

Desempeño en estimación de escolares sordos: una comparación entre alumnos de Brasil y Colombia

*Nohemy Marcela Bedoya Rios**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Luciano Santos Pinto Guimarães***

Hospital de Clinicas de Porto Alegre

*Beatriz Vargas Dorneles****

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

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 con 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 cual de los modelos de representación propuestos en la literatura 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 número para posición en la recta numérica. Los resultados mostraron diferencias entre los dos países, con un desempeño mas estable entre los estudiantes colombianos, quienes fueron mas precisos en sus estimaciones que los brasileros, principalmente en el 1° año. Adicionalmente los estudiantes colombianos presentaron una tendencia más fuerte a usar representaciones de tipo lineal en la tareas presentadas. En los estudiantes brasileros se identificó un mayor 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 mas estudios para fortalecer estas conclusiones.

PALABRAS-CLAVE: Estimación numérica; Niños sordos; Desempeño.

Achievement in estimation of deaf students: a comparison between students from Brazil and Colombia

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 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 necessary to improve these conclusions.

KEYWORDS: Number estimation; Deaf children; Achievement.

Desempenho em estimativa em estudantes surdos: uma comparação entre estudantes do Brasil da Colômbia

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, 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 maior 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.

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 (BULL, 2008; KRITZER, 2009; KRITZER; PAGLIARO, 2013; NUNES, 2004; NUNES; MORENO, 2002).

Ante esta escasez 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 brasileños tienen en tareas de estimación numérica y definir cuál de los modelos presentados en la literatura se ajusta mejor a este desempeño.

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; LINK; NUERK; MOELLER, 2014; PARK; BRANNON, 2013; SIEGLER; OPFER, 2003). 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 (BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007; SIEGLER; OPFER, 2003).

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 mas grandes, lo que conlleva a una precisión decreciente en cuanto mayores sean las magnitudes.

El modelo de acumulador de Gibbon y Church (GIBBON; CHURCH, 1981 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 mas 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 mas 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 mas 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 e 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 este 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.

Estudios sobre conocimiento numérico con personas sordas

En diferentes investigaciones realizadas con estudiantes 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 (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; MULHERN; BUDGE, 1993; PAGLIARO; KRITZER, 2013; ZAFARTY; NUNES; BRYAN, 2004). 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, ha sido 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), 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; KRITZER, 2009; NUNES; MORENO, 2002; NUNES, 2004; 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, 2008; BULL; BLATO-VALLEE; FABRICH, 2006; 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: subitizing, 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 serían 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; MAZZOCCO; FEIGELSON; HALBERDA, 2011; LASKI; SIEGLER, 2007).

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 podrían ayudar 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)

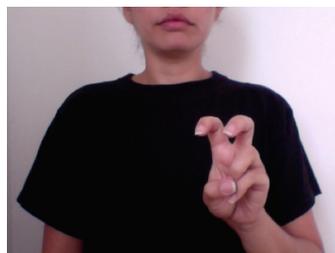
En el caso particular de las lenguas de señas colombiana (LSC) y brasilera (Libras), en la primera, los numerales del 1 al 5 son representados a través de la cantidad de dedos que aparecen levantados en una configuración convencional, del 6 al 9 se repiten las mismas configuraciones usadas en los numerales 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 Libras los numerales del 1 al 4 incluyen una representación analógica al igual que en LSC, pero del 5 al 9 existen nuevas señas que simbolizan cada una 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.

Imágen 1 – Numeral cinco en lengua de señas colombiana



Fuente: los autores.

Imágen 2 – Numeral cinco en lengua de señas brasilera



Fuente: los autores.

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”¹ 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.

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 trabajan con el enfoque bilingüe bicultural² 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 LS de su país y demostraron tener conocimiento de la secuencia de conteo en LS hasta 20³. 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 brasileiras (RAVEN, J.C., 1997) y Matrices Progresivas de Raven, Escala Especial normas argentinas (RAVEN, J.C., 2012b) y brasileiras (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. El Cuadro 1, especifica las equivalencias realizadas.

Cuadro 1 – Equivalencias entre grados escolares en Colombia y Brasil

| Nombre para análisis | Grado escolar en Colombia | Grado escolar en Brasil |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Grado 1 | 1º de primaria | 2º ano EF |
| Grado 2 | 2º de primaria | 3º ano EF |
| Grado 3 | 3º de primaria | 4º ano EF |
| Grado 4 | 4º de primaria | 5º ano EF |

Fuente: Adaptación de la tabla de equivalencias de la educación primaria o básica de los países de MER-COSUR 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 1 – 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 | |
| | 6 | 3 | 9 años, 5 meses | 8 | 6 | 9 años, 8 meses | 14 | |
| | 7 | 4 | 10 años, 6 meses | 9 | 7 | 10 años, 2 meses | 16 | |
| | 6 | 4 | 13 años, 5 meses | 6 | 2 | 13 años, 4 meses | 12 | |
| Total | 23 | | | 29 | | | 52 | |

Fuente: los autores.

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. 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.

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 brasileños, 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.

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}).

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.

Recta 0-10

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

Tabla 2 – 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] | 0,036 |
| 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 |

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

Fuente: los autores.

En la Tabla 2, 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 brasileros de $m= 0,22$.

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

Tabla 3 – 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 Interacción | | | 0,003 |

Letras mayúsculas representan medias distintas fijando Grado y comparando Países

Letras minúsculas representan medias distintas fijando País y comparando Grados

Fuente: los autores.

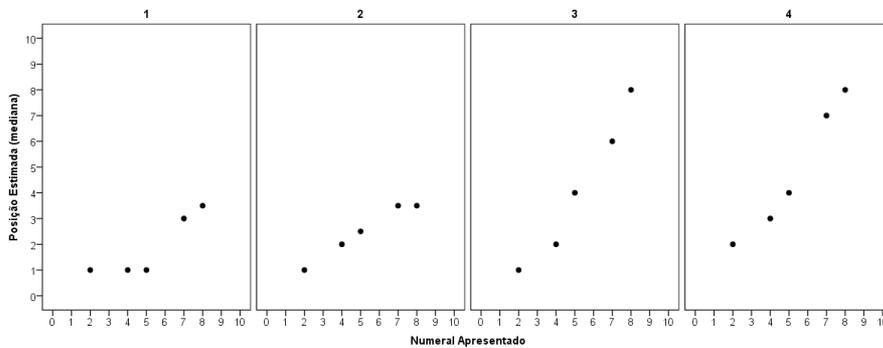
En el análisis del desempeño discriminando los efectos de las variables grado y país, así como su interacción, se encontró que la interacción entre las variables (ver Tabla 3) fue significativa ($p=0,003$), por lo que fue necesario discriminar dos momentos en el análisis.

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 año (media=0,09). Los alumnos de los años iniciales tienen una precisión menor. En el tercer año (media=0,16) la media de la precisión no difiere significativamente de los otros años. 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.

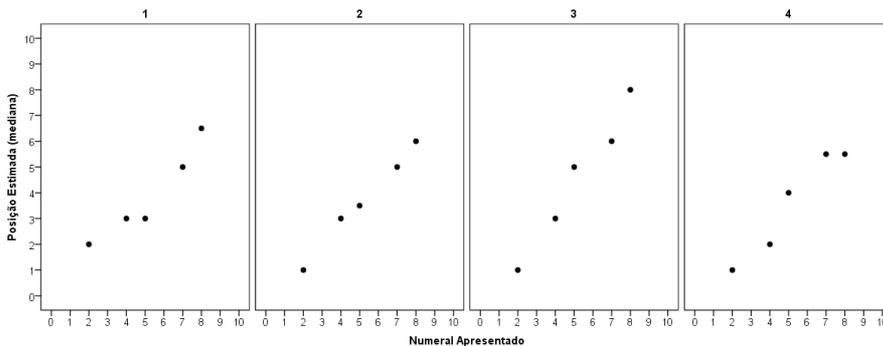
El siguiente nivel de análisis consistió en comparar la dispersión de las precisiones con varios de los modelos presentados en la literatura, a través de un análisis de regresión se verificó cual era el mejor modelo para representar los datos actuales. Se utilizó la mediana como estadístico de tendencia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

Gráfica 1 – Distribución de la precisión de los estudiantes brasileños



Fuente: los autores.

Gráfica 2 – Distribución de la precisión de los estudiantes colombianos



Fuente: los autores.

Las distribuciones reflejan algunos de los patrones previamente mencionados (ver Gráficas 1 y 2), tales como la mejoría general del desempeño conforme se avanza de grado escolar en el caso de los brasileños 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 brasileños 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 4 – Modelos de representación por país

| | GRADO | MODELO | ECUACIÓN | R ² AJUSTADO | p |
|----------|-------|-------------------|---|-------------------------|------------------|
| Brasil | 1 | lineal | -0,518+0,465X | 0,726 | 0,042 |
| | | logarítmico | -0,858+1,788X | 0,492 | 0,114 |
| | | cuadrático | 1,976-0,738X+0,119X² | 0,923 | 0,038 |
| | 2 | lineal | 0,219+0,439X | 0,966 | 0,002 |
| | | logarítmico | 0,444+1,908X | 0,963 | 0,002 |
| | | cuadrático | -0,370+0,723X-0,028X² | 0,975 | 0,013 |
| | 3 | lineal | -1,912+1,175X | 0,947 | 0,003 |
| | | logarítmico | 3,268+4,840X | 0,811 | 0,024 |
| | | cuadrático | 0,264+0,126X+0,104X² | 0,969 | 0,016 |
| | 4 | lineal | -0,719+1,061X | 0,945 | 0,004 |
| | | logarítmico | -1,893+4,338X | 0,791 | 0,028 |
| | | cuadrático | 1,593-0,054X+0,110X² | 0,983 | 0,008 |
| Colombia | 1 | lineal | 0,114+0,728X | 0,887 | 0,011 |
| | | logarítmico | -0,639+2,942X | 0,717 | 0,045 |
| | | cuadrático | 2,426-0,387X+0,110X² | 0,966 | 0,017 |
| | 2 | lineal | 0,474+0,803X | 0,99 | <0,001 |
| | | logarítmico | -1,628+3,453X | 0,957 | 0,002 |
| | | cuadrático | -1,329+1,180X-0,006X ² | 0,987 | 0,007 |
| | 3 | lineal | -1,193+1,114X | 0,959 | 0,002 |
| | | logarítmico | -2,752+4,765X | 0,912 | 0,007 |
| | | cuadrático | -1,329+1,180X-0,006X ² | 0,938 | 0,031 |
| | 4 | lineal | -0,711+0,829X | 0,918 | 0,007 |
| | | logarítmico | -7,886+3,556X | 0,879 | 0,012 |
| | | cuadrático | -1,368+1,146X-0,031X ² | 0,885 | 0,058 |

Fuente: los autores.

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 mas 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.

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 brasileiros 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 5.

Tabla 5 – Resultados por numeral entre países

| NUMERAL | BRASIL | #TEST T | COLOMBIA | #TEST T | *TEST T |
|---------|------------------|------------|------------------|--------------|-----------------------|
| | media (DT) [n] | one-sample | media (DT) [n] | one-sample | 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 | 0,044 |
| 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 |

#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)

Fuente: los autores.

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 el numeral 2 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.

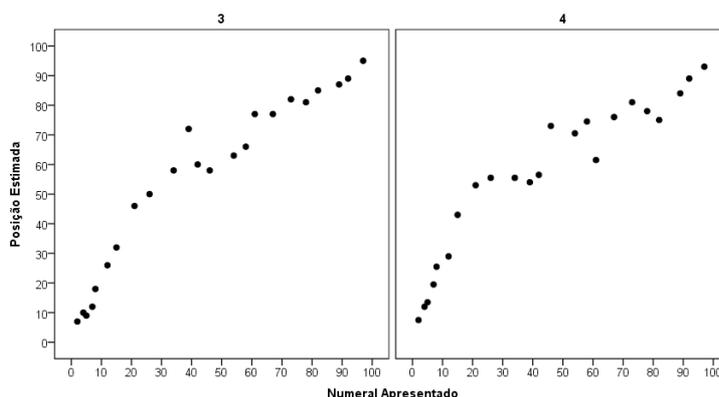
Tabla 6 – Precisión por País y Grado

| 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: los autores.

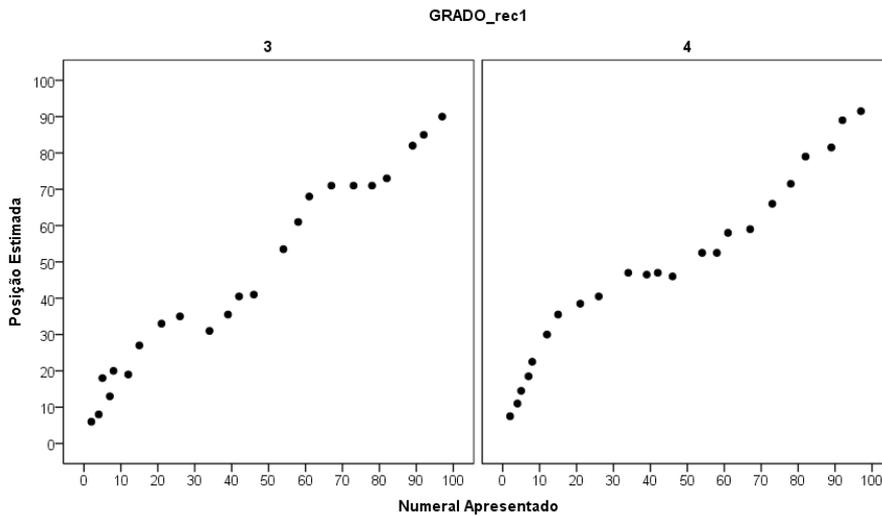
No se encontraron diferencias significativas entre los grados ni interacción entre las variables grado-país en esta versión de la recta.

Gráfica 3 – Distribución de la precisión de los estudiantes brasileros



Fuente: los autores.

Gráfica 4 – Distribución de la precisión de los estudiantes colombianos



Fuente: los autores.

En las Gráficas 3 y 4 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.

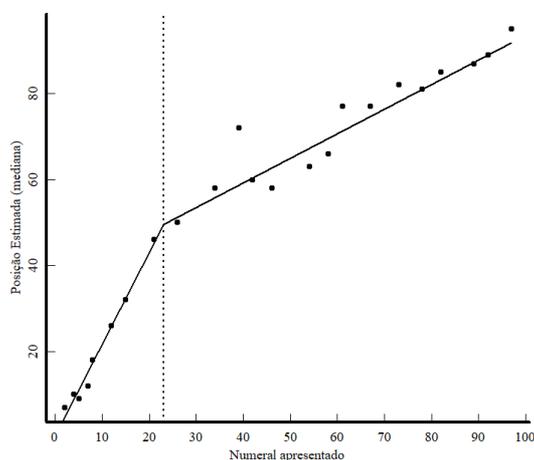
Tabla 7 – Modelos de representación por país

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

Fuente: los autores.

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 brasileños 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.

Gráfica 5 – Punto de quiebre del modelo duplo lineal



Fuente: los autores.

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:

$$\text{Modelo 3: } Y = \beta_0 + \beta_1 * X + \beta_2 * (X - X_0) * D + \epsilon$$
$$Y = 0,2601 + 2,1340 * X - 1,5642 * (X - 23,11) * D + 1,2920 * D$$

Adjusted R-squared: 0.9812

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 significativamente diferente de 0. 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 (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002; MULHERN; BUDGE, 1993; PAGLIARO; KRITZER, 2013; ZAFARTY; NUNES; BRYAN, 2003) 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, 2008; BULL; BLATO-VALLEE; FABRICH, 2006; 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. La primera idea surge de las propuestas de Siegler (BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007; SIEGLER; OPFER, 2003) 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 brasileños del menor grado escolar participante del estudio se encontraban por lo menos en su tercer 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 podrían 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 brasileña (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 el caso de la Libras el cinco es el primer numeral simbólico, mientras que en Colombia el cinco aún es de tipo analógico (cinco dedos extendidos) y a partir de ahí se instaura 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 brasileños. 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 (BOOTH; SIEGLER, 2006; LASKI; SIEGLER, 2007; SIEGLER; BOOTH, 2004)

Por su parte, en los estudiantes colombianos no se observa esta tendencia, las diferencias entre los grados son mas 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 podrían estar 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 solo 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 serían las representaciones mentales que orientarían el tipo de desempeño observado por 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, 2008; BULL; BLATO-VALLEE; FABRICH, 2006; 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 brasileños 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 (GIBBON; CHURCH, 1981 citado por 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 brasileños de Grado 3, lo que significa que los números entre 0 y 23 son representados 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.

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 podrían 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 (BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007; SIEGLER; OPFER, 2003).

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.

Conclusiones

Las diferencias entre países solo 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 brasileños. 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 brasileños 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 brasileños 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 a 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 brasileños 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. et al. Numerical estimation in deaf and hearing adults. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n.4, p. 453–457. 2011.
- 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.
- 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 Quarterly 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.

Notas

¹ 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.

² 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.

³ Este corresponde al rango numérico mínimo conocido, esperado para estudiantes del segundo año de escolarización.

* Doutoranda em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

** Analista Estatístico no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

*** Professora doutora na Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Correspondência

Nohemy Marcela Bedoya Rios – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Paulo Gama, 110. Farroupilha. CEP: 90040060. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: berinoma@gmail.com – guima98@gmail.com – bvdornel@terra.com.br

Recebido em 02 de abril de 2018

Aprovado em 29 de maio de 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).