0,14) [12]	0,004	0,306
73	0,09 (0,07) [14]	<0,001	0,13 (0,15) [12]	0,014	0,402
78	0,08 (0,06) [15]	<0,001	0,14 (0,16) [13]	0,007	0,187
82	0,08 (0,09) [15]	0,004	0,16 (0,23) [13]	0,032	0,280
89	0,04 (0,03) [15]	<0,001	0,14 (0,20) [13]	0,021	0,083
92	0,06 (0,07) [15]	0,003	0,14 (0,22) [13]	0,049	0,246
97	0,04 (0,05) [15]	0,008	0,15 (0,22) [13]	0,032	0,113

Fuente: Datos del estudio

#media del numeral comparada con cero por el teste t para una muestra (valor p)

\* - comparación entre los países por el test t para muestras independientes (valor p)

Al comparar la media de la precisión de cada uno de los numerales con cero, se encontró que hubo diferencias significativas en la media de las precisiones para todos los numerales excepto en las respuestas de los colombianos en el numeral 2. Reflejando un alto nivel de error en la tarea.

En el segmento de la recta comprendido entre 12 y 54, la precisión de los colombianos fue mejor que la de los brasileros, pero esta relación se invierte en el segmento final de la recta, entre 58 y 97, donde el desempeño de los brasileros es mejor que el de los colombianos. El análisis comparativo arrojó que las diferencias entre países eran significativas únicamente para el numeral 39 ( $t=0,044$ ), donde la precisión de los colombianos (media=0,10) fue mejor que la de los brasileros (media=0,20).

Posteriormente se realizó el análisis del desempeño discriminado las variables grado y país, así como su interacción. Los resultados son descritos en la Tabla 6.

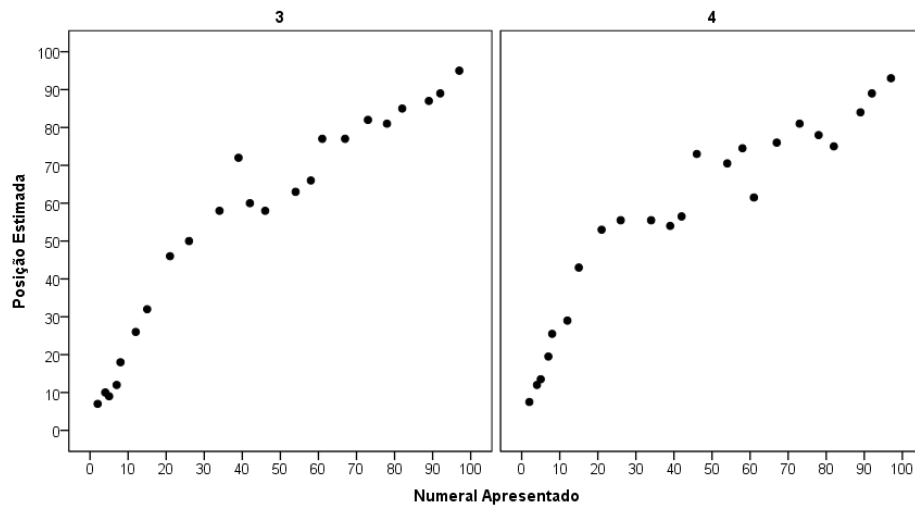
Tabla 7. Precisión por País y Grado

PRECISIÓN		BRASIL	COLOMBIA	TOTAL
		n (%)	n (%)	n (%)
Grado	3	0,14 [0,09; 0,18]	0,14 [0,07; 0,22]	0,14 [0,09; 0,18]
	4	0,17 [0,11; 0,23]	0,15 [0,07; 0,23]	0,16 [0,11; 0,21]
	Total	0,15 (0,11; 0,19]	0,15 (0,09; 0,20]	
	pPaís			0,867
	pGrado			0,545
	pInteracción			0,728

Fuente: Datos del estudio

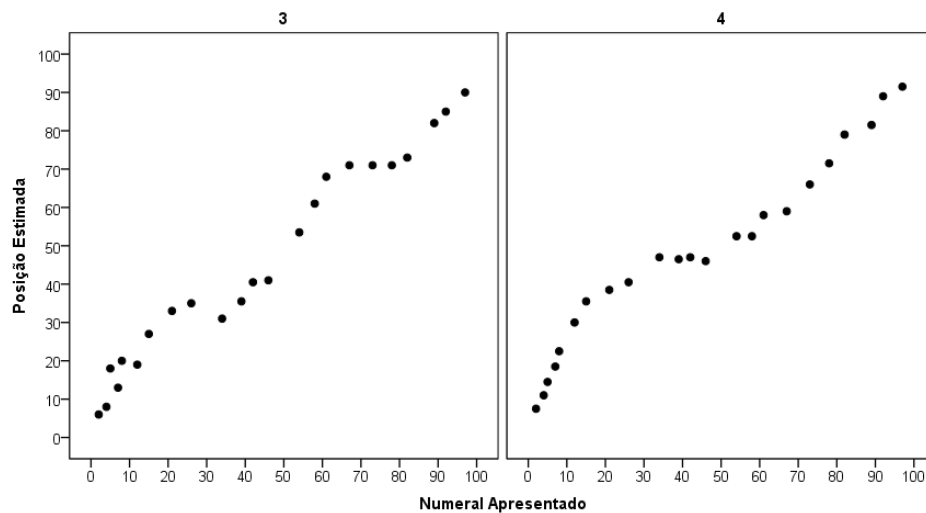
No se encontraron diferencias significativas entre los grados ni interacción entre las variables grado-país en esta versión de la recta.

Figura 10. Distribución de la precisión de los estudiantes brasileiros



Fuente: Datos del estudio

Figura 11. Distribución de la precisión de los estudiantes colombianos



Fuente: Datos del estudio

En las Figuras 10 y 11 se muestran las distribuciones de la mediana por país en cada uno de los grados que resolvieron esta versión de la tarea. Se evidencia un comportamiento similar en ambos grados y en los dos países, con una tendencia principalmente a sobre estimar los numerales menores, mientras que en diversos puntos de la recta los numerales por el contrario fueron sub estimados.



Para analizar en profundidad estos datos, se compararon los resultados obtenidos con los modelos de representación más relevantes encontrados en la literatura: lineal, logarítmico y cuadrático, así como el modelo duplo lineal, puesto que en esta recta se contaba con la densidad de datos necesarios para evaluar modelos más complejos.

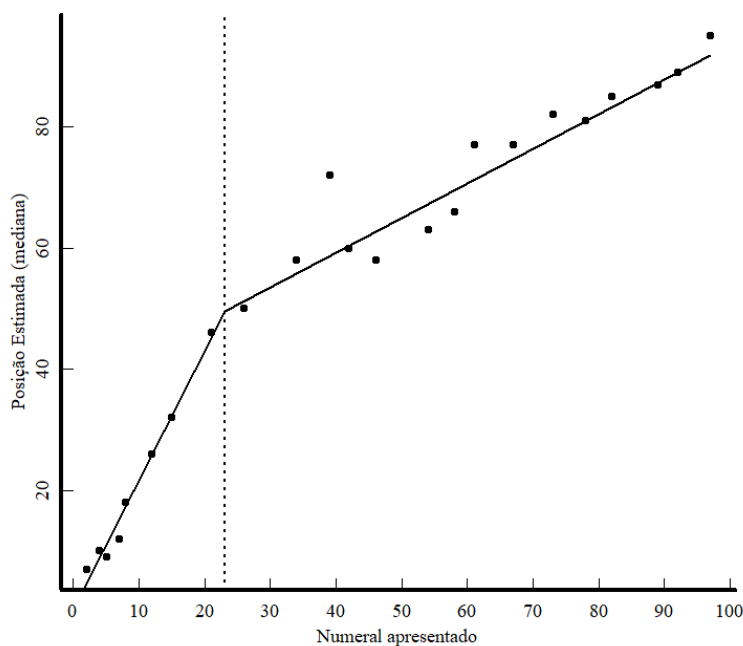
Tabla 8. Modelos de representación por país

	GRADO	MODELO	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	p
Brasil	3	lineal	16,110+0,879X	0,908	<0,001
		logarítmico	-28,29+24,824X	0,943	<0,001
		<b>cuadrático</b>	<b>5,875+1,667X-0,008X<sup>2</sup></b>	<b>0,961</b>	<b>&lt;0,001</b>
	4	lineal	21,344+0,780X	0,875	<0,001
		<b>logarítmico</b>	<b>19,511+22,460X</b>	<b>0,947</b>	<b>&lt;0,001</b>
		cuadrático	11,785+1,516X-0,008X <sup>2</sup>	0,930	<0,001
Colombia	3	<b>lineal</b>	<b>9,469+0,825X</b>	<b>0,969</b>	<b>&lt;0,001</b>
		logarítmico	-25,395+21,263X	0,830	<0,001
		cuadrático	9,202+0,845X+0,000X <sup>2</sup>	0,968	NS
	4	<b>lineal</b>	<b>14,976+0,752X</b>	<b>0,953</b>	<b>&lt;0,001</b>
		logarítmico	-18,787+19,977X	0,870	<0,001
		cuadrático	14,896+0,758X+0,000X <sup>2</sup>	0,951	NS

Fuente: Datos del estudio

En el análisis inicial de los tres modelos tradicionales se encontró que tanto en el Grado 3 como en el Grado 4, los resultados de la precisión de los estudiantes colombianos se ajustan a un modelo de tipo lineal. Por su parte, para los estudiantes brasileros se encontró que en el Grado 3 el modelo más ajustado es el cuadrático, mientras que en el Grado 4 el mejor modelo sería el logarítmico.

Figura 12. Punto de quiebre del modelo duplo lineal



Fuente: Datos del estudio

Finalmente fue realizado un modelo duplo lineal para los datos de la mediana, siendo significativo solamente para el Grado 3 en Brasil. El modelo estimado puede ser descrito como:

$$\text{Modelo 3: } Y = \beta_0 + \beta_1 * X + \beta_2 * (X - X_0) * D + \varepsilon$$

$$Y = 0,2601 + 2,1340 * X - 1,5642 * (X - 23,11) * D + 1,2920 * D$$

Adjusted R-squared: 0.9812

## 2.4 DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en las rectas numéricas 0-10 y 0-100 muestran que los niños sordos tienen un alto nivel de error en esta tarea, pues en casi todos los numerales el desempeño fue estadísticamente diferente de 0, es decir, sus respuestas estaban significativamente lejos del punto de respuesta ideal, ya sea que estas fueran sobre o subestimadas. En este sentido, los resultados de los estudiantes sordos de ambos países se

mantienen dentro de la tendencia reportada en la literatura de un bajo desempeño en el área de las matemáticas cuando comparados con sus pares oyentes (MULHERN; BUDGE, 1993; LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; ZAFARTY; NUNES; BRYAN, 2004; PAGLIARO; KRITZER, 2013) y se alinean con los hallazgos en adultos sordos de otros países que obtuvieron bajos desempeños en estimación al ser comparados con sus pares oyentes (BULL; BLATO-VALLEE; FABRICH, 2006; BULL, 2008; BULL, et al., 2011).

Como era esperado, al observar los resultados de la precisión obtenidos por los estudiantes de los grados 3 y 4 en ambas rectas, sus respuestas fueron más precisas para la recta 0-10 que para la recta 0-100. Esto coincide con el reporte de otros estudios con población oyente, en los que se identificaron mejores precisiones en la tarea 0-100 que en la versión 0-1000, mostrando que el contexto numérico es relevante a la hora de realizar una estimación (SIEGLER; OPFER, 2003)

En el análisis comparativo de los países se encontraron algunas diferencias relevantes en la tarea 0-10, tanto en términos de la comparación por numeral como en la interacción entre variables del estudio.

La primera de ellas, es que los estudiantes sordos colombianos obtuvieron un mejor desempeño en todos los numerales presentados, aunque sólo en el numeral 5 los colombianos fueron significativamente más precisos que sus pares brasileños.

Esta mayor facilidad de los estudiantes colombianos para establecer estimaciones dentro de este rango numérico podría estar asociada a diferentes factores: mayor experiencia con estos números, mayor experiencia con el tipo de tarea, diferencias en los sistemas de numeración de ambos países, entre otros. Al respecto, la primera idea surge de las propuestas de Siegler (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007) o Ebersbach (EBERSBACH, et al., 2008; EBERSBACH; LUWEL; VERSCHAFFEL, 2015), para quienes el conocimiento de los niños sobre un rango numérico determinado y su mayor experiencia con éstos, estaría fuertemente vinculado con su mayor precisión a la hora de estimar, pero al tratarse de una recta numérica con números pequeños, menores a 10, es difícil pensar que los niños brasileños tengan poca o menos familiaridad con este rango, ya que son los números iniciales de la secuencia numérica de conteo, que son enseñados desde el ingreso al sistema escolar. Tanto los estudiantes

colombianos como brasileros del menor grado escolar participante del estudio se encontraban por lo menos en su segundo año de escolarización.

El factor relacionado a una posible mayor experiencia de los estudiantes colombianos con la recta numérica, también puede ser descartado en la medida que se evidenció durante la presentación de la tarea y en conversaciones con las profesoras, que esta no era una tarea frecuentemente trabajada. En los grados iniciales en ambos países la recta numérica era desconocida para muchos estudiantes y su funcionamiento debió ser explicado previamente.

Las diferencias en los sistemas de numeración en este rango numérico pueden ser un factor relevante, pues según algunos autores la forma en que los números son representados en los dedos influye sobre el procesamiento numérico (DOMAHS et al., 2010).

La estructura sintáctica de los numerales en lengua de señas brasilera (Libras) y lengua de señas colombiana (LSC) presentan características que varían de una a otra. Una diferencia importante entre ambos sistemas está en el punto de quiebre en el que las señas numéricas básicas dejan de ser representaciones analógicas de cantidad para convertirse en representaciones simbólicas. En Libras el cinco es el primer numeral simbólico, mientras que en LSC el cinco aún es de tipo analógico (cinco dedos extendidos) y a partir de ahí se instaure una regla aditiva, tal como fue descrita previamente. Consideramos que este es un aspecto relevante y que merece ser explorado con mayor profundidad en estudios posteriores.

Contrastando con lo encontrado en la recta 0-10, en la recta 0-100 no es posible identificar una relación inversa entre la magnitud de los numerales y la precisión de las respuestas, porque en ambos países se identifican diferentes segmentos de la recta que resultan ser estimados con mayor precisión. Solamente se encontraron diferencias significativas en el numeral 39, donde las respuestas de los colombianos fueron mucho más precisas que las de los estudiantes brasileros. Más, la variabilidad de las precisiones es tal que no se identificó una interacción entre las variables Grado y País o un efecto significativo de alguna de estas variables individualmente.

La alta variabilidad en el desempeño de niños y adultos sordos en diferentes tipos de tareas ha sido frecuentemente reportada y autores como Marschark y Hauser (2008) proponen que es una característica en el desarrollo de los individuos sordos.

Por otro lado, la segunda diferencia encontrada entre los países en la recta 0-10, está en el comportamiento de la variable Grado en cada uno de ellos, puesto que en Brasil se evidencia una relación directamente proporcional entre el grado escolar y la precisión, es decir, entre mayor el grado escolar, mejores son las estimaciones de los estudiantes, con diferencias significativas entre los estudiantes del Grado 4 respecto a los de Grado 1 y 2. Esta tendencia es esperada y ha sido previamente reportada en la literatura con estudiantes oyentes (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006; LASKI; SIEGLER, 2007).

Por su parte, en los estudiantes colombianos no se observa esta tendencia, las diferencias entre los grados son más variables, llegando a encontrarse un mejor desempeño en los niños del Grado 1 que en los estudiantes del Grado 4, aunque cabe mencionar nuevamente que se trata de diferencias que no resultan ser estadísticamente significativas. Estas leves diferencias tal vez estén asociadas a factores pedagógicos o a factores específicos de la aplicación de las tareas, puesto que los estudiantes del Grado 4 de una de las escuelas en Colombia (a la que pertenece la mayor parte de la muestra) debieron ser evaluados al final de la jornada escolar. Momento en el que ellos se encontraban en actividades orientadas al trabajo como talleres de confección o panadería, por lo que la fatiga fue un factor importante en este grupo.

En la recta 0-100 no se encontraron diferencias asociadas al grado escolar, ya que sólo los estudiantes de los grados 3 y 4 resolvieron la tarea, y el desempeño de ambos grupos fue muy similar.

En la tentativa de comprender cuáles son las representaciones mentales que orientan el tipo de desempeño observado en los participantes, se realizó un análisis de regresión en función de los distintos modelos propuestos en la literatura sobre el proceso de estimación en oyentes: lineal simple, logarítmico, cuadrático y duplo-lineal. Encontrándose nuevamente diferencias entre ambos países y entre las versiones de la tarea presentadas.

En la recta 0-10, el modelo cuadrático, denominado en la literatura como el modelo de acumulador, es el que más se ajusta al desempeño de los estudiantes Brasileños en todos los grados, en contraste, el desempeño de los colombianos inicia ajustándose a este mismo modelo, pero desde el Grado 2 en adelante el mejor modelo es el lineal simple.

Los resultados de la recta 0-100 revelan que para los estudiantes brasileños el modelo que mejor se ajusta al desempeño de los estudiantes del Grado 3 fue el duplo-lineal y en el

Grado 4 el logarítmico, mientras que el modelo más ajustado al desempeño de los estudiantes sordos en Colombia fue el lineal simple en ambos grados.

En los estudios previos realizados con adultos sordos, fueron explorados únicamente los modelos lineal y algorítmico, evidenciando que los participantes, a pesar de la baja precisión de sus respuestas, tenían mayoritariamente representaciones de tipo lineal (BULL; BLATO-VALLEE; FABRICH, 2006; BULL, 2008; BULL et al., 2011). En nuestros resultados los estudiantes colombianos mostraron con mayor fuerza esta tendencia a obtener resultados que se ajustan a una representación de tipo lineal, de forma similar a lo que Bull y sus colegas encontraron en adultos sordos.

Por su parte, en los estudiantes brasileiros predomina el modelo cuadrático en la recta 0-10, modelo que no fue analizado por los autores que trabajan estimación con población sorda, pero que sí ha sido analizado en estudios previos con oyentes. Este modelo ha sido denominado en la literatura como modelo del acumulador y de forma similar al modelo lineal, propone que el intervalo entre las cantidades es estable, pero su diferencia está en el hecho de que considera la existencia de una variabilidad escalar entre esas cantidades (SIEGLER; OPFER, 2003).

En la recta 0-100 se observó la aparición de los modelos duplo-lineal con punto de quiebre en 23 para los alumnos brasileiros de Grado 3, lo que significa que los números entre 0 y 23 son representado linealmente con un intervalo mayor que los números entre 24 y 100, que también son representados de forma lineal. Para EBERSBACH y colaboradores (2008) esto evidencia la mayor familiaridad de los estudiantes con los números menores a 23.

En el Grado 4 el modelo más ajustado fue el logarítmico. Es decir, en este caso encontramos una mayor variabilidad en los resultados que se ajustan a diferentes modelos, de acuerdo al contexto numérico (rango de la recta) y grado escolar. Evidencias que pueden relacionarse con la propuesta de Siegler de la coexistencia de diferentes tipos de representación de magnitudes, que son usadas de acuerdo a la necesidad y nivel de conocimiento numérico de los individuos (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007).

La mayor tendencia de los escolares colombianos a usar representaciones de tipo lineal podría asociarse con un conocimiento numérico más avanzado, sin embargo, son

precisos más estudios que analicen el desempeño matemático en otro tipo de tareas en correlación con tareas de estimación, con el fin de explorar esta idea.

## 2.5 CONCLUSIONES

Las diferencias entre países sólo fueron significativas en la condición recta 0-10 del Grado 1, pero la precisión de los escolares colombianos en general, es un poco mejor que la de sus pares brasileros. Sin embargo, llama la atención que no se identificaron patrones claros de mejoría en el desempeño asociados al grado escolar en los alumnos colombianos.

En los participantes brasileros la línea de base del desempeño inicialmente es menor que la de los colombianos, pero conforme se avanza de grado escolar este desempeño tiende a mejorar, tornando sus estimaciones más precisas en el último grado analizado.

En términos del tipo de representación utilizada para realizar estimaciones, el desempeño de los estudiantes colombianos evidencia representaciones de tipo lineal simple, mientras que en los participantes brasileros se identificó que este desempeño varía de acuerdo al contexto numérico y al grado escolar de los participantes, encontrándose resultados que se ajustan al modelo cuadrático en la recta 0-10 y al de los modelos duplo-lineal y logarítmico en la recta 0-100. Aún así, las representaciones continúan ajustándose en mayor medida a diferentes tipos de representación lineal.

En conclusión, el desempeño de los estudiantes colombianos es más estable, siendo mejor que el de los brasileros en los primeros años, pero luego su avance se torna lento y el nivel de precisión no mejora conforme se avanza de grado escolar, algo que se esperaría de acuerdo a la literatura. Pero a pesar de que no hay grandes avances en términos de la precisión, las representaciones de las cantidades se mantienen dentro del tipo lineal, lo que para autores como Siegler estaría asociado a un mayor conocimiento numérico.

Sin embargo, para establecer esta relación entre conocimiento numérico y desempeño en estimación son necesarios estudios que aborden otros tipos de tareas adicionales a la recta numérica, como tareas de conteo o de resolución de problemas aditivos, entre otras.

## REFERENCIAS

ANGELINI, Arrigo. et al. **Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial**. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

BOOTH, Julie; SIEGLER, Robert. Developmental and individual differences in pure numerical estimation. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 6, p. 189–201, 2006.

BOOTH, Julie; SIEGLER, Robert. Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. **Child Development**, v. 79, p. 1016–1031, 2008.

BRAVO, Carlos Martín. Desarrollo cognitivo y problemas escolares en sordos/as. **Revista Pedagógica**, Tabanque, v. 10, p. 213-222, 1996.

BULL, Rebecca. **Deafness, numerical cognition, and mathematics**. En: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. (Ed.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 170-200). New York: Oxford University Press, Inc. 2008.

BULL, Rebecca; BLATTO-VALLEE, Gary; FABICH, Megan. Subitizing, magnitude representation, and magnitude retrieval in deaf and hearing adults. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 11, n. 3, p. 289-302, 2006.

BULL, Rebecca. et al. Numerical estimation in deaf and hearing adults. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n.4, p. 453–457. 2011.

DEHAENE, Stanislas. **The number sense: How the mind creates mathematics**. New York: Oxford University Press, 1997.

DOMAHS, Frank. et al. Embodied numerosity: Implicit hand-based representations influence symbolic number processing across cultures. **Cognition**, v. 116, p. 251-266. 2010.

EBERSBACH, Mirjam. et al. The relationship between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9-year-old children: Evidence for a segmented lineal model. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 99, p. 1–17, 2008.

EBERSBACH, Mirjam; LUWEL, Koen; VERSCHAFFEL, Lieven. The relationship between children's familiarity with numbers and their performance in bounded and unbounded number line estimations. **Mathematical Thinking and Learning**, v.17, p. 136–154, 2015.

GEARY, David. Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. **Current Directions in Psychological Science**, v. 22, n.1, p. 23–27. 2013.



HITCH, Graham; ARNOLD, Paul; PHILLIPS, Lesley. Counting processes in deaf children's arithmetic. **British Journal of psychology**, v. 74, p. 429-437. 1983.

KRITZER, Karen. Barely started and already left behind: a descriptive analysis of mathematics ability demonstrated by young deaf children. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 14, n. 4, p. 409-421. 2009.

KRITZER, Karen; PAGLIARO, Claudia. Matemática: um desafio internacional para estudantes surdos. **Cadernos Cedes**, v. 33, n. 91, p. 431-439. 2013.

LASKI, Elida; SIEGLER, Robert. Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LEYBAERT, Jacqueline; VAN CUTSEM, Marie-Noëlle, Counting in sign language. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 81, p. 482-501. 2002.

LINK, Tanja; NUERK, Hans-Christoph; MOELLER, Korbinian. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8. 2014.

MARSCHARK, Marc; HAUSER, Peter. **Cognitive underpinnings of learning by deaf and hard-of-hearing students: Differences, diversity and directions**. En: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. (Ed.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 3-23). New York: Oxford University Press, Inc. 2008.

MAZZOCCO, Michèle; FEIGENSON, Lisa; HALBERDA, Justin. Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (Dyscalculia). **Child Development**, v. 82, n. 4, p. 1224-1237. 2011.

MULHERN, Gerry; BUDGE, Ally. A chronometric study of mental addition in profoundly deaf children. **Applied Cognitive Psychology**, n. 7, p. 53-62. 1993.

NUNES, Terezinha. **Teaching mathematics to deaf children**. Londres: Hurr Publishers Ltd., 2004.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. **Is hearing impairment a cause of difficulties in learning mathematics?**. En C. Donlan (Ed) *The development of mathematical skills* (pp. 227-254). United Kindom: Psychology Press Ltd., 1998.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 7, p. 120-133. 2002.

PAGLIARO, Claudia; KRITZER, Karen. The math gap: a description of mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. **Journal of deaf studies and deaf education**, v. 18, n. 2, p. 139-160. 2013.

PARK, Joonkoo; BRANNON, Elizabeth. Training the approximate number system improves math proficiency. **Psychological Science**, v. 24, n. 10, p. 2013–2019. 2013.

RAVEN, John C. **Caderno de testes matrizes progressivas, Escala geral**. Rio de Janeiro: CEPA;1997.

RAVEN, John C. **Test de matrizes progressivas, Escala general**. Normas 2da ed., 6ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012a.

RAVEN, John C. **Test de matrizes progressivas, Escala coloreada**. Normas 2da ed. 5ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012b

SIEGLER, Robert; OPFER, John. The Development of numerical estimation: Evidence for multiple representation of numerical quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

SIEGLER, Robert; BOOTH, Julie. Development of numerical estimation in young children. **Child Development**, n. 75, p. 428–444, 2004.

VARGAS, Rosane; DORNELES, Beatriz, Uma intervenção em contagem com duas crianças surdas. **Cadernos Cedes**, v. 33, n. 91, p. 411–427. 2013.

WOOD, David; WOOD, Heather; HOWARTH, Patricia. Mathematical abilities of deaf school-leavers. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 1, p. 67-73. 1983.

ZAFARTY, Yael; NUNEZ, Terezinha; BRYANT, Peter. The performance of young deaf children in spatial and temporal number task. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 9, n.3, p.315-326. 2004.

### 3 ESTRATEGIAS Y PRECISIÓN EN LA TAREA DE LA RECTA NUMÉRICA EN NIÑOS SORDOS DE COLOMBIA Y BRASIL

#### RESUMEN

La estimación es una habilidad básica que puede facilitar el aprendizaje matemático, pero existen pocos estudios que analicen su funcionamiento y desarrollo en la población sorda. Este estudio caracteriza las estrategias que estudiantes sordos colombianos y brasileños de 1° a 4° año de educación básica utilizan en una tarea de estimación numérica, así como la posible influencia de dichas estrategias sobre la precisión de las respuestas. Se presentó una tarea de recta numérica en dos rangos: 0-10 y 0-100, a una muestra de 52 estudiantes (23 colombianos y 29 brasileños). Las respuestas fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente. Identificamos cinco estrategias, algunas no reportadas previamente en la literatura. El juicio proporcional condujo a respuestas más precisas, pero la estrategia de conteo fue la más utilizada, principalmente en los primeros grados escolares. Las implicaciones teóricas de estos hallazgos son discutidas y se señala la importancia de más investigaciones en el área.

**Palabras clave:** Niños sordos. Lengua de señas. Estimación numérica. Estrategias.

#### RESUMO

A estimativa numérica é uma habilidade básica que poderia facilitar a aprendizagem matemática, porém existem poucos estudos que analisem o seu funcionamento e desenvolvimento na população surda. Este estudo caracteriza as estratégias que estudantes surdos colombianos e brasileiros do 1° ao 4° ano de ensino fundamental utilizam em uma tarefa de estimativa numérica, assim como a possível influência destas estratégias na precisão das respostas. Foi apresentada uma tarefa da reta numérica nas faixas numéricas: 0-10 e 0-100, para uma amostra de 52 estudantes surdos do 1° ao 4° ano (23 colombianos e 29 brasileiros). As respostas foram analisadas qualitativa e quantitativamente. Foram identificadas cinco estratégias, algumas delas não tem sido previamente reportadas na

literatura. A estratégia de juízo proporcional foi a que permitiu aos estudantes atingir respostas mais precisas, mas a estratégia de contagem foi a mais utilizada, principalmente pelos estudantes dos primeiros anos. As implicações teóricas destes achados são discutidas e aponta-se a importância de mais pesquisas nesta área.

**Palavras-chave:** Crianças surdas. Língua de sinais. Estimativa numérica. Estratégias.

### 3.1 INTRODUCCIÓN

#### 3.1.1 La estimación numérica y algunas discusiones al respecto

Realizar estimaciones numéricas no es un proceso simple y muchos niños tienen dificultades para estimar con precisión hasta una edad avanzada (SIEGLER; BOOTH, 2004), para muchos autores se trata de una habilidad inicial que se configura como parte de las habilidades básicas o de “sentido numérico” que fundamentan el posterior desarrollo de habilidades numéricas o matemáticas más complejas (LASKI; SIEGLER, 2007; BOOTH; SIEGLER, 2008; BULL et al., 2011; KUCIAN et al. 2011). La estimación numérica es un proceso amplio que involucra diferentes tipos de conocimiento y que usamos frecuentemente en nuestra vida cotidiana (SIEGLER; OPFER, 2003), por ejemplo, nos permite escoger rápidamente la fila más corta en el supermercado, aunque paradójicamente siempre nos termina pareciendo la que avanza más lento una vez que estamos en ella.

Dentro del campo de las investigaciones pedagógicas y psicológicas tradicionalmente ha existido mayor interés por analizar los procesos de cuantificación exactos, como el conteo, mientras que los procesos de cuantificación aproximada, tales como la estimación numérica han sido menos estudiados. Sin embargo, un conjunto de investigaciones han abordado esta habilidad, señalando principalmente su vínculo con el sistema de representación numérica y la metáfora del sistema de representación de magnitudes como una línea numérica mental, perspectiva desde la cual, la tarea de estimación en la recta numérica sería una forma directa de acceder a estas representaciones e indagar sobre ellas (DEHAENE, 1997; SIEGLER; OPFER, 2003; SIEGLER; BOOTH,

2004; LASKI; SIEGLER, 2007; BOOTH; SIEGLER, 2008; EBERSBACH; et al., 2008; EBERSBACH; LUWEL; VERSCHAFFEL, 2015).

Dichos estudios se centran en el análisis de la precisión a partir del error absoluto que los estudiantes cometen al realizar sus estimaciones, es decir, establecen la precisión a partir de la medición del error que resulta de la diferencia entre la respuesta del estudiante y el estímulo, dividiendo este por el valor de la escala de la recta numérica utilizada: 10, 100 ó 1000 (SIEGLER; BOOTH, 2004). Consecuentemente, esta medida de la precisión es la que permite realizar procesos de modelaje que darían cuenta del tipo de representación que subyace a los desempeños. Otro tipo de medidas o unidades de análisis son menos tenidas en cuenta.

En uno de sus estudios sobre estimación numérica, Siegler y Opfer (2003) utilizaron el tiempo de presentación como una variable control de la tarea de la recta numérica, esperando que el tiempo más largo permitiera que los estudiantes usaran estrategias de conteo o de división de la recta con el objetivo de ser más precisos en sus respuestas, pero según los autores esta variable no tuvo efecto, siendo eliminada después de los análisis preliminares y sus datos no fueron presentados dentro de los resultados y modelos de representación que la investigación analizó. Se deduce entonces que este tipo de alternativas asociadas al conteo o uso de marcadores no apareció o no fue significativo en tal estudio.

En investigaciones subsiguientes se mantuvo este foco en la precisión de las respuestas de los estudiantes y su relación con los modelos de representación, siendo aceptada la propuesta de una coexistencia de múltiples representaciones que a lo largo del desarrollo irían movilizándose desde una tendencia logarítmica a otra de tipo lineal (LASKI; SIEGLER, 2007; BOOTH; SIEGLER, 2008; KUCIAN et al. 2011), con algunas interpretaciones distintas según las cuales en vez de una representación logarítmica los niños poseen una representación lineal segmentada, con un intervalo mayor o menor de acuerdo a la familiaridad que tuvieran con el rango numérico (EBERSBACH; et al., 2008; EBERSBACH; LUWEL; VERSCHAFFEL, 2015). Pero para algunos autores existe una alternativa abierta a discusión, esta es, la posibilidad de que la recta numérica no sea una medida “pura” del tipo de representaciones mentales subyacentes, ya que la resolución de

esta tarea podría estar asociada con otro tipo de procesos y conocimientos específicos (BARTH; PALADINO, 2011; LINK; NUERK; MOELLER; 2014).

En su trabajo de 2011, Barth y Paladino desarrollaron un estudio sobre estimación numérica que se centra en la capacidad de los niños y adultos para segmentar la recta en función de los puntos de referencia que conocen, es decir, está basado en la capacidad de los individuos para establecer juicios proporcionales de acuerdo a ciertos puntos conocidos de la recta. Por ejemplo, en una recta de 0 a 100, un niño podría utilizar el punto medio (50) como referencia y conseguiría estimar con más precisión los numerales entre 0-50, por su parte, los niños que reconocen los cuartiles (25, 50 y 75) tenderían a estimar mejor los números entre 0-25 y 50-75. Este modelo alternativo ha sido denominado por los autores como *Modelo Proporcional* de uno y dos ciclos. Los autores señalan que la tarea de la recta numérica exige conocimientos que no son necesarios en otro tipo de tareas de estimación, como por ejemplo en la estimación de cantidades en un conjunto. Por lo tanto, una característica fundamental de su modelo sería el hecho de que este reconoce e incluye tales tipos de conocimientos, esto es, el conocimiento de por lo menos dos puntos de referencia en la recta: inicial y final, así como de las proporciones en que la recta puede ser segmentada de acuerdo a tales puntos conocidos (BARTH; PALADINO, 2011).

Dicho modelo se relaciona con los tipos de estrategias utilizadas para resolver la tarea de la recta numérica, por lo que resulta de interés para este trabajo, ya que nuestro propósito es explorar el desempeño de los estudiantes sordos en tareas de estimación numérica tanto en términos de la precisión que alcanzan, así como de las estrategias observables que utilizan para realizar sus estimaciones.

### **3.1.2 La población sorda y su desafío con las matemáticas**

En la población sorda se presenta una disminución o pérdida de la audición, que fácilmente puede generar una situación de limitación comunicativa, debido al predominio de las lenguas orales en contextos cotidianos y las dificultades que esta situación impone para el acceso a diferentes tipos de información. Para algunos autores, esta es una condición de riesgo que conlleva a que los niños sordos no desarrollen aprendizajes matemáticos incidentales suficientes durante sus primeros años (BRAVO, 1996; KRITZER, 2009; NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004; PAGLIARO; KRITZER, 2013).

Existe evidencia ampliamente documentada de una mayor dificultad de los estudiantes sordos para aprender matemáticas, llegando a reconocerse que existe un desfase entre la población sorda y la población oyente que es de aproximadamente dos años y medio (NUNES; MORENO, 1998), es decir, el desempeño matemático de un niño oyente de 3° año escolar sería similar al de un niño sordo del 5° año. Tal brecha parece mantenerse desde la etapa escolar hasta la vida adulta, pues estudios realizados con adultos muestran el menor desempeño de los sordos respecto a sus pares oyentes en tareas numéricas y matemáticas simbólicas (MASATAKA, 2006).

Un estudio que exploró el desarrollo de habilidades matemáticas que no involucran procesamiento lingüístico, identificó que niños sordos entre 10 y 13 años representan y manipulan magnitudes no simbólicas de forma similar a los oyentes, con patrones de activación automática y el mismo tipo de efecto de congruencia en las tareas utilizadas, es decir: a) que tanto sordos como oyentes tenemos acceso a las representaciones de magnitud no simbólica una vez que esta información se reconoce como parte de los estímulos, incluso cuando esta información no es relevante para la resolución de una tarea específica y b) que cuando la relación entre las magnitudes simbólicas y no simbólicas son congruentes – por ejemplo, cuando al comparar los numerales 3 y 9, el numeral 9 es presentado con un tamaño mayor – la velocidad y precisión de las respuestas mejora (BULL, 2008). Adicionalmente, se encontró que no existen diferencias significativas entre el desempeño de sujetos sordos y oyentes adultos en tareas de subitización, en las que se evalúa la capacidad para aprehender de manera automática la numerosidad de una colección pequeña (entre 1 y 4 elementos), en el caso específico de la habilidad de subitizar, la hipótesis inicial era que los sujetos sordos tendrían ventaja debido a su mayor capacidad de procesamiento visual. Mientras que en tareas de estimación numérica se identificó que la precisión de los sujetos sordos adultos era significativamente menor a la de los oyentes, sin embargo, su desempeño se adaptaba a una representación de tipo lineal (BULL, 2008).

En una investigación posterior realizada con estudiantes sordos de educación superior entre 17 y 31 años y estudiantes oyentes entre 18 y 25 años, se evidenció nuevamente la menor precisión de los sordos a la hora de estimar, así como el ajuste de los desempeños con representaciones de tipo lineal en ambas poblaciones, aunque la menor precisión de los sordos provocó una disminución del ajuste lineal. Por otro lado, al evaluar

la correlación entre la precisión de los estudiantes en la tarea de la recta con su desempeño en tareas estandarizadas de logro matemático, se encontró que en la población sorda existía una fuerte relación entre ambas, por lo tanto, los estudiantes sordos con bajas precisiones también presentaron bajo desempeño en el logro matemático, mientras que en la población oyente esta diferencia no fue encontrada, algo que los autores explican en función de las altas puntuaciones generalizadas de los oyentes en la tarea de la recta (BULL et al., 2011).

En su búsqueda de factores que puedan llegar a explicar estas diferencias encontradas en las precisiones de ambas poblaciones en la recta numérica, los autores proponen dos conjeturas para ser exploradas en estudios posteriores. Una de ellas es la influencia de los aspectos simbólicos de la tarea de la recta utilizada, pues existe evidencia de mejores desempeños de los sordos en tareas matemáticas no simbólicas, por lo tanto, sería posible que la dificultad de acceso a la representación numérica a través de los símbolos arábigos sea la que influencia los bajos desempeños. La segunda propuesta es explorar el tipo de estrategias utilizadas por los sordos para estimar, pues en otros dominios de conocimiento se ha identificado que la baja calidad de las estrategias de resolución de problemas utilizada por esta población, conduce a desempeños más bajos (BULL et al., 2011).

Estos trabajos iniciales sobre estimación con adultos sordos referenciados han sido desarrollados en Europa, nuestro interés es poder continuar esta línea de investigación ampliando sus horizontes en términos del rango de edad, pues la propuesta es explorar el funcionamiento de este proceso en niños sordos escolarizados usuarios de lengua de señas, así como en términos de la naciones involucradas, pues abordamos dos grupos pertenecientes a países de América Latina, en donde este tipo de trabajo no ha sido realizado.

### 3.2 MÉTODO

Se trata de un estudio transversal con dos grupos y una única medida. Se recolectaron informaciones sobre el desempeño actual de los participantes en una tarea de estimación numérica simbólica, analizadas tanto cuantitativa como cualitativamente.

Esta investigación atendió a todos los requisitos del comité de ética de la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* y el proyecto fue registrado en la plataforma



Brasil con el código No. 31575913.6.0000.5347. Se obtuvieron las autorizaciones escritas de las instituciones escolares y los padres de familia de todos los participantes – ya que todos eran menores de edad – así como el asentimiento de los estudiantes.

### 3.2.1 Participantes

Para el proceso de selección de los participantes se tuvieron en cuenta dos criterios fundamentales, el primero de ellos fue el conocimiento de la lengua de señas suficiente para la comprensión de las consignas de las tareas, este conocimiento incluía el uso del conteo en lengua de señas por lo menos hasta el numeral 20. Este primer criterio fue evaluado por la maestra de cada curso. El segundo criterio fue el de presentar un IQ igual o superior al percentil 50 en el Test de Matrices Progresivas de Raven, con el propósito de garantizar la homogeneidad de los participantes en términos de su inteligencia general. Este criterio fue evaluado por la experimentadora a través de la presentación de los test Matrices Progresivas de Raven, Escala General normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012a) y brasileras (RAVEN, J.C., 1997) y Matrices Progresivas de Raven, Escala Especial normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012b) y brasileras (ANGELINI et al., 1999).

Del grupo inicial de 36 brasileros, fueron seleccionados 29 participantes, pertenecientes a tres instituciones educativas para sordos de la ciudad de Porto Alegre. Mientras que, del grupo inicial de 51 colombianos, fueron seleccionados 23 estudiantes pertenecientes a dos instituciones educativas para sordos de la ciudad de Cali. Todas las instituciones tanto en Cali como en Porto Alegre, atienden a estudiantes sordos de estratos socio-económicos bajo y medio-bajo, y proponen un modelo pedagógico bilingüe bicultural, es decir, que reconocen la lengua de señas como la primera lengua de las personas sordas, situándola como base para la enseñanza.

Debido a la discordancia en la nomenclatura de los grados académicos en los sistemas educativos colombiano y brasileros, fue preciso realizar una equivalencia entre los grados escolares del *ensino fundamental brasileros* y la educación básica primaria colombiana, para los análisis comparativos posteriores. En la siguiente tabla (Tabla 9), se resumen las equivalencias establecidas:

Tabla 9. Equivalencias entre grados escolares en Colombia y Brasil

NOMBRE PARA ANÁLISIS	GRADO ESCOLAR EN COLOMBIA	GRADO ESCOLAR EN BRASIL
Grado 1	1° de primaria	2° ano EF
Grado 2	2° de primaria	3° ano EF
Grado 3	3° de primaria	4° ano EF
Grado 4	4° de primaria	5° ano EF

Fuente: Adaptación de la tabla de equivalencias de la educación primaria o básica de los países de MERCOSUR y del Convenio Andrés Bello, 2013

A continuación, se presenta un resumen de la caracterización de la muestra, en función de las variables grado, edad y sexo de los participantes:

Tabla 10. Caracterización de la muestra

	COLOMBIA				BRASIL				TOTAL(N)
	N	Sexo (M)	Edad (meses)	D.T	N	Sexo (M)	Edad (meses)	D.T	
Grado 1	4	1	97	13	6	5	97	4	10
2	6	3	115	10	8	6	113	10	14
3	7	4	126	8	9	7	119	9	16
4	6	4	156	8	6	2	154	22	12
Total	23	12	126	23	29		120	23	52

Fuente: Datos obtenidos en las escuelas

### 3.2.2 Instrumento

*Tarea de la recta numérica.* Esta tarea fue propuesta originalmente por Siegler y colegas (SIEGLER; OPFER, 2003) en su versión “número para posición”. En ella se ofrece una hoja de papel con una línea recta dibujada, en los extremos de la recta están los números que determinan el rango de la tarea (Ej. 0 y 10 ó 0 y 100). En la parte superior de la recta se presentó un numeral arábigo y se solicitó al estudiante hacer una marca en la

recta que indicara el lugar aproximado en que dicho numeral podría localizarse en la recta. Se presentaron dos ejemplos de familiarización con la recta, con numerales diferentes a los estímulos a ser evaluados. La tarea fue presentada individualmente y no se ofreció retroalimentación sobre la respuesta. No se limitó el tiempo utilizado para la tarea.

Todos los estudiantes respondieron a la tarea de 0-10, mientras que la recta 0-100 solamente fue presentada a los estudiantes de los dos grados escolares más avanzados, pues en la prueba piloto realizada, la mayoría de los estudiantes de los grados 1 y 2 no consiguieron comprender esta tarea en el rango de 0-100.

Los numerales a ser estimados fueron los siguientes:

Rango 1: 2, 4, 5, 7, 8.

Rango 2: 2, 4, 5, 7, 8, 12, 15, 21, 26, 34, 39, 42, 46, 54, 58, 61, 67, 73, 78, 82, 89, 92, 97.

### **3.2.3 Procedimiento**

La tarea fue presentada individualmente en una sala con condiciones adecuadas de luz y ventilación, dentro de la institución educativa, en el horario de la tarde, para no interrumpir las actividades académicas. La experimentadora presentó las tareas a los estudiantes colombianos en LSC y para los estudiantes brasileiros, la experimentadora contó con el acompañamiento de una profesora fluente en Libras quien fue la encargada de presentar las tareas. La aplicación fue realizada en una única sesión con un tiempo máximo de duración de una hora. El orden de presentación de las tareas fue siempre el mismo, iniciando con la recta 0-10 y posteriormente la recta 0-100.

### **3.2.4 Análisis**

El análisis de las estrategias se llevó a cabo en dos momentos. Inicialmente se realizó un análisis cualitativo para la construcción de las categorías a partir de: a) los procedimientos emergentes en las respuestas de los estudiantes en cada uno de los problemas presentados y b) los criterios de la literatura, es decir, la utilización de marcas de segmentación proporcional conocidas, tales como el medio o los cuartos. En la Tabla 11, se presenta la descripción de las categorías elaboradas.

Para determinar la precisión de las respuestas se utilizó la fórmula de Siegler y Booth (2004), en la que se establece la diferencia entre el valor de la estimación realizada por el estudiante con el valor del número que fue presentado, sobre la escala de las estimaciones (10 ó 100), siendo así, los mejores resultados son aquellos que más se aproximan a 0.

$$\left| \frac{\text{Estimación realizada por el estudiante} - \text{Número a ser estimado}}{\text{Escala de las estimaciones}} \right| \quad (\text{Ecuación 1})$$

Para el análisis comparativo de las estrategias utilizadas entre grados fue considerada la unidad experimental alumno\*numeral. Así, por ejemplo, el  $n$  total fue de 260 evaluaciones en la recta 10. El test chi cuadrado fue usado para comparar las proporciones de las estrategias entre los grados y entre las estrategias y numeral. Para el análisis de la precisión relativa el alumno fue considerado como unidad experimental. En este análisis se jerarquizó el país, grado y alumno. El modelo de Ecuaciones de Estimaciones Generalizadas (GEE) fue usado para comparar las medidas de precisión relativa entre las estrategias. La distribución normal con función identidad fue utilizada, una matriz de correlación de trabajo independiente y una matriz de covarianza de estimador robusta. Cuando los resultados fueron significativos, el test post-hoc de Bonferroni fue aplicado. En todos los análisis hubo discriminación por país.

### 3.3 RESULTADOS

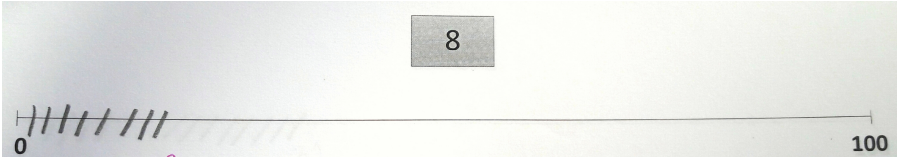
A continuación, se presentan los hallazgos de este estudio divididos en dos grandes secciones, la primera corresponde a los resultados de las estrategias y procedimientos encontrados en ambas rectas, en función del grado escolar y del numeral presentado. En la segunda sección se presentan los resultados del análisis de la precisión asociada a cada una de las estrategias utilizadas en función del rango numérico, el grado escolar y el numeral presentado.

#### 3.3.1 Estrategias utilizadas en las tareas de estimación numérica

Inicialmente se realizó un análisis cualitativo para construir las categorías en función no sólo de la literatura sino de los propios procedimientos encontrados en los estudiantes durante el proceso de resolver cada uno de los problemas de estimación presentados. Como no se contó con registro de video de las sesiones, el registro de los procedimientos fue realizado por la experimentadora por escrito durante el proceso de aplicación. Posteriormente los procedimientos para cada uno de los numerales presentados fueron descritos individualmente y clasificados según sus similitudes, este proceso de clasificación contó con la revisión de dos jueces, uno de los cuales fue la orientadora de este trabajo. Posteriormente categorizados en función del tipo de proceso de cuantificación visiblemente involucrado tales como el uso de contadores (por ejemplo: líneas) y los puntos de referencia conocidos en la recta (por ejemplo: cuando el estudiante decía “50 aquí” señalando el medio de la recta).

A continuación, se describen los procedimientos encontrados y las estrategias sistematizadas:

Tabla 11. Descripción de las estrategias y procedimientos

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN
1	Sin procedimiento visible. El estudiante no utiliza marcas o procedimientos visibles durante el proceso.
2	<p>Conteo uno a uno. Se utiliza el conteo de unidades simples o una combinación de conteo de unidades compuestas de diez más unidades simples, pero siempre manteniendo el mismo tamaño del intervalo entre las unidades independientemente de estas ser simples o compuestas. El punto de partida del conteo es uno de los puntos conocidos de la recta (inicial, medio o final). Se usaron recursos como el señalamiento, conteo signado, el dibujo de líneas sobre la recta o la escritura de la secuencia de numerales arábigos, como indicadores de conteo.</p> <p>Ejemplo: Para el numeral 8, cuenta uno a uno desde el punto inicial de la recta, realizando trazos sobre el papel hasta alcanzar el número solicitado.</p>  <p>Fuente: foto de la producción de un participante colombiano</p>
3	<p>Juicio proporcional. Explicita el uso de uno o varios puntos de referencia conocidos en la recta (inicial, medio, final) para llegar a una respuesta. Se usaron como recursos el señalamiento de puntos específicos de la recta antes de asignar un local de respuesta, o señas que especificaban dichos puntos.</p> <p>Ejemplo: Para el numeral 54, señala el punto medio de la recta con la mano izquierda, mientras que con la otra hace un gesto de “después”.</p>
4	<p>Mixta. El estudiante da una respuesta rápida y aproximada para un numeral conocido o una parte (decena) del numeral y posteriormente realiza un conteo de unidades simples para determinar la localización de la respuesta.</p> <p>Ejemplo: Para el numeral 73, señala un punto de la recta afirmando que “ahí está el 70” y después realiza la secuencia de conteo signado “71, 72, 73”.</p>
5	Otros. No es posible establecer un procedimiento, las respuestas parecen ser aleatorias, pues en general son rápidas y sin relación con la magnitud del numeral presentado.

Fuente: Análisis cualitativo de los datos del proyecto

Una vez discriminadas las estrategias, se realizó un análisis cuantitativo para identificar los tipos de estrategias más utilizados por los estudiantes de cada país en función del grado escolar, tanto para la recta 0-10 como para la recta 0-100.

Tabla 12. Uso de estrategias por grado y país en la recta 10

Grado	Estrategias					TOTAL	p	
	1	2	3	4	5			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
Brasil	1	1 (2,7)	<b>29 (35,8)</b>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	30 (20,7)	<b>&lt;0,001</b>
	2	10 (27)	20 (24,7)	2 (16,7)	3 (33,3)	<b>5 (83,3)</b>	40 (27,6)	
	3	12 (32,4)	21 (25,9)	<b>7 (58,3)</b>	5 (55,6)	0 (0)	45 (31)	
	4	<b>14 (37,8)</b>	11 (13,6)	3 (25)	1 (11,1)	1 (16,7)	30 (20,7)	
Colombia	1	<b>10 (38,5)</b>	10 (16,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	20 (17,4)	<b>0,006</b>
	2	6 (23,1)	18 (29)	4 (22,2)	2 (22,2)	0 (0)	30 (26,1)	
	3	5 (19,2)	14 (22,6)	<b>11 (61,1)</b>	5 (55,6)	0 (0)	35 (30,4)	
	4	5 (19,2)	20 (32,3)	3 (16,7)	2 (22,2)	0 (0)	30 (26,1)	

Fuente: Análisis de datos del estudio

En la Tabla 12 es posible identificar la presencia de dos estrategias utilizadas por los estudiantes de todos los grados escolares participantes en ambos países, estas son, las estrategias 1 (Sin Procedimiento) y 2 (Conteo). La primera de ellas se refiere a aquellos casos en los que no hubo ningún tipo de procedimiento observable para resolver la tarea, por lo que pueden ser interpretadas como respuestas producto de una estimación, sin evidencia del tipo de referentes utilizados. La segunda estrategia corresponde al uso del conteo, principalmente el conteo de unidades simples, creando diferentes tipos de objetos contables (palitos, puntos, toques sobre la recta). Llama la atención que el uso de las estrategias 3 (Juicio Proporcional) y 4 (Mixta), consideradas más complejas, aparecen sólo a partir del segundo año escolar en ambos países.

Los estudiantes brasileños tuvieron un incremento del uso de la estrategia 1 conforme avanzan de grado escolar, alcanzando un uso significativo en los estudiantes del 4 año. La estrategia 2 fue significativamente más utilizada por los estudiantes del primer

grado y su uso disminuye en los otros tres grados escolares analizados. La estrategia 3 fue principalmente utilizada por los estudiantes del 3 año. El uso de la estrategia 4 no estuvo significativamente asociado a ningún grado escolar, mientras que la estrategia 5 aparece principalmente en los estudiantes del grado 2.

Por su parte, en los estudiantes colombianos se identificó una disminución de la estrategia 1 conforme se avanzaba de grado escolar, teniendo un uso significativo en el primer grado. El uso de la estrategia 2, es decir, el conteo uno a uno, se incrementa a través de los grados, pero no estuvo significativamente asociado a ninguno de ellos. La estrategia 3 fue principalmente utilizada por los estudiantes del grado 3. La estrategia 5 no fue utilizada.

En el análisis por numeral no se encontraron diferencias significativas en el uso relativo de las estrategias (Brasil  $p=>0,999$  y Colombia  $p=0,832$ ).

Tabla 13. Uso de estrategias por grado y país en la recta 100

	Grado	Estrategia					p
		1	2	3	4	5	
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Brasil	3	<b>106 (66,3)</b>	62 (49,2)	1 (25)	36 (72)	0 (0)	0,001
	4	54 (33,8)	<b>64 (50,8)</b>	3 (75)	14 (28)	<b>3 (100)</b>	
Colombia	3	53 (60,2)	16 (23,9)	<b>65 (73,9)</b>	1 (3,4)	<b>18 (94,7)</b>	<0,001
	4	35 (39,8)	<b>51 (76,1)</b>	23 (26,1)	<b>28 (96,6)</b>	1 (5,3)	

Fuente: Análisis de datos del estudio

En la recta 0-100 nuevamente se encontró que entre los brasileros las estrategias más usadas fueron la 1 y la 2, es decir, la estrategia sin procedimiento observable y la estrategia de conteo. La estrategia 1 fue usada significativamente en el grado 3, mientras que la estrategia 2 y 5 lo fueron en el grado 4. Las estrategias 3 y 4 aparecieron entre los estudiantes brasileros, pero su uso no estuvo significativamente asociado a ninguno de los grados escolares analizados. En el caso de los estudiantes colombianos se observó que en el grado 3 el uso de la estrategia 3 (Juicio Proporcional) fue significativo. En el grado 4, las estrategias más usadas fueron la 2 y la 4.



En esta tarea se observa en general que el uso del conteo uno a uno disminuye en relación al uso de esta misma estrategia en la recta 1-10, mientras que el uso de las estrategias 1 y 3 se torna más relevante en este rango numérico que en el anterior.

### 3.3.2 Influencia del uso de estrategias en la precisión

En un nivel de análisis posterior se realizó un GEE para comparar las medidas de precisión relativa entre las estrategias previamente identificadas. Cuando significativo, el test post-hoc de Bonferroni fue utilizado.

Tabla 14. Precisión por estrategia en la recta 0-10

Estrategia	Brasil	Colombia
	% de precisión relativa (EP)	% de precisión relativa (EP)
1	14,6ab (4,0)	16,9 (4,2)
2	24,4a (2,8)	17,7 (3,2)
3	5,8b (1,4)	8,9 (3,4)
4	4,4b (2,4)	10 (2,7)
5	45c (8,2)	-
p*	<b>&lt;0,001</b>	0,148

Fuente: Análisis de datos del estudio

\*GEE Modelo

valores en porcentajes

Letras distintas muestran porcentajes estadísticamente diferentes

En la recta 0-10 hubo diferencias en la precisión relativa de los brasileros ( $p < 0,001$ ), encontrando que las respuestas más precisas fueron alcanzadas cuando los estudiantes utilizaron las estrategias 3 (Juicio Proporcional) y 4 (Mixta), en estas estrategias los estudiantes explicitaban el uso de puntos de referencias conocidos para segmentar la recta como forma de llegar a una respuesta, en el caso de la estrategia 4, esta utilizaba adicionalmente recursos de conteo. Ambas estrategias fueron adicionalmente las menos

utilizadas. Las respuestas menos precisas fueron obtenidas cuando los estudiantes utilizaron la estrategia 5 (Otras), esta estrategia se caracteriza por respuestas rápidas que no guardan una relación específica con el estímulo presentado, por lo que se consideran respuestas aleatorias. La estrategia 1 (Sin Procedimiento) no difirió estadísticamente de las estrategias 2, 3 y 4.

Entre los colombianos no se encontraron diferencias significativas en la relación precisión\*estrategia ( $p=0,148$ ).

Tabla 15. Precisión por estrategia en la recta 0-100

Estrategia	Brasil	Colombia
	% de precisión relativa (EP)	% de precisión relativa (EP)
1	15,0a (2,3)	24,3ac (6,1)
2	15,7a (2,9)	13,1ac (1,9)
3	7,8a (7,8)	6,8b (1,1)
4	11,6a (2,8)	8,6a (1,6)
5	28,3b (0,6)	19,0c (1,1)
p*	<0,001	0,001

Fuente: Análisis cuantitativa de los datos del proyecto

\*GEE Modelo

valores en porcentajes

Letras distintas muestran porcentajes estadísticamente diferentes

Los resultados en la recta 0-100 mostraron diferencias significativas en ambos países ( $p \leq 0,001$ ). En los estudiantes brasileiros se identificó que la precisión obtenida a través del uso de la estrategia 5 (Otras), fue diferente, en este caso menor, que la precisión alcanzada con las demás estrategias. Ya en relación a los estudiantes colombianos, encontramos que las mejores precisiones fueron alcanzadas utilizando la estrategia 3 (Juicio Proporcional), mientras que las peores precisiones estuvieron asociadas a las estrategias 5 (Otras), 2 (Conteo) y 1 (Sin Procedimiento), en ese orden respectivamente.

### 3.4 DISCUSIÓN

Los análisis de la precisión de estos estudiantes que fueron realizados separadamente y que se encuentran publicados en otro lugar (ver BEDOYA-RIOS; DORNELES, 2018), evidenciaron un bajo desempeño generalizado de ambos grupos de estudiantes, y teniendo en consideración la importancia de la habilidad de estimación en el desarrollo del conocimiento matemático (SIEGLER; BOOTH, 2004; SIEGLER; OPFER, 2003), consideramos importante señalar la necesidad de más estudios que permitan encontrar vías que faciliten su enseñanza a la población sorda. Nuestro propósito, en el presente estudio fue explorar una de las posibles causas que según la literatura podría estar llevando a los estudiantes sordos a este bajo desempeño en tareas de estimación, a saber, el uso de estrategias poco eficientes para resolver los problemas (BULL et al., 2011).

Más específicamente, el objetivo de este estudio era caracterizar los tipos de estrategias que estudiantes sordos usuarios de lengua de señas en las ciudades de Cali (Colombia) y Porto Alegre (Brasil) utilizaban para resolver una tarea de estimación numérica conocida como recta numérica, en su versión número para posición, presentada en dos rangos numéricos: 0-10 y 0-100. Inicialmente fueron descritos los procedimientos utilizados por los estudiantes y a partir de dichos procedimientos, así como de la literatura, fue posible construir cinco categorías generales para agruparlos. Cabe aclarar que se trata de estrategias construidas a partir de criterios del procedimiento observable y de las diferentes expresiones, afirmaciones o preguntas realizadas por los estudiantes en lengua de señas durante la ejecución de la tarea, y no a partir del auto-reporte de los participantes, pues entendemos que en el segundo caso la exigencia meta-cognitiva es mayor y en muchos casos el conocimiento procedimental implícito en las estrategias no puede ser explicitado por el alumno.

Las cinco estrategias encontradas dan cuenta de la utilización de diversos tipos de conocimiento a la hora de resolver una tarea de estimación numérica, tales como el conteo o el uso de juicios de proporcionalidad. De forma inevitable esto nos sitúa dentro de la discusión que varios autores sostienen en términos de la posibilidad de considerar la tarea de la recta numérica como una “medida pura” del sistema de representaciones de magnitudes. Para autores como Siegler y otros (DEHAENE, 1997; SIEGLER; OPFER, 2003; SIEGLER; BOOTH, 2004; LASKI; SIEGLER, 2007; BOOTH; SIEGLER, 2008; EBERSBACH; et al., 2008; EBERSBACH; LUWEL; VERSCHAFFEL, 2015), la tarea de

la recta numérica sirve como un reflejo de la línea numérica mental, que sería la forma en que el sistema de representaciones de magnitudes estaría organizado, de esta forma, la precisión de las repuestas y la forma en que estas cambian o no a lo largo de la recta permitirían evidenciar cómo está organizada dicha línea numérica mental, sin involucrar otro tipo de conocimiento. Mientras que para otros (BARTH; PALADINO, 2011; LINK; NUERK; MOLLER, 2014), es posible que esta tarea exija diversos tipos de conocimiento para su resolución, más allá de ser una representación directa de la línea numérica mental.

Los resultados de nuestro estudio mostraron inicialmente que existen varias formas a través de las cuales los estudiantes intentan llegar a una respuesta, dependiendo del conocimiento que tienen sobre las formas de cuantificar y sobre el número, conocimientos que pueden ser utilizados para solucionar la tarea, aunque su nivel de eficacia no sea el mejor (este aspecto específico será discutido más adelante). Encontramos un alto porcentaje de uso de procedimientos de cuantificación exacta y que no han sido previamente reportados en la literatura. Este hecho no se encuadra dentro de los resultados de Siegler y Opfer (2003); quienes proponen que los niños oyentes estiman en la tarea de la recta numérica independientemente del tiempo que se les dé para realizarla. Por lo tanto, podríamos pensar que se trata de un rasgo característico propio de la población sorda, sin embargo, otros estudios recientes realizados con niños oyentes brasileños también evidencian el uso de este tipo de estrategias de conteo en tareas de estimación numérica en las que el tiempo de presentación de cada problema no fue controlado (ver NOGUES; DORNELES, 2018).

Por otro lado, se encontraron evidencias del uso de estrategias de juicio proporcional (estrategia 3), que es poco utilizada en la recta 0-10, pero que en la recta 0-100 alcanza un porcentaje significativo de uso entre los estudiantes colombianos del tercer año. Este resultado apoya la propuesta de Bart y Paladino (2011) de un modelo basado en el juicio de proporciones, así como su discusión de que la tarea de la recta numérica involucra procesos deferentes a la expresión directa del tipo de representación mental del sistema de magnitudes. Además de la evidencia del uso de esta estrategia, en los resultados de algunas de las condiciones analizadas, el uso de la estrategia 3 estuvo asociado a una mejor precisión de las respuestas, es decir, la capacidad de utilizar puntos de referencia en la recta

para establecer un juicio de proporcionalidad, parece permitir que algunos estudiantes alcancen una respuesta más aproximada en algunos casos.

Sin embargo, esta interpretación debe ser llevada con cautela, ya que, aunque resulta evidente que los estudiantes pueden usar otros tipos de conocimiento para intentar resolver la tarea, existe la posibilidad de que algunos estudiantes obtengan mejores resultados en sus precisiones usando exclusivamente las estrategias 1 (Sin Procedimiento) y 2 (Conteo), tal es el caso de los estudiantes colombianos del primer grado, al resolver la recta 0-10. Esto podría indicar que, si bien los estudiantes pueden usar su conocimiento del conteo o su conocimiento sobre puntos específicos (por ejemplo, el punto medio) de la recta para segmentarla, el uso de estas estrategias es orientado o al menos está vinculado a las representaciones de magnitudes que el estudiante posee.

En lo que se refiere a la hipótesis de Bull de comprender el bajo desempeño en estimación en los sujetos sordos, a partir del análisis de las estrategias que usan a la hora de resolver tareas de este tipo (BULL et al., 2011), como ya mencionamos, en el presente trabajo encontramos que tanto en la recta 0-10 como en la recta 0-100 aparecieron estrategias asociadas a procesos diferentes a los supuestamente exigidos en la tarea de estimación en la recta numérica. Llamando la atención el amplio uso del conteo uno a uno, pues se trata de una estrategia que requiere de más tiempo y recursos cognitivos (memoria, control motor, etc.) y que en la gran mayoría de los casos conduce a respuestas poco precisas. En este sentido, la idea de que el bajo desempeño de los estudiantes sordos podría estar asociada al uso de estrategias poco eficientes parecería ser apoyada por nuestros datos. Buena parte de los estudiantes en los diferentes grados y principalmente en la recta 0-10, apelaron al uso del conteo, incluso después de confirmar que la consigna de la tarea les solicitaba: decir el lugar donde ese número se encontraría de forma aproximada, a lo que los estudiantes señalaban como: “lugar más o menos”, “idea”, “creo aquí”. Entonces, a pesar de reconocer la consigna y el objetivo de alcanzar una respuesta aproximada, muchos estudiantes acabaron usando la vía de la cuantificación exacta como la forma para encontrar un número dentro de la recta. Resaltando que, como se mencionó anteriormente, algunos (pocos) estudiantes consiguen respuestas más aproximadas independientemente del tipo de estrategia que utilicen, lo que en este caso podría interpretarse como una muestra de la

interacción de las representaciones de magnitud del individuo con otros tipos de conocimiento, a la hora de responder a una tarea de estimación numérica.

### 3.5 CONCLUSIONES

En la tarea de estimación en la recta numérica, versión número para posición, pueden ser utilizados otros tipos de conocimiento adicionales a la expresión “pura” de las representaciones mentales de las magnitudes, lo que fue evidenciado a través del uso por parte de los estudiantes tanto brasileros como colombianos, de diversos tipos de estrategias para resolver la tarea, las cuales podían incluir, por ejemplo, el conteo o el conocimiento sobre puntos específicos de la recta para establecer juicios de proporción a partir de ellos.

Los niños sordos tienden a tener dificultades para estimar y cuando pueden evitarlo, recurren al uso de procesos de cuantificación exacta con mayor frecuencia que a las estrategias de estimaciones aproximadas. En la recta 0-10 que representa el rango numérico menor y conocido por todos los participantes, la tendencia es transformar la tarea de estimación en una tarea de conteo, a pesar de saber que están yendo en contra de la consigna dada en la tarea. Por lo que es posible que el bajo desempeño alcanzado en las tareas de estimación numérica se encuentre relacionado con el tipo de estrategias que los estudiantes utilizan para obtener una respuesta, con una mayor precisión cuando estrategias de juicio proporcional son utilizadas.

Aunque, si bien existe evidencia del uso de diversas estrategias y de otro tipo de conocimiento involucrado en la tarea, el uso de una estrategia no determina en sí mismo el mayor o menor éxito en la tarea, pues al parecer estas estrategias interactúan - en algunos casos siendo guiadas - por la representación de magnitudes que el estudiante tiene y que le permite por ejemplo, ajustar el tamaño de las unidades-segmentos en los que divide la recta y llegar a una respuesta relativamente aproximada a través del uso del conteo.

### 3.6 IMPLICACIONES Y LIMITACIONES

Reconocer la posibilidad de que las representaciones de magnitudes interactúan con otros tipos de conocimiento numérico a la hora de responder en una tarea de estimación numérica puede - además de encajarse dentro de una discusión en el campo de la

psicología cognitiva y aportar evidencia que apoya uno de los lados en esta discusión – permitir pensar estrategias pedagógicas en las que la enseñanza de la cuantificación exacta y aproximada se acompañen, así como la enseñanza direccionada del juicio de proporciones como una forma de apoyar los procesos de estimación cuando se trabaja con la recta numérica como material en el aula.

Pero más importante aún, es que a partir de los resultados de nuestro trabajo evidenciamos la poca familiaridad que tienen los niños sordos con la recta numérica y del privilegio en el uso de conteo sobre estrategias de estimación propiamente dichas, reconociéndose de esta manera la necesidad de introducir la estimación numérica como un concepto-habilidad que los niños sordos requieren desarrollar dentro de la institución escolar, pues desde la literatura se reconoce que su aprendizaje sienta las bases para habilidades matemáticas posteriores tales como el cálculo aritmético.

En términos de las limitaciones de este trabajo, se reconoce que la utilización de otras tareas de estimación numérica, así como de tareas de estimación de cantidades podría permitir una visión más general sobre el funcionamiento del proceso de estimación por parte de la población sorda. Consideramos que la ampliación del rango numérico de las tareas permitiría tener una visión más profunda sobre las hipótesis que los estudiantes de grados menores tienen sobre los números.

## REFERENCIAS

ANGELINI, Arrigo. et al. **Matrices Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial**. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

BARTH, Hilary; PALADINO, Annie. The development of numerical estimation: evidence against a representational shift. **Development Science**, v. 14, p. 125–135, 2011.

BOOTH, Julie; SIEGLER, Robert. Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. **Child Development**, v. 79, p. 1016–1031, 2008.

BRAVO, Carlos Martín. Desarrollo cognitivo y problemas escolares en sordos/as. **Revista Pedagógica**, Tabanque, v. 10, p. 213-222, 1996.

BULL, Rebecca. **Deafness, numerical cognition, and mathematics.** En: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. (Ed.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 170-200). New York: Oxford University Press, Inc. 2008

BULL, Rebecca. et al. Numerical estimation in deaf and hearing adults. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n.4, p. 453–457. 2011.

DEHAENE, Stanislas. **The number sense: How the mind creates mathematics.** New York: Oxford University Press, 1997.

EBERSBACH, Mirjam. et al. The relationship between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9-year-old children: Evidence for a segmented lineal model. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 99, p. 1–17, 2008.

EBERSBACH, Mirjam; LUWEL, Koen; VERSCHAFFEL, Lieven. The relationship between children's familiarity with numbers and their performance in bounded and unbounded number line estimations. **Mathematical Thinking and Learning**, v.17, p. 136–154, 2015.

KRITZER, Karen. Barely started and already left behind: a descriptive analysis of mathematics ability demonstrated by young deaf children. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 14, n. 4, p. 409–421. 2009.

KUCIAN, Karin. et al. Mental number line training in children with developmental dyscalculia. **NeuroImage**, v. 57, p. 782-795. 2011.

LASKI, Elida; SIEGLER, Robert. Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LINK, Tanja; NUERK, Hans-Christoph; MOELLER, Korbinian. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8. 2014.

MASATAKA, Nobuo. Differences in arithmetic subtraction of nonsymbolic numerosities by deaf and hearing adults. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 11, n. 2, p. 139 – 143. 2006.

NOGUES, Camila; DORNELES, Beatriz. Desempenho em estimativa numérica de um grupo de alunos de 3º e 4º anos de ensino fundamental. *Bolema*, Rios Claro, SP, v.32, n. 60, 2018.



NUNES, Terezinha. **Teaching mathematics to deaf children**. Londres: Hurr Publishers Ltd., 2004.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. **Is hearing impairment a cause of difficulties in learning mathematics?**. En C. Donlan (Ed) *The development of mathematical skills* (pp. 227-254). United Kindom: Psychology Press Ltd., 1998.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 7, p. 120–133. 2002.

PAGLIARO, Claudia; KRITZER, Karen. The math gap: a description of mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. **Journal of deaf studies and deaf education**, v. 18, n. 2, p. 139-160. 2013.

RAVEN, John C. **Caderno de testes matrizes progressivas, Escala geral**. Rio de Janeiro: CEPA;1997.

RAVEN, John C. **Test de matrices progressivas, Escala general**. Normas 2da ed., 6ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012a.

RAVEN, John C. **Test de matrices progressivas, Escala coloreada**. Normas 2da ed. 5ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012b

SIEGLER, Robert; BOOTH, Julie. Development of numerical estimation in young children. **Child Development**, n. 75, p. 428–444, 2004.

SIEGLER, Robert; OPFER, John. The Development of numerical estimation: Evidence for multiple representation of numerical quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

## **4 RELACIÓN DE LOS NUMERALES EN LENGUA DE SEÑAS CON EL DESEMPEÑO EN ESTIMACIÓN NUMÉRICA Y CONTEO EN ESTUDIANTES SORDOS COLOMBIANOS Y BRASILEROS<sup>12</sup>**

### **RESUMEN**

La población sorda en general presenta un desfase en el aprendizaje matemático, respecto a la población oyente y sus dificultades parecen ser mayores en tareas que requieren habilidades simbólicas. Han sido exploradas diferentes hipótesis sobre este fenómeno sin llegar a ningún consenso. El presente estudio analiza si características propias de la lengua de señas, tienen algún efecto sobre el desempeño de estudiantes sordos en tareas de cuantificación exacta y aproximada. Fueron seleccionados 52 participantes, 29 brasileros (Porto Alegre) y 23 colombianos (Cali), usuarios de lengua de señas, estudiantes de 1° a 4° año de escolarización básica. Se presentó una tarea de estimación numérica en dos rangos (0-10 y 0-100) y dos tareas de conteo. Los resultados mostraron un mejor desempeño de los colombianos, principalmente en la recta 0-10 y la tarea de conteo de colecciones, en la primera tarea se encontraron diferencias en el numeral 5 y en la segunda tarea se encontró un punto de corte adicional en la secuencia de conteo en Libras.. Se discuten estos resultados a partir de las teorías sobre la influencia de la “transparencia” de los numerales y se resalta la importancia de nuevas investigaciones en este sentido.

**Palabras clave:** Niños sordos. Lenguas de señas. Conteo. Estimación numérica.

### **RESUMO**

A população surda apresenta uma defasagem na aprendizagem das matemáticas quando comparada com a população ouvinte e as dificuldades parecem ser maiores nas tarefas que envolvem habilidades simbólicas. Tem sido testadas diferentes hipóteses sobre

---

<sup>12</sup> Una primera versión de este artículo se encuentra publicada en las memorias del evento: VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEM 2018. ISBN: 978-85-98092-49-2. Disponible en: [http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/SIPEM/VII\\_SIPEM/schedConf/presentations](http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/SIPEM/VII_SIPEM/schedConf/presentations).

as possíveis causas desse fenômeno sem chegar em algum consenso. O presente estudo analisa se as características próprias das línguas de sinais tem efeito no desempenho dos estudantes surdos em tarefas de quantificação exata e aproximada. Foram selecionados 52 participantes, 29 brasileiros (Porto Alegre) e 23 colombianos (Cali), todos eles usuários da língua de sinais, estudantes do 2º ao 5º ano do ensino fundamental. Foram apresentadas uma tarefa de estimativa numérica em duas faixas (0-10 e 0-100) e duas tarefas de contagem. Os resultados mostraram um melhor desempenho dos colombianos, principalmente na reta 0-10 e na tarefa de contagem de coleções, na primeira tarefa foram encontradas diferenças no numeral 5 e na segunda tarefa foi encontrado um ponto de corte adicional na sequência de contagem em Libras. Esses resultados são discutidos a partir das teorias sobre a influência da transparência dos números e é ressaltada a importância de novas pesquisas nessa direção.

**Palavras-chave:** Crianças surdas. Línguas de sinais. Contagem. Estimativa numérica.

#### 4.1 INTRODUCCIÓN

Existen estudios comparativos entre el desempeño matemático de escolares sordos y oyentes en los que se cuenta con evidencia suficiente para proponer que los sordos tienen un desfase en el aprendizaje de las matemáticas, con un atraso estimado de 2,5 años respecto a sus pares oyentes (NUNES, 2004; KRITZER, 2009), pero las causas de esta mayor dificultad continúan siendo poco claras hasta el momento (BULL, et. al., 2011).

En términos de las habilidades de cuantificación aproximada, existen pocas investigaciones con población sorda, sin embargo, los datos que se tienen hasta el momento apuntan a que el proceso de subitización – que es la cuantificación rápida y exacta de pequeñas colecciones de hasta 4 elementos – se encuentra conservado y no difiere del desempeño de los oyentes, mientras que en el proceso de estimación numérica se observa una menor precisión en los adultos sordos, respecto a sus pares oyentes, aunque el tipo de representación mental que más se ajusta a su desempeño es la de tipo lineal, es decir, el mismo tipo de representación encontrado en la población oyente (BULL, 2008). En términos de las habilidades de cuantificación exacta, algunos trabajos han identificado

diferencias entre las poblaciones sorda y oyente en varios tipos de tareas de conteo, con un menor desempeño en general por parte de los sordos (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; KRITZER, 2009),

De esta forma, se identifica una diferencia en el desempeño de la población sorda en términos de las habilidades que involucran conocimiento numérico simbólico principalmente (BULL, 2008). Una hipótesis formulada al respecto es la del déficit de acceso a la información en la que se propone que la menor habilidad en las tareas simbólicas estaría relacionada con la dificultad de los sordos para acceder a los significados numéricos a partir de los símbolos; como producto de su menor experiencia con este tipo de representaciones, asociada con los factores de riesgo comunicativo que limitan las interacciones del sordo con el contexto social prioritariamente oyente (NUNES, 2004; BULL, et. al., 2011; PAGLIARO; KRITZER, 2013). Varios trabajos han explorado esta hipótesis, teniendo en consideración variables tales como la edad de aprendizaje de la Lengua de Señas (LS), el uso de LS en el contexto familiar y la condición auditiva de los padres, pero los resultados son poco conclusivos hasta el momento, pues algunos estudios identifican una influencia significativa de este tipo de variables en el desempeño matemático (WOOLFE; WANT; SIEGAL, 2002) mientras que otros estudios no han encontrado esta relación (KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013).

El presente trabajo centra su atención sobre un aspecto particular en este proceso de aprendizaje matemático de los sordos: el efecto de las características de la secuencia numérica en lenguas de señas puede tener sobre el desempeño en tareas de cuantificación. Puesto que, como se sabe, en los estudios con población oyente se ha encontrado reiteradamente que la transparencia de los numerales en una determinada lengua influye sobre las representaciones mentales del número y consecuentemente sobre el desempeño matemático de sus usuarios. Por ejemplo, lenguas asiáticas provenientes del chino antiguo son más transparentes que las indoeuropeas, en el sentido de que las primeras organizan las palabras de una forma más congruente con el sistema de numeración en base diez (12 sería dicho como “diez dos”) y esto facilita la comprensión del sistema de numeración (MILLER; STIGLER, 1987; MIURA et al., 1988; MIURA et al., 1994; LASKI; YU, 2014).

En la exploración de la relación entre cognición numérica y lengua de señas existen dos aproximaciones fundamentales. La primera de ellas da continuidad a los trabajos sobre el análisis de la transparencia del sistema numérico realizados con oyentes, mientras que en la segunda se propone que las representaciones mentales del número estarían vinculadas con aspectos de la cognición encarnada (representaciones somato sensoriales).

Dentro del primer tipo de aproximación se encuentra el trabajo de Fuentes y Tolchinsky (1999), quienes tenían como objetivo explorar las relaciones entre conocimiento del sistema numérico y el lenguaje, en niños con sordera profunda prelocutiva, con edades entre los 11 y 15 años. Los siete participantes estaban cursando 6º y 7º año de educación básica y se les solicitó resolver una tarea de escritura y una de lectura de numerales. Los resultados mostraron que para los estudiantes sordos era más fácil la tarea de escritura de numerales, en la que partían del numeral en LS para escribirlos en formato arábigo, mientras que, el paso de la representación arábica a la representación en LS (tarea de lectura) fue significativamente más complejo. Para las autoras esto sucede porque la secuencia numérica en LS catalana, posee representaciones más transparentes que el sistema arábigo. Por lo tanto, se concluye que los resultados de esta investigación apoyan la hipótesis de la transparencia en población sorda.

Otra investigación con conclusiones similares es el estudio realizada por Leybaert y Van Cutsem (2002). Estos autores realizaron un estudio comparativo entre pre-escolares sordos y oyentes en diferentes tareas de conteo, con el propósito de analizar el efecto tanto de la modalidad viso-manual de la lengua de señas, así como de la estructura de la secuencia numérica en LS, sobre el desarrollo y uso del conteo. Los participantes de ambos grupos tenían una edad de 3,5 años a 6,5 años.

Estos autores concluyen que los niños oyentes tienen un mayor conocimiento de las etiquetas numéricas verbales, lo que les permite “recitar” una secuencia de conteo muy larga a pesar de que en el conteo de colecciones su producción sea mucho más reducida, mientras que en los niños sordos este conocimiento parece desarrollarse de forma conjunta o más compacta, pues las etiquetas que son signadas en el conteo abstracto (sin colecciones) se corresponden al rango numérico en que ellos pueden contar los elementos de una colección. Adicionalmente, los errores de conteo encontrados estarían relacionados con la base que cada sistema usa, es decir, la base 10 en la lengua oral y la sub-base 5 en el

caso de la lengua de señas francesa belga. Evidenciando que el desempeño de los niños en tareas de conteo presenta diferencias entre ambas poblaciones en función de la estructura sintáctica de los numerales en su lengua correspondiente (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002).

Dentro del segundo tipo de aproximación, se encuentran los trabajos de Domahs y colegas (2010; 2011), quienes proponen que las representaciones numéricas mentales de los adultos oyentes y sordos son influenciadas por las características del conteo en los dedos que aprenden a utilizar culturalmente durante su infancia, de manera que el uso de patrones canónicos para el conteo en los dedos estructuraría el conocimiento matemático y podría influenciar el mejor o peor desempeño en tareas numéricas y matemáticas.

En uno de sus estudios comparativos transnacionales participaron adultos oyentes alemanes y chinos, así como un grupo de adultos alemanes sordos, quienes resolvieron una tarea de comparación numérica simbólica. El conteo de dedos usado en cada país tiene diferentes patrones, los chinos utilizan representaciones simbólicas para los numerales, usando una sola mano hasta el 9, mientras que los alemanes, tanto oyentes como sordos, representan el conteo usando ambas manos en sus patrones de dedos. Los autores encontraron un efecto de la semi-base 5, con tiempos de respuesta mayores en los participantes alemanes, lo que es explicado a través de una hipótesis de generación según la cual, crear representaciones para numerales mayores que 5 es más demorado puesto que se asocia con patrones de dedos más complejos pues involucran ambas manos (DOMAHS, et al., 2010).

En un estudio posterior, estos autores corroboraron su hipótesis de generación de las representaciones, la automaticidad en la activación de las representaciones manuales en tareas que no involucran el conteo en los dedos, así como la interacción de estas con otras formas de representación dependientes de la modalidad, lo que sería evidencia inconsistente con los modelos de procesamiento numérico amodal (DOMAHS, et al., 2011).

Este conjunto de evidencias dan origen al problema de investigación del que se ocupa este trabajo, pues resulta de nuestro interés comparar los efectos que las características de la Lengua de Señas Colombiana (LSC) y brasilera (Libras) puedan tener sobre el desempeño de los estudiantes sordos de los primeros años escolares en tareas de cuantificación (estimación numérica y conteo), para de esta forma abrir una discusión en

torno de aspectos representacionales que puedan estar influenciando la dificultad de los sordos en tareas matemáticas simbólicas.

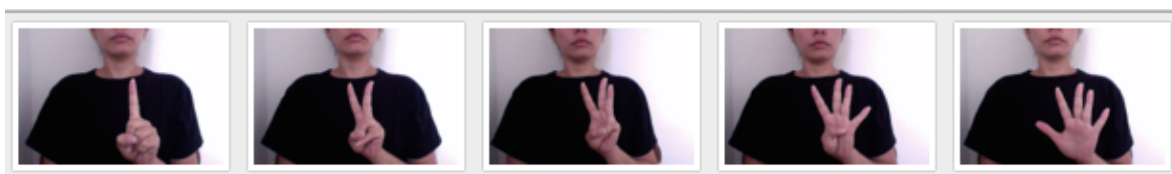
En el próximo apartado, se presenta una descripción de las principales características de los numerales en las dos lenguas de señas utilizados por los participantes de este estudio.

#### 4.1.1 Numerales en Lengua de Señas Colombiana (LSC)

La secuencia numérica completa es signada utilizando una sola mano, con excepción de las señas de “mil” y “millón” en las que es preciso usar ambas manos. El espacio de signación – o sea, el lugar en el espacio en relación al propio cuerpo en el cual las señas son realizadas – está situado frente al señante, a la altura del pecho y próximo al eje vertical del cuerpo, pero este puede variar en función de la posición del observador-interlocutor (OVIEDO, 2001). A continuación, se presenta una descripción de los números de 0 a 9 en LSC elaborada por la autora a partir de Diccionario básico de la LSC (INSOR, 2006), así como de las señas efectivamente utilizadas por profesores y estudiantes de las escuelas participantes en la ciudad de Cali.

*Numerales de 1 a 5.* Se representa de forma análoga la cantidad de elementos a través de la cantidad de dedos expuestos en la configuración de la seña. Se inicia con la palma de la mano orientada hacia el observador, el “1” se configura con el dedo índice extendido y los demás dedos cerrados sobre la palma; para el “2” se extienden los dedos índice y medio; y así sucesivamente hasta “5” extendiendo todos los dedos de la mano (ver figura 13).

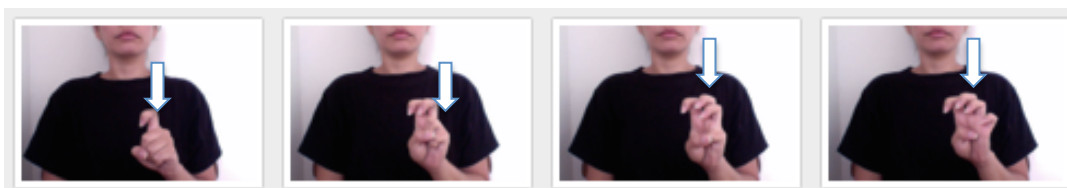
Figura 13. Representación del numeral 1 a 5 en LSC.



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numerales del 6 al 9.* Los numerales son representados a través de la cantidad de dedos en la configuración asociada a una flexión de los mismos. Es decir, se utilizan las mismas señas descritas anteriormente, seguidas de una flexión en la segunda falange de los dedos utilizados. El “6” se configura con el dedo índice que comienza extendido y luego es flexionado; mientras que los otros dedos permanecen cerrados sobre la palma de la mano. Para el “7” los dedos índice y medio son flexionados; y así hasta “9” donde los dedos índice, medio, anular y meñique son flexionados (ver figura 14).

Figura 14. Representación del numerales del 6 al 9 en LSC.



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numerales 0 y 10.* Tienen una representación simbólica. El “0” es representado formando un círculo con los dedos índice, medio, anular y meñique semi flexionados sobre el pulgar. Para el “10” la forma de la mano corresponde al puño cerrado en posición vertical con el pulgar levantado acompañado de un movimiento de giro de la muñeca, cuando forma parte de una expresión numérica que incluye unidades de otro orden como 318, la decena pasa a ser representada a través de la seña del 1.

Los demás numerales son construidos a partir de estas señas básicas organizadas secuencialmente. Esta secuencia incluye una regla de signación espacial, en la que cada nuevo dígito es levemente desplazado hacia un cuadrante más distal del cuerpo.

#### **4.1.2 Numerales en Lengua de señas brasileira (Libras)**

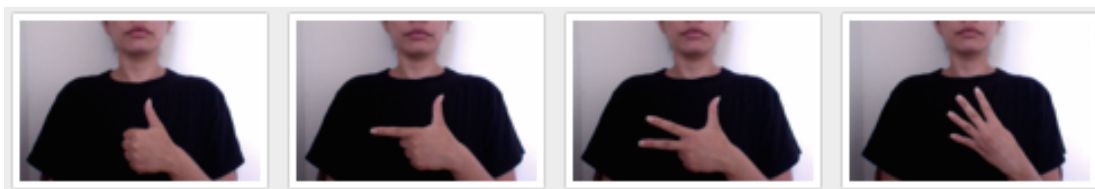
De forma similar a lo que ocurre en la LSC, en Libras, los numerales deben ser signados utilizando una sola mano y los marcadores lingüísticos como la forma de la mano o el tipo de desplazamiento, están relacionados con las variaciones de la configuración específica de cada numeral según el rango numérico. A continuación se presenta una



descripción de los números en Libras de 0 a 9 elaborada por la autora a partir de Mini diccionario ilustrado de Libras (FADERGS, 2010), así como de las señas utilizadas por profesoras y estudiantes en las tres instituciones participantes en la ciudad de Porto Alegre.

*Numerales de 1 a 4.* Señas de carácter analógico, en las que se extiende un dedo de la mano para representar la cantidad de elementos. Por ejemplo, para el numeral “1” se extiende el pulgar y los demás dedos permanecen cerrados sobre la palma, para el “2” se extienden los dedos pulgar e índice. Para “4” el pulgar permanece doblado sobre la palma de la mano mientras los demás dedos son extendidos (ver Figura 15).

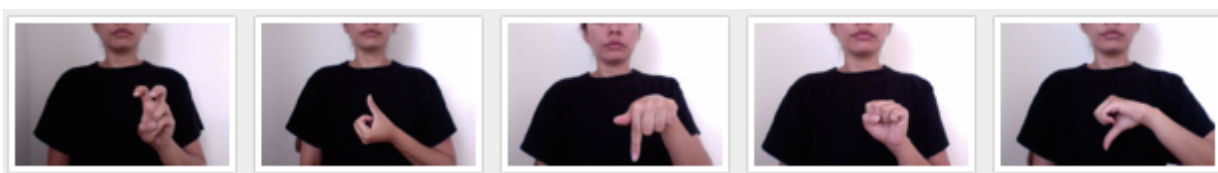
Figura 15. Representación de los numerales de 1 a 4 en Libras



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

*Numerales de 5 a 9.* Son señas simbólicas, donde la relación entre la configuración de la mano y la cantidad es arbitraria. En el caso de “6” y “9” la forma de la mano asemeja la forma de los numerales arábigos, por ejemplo, el “9” es signado con el dedo pulgar extendido hacia abajo y los otros cuatro dedos cerrados en dirección de la palma de la mano, el dedo índice toca el dedo pulgar formando un círculo (ver Figura 16).

Figura 16. Representación de los numerales de 5 a 9 en Libras.



Fuente: Imágenes elaboradas por la autora

***Numeral 0.*** Es simbólico, el “0” es representado formando un círculo con los dedos

índice, medio, anular y meñique semi flexionados sobre el pulgar.

Los demás numerales se construyen a partir de estas señas básicas en secuencia. Por ejemplo, el numeral 35, se representa por la secuencia de los signos “3” y “5”, primero se signa el “3” y posterior a un desplazamiento sobre el eje horizontal de la mano se signa el “5”.

## 4.2 MÉTODO

Se trata de un estudio comparativo transversal con dos grupos, de carácter no experimental. Esta investigación atendió a todos los requisitos del comité de ética de la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* y el proyecto fue registrado en la plataforma Brasil con el código No. 31575913.6.0000.5347.

### 4.2.1 Participantes

Fueron seleccionados un total de 52 estudiantes; con edades entre los 8 años, 7 meses y los 13 años, 5 meses, pertenecientes a cinco instituciones educativas para sordos que trabajaban con el enfoque bilingüe bicultural en las ciudades de Porto Alegre – Brasil (n=29) y Cali – Colombia (n=23). Los estudiantes estaban entre 1° y 4° año de escolarización formal. La edad de los participantes brasilero era de 120 meses en promedio (D.T= 23), mientras que la del grupo de colombianos era de 126 meses en promedio (D.T. = 23). Todas las instituciones atendían a estudiantes sordos de estratos socio-económicos bajo y medio-bajo.

Criterios de selección: 1) conocimiento de la LS suficiente para comprender las consignas de las tareas y 2) presentar un IQ igual o mayor al percentil 50 en el Test de Matrices Progresivas de Raven. El primer criterio fue evaluado por la profesora de cada grupo. Todos los participantes seleccionados tenían por lo menos un año y medio aprendiendo la LS de su país y demostraron tener conocimiento de la secuencia de conteo en LS hasta 20<sup>13</sup>. El segundo criterio fue evaluado por la experimentadora a través de la

---

<sup>13</sup> Este corresponde al rango numérico mínimo conocido, esperado para estudiantes del segundo año de escolarización.

presentación de los test Matrices Progresivas de Raven, Escala General normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012) y brasileras (RAVEN, J.C., 1997) y Escala Especial (ANGELINI et al., 1999).

#### 4.2.2 Instrumentos

*Tarea de la recta numérica.* Originalmente propuesta por Siegler (SIEGLER; OPFER, 2003) en su versión “número para posición”, consiste en la presentación de una hoja de papel con el dibujo de una línea recta con marcas en sus extremos que indican el rango numérico que contienen, el 0 en el extremo izquierdo y 10 ó 100 en el extremo derecho. Había un numeral arábigo en la parte superior de la hoja y se solicitó al estudiante realizar una marca sobre la recta indicando el posible lugar que ese número ocuparía. La tarea fue presentada individualmente y no se ofreció retroalimentación sobre la respuesta. No se limitó el tiempo utilizado para la tarea (ver ANEXOS A y B).

*Tarea de Conteo abstracto.* Adaptada de Leybaert y Van Cutsem, 2002. Consiste en la producción de la secuencia numérica de conteo en LS, sin que esta sea utilizada en una situación particular de cuantificación. Para iniciar se solicitaba al estudiante contar lo más alto que pudiera, la prueba se detenía cuando el estudiante no conseguía continuar el conteo o cuando llegaba hasta el numeral 100.

*Conteo de colecciones.* Para evaluar el uso del conteo en una situación de cuantificación se utilizaron 12 colecciones de 2 a 22 elementos, con colecciones repetidas para los numerales 4 y 5<sup>14</sup>. Se trataba de colecciones de puntos negros presentados en un pequeño rectángulo de papel y se solicitaba al estudiante responder cuantos puntos había en cada colección (ver ANEXO C).

Procedimiento: Todas las tareas fueron presentadas exclusivamente en lengua de señas, por la experimentadora en LSC y por una profesora interprete de Libras. Inicialmente la experimentadora presentó el test de Raven grupalmente, siguiendo todas las condiciones de aplicación sugeridas por el manual. Una vez seleccionados los estudiantes en cada país, se les presentó las tareas de estimación y conteo individualmente y en una única sesión, en un tiempo de aproximadamente una hora. Inicialmente se recolectaron los

---

<sup>14</sup> Esto debido a que los numerales 4 y 5 representan los puntos en que la Libras y la LSC cambian las reglas de signación respectivamente.

datos en Porto Alegre y posteriormente en Cali, pero todos los datos fueron recolectados dentro del mismo año escolar, 2017.

### 4.3 RESULTADOS

Inicialmente se realizaron los análisis descriptivos del desempeño en las diferentes tareas, la precisión para las tareas de recta numérica fue calculada a través de la fórmula (Ecuación 1) de Siegler y Booth (2004), en la tarea de conteo abstracto se tomó como medida el límite de conteo alcanzado y en la tarea de conteo de colecciones se estableció una puntuación global para cada estudiante a partir de la concordancia de su respuesta con la cantidad de elementos en la colección presentada.

$$\left| \frac{\text{Estimación realizada por el estudiante} - \text{Número a ser estimado}}{\text{Escala de las estimaciones}} \right| \quad (\text{Ecuación 1})$$

Es preciso aclarar que teniendo en cuenta las características de esta ecuación se evalúa el error absoluto, por lo tanto, cuanto más se aproxima de 0 un resultado, mayor es la precisión de la respuesta.

Tabla 16. Análisis descriptivos de las tareas de estimación y conteo por país

Tarea	Brasil			Colombia		
	media (DT)	mediana [c1; c3]	min - máx	media (DT)	mediana [c1; c3]	min - máx
Recta 10	0,20 (0,14)	0,20 [0,07; 0,32]	0,02-0,52	0,16 (0,11)	0,12 [0,08; 0,22]	0,02-0,36
Recta 100	0,15 (0,07)	0,13 [0,09; 0,21]	0,03-0,27	0,14 (0,09)	0,11 [0,07; 0,19]	0,04-0,35
C. Abs	75,6 (35)	100 [32,5; 100]	17-100	82,3 (31,1)	100 [60,0; 100]	15-100
C. Col. (%)	93,7 (6,2)	91,7 [91,7; 100]	83,3-100	95,7 (4,9)	100 [91,7; 100]	83,3-100

Fuente: Datos del estudio

En los análisis descriptivos presentados en la Tabla 16, se identifica que las medias de la precisión de los colombinos son más próximas de cero, es decir, que sus respuestas fueron más precisas, principalmente en la recta 0-10, donde los colombianos alcanzaron una precisión media de 0,16, mientras que los brasileros obtuvieron una precisión de 0,20.

En las tareas de conteo, la mayor diferencia en la media de acierto se observó en el Conteo Abstracto, donde el promedio del límite de conteo de los estudiantes colombianos fue de 82,3, mientras que los estudiantes brasileros consiguieron contar en promedio hasta 75,6. Los resultados de una prueba t para muestras independientes mostraron que estas diferencias globales entre los países no fueron significativas.

Se realizaron análisis posteriores más minuciosos para cada una de las tareas, en donde fue posible identificar algunas diferencias significativas que son descritas a continuación. No se encontraron diferencias en la tarea de estimación en la recta numérica 0-100, razón por la que sus resultados no son presentados.

Tabla 17. Precisión en la recta 10 por numeral y país

Numeral	Brasil	Colombia	p#
	media (DT) [n]	media (DT) [n]	
2	0,08 (0,05) [29]	0,07 (0,05) [23]	0,230
4	0,18 (0,12) [29]	0,14 (0,14) [23]	0,360
5	0,22 (0,16) [29]	0,13 (0,12) [23]	<b>0,036</b>
7	0,27 (0,20) [29]	0,21 (0,18) [23]	0,263
8	0,26 (0,26) [29]	0,23 (0,20) [23]	0,649

Fuente: Datos del estudio

Cuando comparada la media del numeral con cero por el test t para una muestra, todos presentaron  $p < 0,001$

p# - comparación entre los países por el test t para muestras independientes

Con el propósito de determinar si existían patrones de acierto/error o precisión que pudieran estar relacionados con las características de los numerales en LS, se incluyó la variable numeral en los análisis. Los resultados mostraron diferencias en las tareas de estimación y de conteo de colecciones cuando fueron considerados los numerales presentados. Se encontró que en la tarea de recta 0-10 existen diferencias significativas entre los países en el numeral 5 (ver Tabla 17), con un mejor desempeño de los colombianos ( $t=0,036$ ).

Tabla 18. Límite de conteo en la tarea de conteo abstracto por grado y país

Grado	Brasil	Colombia	TOTAL	pPaís	pGrado	pInteracción
	media (EP)	media (EP)	media (EP)			
1	36,33 [14,76; 57,91]	68,50 [42,08; 94,92]	52,42a [35,36; 69,47]	0,359	<0,001	0,289
2	59,25 [40,57; 77,93]	64,17 [42,59; 85,74]	61,71a [47,44; 75,98]			
3	100,00 [82,39; 117,61]	90,57 [70,60; 110,54]	95,29b [81,97; 108,60]			
4	99,83 [78,26; 121,41]	99,83 [78,26; 121,41]	99,83b [84,58; 115,09]			
TOTAL	73,85 [63,89; 83,82]	80,77 [69,51; 92,03]				

\*letras distintas representan medias de límite de conteo estadísticamente diferentes

Test de ANOVA 2 way

En la tarea de conteo abstracto fue utilizado un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias del límite (último numeral contado correctamente en la secuencia) de conteo de los alumnos entre países, grado e interacción (grado\*país). El test post-hoc de Tukey fue utilizado cuando los efectos principales fueron significativos.

Los resultados (ver Tabla 18) mostraron que la interacción entre las variables país y grado no fue significativa ( $F_{52;3}=1,291$ ;  $p=0,289$ ). Entre los efectos principales, el factor país no fue significativo ( $F_{52;1}=0,859$ ;  $p=0,359$ ), siendo que solamente el factor grado se mostró significativo ( $F_{52;3}=9,827$ ;  $p<0,001$ ). Al analizar esta diferencia entre grados se encontró que los grados iniciales tienen medias más bajas cuando son comparados con los grados más avanzados. El límite de conteo de los estudiantes de los grados 1 y 2 se encuentra alrededor del número 60 – con excepción del grado 1 en Brasil, donde el límite medio de conteo fue inferior (36) – mientras que, por su parte la mayoría o la totalidad de los estudiantes de 3° y 4° año de ambos países saben contar adecuadamente hasta 100.

Tabla 19. Acierto en la tarea de conteo de colecciones por numeral y país

Numeral	Brasil	Colombia	Total	pNumeral	pPaís	pInteracción
	media [IC95%]	media [IC95%]	media [IC95%]			
2	100 [100; 100]	100 [100; 100]	100 [100; 100]	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,457
4	100 [100; 100]	100 [100; 100]	100 [100; 100]			
5	100 [100; 100]	100 [100; 100]	100 [100; 100]			
7	100 [100; 100]	100 [100; 100]	100 [100; 100]			
8	100 [100; 100]	95,7 [74,8; 99,4]	100 [100; 100]			
9	94,8 [85,6; 98,3]	97,8 [86,4; 99,7]	96,6 [90,3; 98,9]			
12	79,3 [61; 90,4]	95,7 [74,8; 99,4]	90,2 [75,4; 96,5]			
22	55,2 [37,2; 71,9]	60,9 [40,2; 78,2]	58 [44,2; 70,7]			
TOTAL	100 [100; 100]	100 [100; 100]				

Fuente: Datos del estudio

Modelo GEE

En la tarea de conteo de colecciones (ver Tabla 19) se identificó un efecto de las variables país y numeral, es decir, existen diferencias significativas en los resultados entre países, con mayores porcentajes de acierto en los estudiantes colombianos y diferencias significativas entre los numerales presentados dentro de cada país con una tendencia de mayores porcentajes de acierto en el conteo de colecciones menores. El punto de corte, es decir, los numerales entre los cuales el acierto disminuye en ambos países es entre 12 y 22, pero adicionalmente en el caso de los brasileros hay otro punto de corte entre los numerales 9 y 12.

#### 4.4. DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo era comparar los posibles efectos que las características de la secuencia numérica en LSC y Libras puedan tener sobre el desempeño de los estudiantes sordos en tareas de cuantificación: estimación y conteo. Para lo que se presentaron 3 tareas, una tarea de estimación en la recta numérica en los rangos 0-10 y 0-

100, y dos tareas de conteo, una de conteo abstracto (secuencia) y una de conteo de colecciones.

Desde los resultados del análisis descriptivo fue posible identificar algunas diferencias en el desempeño de los estudiantes de ambos países. Los colombianos fueron más precisos que sus pares brasileños en las tareas de estimación, principalmente en la recta 0-10 (media=0,16), alcanzaron una secuencia de conteo más larga (media=82,3) y un porcentaje de acierto levemente mayor en el conteo de colecciones (media=95,7). Pero estos resultados globales no resultaron ser estadísticamente diferentes entre los países. Sin embargo, al introducir las variables grado escolar y numeral presentado, fue posible reconocer diferencias significativas en algunas de las tareas: recta 0-10, conteo abstracto y conteo de colecciones.

En la tarea de conteo abstracto, los resultados mejoraron significativamente entre grados, los mejores desempeños fueron encontrados en los estudiantes de los grados más avanzados (3° y 4°). Pero no se encontraron diferencias estadísticas entre los países. Esto puede evidenciar que se trata de dos poblaciones con un desarrollo similar de su secuencia numérica de conteo, donde el límite de conteo se va ampliando conforme se avanza de grado escolar en la medida que los estudiantes tienen experiencias con números cada vez mayores. Sin embargo, llama la atención la diferencia de las medias entre ambos países en el primer grado, pues, mientras los estudiantes brasileños cuentan hasta 36 en promedio, los colombianos llegan en promedio hasta el número 68. A pesar de esta diferencia inicial, en ambos países la gran mayoría de los estudiantes logran contar hasta 100 a partir del grado 3°.

Los resultados de las tareas de estimación en la recta numérica y de conteo de colecciones fueron analizados en función de los numerales presentados, teniendo en consideración que cada lengua de señas posee reglas sintácticas con una representación manual particular. Y partiendo del supuesto de que los numerales en LS – ya sea por la mayor o menor transparencia de su organización (FUENTES; TOLCHINSKY, 1999) o por el efecto de los patrones manuales implicados en el conteo (DOMAHS, et al., 2010; 2011) – influyen sobre el desempeño matemático, ya que estos permiten estructurar el conocimiento numérico (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002)..



En la tarea de la recta numérica una diferencia significativa que resulta interesante es la mayor precisión de los estudiantes colombianos para ubicar el numeral 5 en una posición más próxima del centro de la recta (0-10), mientras que los brasileros tienden a subestimar este mismo numeral. Cabe la hipótesis de que la representación analógica del 5 en la LSC facilite la representación mental de su magnitud y su consecuente localización en la tarea de la recta, mientras que la configuración manual del número 5 en Libras, que corresponde a un elemento nuevo y arbitrario – ya que se trata de una representación simbólica – al ser más opaca, resulte en una mayor dificultad de los brasileros para representar tal magnitud. Principalmente durante el primer año escolar, que es justamente cuando los estudiantes cuentan con menos experiencias numéricas, debido al desfase comunicativo que tienen con su entorno (NUNES, 2004). Por lo tanto, es posible que durante estos primeros años de escolarización, el desempeño de los estudiantes y sus representaciones sobre el número dependan más de las “ayudas” que los sistemas de representación culturales les puedan ofrecer, es este caso los números en lengua de señas.

De esta forma, estos resultados van al encuentro de las propuestas de algunos autores, quienes han encontrado previamente que la forma en que la semi-base 5 es representada en el conteo manual o la lengua de señas afecta el desempeño matemático (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; DOMAHS, et al., 2010). Aunque cabe resaltar, que las diferencias encontradas entre ambos grupos de participantes en esta tarea, se encuentra justamente en el punto de corte entre numerales analógicos y simbólicos, siendo evidencia de un efecto de la transparencia de los numerales, lo que se contrapone a la propuesta de Domahs y colegas (2011), para quienes los factores motores involucrados en los patrones de dedos fueron más relevantes que los factores semánticos. Pero que se encuentra en concordancia con las propuestas de Fuentes y Tolchinsky (1999) y Leybaert y Van Cutsem (2002), quienes proponen que la transparencia de la lengua de señas tiene una influencia sobre el desempeño.

En la tarea de conteo de colecciones, se identificó que las variables País y Numeral fueron significativas. En términos del País, se encontró que el acierto de los estudiantes colombianos fue mayor y en términos de la variable Numeral, se identificó que las respuestas eran más acertadas en los numerales menores. No hubo interacción entre estas variables puesto que el efecto del Numeral es el mismo en ambos países. Es interesante

resaltar que el punto de corte encontrado entre 12 y 22 en ambos países corresponde a la diferencia entre las magnitudes de las colecciones, pues como se sabe, cuanto mayor es un número, la precisión con que es cuantificado disminuye (SIEGLER; BOOTH, 2004). Pero, entre los brasileros se observa una disminución del desempeño entre los numerales 9 y 12, que no es evidente dentro del grupo de los colombianos, esto también podría relacionarse con las diferencias en las LS, puesto que en Libras a partir del número 10, los numerales se componen de dos señas en secuencia. Mientras que en LSC, los estudiantes de los grados más avanzados han desarrollado señas del 11 al 15 que eliminan esta regla de signación, compactando las dos señas de cada unidad de orden en una única seña, lo que podría estar contribuyendo a su mejor desempeño, pues cuantos menos elementos se requieren en la representación manual, mejor es el desempeño matemático que se alcanza (DOMAHS, et al., 2010).

#### 4.5 CONCLUSIONES

Cuando se analizaron las medidas de desempeño en función de los numerales presentados en cada una de las tareas, es posible identificar algunas diferencias relevantes. La primera de ellas es la mejor precisión de los estudiantes colombianos para estimar el numeral 5 en la recta 0-10. En segundo lugar, en la tarea de conteo de colecciones se encontró efecto de las variables País y Numeral, así como una disminución del acierto de los brasileros en la tarea entre los numerales 9 y 12.

Estas diferencias parecen estar relacionados con algunas de las variaciones entre los sistemas de signación numérica en LSC y Libras, pues el 5 es justamente un punto diferencial entre ambas lenguas, ya que es un numeral representado analógicamente en la LSC y simbólicamente en Libras. Por otro lado, en LSC los numerales 9 y 12 son representados a través de una sola seña, a diferencia del Libras donde el numeral 9 se representa con una seña y el numeral 12 requiere la concatenación de dos señas. Es decir, las diferencias estadísticas coinciden con puntos que marcan diferencias sintácticas entre las lenguas de señas utilizadas por los participantes.

De esta forma, es posible que el mejor desempeño de los sordos colombianos tanto en la tarea de estimación como en las de conteo, ya citadas, señale que algunas características específicas de la LSC puedan estar facilitando la representación o

comprensión de algunos aspectos del número, mientras que el carácter más arbitrario y opaco de la secuencia numérica en Libras dificulta el desempeño de sus usuarios, principalmente durante los primeros grados escolares.

#### 4.6 IMPLICACIONES Y LIMITACIONES

La influencia de las características de los numerales en las lenguas orales es un tema discutido en la literatura en el área de la cognición numérica, y se cuenta con evidencias que indican que la mayor transparencia de las relaciones de composición en las palabras número de una lengua puede facilitar el aprendizaje matemático de sus hablantes. Pero lo que ocurre con la lengua de señas y la forma en que sus características influyen el aprendizaje matemático de sus usuarios es un tema mucho menos recurrente. Los resultados del presente estudio aportan nueva evidencia sobre la influencia de la transparencia en las lenguas de señas sobre el desempeño matemático de los estudiantes sordos.

Específicamente, los resultados muestran diferencias en el desempeño de los estudiantes sordos de dos países que usan lenguas de señas con características propias para signar la secuencia numérica, algunas de estas diferencias en el desempeño están asociadas con tales características de las LS de cada país. Aspectos como el carácter analógico o simbólico de la representación, así como el uso de una o dos señas concatenadas para expresar numerales bidígitos, resultan relevantes en algunas de las tareas presentadas y se articulan con algunas discusiones teóricas dentro del campo de la cognición “encarnada”, es decir, que permite pensar la forma en que las representaciones corporales, específicamente manuales, se organizan y estructuran el conocimiento matemático.

Desde el plano de lo pedagógico esto puede tener algunas utilidades interesantes en términos de pensar formas de representaciones alternativas de los numerales en LS, cuando los estudiantes están aprendiendo la secuencia numérica de conteo, como una forma de ayudar a ampliar los significados numéricos.

Las limitaciones del presente estudio se centran en algunos aspectos del método, como la necesidad de un control de variables más riguroso en las tareas, principalmente en los estímulos presentados que permitan verificar algunas de las diferencias más notables entre LSC y Libras.

## REFERENCIAS

ANGELINI, Arrigo. et al. **Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial**. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

BULL, Rebecca. **Deafness, numerical cognition, and mathematics**. En: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. (Ed.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 170-200). New York: Oxford University Press, Inc. 2008.

BULL, Rebecca. et al. Numerical estimation in deaf and hearing adults. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n.4, p. 453–457. 2011.

DOMAHS, Frank. et al. Embodied numerosity: Implicit hand-based representations influence symbolic number processing across cultures. **Cognition**, v. 116, p. 251-266. 2010.

DOMAHS, Frank. et al. Multimodal semantic quantity representations: Further evidence from korean sign language. **Frontiers of Psychology**, v. 2, p. 389. 2011.

FADERGS. SAT Serviço de ajudas técnicas: Mini dicionário ilustrado de LIBRAS. Porto Alegre: 2010.

FUENTES, Mariana; TOLCHINSKY, Liliana. La influencia de la lengua en el aprendizaje de los numerales: el caso de los niños sordos profundos prelocutivos. **Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología**, v. 19, n. 1, p. 19-32.1999.

INSOR. Diccionario básico de la lengua de señas colombiana. Bogotá: 2006.

KRITZER, Karen. 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**, n. 14, p. 409-421, 2009.

LEYBAERT, J.; VAN CUTSEM, M.-N. Counting in sign language. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 81, p. 482-501, 2002.

MILLER, Kevin; STIGLER, James. Counting in Chinese: Cultural variation in a basic cognitive skill. *Cognitive Development*, v. 2, p. 279-305. 1987.

MIURA, Irene, et al. Effects of language characteristics on children's cognitive representation of number: Cross-national comparisons. **Child Development**, v. 59, n. 6, p. 1445-1450. 1988.

MIURA, Irene; et al. Comparisons of children's cognitive representation of number: China, France, Japan, Korea, Sweden and the United States. **International Journal of Behavioral Development**, v. 17, n. 3, p. 401- 411.1994.

NUNES, Terezinha. **Teaching mathematics to deaf children**. Londres: Hurr Publishers Ltd., 2004.

OVIEDO, Alejandro. **Apuntes para una gramática de la lengua de señas colombiana**. Santiago de Cali: Universidad del Valle, INSOR, 2001.

PAGLIARO, Claudia; KRITZER, Karen. The math gap: a description of mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. **Journal of deaf studies and deaf education**, v. 18, n. 2, p. 139-160. 2013.

RAVEN, John C. **Caderno de testes matrizes progressivas, Escala Geral**. Rio de Janeiro: CEPA;1997.

RAVEN, John C. **Test de matrices progressivas, Escalas general y coloreada**. Normas 2da ed., 6ta. Reimpresión. Buenos Aires: Paidós, 2012.

SIEGLER, Robert; BOOTH, Julie. Development of numerical estimation in young children. **Child Development**, n. 75, p. 428-444, 2004.

SIEGLER, Robert; OPFER, John. The Development of numerical estimation: Evidence for multiple representation of numerical quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

WOOLFE, T.; WANT, S.C.; SIEGAL, M. Signposts to development: theory of mind in deaf children. **Child Development**, n. 73, p. 768-778, 2002.

## 5 CONSIDERACIONES FINALES

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se ven influenciados por una gran cantidad de factores, por ello en el caso de estudiantes con características sensoriales y/o cognitivas particulares, es fundamental reconocer la forma en que dichas características se relacionan con tales procesos.

En la población sorda, se presenta una disminución o pérdida de la audición, que fácilmente puede generar una situación de limitación comunicativa, debido al predominio de las lenguas orales en contextos cotidianos y a las dificultades que esta situación impone; en el acceso a diferentes tipos de información. Como se mencionó a lo largo del presente trabajo, esto representa una condición de riesgo que conlleva a que los niños sordos no desarrollen aprendizajes matemáticos incidentales suficientes durante sus primeros años (BRAVO, 1996; NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004; KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013). Hecho que sentaría la base para el desfase evidenciado entre las poblaciones sorda y oyente, del cual se tiene evidencia en diferentes países y épocas (NUNES, 2004; KRITZER; PAGLIARO, 2013). Para algunos autores estas dificultades se observan principalmente durante la etapa escolar y se incrementan conforme se avanza de nivel educativo (NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004), mientras que para otros el desfase inicia en una edad más temprana y compromete aspectos del entorno familiar (KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013).

Sin embargo, a pesar de las grandes dificultades que esta población tiene con las matemáticas, la gran mayoría de estudios realizados tanto desde la pedagogía como desde la psicología cognitiva se centran en diferentes aspectos del aprendizaje de la lengua, ya sea esta de señas, escrita u oral. Pero a pesar de que las investigaciones en el área de la cognición numérica, sobre el aprendizaje matemático de los sordos son menos frecuentes, existe un relativo consenso en términos del bajo desempeño de esta población respecto al de sus pares oyentes. El presente estudio parte del reconocimiento de la existencia de este desfase entre las poblaciones, pero también intenta llamar la atención sobre el poco conocimiento que se tiene sobre las posibles causas de este fenómeno (BULL et al. 2011).

Diferentes estudios han explorado variadas hipótesis, encontrando evidencia que señala que los niños sordos tienen competencias suficientes para adquirir conocimientos y

habilidades propias del dominio matemático (HITCH; ARNOLD; PHILLIPS, 1983; MULHERN; BUDGE, 1993; ZAFARTY; NUNEZ; BRYANT, 2004; BULL, 2008), especialmente cuando cuentan con las condiciones estructurales en sus entornos de desarrollo que les permitan acceder a la información numérica (KRITZER, 2009; PAGLIARO; KRITZER, 2013). En este sentido es importante continuar explorando los diferentes factores que llevan a que la condición de riesgo termine convirtiéndose en una dificultad de aprendizaje matemático en gran parte de los estudiantes sordos. Pero para entender este fenómeno, es necesario conocer no sólo las características de la población y del medio educativo, sino también las características propias del dominio numérico y los procesos cognitivos asociados a su comprensión.

El panorama educativo de los estudiantes sordos es complejo y son múltiples los factores que sin duda intervienen en su desfase del aprendizaje matemático, a pesar de ello, el presente estudio se centra en algunos factores específicos y previamente analizados desde el área de la psicología cognitiva y la cognición numérica. Este trabajo parte de las siguientes preguntas generales: ¿Las dificultades en el desempeño matemático en la población sorda responden principalmente a factores intrínsecos de su sistema de representación de magnitudes? ¿Este bajo desempeño se asocia a dificultades meta-cognitivas en términos de una utilización de estrategias menos eficientes para resolver las tareas? ¿O sus resultados están más asociados con aspectos culturales que organizan el pensamiento matemático tal como sería el caso de las características de los numerales en lengua de señas?

Cada uno de los estudios propuestos se enfocó en una de estas preguntas, que subyacen a su diseño y se propusieron preguntas u objetivos específicos dentro de cada uno de ellos. En el siguiente apartado, se recogen los principales resultados encontrados en cada estudio y finalmente se propone una discusión más global que intenta responder a estas preguntas generales.

El primer estudio analizó el desempeño de los alumnos sordos colombianos y brasileros en términos de su precisión en la tarea de estimación en la recta numérica utilizada, además, analizó el ajuste de dichos resultados a los modelos de representación de magnitudes previamente propuestos en la literatura: logarítmico (DEHAENE, 1997), modelo acumulador (GIBBON; CHURCH, 1981 citado por SIEGLER; OPFER, 2003),

lineal simple (SIEGLER; OPFER, 2003) y duplo-lineal (EBERSBACH et al., 2008). Ya desde los primeros análisis de la precisión, se identificó el bajo desempeño de los estudiantes de ambos países en esta tarea de estimación numérica, es decir, respuestas poco precisas en donde la localización de los numerales era muy subestimada o sobreestimada, algo que estaba dentro de lo esperado según el reporte de otros estudios (BULL 2008; BULL et al. 2011).

Los análisis de la precisión mostraron, un mejor desempeño global en la tarea de la recta 0-10 que en la recta 0-100, lo que era de esperarse pues se trata de magnitudes menores que resultan más fáciles de ser representadas y manipuladas (DEHAENE, 1997), con las que adicionalmente los estudiantes tienen mayor experiencia desde sus primeros años escolares (SIEGLER; OPFER, 2003). Adicionalmente, se encontró que los estudiantes colombianos alcanzaron un mejor desempeño en la recta 0-10, con una diferencia significativa entre ambos países en el grado 1. Los brasileros evidenciaron diferencias (incremento) en el desempeño según el grado escolar, mientras que en los colombianos no se identificó tal diferencia. En la recta 0-100 no hubo diferencias en los resultados de los dos países, ni entre los grados escolares. Al analizar la precisión por numeral, se encontraron diferencias significativas en el numeral 5 en la recta 0-10, con un mejor desempeño de los colombianos, así como en el numeral 39 en la recta 0-100. Cuando se analizaron los modelos de representación más ajustados al desempeño de los alumnos, se encontró que, en el caso de los estudiantes colombianos, el mayor ajuste en los diferentes grados escolares se encontraba en el modelo de tipo lineal simple, mientras que en los estudiantes brasileros el modelo más ajustado fue variando a través de los diferentes grados escolares y rangos numéricos analizados, con un predominio del modelo cuadrático en la recta 0-10 y presencia de los modelos duplo linear y logarítmico en la recta 0-100 .

Así, el primer estudio presenta unos resultados que son novedosos en tanto que no hay un estudio previo de este tipo que compare o describa poblaciones similares a las que participaron de nuestra investigación. Realizamos una caracterización del desempeño de los estudiantes en ambos países, encontrado generalidades previamente señaladas por otros autores, como la ya mencionada facilidad de la tarea de estimación en la recta 0-10 en función de su magnitud menor, sin embargo, llama la atención que fue justamente en este rango numérico, más conocido por los estudiantes y “más fácil” de resolver, donde



encontramos mayores diferencias entre los grupos analizados. Es importante señalar que estas diferencias entre países no se encuentran limitadas a la precisión, sino que también abarcan los resultados del ajuste de los modelos de representación analizados, lo que para algunos autores mostraría que esta diferencia en el desempeño estaría asociada con la forma en que los participantes brasileños y colombianos representan mentalmente los números. Y si bien en ambos grupos predominan las representaciones de tipo lineal, son los estudiantes colombianos quienes mostraron de forma más consistente la utilización de representaciones lineales simples, que según Siegler y sus colegas, son un indicador de una mejor comprensión del número dentro de estos rangos numéricos específicos.

Esta diferencia entre los países puede ser explicada por varios factores, uno de ellos son los aspectos de orden pedagógico, puesto que, existen características propias del currículo de cada escuela, así como del trabajo realizado por cada profesora dentro del salón de clase, que pueden estar influyendo en estas diferencias encontradas. En el presente estudio se mantuvieron algunas constantes para facilitar la comparación entre los diferentes grupos de estudiantes, uno de ellos, fue el tipo de modelo pedagógico de las instituciones participantes: bilingüe-bicultural y en segundo lugar, todas las instituciones atendían a una población de contextos socio-económicos similares. Sin embargo, una descripción más detallada de estas variaciones pedagógicas entre grupos exige una aproximación diferente a la escogida en este trabajo. Se puede recomendar para futuros estudios complementarios, por ejemplo, la realización de observaciones in situ.

Otros aspectos, que a partir de la literatura son sugeridos como posibles aspectos que influyen sobre el desempeño de los estudiantes sordos y sus dificultades para estimar, son: el tipo de estrategias que utilizan (BULL et al. 2011), así como las características del conteo de dedos propias de cada grupo, que en este caso estaría relacionado con la estructura de los numerales en lenguas de señas (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; DOHMANS et. al. 2010; 2011). Cada uno de estos dos últimos factores fue analizado de forma independiente en los estudios dos y tres respectivamente.

El segundo estudio caracterizó las principales estrategias utilizadas por los estudiantes sordos colombianos y brasileños, a la hora de resolver una tarea de estimación en la recta numérica. Y analizó la relación entre el tipo de estrategia utilizada por los estudiantes y la precisión de sus respuestas. A partir del análisis cualitativo de los

procedimientos observados durante la realización de la tarea, se construyeron cinco categorías que describen las principales estrategias utilizadas por los estudiantes. Según el trabajo de Siegler, los niños (oyentes) realizan estimaciones en la tarea de la recta que dan cuenta de las representaciones mentales de magnitudes que poseen, sin valerse de otro tipo de recursos, independientemente del tiempo que se les dé para resolver la tarea. Sin embargo, en este estudio encontramos una fuerte utilización de procedimientos de conteo – principalmente de conteo uno a uno iniciando en el punto “cero” de la recta – adicionalmente de otro tipo de referencias explícitas que darían cuenta del uso de diferentes estrategias para resolver la tarea de la recta numérica. En este sentido es posible que otros procesos y conocimientos interactúen con las representaciones de magnitudes internas a la hora de realizar una estimación en la recta numérica. Así, nuestros resultados irían al encuentro de las propuestas de autores como Bart y Paladino (2011) o Link, Nuerk y Moeller (2014) para quienes la tarea de la recta numérica no es un reflejo puro de la línea numérica mental y sí una tarea compleja que requiere diferentes conocimientos por parte de los estudiantes.

Adicionalmente, el uso de estrategias menos eficientes, como el caso del conteo uno a uno, podría ser una de las fuentes del bajo desempeño encontrado en los estudiantes sordos, tal y como lo propone Bull en uno de sus trabajos (BULL et al. 2011). Pues en nuestros análisis evidenciamos que existen algunas relaciones significativas entre el tipo de estrategia utilizada y el porcentaje de éxito (precisión) alcanzado. Aunque, este resultado no es concluyente pues en ciertos momentos algunos estudiantes, principalmente los colombianos del grado 1, consiguieron mejores respuestas independientemente del tipo de estrategia seleccionada, por lo que se reafirma nuestra conclusión de que hay en juego una interacción entre las representaciones de magnitudes con otras formas de conocimiento, como los juicios de proporción, por ejemplo, donde aparentemente dichas representaciones pueden orientar la respuesta a través de la estrategia que sea seleccionada. La selección de dichas estrategias está asociada al contexto numérico de la tarea, pues se evidenciaron diferentes estrategias en la recta 0-10 y 0-100, con un predominio del conteo uno a uno en el rango numérico menor.

El tercer estudio analizó las principales características de los numerales en las lenguas de señas colombiana y brasilera para identificar el impacto que sus diferencias

pueden tener sobre el desempeño de los estudiantes sordos en tareas de cuantificación exacta y aproximada. Para este estudio se partió de los trabajos previos con población sorda que evidencian una influencia importante de las características de la lengua de señas sobre nuestro conocimiento numérico y matemático (FUENTES; TOLCHINSKY, 1999; LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; DOHMANS et. al. 2010; 2011).

Para Fuentes; Tolchinsky (1999), la transparencia de las palabras número en LS afecta la forma en que los estudiantes sordos escriben numerales, así como para Leybaert; Van Cutsem (2002) el uso de la semi-base 5 en el conteo en LS influye sobre el aprendizaje y uso de la secuencia de conteo en pre-escolares sordos. Mientras que Domahs y colegas en su estudio del 2011 proponen que la forma en que contamos en los dedos tiene una influencia sobre la representación del número, medida a través de tareas de comparación de magnitudes. Pero para estos últimos autores, el principal efecto no sería producido por las características semánticas de la lengua (como la transparencia) sino por factores motores tales como la orientación de la mano.

Nuestros resultados mostraron algunas diferencias entre países en el desempeño de los estudiantes en numerales específicos que se corresponden con el cambio de reglas de representación, el paso de una representación analógica a una de tipo simbólico. En el numeral 5 en la tarea de la recta numérica 0-10, se encontró que los alumnos colombianos eran significativamente más precisos que los brasileños. En la LSC el número 5 es representado analógicamente, la señal del 5 consiste en una mano con todos los dedos extendidos, por su parte, en Libras este mismo número es el primero en la secuencia a ser representado de forma simbólica. De esta forma, podemos afirmar que en este caso particular, una representación más transparente del numeral 5 en la LSC facilita la representación mental de dicha magnitud por parte de los estudiantes colombianos, permitiéndoles localizar de una forma más precisa este numeral en la recta cuando comparados con sus pares brasileños. Los resultados sobre el uso de estrategias discutidos en el segundo estudio parecen apoyar esta idea, puesto que los estudiantes colombianos del grado 1 no evidencian el uso de estrategias de juicio proporcional que utilicen puntos de referencia, es decir, no se trata de que los estudiantes colombianos conozcan o tengan mayor experiencia con el 5 como punto medio de la recta 0-10.

Otro resultado encontrado en este tercer estudio fue un punto de corte adicional

entre los numerales 9 y 12 en el desempeño de los brasileros en la tarea de conteo de colecciones que no fue encontrada en entre los colombianos, quienes se obtuvieron un porcentaje de acierto alto en la colección con 12, así como en la colección con 9 elementos. Es decir, en las colecciones hasta 9 ambos grupos tienen un desempeño similar, con altos porcentajes de acierto, pero en el numeral 12 los estudiantes colombianos mantienen su desempeño mientras que el acierto de los brasileros disminuye. Tal diferencia puede ser comprendida a partir de las variaciones entre las dos lenguas de señas analizadas. En Libras el numeral 9 requiere una sola seña, mientras que el numeral 12 es una secuencia de dos señas articuladas a través de una regla sintáctica de desplazamiento de la mano. Por su parte, en la LSC ambos numerales son representados a través de una única seña, pues los estudiantes colombianos han desarrollado una simplificación de las señas del 11 al 15, compactando las señas de ambos dígitos en una sola. Este tipo de resultado se aproxima de la hipótesis de generación propuesta por Domahs y colegas (2010; 2011) según la cual cuanto más compleja es una representación, más difícil se torna su procesamiento. Para los autores, ese nivel de complejidad de las representaciones manuales se refería a la cantidad de manos usadas, una o ambas, mientras que en este estudio dicha complejidad está determinada por la cantidad de señas a ser signadas en la secuencia.

Viendo en su conjunto los principales hallazgos de la presente tesis, es decir, en la articulación de los tres estudios presentados, es posible afirmar que sí bien el desempeño de los estudiantes sordos se encuentra por debajo del esperado para su grado escolar, se identificó en esta población el mismo tipo de representaciones y efectos reportados previamente en la literatura con población oyente, en concreto: 1) los estudiantes evidencian el uso de representaciones principalmente lineares a la hora de estimar en la recta numérica, con un mejor desempeño en rangos numéricos menores, 2) se evidencia el uso de diferentes tipos de conocimiento en los estudiantes en sus diversas tentativas de resolver la tarea de estimación, 3) las características de las lenguas de señas usadas, tales como su transparencia o la mayor cantidad de elementos para su representación afectan el desempeño matemático. En este sentido puede pensarse que, así como lo propone Nunes (2004), el proceso de desarrollo de los conocimientos matemáticos de los niños sordos no es diferente cualitativamente del de los oyentes, a pesar de existir un desfase temporal en dicho proceso. Sin embargo, es preciso aclarar que las similitudes de las que habla la autora

están puestas en términos de la secuencia conceptual de desarrollo, mientras que las semejanzas encontradas en el presente trabajo son de orden representacional.

Aunque, por ejemplo, establecer un proceso de linearización de las representaciones de magnitud (el paso paulatino de las representaciones logarítmicas hacia otras más lineares) no fue posible de ser explorado debido al desconocimiento de los estudiantes sobre la recta numérica en general y al propio límite del rango numérico conocido por los estudiantes en ambos países, lo que hizo inviable la presentación de rectas numéricas con un rango más amplio. Aspecto que constituye una de las principales limitaciones del estudio.

Por otro lado, un elemento que debe ser resaltado es la confirmación del uso de estrategias menos eficaces en procesos de resolución de problemas por parte de la población sorda, tal como había sido hipotetizado por Bull (2008), pues se trata de un elemento que efectivamente puede estar dificultando el proceso de aprendizaje matemático de estos estudiantes y que quizás este asociado con la menor exposición de los estudiantes sordos a diferentes tipos de situaciones que involucren razonar sobre el número, es decir, una consecuencia del factor de riesgo propuesto por Nunes y colaboradores (NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004).

Para finalizar, es importante tener en cuenta que aunque el foco de este trabajo fue principalmente el de discutir algunos aspectos que desde la psicología cognitiva han sido propuestos como posiblemente relevantes a la hora de entender las dificultades matemáticas de los niños sordos en la escuela, pero evidentemente al tratarse de un trabajo de conclusión de un doctorado en el área de educación es importante reflexionar sobre algunos aspectos pedagógicos, que si bien no fueron propuestos como variables específicas del estudio, pueden ser discutidos transversalmente.

En primer lugar, cabe recordar que el estudiante sordo llega a la escuela en muchos casos sin una primera lengua, razón por la que varios de los aprendizajes incidentales que se promueven desde diferentes interacciones sociales no han podido desarrollarse, esto es a lo que Nunes denomina como el “factor de riesgo” (NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004), por lo tanto, hipotéticamente el papel inicial de la escuela debe ser el de facilitadora o promotora de este tipo de aprendizajes, es decir, asumir la tarea de institucionalizar la enseñanza de conceptos matemáticos no formales a los que el sordo no ha tenido acceso. En

este estudio fue analizada la habilidad de estimar, que es considerada como una de las habilidades básicas para el aprendizaje numérico y matemático. Pero, una vez analizados los resultados de los estudiantes, encontramos que los participantes tienen poca o ninguna familiaridad con instrumentos como la recta numérica (en ambos países) y que tienen grandes dificultades para estimar, llegando en algunos casos a creer que la única vía válida para cuantificar es el conteo. Esto abre cuestiones sobre hasta qué punto las instituciones escolares reconocen esa necesidad de la enseñanza de conceptos matemáticos informales y la asumen dentro de la escuela. Y también sobre la poca relevancia que parece tener el trabajo con estrategias de cuantificación aproximada, que, si bien están incluidas dentro de los planes nacionales de enseñanza, parecen no estar siendo abordadas de forma frecuente en las escuelas durante los primeros años de formación.

En segundo lugar, los resultados del segundo y tercer estudio sugieren algunos aspectos que pueden ser abordados ya sea en procesos de intervención psicopedagógica o desde las propias aulas de clase, estos son: (a) la necesidad de apoyar a los estudiantes sordos en el desarrollo de estrategias de monitoreo de sus acciones en situaciones de resolución de problemas, que les faciliten la selección y uso de procedimientos más adecuados en tales situaciones y por otro lado, (b) la identificación de la existencia de diferencias entre los números en LSC y Libras en términos de su transparencia, permite pensar cuáles son las relaciones de composición aditiva y multiplicativa más fáciles de entender de acuerdo a tales características. Específicamente, la idea de que la LSC explicita algunas relaciones aditivas en torno del numeral 5 podría indicar un camino para el trabajo pedagógico con estos estudiantes. Este último aspecto podría ser explorado en trabajos futuros de investigación aplicada.

## REFERENCIAS

BARTH, Hilary; PALADINO, Annie. The development of numerical estimation: evidence against a representational shift. **Development Science**, v. 14, p. 125–135, 2011.

BRAVO, Carlos Martín. Desarrollo cognitivo y problemas escolares en sordos/as. **Revista Pedagógica**, Tabanque, v. 10, p. 213-222, 1996.

BULL, Rebecca. **Deafness, numerical cognition, and mathematics.** En: MARSCHARK, M.; HAUSER, P. (Ed.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 170-200). New York: Oxford University Press, Inc. 2008.

BULL, Rebecca. et al. Numerical estimation in deaf and hearing adults. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n.4, p. 453–457. 2011.

DEHAENE, Stanislas. **The number sense: How the mind creates mathematics.** New York: Oxford University Press, 1997.

DOMAHS, Frank. et al. Embodied numerosity: Implicit hand-based representations influence symbolic number processing across cultures. **Cognition**, v. 116, p. 251-266. 2010.

DOMAHS, Frank. et al. Multimodal semantic quantity representations: Further evidence from korean sign language. **Frontiers of Psychology**, v. 2, p. 389. 2011.

EBERSBACH, Mirjam. et al. The relationship between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9-year-old children: Evidence for a segmented lineal model. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 99, p. 1–17, 2008.

FUENTES, Mariana; TOLCHINSKY, Liliana. La influencia de la lengua en el aprendizaje de los numerales: el caso de los niños sordos profundos prelocutivos. **Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología**, v. 19, n. 1, p. 19-32.1999.

HITCH, Graham; ARNOLD, Paul; PHILLIPS, Lesley. Counting processes in deaf children's arithmetic. *British Journal of psychology*, v. 74, p. 429-437. 1983.

KRITZER, Karen. Barely started and already left behind: a descriptive analysis of mathematics ability demonstrated by young deaf children. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 14, n. 4, p. 409–421. 2009.

KRITZER, Karen; PAGLIARO, Claudia. Matemática: um desafio internacional para estudantes surdos. *Cadernos Cedes*, v. 33, n. 91, p. 431–439. 2013.

LEYBAERT, J.; VAN CUTSEM, M.-N. Counting in sign language. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 81, p. 482-501, 2002.

LINK, Tanja; NUERK, Hans-Christoph; MOELLER, Korbinian. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8. 2014.

MULHERN, Gerry; BUDGE, Ally. A chronometric study of mental addition in profoundly deaf children. **Applied Cognitive Psychology**, n. 7, p. 53-62. 1993.

NUNES, Terezinha. **Teaching mathematics to deaf children**. Londres: Hurr Publishers Ltd., 2004.

NUNES, Terezinha; MORENO, Constanza. An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 7, p. 120–133. 2002.

PAGLIARO, Claudia; KRITZER, Karen. The math gap: a description of mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. **Journal of deaf studies and deaf education**, v. 18, n. 2, p. 139-160. 2013.

SIEGLER, Robert; OPFER, John. The Development of numerical estimation: Evidence for multiple representation of numerical quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

ZAFARTY, Yael; NUNEZ, Terezinha; BRYANT, Peter. The performance of young deaf children in spatial and temporal number task. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 9, n.3, p.315-326. 2004.



**ANEXO A – Materiales tarea de recta numérica 1-10**

## CADERNO DE RESPOSTAS

NOME: \_\_\_\_\_

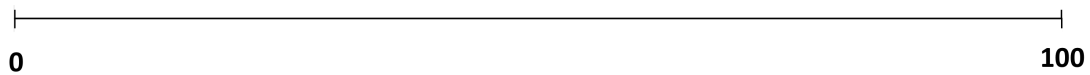
SEXO: ( ) F ( ) M

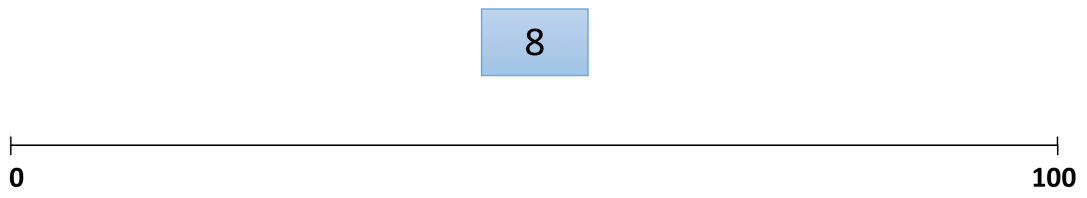
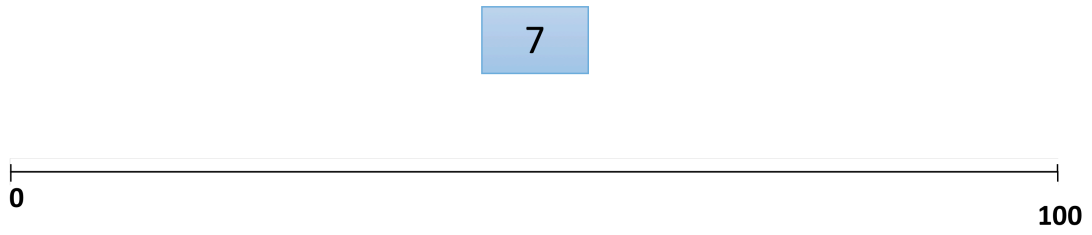
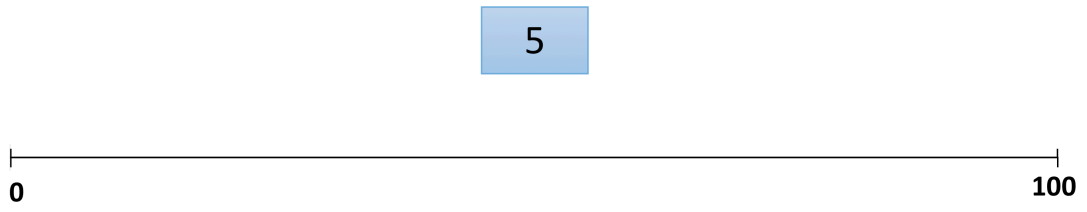
SERIE: \_\_\_\_\_

ESCOLA: \_\_\_\_\_

DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DATA DA AVALIAÇÃO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

24



**ANEXO B – Materiales tarea recta numérica 1-100**

## CADERNO DE RESPOSTAS

NOME: \_\_\_\_\_

SEXO: ( ) F ( ) M

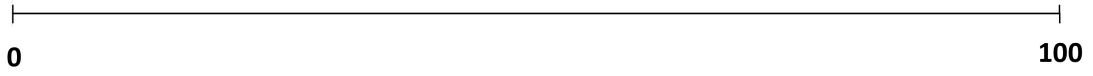
SERIE: \_\_\_\_\_

ESCOLA: \_\_\_\_\_

DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DATA DA AVALIAÇÃO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

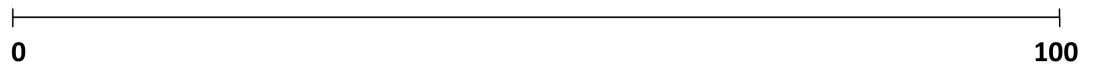
2



4



8



12



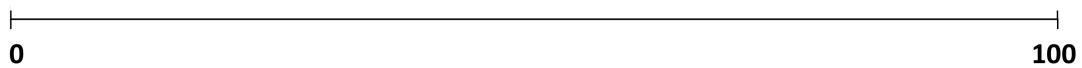
15



21



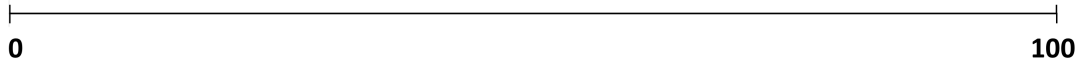
26



34



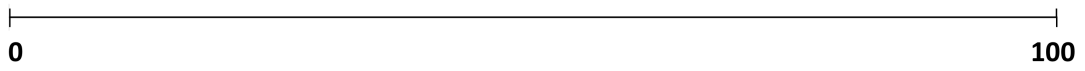
39



42



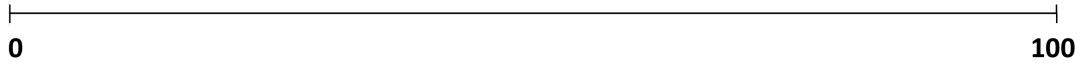
58



61



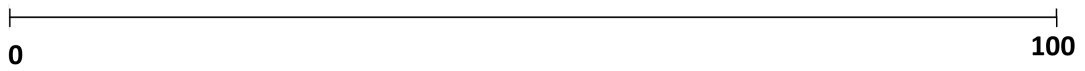
67



73



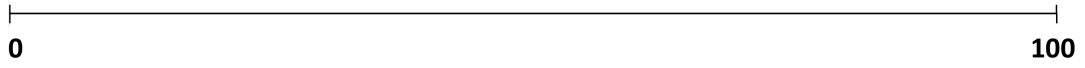
78



82



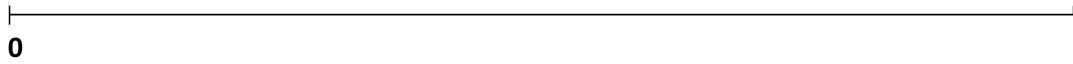
89



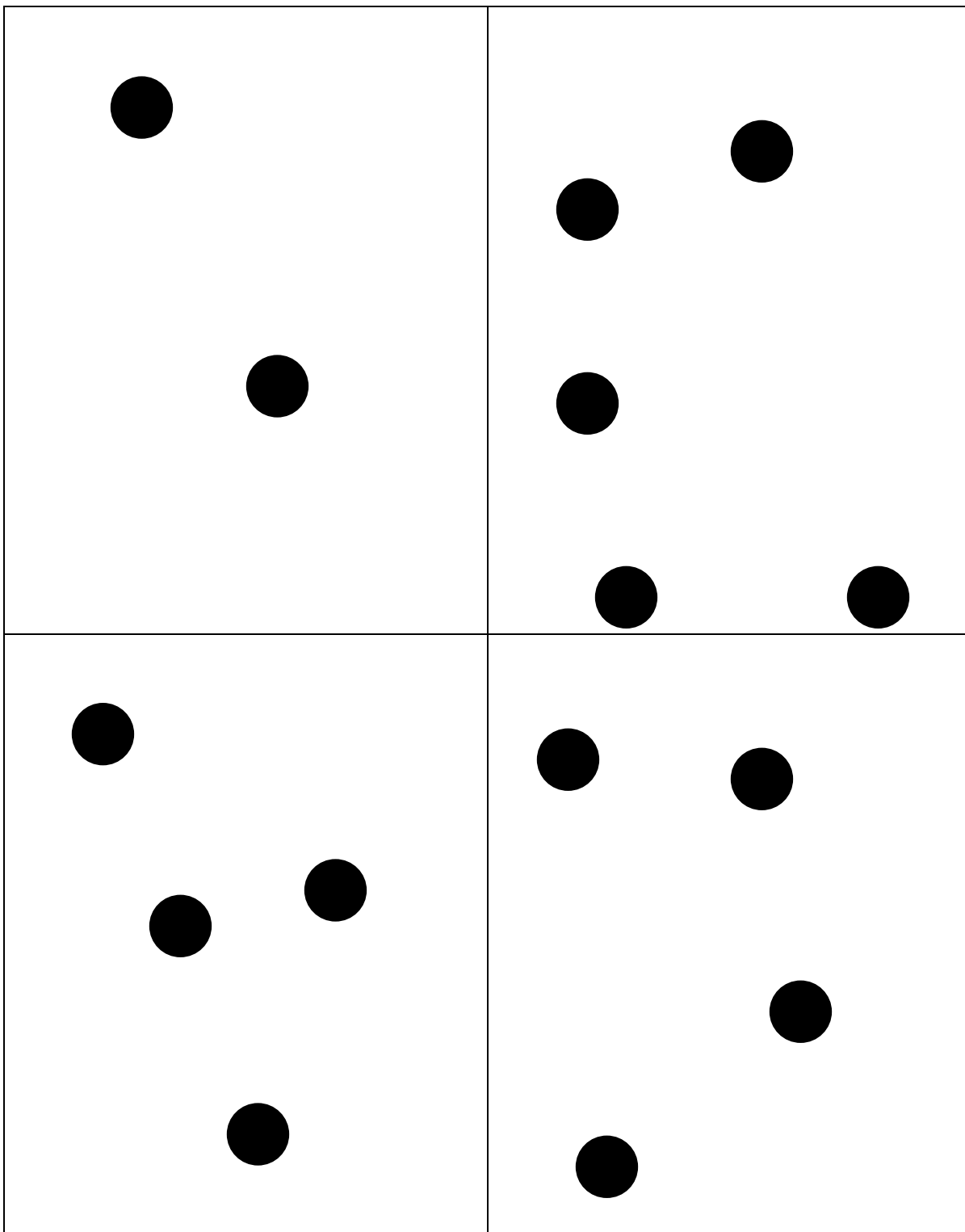
92

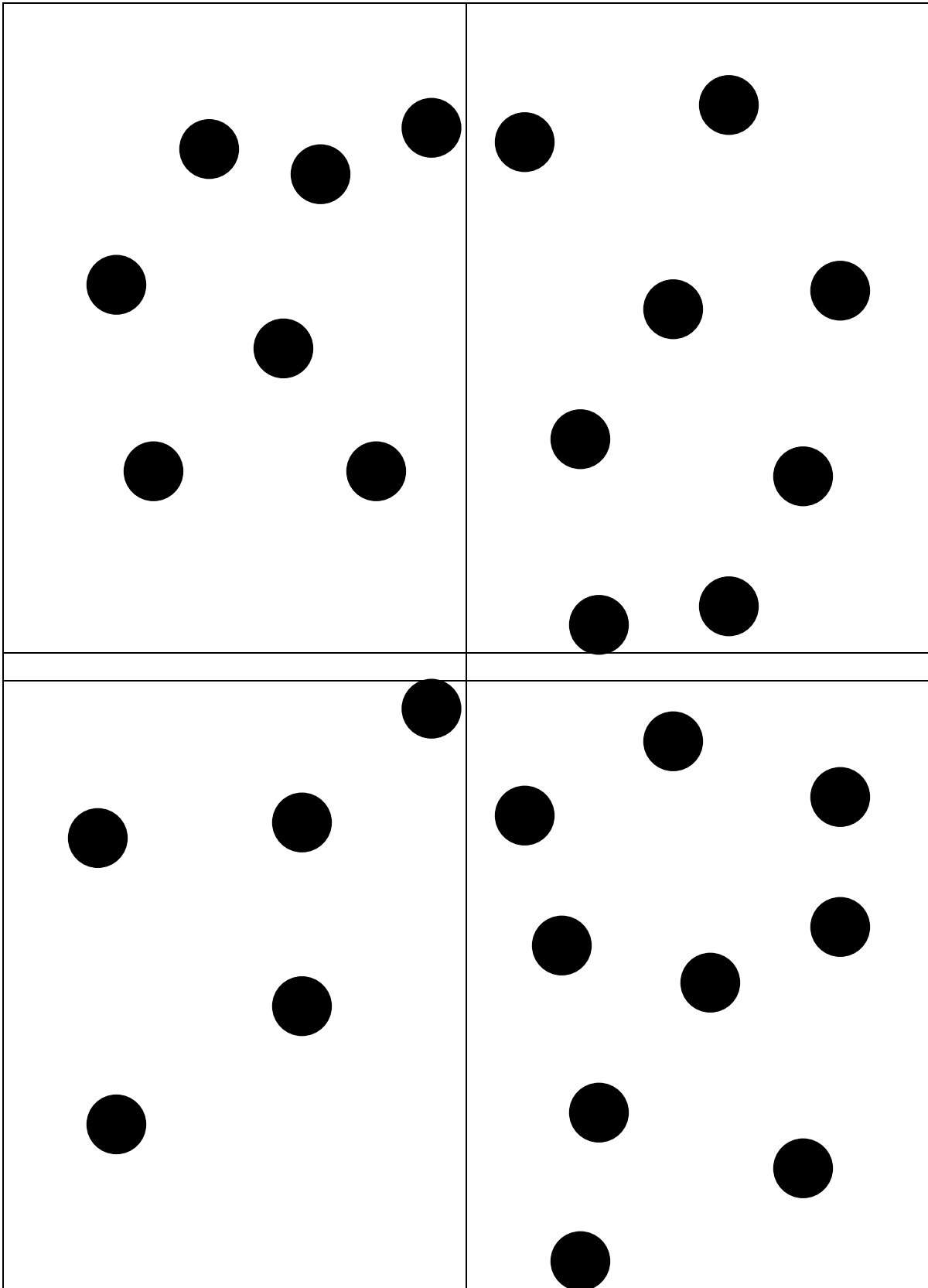


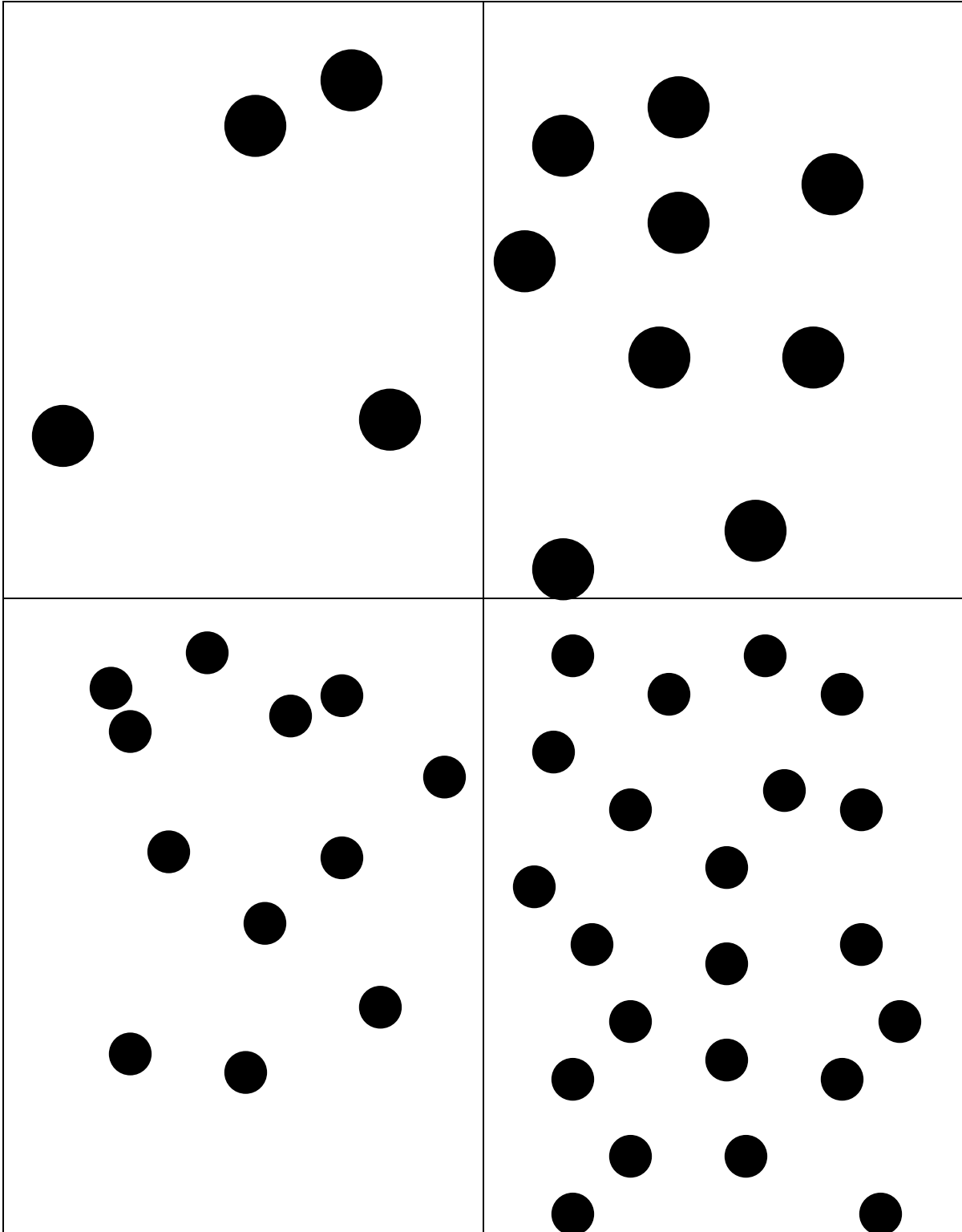
97





**ANEXO C – Materiales tarea de conteo de colecciones**





**ANEXO D – Instrumento de registro**

INSTRUMENTO DE REGISTRO

NOMBRE:

---

ESCUELA:

---

SERIE: \_\_\_\_\_

TAREA RECTA NUMÉRICA / OBSERVACIONES

TAREA DE CONTEO ABSTRACTO

Hasta donde sabe contar?

Limite de conteo:

Errores:

## TAREA CONTEO DE COLECCIONES

$$5+2=7$$

Col 1: ( )

Col 2: ( )

Suma: ( )

$$4+4=8$$

Col 1: ( )

Col 2: ( )

Suma: ( )

$$7+8=15$$

Col 1: ( )

Col 2: ( )

Suma: ( )

$$5+9 = 14$$

Col 1: ( )

Col 2: ( )

Suma: ( )

$$4+9 = 13$$

Col 1: ( )

Col 2: ( )

Suma: ( )

$$34 = 12+22$$

Col 1: ( )

Col 2: ( )

Suma: ( )

## ANEXO E – Consentimento informado para padres de familia



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### Aceite de participação em pesquisa

Autorizo meu filho (a) .....  
 a participar da pesquisa “**Estimativa numérica em crianças Surdas na Colômbia e no Brasil**”, vinculada ao projeto mais amplo intitulado “Diversidade na aprendizagem da matemática inicial: a compreensão da estimativa numérica”, aprovado pelo CEP da UFRGS em 4 de dezembro de 2014 sob o número 31575913.6.0000.5347 sob a coordenação da Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Beatriz Vargas Dorneles. Estou ciente de que meu filho(a) participará de atividades que envolvem situações matemáticas simples (contagem e estimativa numérica), tema principal da pesquisa, e que essas atividades serão realizadas no horário de aula, dentro da escola e que a participação não acarretará ônus financeiro. Posso a qualquer momento desistir ou interromper a colaboração no estudo, se assim o desejar, sem necessidade de qualquer explicação e tal desistência, não causará nenhum prejuízo ao meu filho. Também estou informada(o) de que a professora pesquisadora compromete-se a dar uma devolução dos resultados encontrados, em um período de, aproximadamente, 18 meses.

Autorizo, também, a divulgação dos resultados encontrados em forma de artigos ou vídeo, desde que mantidos a privacidade e confidencialidade dos dados pessoais,

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do pai ou responsável

\_\_\_\_\_  
 Data

Observação:

Qualquer esclarecimento pode ser feito com a doutoranda Nohemy Marcela Rios pelo telefone: (51) 95789856 ou pelo e-mail: [berinoma@gmail.com](mailto:berinoma@gmail.com).

**ANEXO F – Asentimiento de participación para estudiantes****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****Aceite de Participação em Pesquisa**

Declaro que eu, \_\_\_\_\_, nascido(a) em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_, estudante da turma e série \_\_\_\_\_, da instituição de ensino \_\_\_\_\_, concordo em participar da pesquisa: “**Estimativa numérica em crianças Surdas na Colômbia e no Brasil**”, realizada pela doutoranda Nohemy Marcela Bedoya Ríos, da Faculdade de Educação da UFRGS. Estou ciente de que as atividades envolvem situações de contagem e estimativa numérica, tema principal da pesquisa, e de que estas atividades serão realizadas em horário de aula, fora do espaço de sala de aula e dentro da instituição de ensino. Sei que eu poderei deixar de participar na hora que quiser.

Autorizo, a divulgação dos resultados encontrados, em forma de artigos desde que mantidos a privacidade e confidencialidade dos meus dados pessoais.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/201\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Aluno