UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN DIFERENCIAL

IDENTIFICACIÓN DE PREDICTORES COGNITIVOS DE DOMINIO ESPECÍFICO EN LA COMPRENSIÓN DEL NÚMERO EN PREESCOLARES DE NIVEL DE TRANSICIÓN I Y II

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN

PROFESOR GUÍA: Dr. Christian James Peake Mestre

ESTUDIANTES: Darleen Marión Alvarado Catril
Marisol Andrea Avello Nuzdel
Eva Tabita Monroy Rodríguez
Ximena Andrea Mora Uribe
Yisell Dayan Muñoz Ulloa

CONCEPCIÓN, DICIEMBRE DE 2018

Este trabajo de tesis ha sido realizado en el marco del proyecto DIN de Iniciación con referencia INDIN/07/2017, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, cuyo investigador responsable es el profesor guía del trabajo. Las cinco autoras han participado como personal tesista en el proyecto durante el año académico 2018. Específicamente, han participado activamente en el planteamiento del problema de investigación, en el diseño experimental, en la coordinación con los centros educativos, así como en la recogida de muestra como personal de apoyo durante la evaluación de los participantes, en la preparación y análisis de los datos y en la discusión de resultados.

Con especial y amorosa dedicación a mis padres Italo y Patricia, por ser el más grande y único soporte en las alegrías, preocupaciones y esperanzas que compartimos durante este proceso, donde hicieron que todo fuera sostenible con su inconmensurable compañía, amor y dedicación.

A la memoria de mis queridos abuelos Rosa y Everardo, a quienes recuerdo y me acompañan eternamente.

A la profesora Maite Otondo Briceño por su cariño, contención y disposición incondicional.

Darleen Marión Alvarado Catril

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y de estudiar lo que siempre anhelé, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón cada día y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A mi madre, padre, hermanos, abuelita, tíos y sobrinos, quienes de una forma u otra demostraron su apoyo de distintas maneras, por su paciencia, su cariño y fe en mí, pero en mayor medida, a mi madre, quien ha sido mi motor durante estos años, por la contención que siempre me da y su amor incondicional. Sin ella no lo hubiera logrado.

A mis compañeras de tesis, gracias por hacer recuerdos inolvidables durante estos años, especialmente mientras hacíamos nuestro manuscrito. Les quiero.

Marisol Andrea Avello Nuzdel

A mis padres, María y Marcel, que saben de fuego,

de ceniza y de renacer hasta el infinito.

Llegar a una parte del camino les pertenece,

por instarme a no renunciar.

Eva Tabita Monroy Rodríguez

Quiero ante todo dar gracias a Dios por guiarme en este camino y darme fuerzas para superar dificultades a lo largo de estos años, además por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida y formación profesional.

A mis padres, Mireya y Gabriel, mi hermano Nicolas, mis abuelos Juanita (Q.E.P.D), Neftalí y mi madrina Mónica por ser mis pilares fundamentales y mis ejemplos a seguir de esfuerzo responsabilidad y perseverancia, siempre brindándome apoyo, cariño y amor incondicional.

Del mismo modo, agradezco y aprecio la ayuda de todos aquellos que formaron parte de mi entorno y estuvieron presentes en mi etapa de formación superior.

Ximena Andrea Mora Uribe

A mi familia y amigos por mantenerse a mi lado a lo largo de esta aventura.

A mis compañeras en esta cruzada, con quienes compartí penas y alegrías inesperadas.

Finalmente, a la vida, por cruzar mi camino con personas y experiencias que me han ayudado a crecer como persona y entender que aún hay un largo camino por recorrer.

Yisell Dayan Muñoz Ulloa

AGRADECIMIENTO

A nuestro profesor guía Christian Peake Mestre, por su gran ayuda, compromiso, por darnos ánimo y creer en nosotras en el transcurso de este trabajo.

A la profesora Maite Otondo Briceño, por el cariño, las risas, conversaciones y disposición incondicional y darnos luz en los tiempos difíciles y por todo lo que nos enseñó fuera de la sala de clases, mostrándonos lo humano de la docencia.

A nuestras respectivas familias, por el apoyo incondicional que nos han brindado durante estos cinco años de formación profesional. Gracias, con su cariño, paciencia y contención todo ha sido más fácil.

A las integrantes de este equipo, como compañeras y amigas hemos compartido tiempo de ilusiones, trabajo y esfuerzo.

Y finalmente, a la vida, por hacernos coincidir en la misma vocación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

Los números están presentes en diversas situaciones del diario vivir, y su aprendizaje se debe a dos sistemas de representación de la cantidad, abarcando desde el nacimiento hasta después del ingreso a la educación formal. El desarrollo de la comprensión numérica a temprana edad es de gran relevancia como factor influyente en el futuro éxito matemático. En esta investigación se estudió el nivel predictor de determinados procesos cognitivos de dominio específico sobre la comprensión del número, tales como el conocimiento de la lista de conteo, la cardinalidad, la representación simbólica y la no simbólica, el reconocimiento del símbolo arábigo, la transcodificación del sistema aproximado a simbólico y viceversa. Para ello, 154 niños de nivel de transición I (en adelante NT1) y nivel de transición II (en adelante NT2) de Educación Parvularia fueron evaluados con tareas que miden procesamiento numérico temprano. Esta investigación se desarrolló bajo metodología cuantitativa con enfoque no experimental, con diseño transeccional y alcance correlacional. Los resultados arrojaron que, para el nivel preescolar, los predictores más relevantes fueron cardinalidad, reconocimiento del símbolo arábigo y transcodificación del sistema de representación aproximado a simbólico. A partir de estos hallazgos se hacen recomendaciones con alcance pedagógico.

Palabras claves: predictores numéricos de dominio específico, sistemas de representación del número, conteo, cardinalidad, transcodificación numérica, correspondencia número-cantidad.

INTRODUCCIÓN

En Chile existen escasas investigaciones respecto al aprendizaje de las matemáticas, específicamente en relación con la adquisición del número, a pesar de que su manejo es fundamental en el desenvolvimiento del ser humano en la vida cotidiana.

Actualmente, se evidencia un vacío de conocimiento respecto al desarrollo de la habilidad numérica sobre todo en la primera infancia, etapa relevante para afianzar los conocimientos básicos que permiten el futuro logro matemático. Además, las Bases Curriculares de Educación Parvularia no son claras en cuanto a los aprendizajes esperados para los dos niveles de transición, sino más bien resultan ambiguas y no explicitan si el niño debe identificar el número o comprenderlo. Pudiendo ser que por identificación se considere sólo la lectura del símbolo como tal, sin asociarlo a ninguna cantidad, mientras que la comprensión muestra de manera implícita la relación que existe entre los dos sistemas de representación de la cantidad que posee el ser humano, y por ende, es a lo que deberían apuntar las educadoras de párvulos.

Con respecto a estos sistemas de representación, las investigaciones han demostrado, que uno es innato, compartido con otras especies y conocido como sistema de representación preverbal (Dehaene, 1997, 2009). El segundo, es adquirido, netamente humano, influenciado por la cultura y el lenguaje, conocido como sistema simbólico (Ansari, 2008; Libertus, Odic, Feigenson & Halberda, 2016; Merkley & Ansari, 2016; Vanbist, Ceulemans, Peters & Ghesquière, 2018). Ambos sistemas contribuyen al *mapping* (del inglés) o correspondencia, que es el proceso donde el niño es capaz de asignar una cantidad a una etiqueta verbal o símbolo arábigo y viceversa (Carey, 2004; Le Corre & Carey, 2007; Mundy & Gilmore, 2009). Este proceso no ocurre de manera espontánea, sino que requiere de un aprendizaje y toma varios años en consolidarse. Se sabe que, en adultos, esta correspondencia ocurre de manera bidireccional, ya sea desde un sistema aproximado a simbólico y viceversa (Castronovo & Seron, 2007). Sin embargo, Odic, Le Corre y Halberda (2015) estudiaron a sujetos preescolares y llegaron a la conclusión de que esta correspondencia no es bidireccional, sino que la primera dirección en desarrollarse es desde el sistema simbólico a aproximado. A pesar de lo anterior y a otras investigaciones respecto al tema, el desarrollo de la correspondencia sigue siendo un debate abierto.

De acuerdo a los antecedentes expuestos se planteó como objetivo principal para este estudio identificar los procesos cognitivos de dominio específico que predicen en mayor medida la comprensión del número en niños de ambos niveles de educación preescolar.

Se espera encontrar los siguientes procesos cognitivos como predictores para NT1: representación no simbólica de la cantidad, transcodificación simbólica a no simbólica y conocimiento de la lista de conteo. Para NT2: cardinalidad, representación simbólica, transcodificación de sistema aproximado a simbólico y reconocimiento del símbolo arábigo.

Esta investigación está desarrollada bajo metodología cuantitativa con enfoque no experimental, con diseño transeccional y de alcance correlacional.

Para una fácil lectura, este trabajo se organiza de la siguiente manera: en el capítulo I, se entregan los antecedentes teóricos de esta investigación sobre el desarrollo de la habilidad numérica con el objetivo de conocer los procesos cognitivos predictores de la comprensión numérica. En el capítulo II, se expone el planteamiento del problema, fundamentado en la escasa evidencia empírica a nivel nacional que hace imperante un estudio que determine las habilidades predictoras de la comprensión numérica. Este capítulo también contiene los objetivos generales y específicos de la investigación. En el capítulo III, se presenta el marco metodológico donde se específica el enfoque de investigación, participantes, tareas, materiales utilizados e identificación de variables. En el capítulo IV, se analizan los resultados con el fin de determinar los procesos cognitivos predictores de la comprensión del número. En el capítulo V, se expone la discusión, incluyendo las proyecciones y limitaciones de la investigación. En el capítulo VI, se dan a conocer las conclusiones. Finalmente, en el capítulo VII se encuentran las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Teóricos

El desarrollo de la habilidad numérica abarca diversas etapas que implican capacidades innatas y otras que emergen a lo largo de la vida, las cuales son necesarias para la adquisición de la correspondencia entre los símbolos numéricos y las cantidades, y que posteriormente el niño tenga comprensión del número.

Para la comprensión del número existen habilidades matemáticas básicas que contribuyen como predictores. Passolunghi y Lanfranchi (2011) mencionan las distintas habilidades que pueden ser predictores de dominio general o dominio específico. Los predictores de dominio general son aquellas habilidades cognitivas que predicen el rendimiento en diversas materias escolares (Aragón, Navarro, Aguilar & Cerda, 2016). Estas habilidades pueden ser la memoria de trabajo, memoria a corto plazo, inteligencia y velocidad de procesamiento. En cambio, los predictores de dominio específico aluden a aquellas habilidades capaces de predecir el desempeño posterior en un área particular, es decir, los factores que influyen en el logro de las habilidades matemáticas, en este caso, como el sistema de representación aproximado, habilidades de conteo y uso del lenguaje matemático (Lyons, Price, Vaessen, Blomert & Ansari, 2014; Purpura & Simms, 2018).

En este apartado se revisarán los principales conceptos e investigaciones internacionales relacionadas con el proceso de adquisición de la correspondencia entre símbolos arábigos y las cantidades que representan.

1.1.1 Sistemas de representación del número

Existen dos sistemas de representación del número que son la base del aprendizaje de habilidades matemáticas más desarrolladas como la aritmética y el cálculo (Libertus, et al., 2016). El primero de ellos se plantea que es innato y se evidencia al observar la conducta de bebés, quienes son capaces de generar representaciones con contenido numérico mediante un sistema de representación preverbal (Dehaene, 1997, 2009). El segundo, es el sistema de representación simbólico (Libertus et al., 2016), este es adquirido y comienza a aparecer a medida que el niño va conociendo los símbolos arábigos y los enlaza con sus determinadas etiquetas verbales o palabras numéricas para representar determinadas cantidades (Mundy & Gilmore, 2009), no obstante, su consolidación no se da hasta que el niño ingresa al sistema escolar (Merkley & Ansari, 2016). Si bien estos sistemas presentan características particulares, cuentan con algunas similitudes como la existencia de dos fenómenos observables, llamados efecto de distancia y efecto de tamaño (Ansari, 2008; Crollen & Seron, 2012; Moyer & Landauer, 1967).

Respecto a lo anterior, para Ansari (2008) cuando la distancia numérica entre dos números es mayor, será posible observar una relación inversa entre el tiempo de reacción respecto a la distancia numérica y la tasa de error. En cambio, cuando esta distancia se mantiene, pero aumenta el tamaño de las cantidades, el tiempo de reacción aumenta y la precisión disminuye.

Crollen y Seron (2012) mencionan que el efecto de distancia se presenta al comparar dos conjuntos con distinto valor numérico, si se da el caso de que la distancia o el rango entre ambos conjuntos es menor y sus valores numéricos se asemejan, el tiempo de respuesta será mayor y existirá la probabilidad de presentar una alta tasa de errores al realizar la discriminación entre ellas y viceversa en el caso contrario, cuando la distancia entre ambos conjuntos es mayor y los valores numéricos se distancian. De acuerdo con lo planteado, al comparar 12 v/s 14, donde existe una menor distancia entre las cantidades, el tiempo de respuesta será mayor y aumentará la probabilidad de cometer errores, a diferencia de al comparar 12 v/s 35, donde se presenta una distancia mayor entre las cantidades.

El efecto de tamaño aparece al momento de discriminar dos cantidades con una distancia fija entre ambos valores numéricos donde solo varía el tamaño de las cantidades, es decir, cuando las cantidades son grandes la tasa de error y el tiempo de respuesta aumentan. En cambio, con las cantidades pequeñas, la tasa de error y el tiempo de respuesta disminuyen. Ejemplificando lo anterior, al comparar 10 v/s 20 y 60 v/s 70, la distancia fija entre ellos es 10, pero en el primer caso, con cantidades más pequeñas, existe un menor tiempo de respuesta y se produce una menor tasa de error, mientras que, en el segundo caso, el tiempo de respuesta es mayor y puede ocurrir una alta tasa de error a causa de que las cantidades son más grandes. Se ha evidenciado que, en adultos, debido al efecto de tamaño, entre mayores sean las cantidades numéricas a comparar, el tiempo de reacción aumenta y la precisión disminuye (Ansari, 2008; Moyer & Landauer, 1967). Sin embargo, a medida que el ser humano va adquiriendo el conocimiento numérico, estos efectos van disminuyendo con el desarrollo evolutivo, ya que se adquiere precisión en la representación de las cantidades a través del símbolo arábigo (Mejias & Schiltz, 2013).

Estos fenómenos pueden ser explicados mediante la *ley de Weber*, la cual establece que existe un cambio mínimo necesario para detectar una diferencia numérica entre dos estímulos y que es posible determinarlo mediante la *fracción de Weber (w)*, correspondiente a una función que permite identificar la proporción más pequeña para detectar de manera confiable esta diferencia (Mussolin, Nys, Leybaert & Content, 2016). Esta ley cuenta con la particularidad de que mientras mayor sea la distancia entre dos estímulos, menor será la *w* y se presentará un aumento en la precisión de los sujetos, en cambio, cuando la relación de las cantidades se acerca a la igualdad y se presenta una *w* mayor, la precisión disminuirá hasta que esta diferencia se vuelva imperceptible (Libertus, et al., 2016).

Por otro lado, Dehaene (2009) menciona que la ley de Weber se ha observado en una variedad de continuos perceptivos como el tono, el volumen y el brillo, y no solo en el dominio numérico. Esto deja ver que el sentido numérico comienza dentro de un sistema perceptivo básico para estimar el número.

1.1.1.1 Sistema de representación preverbal

El ser humano nace con un sentido numérico básico (Dehaene, 1997, 2009) que se va desarrollando a lo largo de la vida y permite el aprendizaje de las matemáticas. Este sentido numérico es compartido con otras especies, tales como primates y otros mamíferos, así como aves, anfibios y reptiles (Feigenson et al., 2004; Ansari, 2008). No obstante, la diferencia principal respecto al desarrollo de este sistema cognitivo en humanos y estas especies radica en la fuerte influencia de la educación y el trasfondo cultural en que se desenvuelven los seres humanos (Dehaene, 2009).

La numerosidad es el término utilizado para referirse a representaciones no simbólicas (Ansari, 2008) o cantidades numéricas (Dehaene, 1992). Es por esto que el desarrollo del sentido numérico se asienta en el funcionamiento de dos sistemas de representación preverbal, uno destinado para el procesamiento de grandes numerosidades, llamado sistema de representación aproximado y otro para representar pequeñas numerosidades en el rango de 1 a 4, llamado sistema de localización de objetos.

Estos sistemas tienen como característica que no surgen del aprendizaje del ser humano ni de la influencia de la cultura, funcionando de forma paralela cada uno con un tipo específico de información y siendo limitados en su capacidad de representación (Feigenson et al., 2004).

1.1.1.1.1 Sistema de localización de objetos

El sistema de localización de objetos permite representar de manera exacta pequeñas cantidades (Carey, 2004), siendo esta representación puramente perceptiva (Beckwith & Ristle, 1966 citado en Dehaene, 1992, p. 14) y espacial. Su funcionamiento se da mediante la creación de modelos de memoria de trabajo en el que cada elemento de un conjunto está representado por un símbolo mental único (Le Corre & Carey, 2007), es decir, que pueden crear una representación mental de un conjunto pequeño y mantenerla en la memoria de trabajo para compararla con otros conjuntos visibles mediante la correspondencia de uno a uno. Debido a que su capacidad de representación es limitada, solo se emplea este sistema cuando se presentan cantidades en un rango de 1 a 4 (Feigenson et al., 2004, Le Corre & Carey, 2007).

Dentro de este sistema ocurre un proceso llamado *subitizing* (del inglés), que según Butterworth (2005), abarca e identifica las cantidades pequeñas mediante la percepción visual. Por otro lado, Ansari (2008) plantea que el subitizing es una capacidad que permite el reconocimiento inmediato y preciso de los números pequeños, con un rango limitado que abarca de 1 a 4, lo que posibilita identificar rápidamente pequeñas cantidades de objetos. A su vez el autor, considera este proceso como un andamio fundamental para la adquisición de la representación exacta de números enteros.

1.1.1.1.2 Sistema de representación aproximado

El sistema de representación aproximado permite discriminar cantidades numéricas, no basándose en el lenguaje ni en la comprensión de símbolos (Libertus et al., 2016). Está presente en humanos (Purpura & Simms, 2018) y en otras especies de animales (Dehaene, 1992), por lo que se cree que la capacidad de discriminar podría haber cumplido funciones para la supervivencia como tomar decisiones sobre la búsqueda de alimentos y discernir sobre el número de depredadores cercanos (McComb, Packer & Pusey, 1994).

Este sistema forma estimaciones numéricas rápidas sin depender del conteo para numerosidades superiores a cuatro (Dehaene, Dehaene-Lambertz, & Cohen, 1998) y a medida que las cantidades aumentan, la precisión disminuye (Libertus et al., 2016). Sin embargo, con el desarrollo, la precisión de las representaciones de este sistema cambia y va mejorando con los años. Este desarrollo se puede apreciar en el cambio evolutivo de la discriminación de las cantidades, en otras palabras, el efecto de distancia, parte con una proporción entre las cantidades de razón 1:2 en bebés de seis meses, progresando a 2:3 a los nueve meses y alcanzando una proporción final de 9:10 en adultos (Feigenson et al., 2004), mostrando esto que existe un refinamiento progresivo de las discriminaciones.

Este sistema de representación guía la manipulación aproximada de cantidades como la comparación, la suma y la resta de conjuntos. Una tarea utilizada para medir el funcionamiento de este sistema es la tarea de comparación no simbólica (Halberda, Mazzoco y Feigenson, 2008, Holloway & Ansari, 2008; Nosworthy, Budgen, Archibald, Evans & Ansari, 2013), donde los participantes deben determinar el conjunto mayor en un tiempo breve y sin contar. De acuerdo al efecto de distancia, se ha visto que las cantidades similares son más difíciles de discriminar que las cantidades que son diferentes, indicando que el sistema aproximado es dependiente de la relación, la cual se puede determinar mediante la *w*. Como la tarea de comparación no simbólica mide la representación aproximada de las cantidades se considera un predictor de futuras habilidades matemáticas (Nosworthy et al., 2013).

Halberda et al., (2008) realizaron un estudio longitudinal en niños de cuatro años, a quienes les aplicaron una tarea de comparación no simbólica, y sus resultados demostraron que las diferencias de rendimiento en esta tarea predijeron el desempeño matemático posterior evaluado a los seis años.

Otro aporte del sistema aproximado es el rol en la adquisición de la cardinalidad. Según vanMarle, Chu, Li y Geary (2014), el sistema aproximado facilita la adquisición de la cardinalidad por parte de los niños, por lo que se considera como un predictor de ésta, y este aprendizaje de la cardinalidad se hace mapeando palabras numéricas o símbolos arábigos en el sistema de representación aproximado (Libertus et al., 2016), en otras palabras, estableciendo correspondencia entre el sistema simbólico y sistema aproximado.

1.1.1.2 Sistema de representación simbólico

A diferencia de los sistemas anteriores, el sistema de representación simbólico es adquirido y necesita de la educación formal para su desarrollo (Ansari, 2008; Vanbist, Ceulemans, Peters, Ghesquière & De Smedt, 2018), ya que el niño debe ir asociando las etiquetas verbales y los símbolos arábigos a sus cantidades correspondientes. Por ello se plantea que la edad en que se comienza a adquirir este sistema es a los seis años, cuando el niño ingresa al sistema escolar donde recibe instrucción formal, no obstante, puede ocurrir antes según sea el ambiente de aprendizaje que tenga en el hogar (Lyons, Budgen, Zheng, De Jesus & Ansari, 2017).

La educación formal, tal como lo mencionan Merkley y Ansari (2016), está referida al contexto escolar donde se enseñan explícitamente habilidades matemáticas relacionadas a los símbolos numéricos y operaciones, esto es lo que se define como conocimiento matemático formal. Por lo tanto, los números son los primeros símbolos matemáticos que la mayoría de los niños aprenden, y junto con la comprensión de la cantidad son los primeros conceptos de la matemática formal (Chu, vanMarle & Geary, 2015). En relación con los conceptos matemáticos, se debe decir que la aritmética es la capacidad de captar y aplicar conceptos numéricos simples (Merkley & Ansari, 2016), tales como el número y la cardinalidad.

El sistema de representación simbólico permite representar y manipular símbolos numéricos, y es en el transcurso del desarrollo, que los niños pasan de ver símbolos como formas sin ningún sentido a tener una comprensión sobre ellos (Lyons, Bugden, Zheng, De Jesús & Ansari, 2017).

Según lo descrito por Zhang y Norman (1995), los símbolos arábigos son de origen cultural y dependen de convenciones sociales arbitrarias que determinan sus formas y las reglas básicas que rigen la forma en que se manipulan matemáticamente.

La identificación del número, particularmente el símbolo arábigo, es un proceso cognitivo según Göbel, Watson, Lervag y Hulme (2014), siendo identificado como mejor predictor del conocimiento aritmético en el primer año escolar.

Otro proceso cognitivo importante dentro del sistema simbólico es la representación simbólica, este proceso es medido en tareas de comparación de numerales. Esta habilidad según De Smedt, Noél, Gilmore y Ansari (2013), es un predictor que se ha relacionado de manera relevante con el logro matemático, siendo más confiable que la comparación no simbólica.

Una de las características del sistema de representación simbólico es su exactitud, ya que puede representar las cantidades de manera precisa utilizando símbolos arábigos o palabras numéricas. Los niños aprenden progresivamente el significado de los símbolos arábigos al conectar las representaciones simbólicas con las representaciones no simbólicas de la cantidad (Vanbinst et al, 2018).

Por último, existe un período crítico para el aprendizaje del símbolo numérico, que va entre los seis y ocho años (Mundy & Gilmore, 2009).

1.1.1.3 Relación entre los sistemas aproximado y simbólico

La relación entre los sistemas aproximado y simbólico se puede explicar mediante tres puntos de vista: naturaleza, relación y predicción.

En cuanto a la naturaleza del sistema simbólico y cómo se adquiere hay dos teorías. La más antigua y aceptada es planteada por Stanislas Dehaene. En 1997, el autor afirma que es el sistema aproximado el que juega un papel crucial como base y andamio del sistema simbólico, en otras palabras, el sistema simbólico surge del sistema aproximado.

En cambio, Susan Carey, en el año 2004, publica la *teoría de Bootstrapping*. Esta teoría postula que tanto el sistema de representación aproximado y el sistema de representación simbólico se forman de manera independiente y funcionan de manera paralela.

De acuerdo con la relación entre los sistemas, por mucho tiempo se aceptó que el sistema aproximado influía mayormente al sistema simbólico. Por lo que se ha visto que los preescolares que tienen mayor capacidad de representar cantidades adquieren de forma más rápida las habilidades de representación simbólica durante el primer año de educación formal (Chu et al., 2015).

Sin embargo, actualmente, las nuevas investigaciones dan cuenta de que es el sistema simbólico quien refina al sistema aproximado a medida que los niños van aprendiendo y comprendiendo los símbolos arábigos (Mussolin et al., 2016), y esta comprensión facilita el crecimiento de la representación aproximada. Esto sugiere que la enseñanza formal permite la precisión de la capacidad para procesar magnitudes aproximadas (Lyons et al., 2017).

En línea con lo anterior, Mussolin et al., (2016) proporcionaron evidencia de que las habilidades simbólicas predicen una mejoría en la agudeza del sistema de representación aproximado. Evaluaron a 57 preescolares de tres a cuatro años en dos tiempos. Las puntuaciones obtenidas de las tareas simbólicas en el tiempo 1 predijeron significativamente el crecimiento en la agudeza del sistema aproximado en el tiempo 2. Por lo tanto, encontraron que la dirección de influencia se ejecuta específicamente desde el sistema simbólico al sistema aproximado.

Otros autores que presentaron evidencia sobre la dirección de influencia a favor del sistema simbólico al aproximado fueron Lyons y colaboradores, que en el 2017 evaluaron a niños que estaban en el último año de jardín infantil, utilizando tareas de comparación simbólica, no simbólica y en formato mixto para ver la capacidad de mapear entre ambos sistemas. Los resultados mostraron que las habilidades simbólicas al comienzo del jardín infantil sientan las bases para mejorar las habilidades no simbólicas, contribuyendo también a la interacción entre los sistemas.

Finalmente, con respecto al papel predictivo de ambos sistemas de representación sobre el cálculo aritmético, se manifiestan dos posturas a favor de un sistema u otro.

La primera postura sostiene que el sistema aproximado predice las habilidades aritméticas. Halberda et al., (2008) encontraron que la precisión del sistema aproximado de los adolescentes en una tarea de matrices de puntos se relacionaba con el desempeño en las evaluaciones de matemáticas simbólicas estandarizadas.

Así mismo, para Vanbinst et al., (2018), el sistema aproximado es fundamental para la adquisición y desarrollo de habilidades aritméticas más avanzadas en la trayectoria escolar, ya que el sistema simbólico se basa en las habilidades no simbólicas.

La segunda postura refiere que es el sistema simbólico quien tiene mayor injerencia sobre las habilidades de aritmética y cálculo, debido a que los niños necesitan comprender el sistema de números simbólicos antes de poder progresar en otras tareas matemáticas que implican el uso de símbolos, por ejemplo, aritmética, medición y fracciones (Vanbinst et al., 2018).

Así, entre otros estudios, Holloway y Ansari (2008) encontraron que el rendimiento en la tarea de comparación simbólica se correlaciona con las habilidades matemáticas. A favor de esta postura, se hace necesario destacar el metaanálisis realizado por Schneider, Beeres, Coban, Merz, Schmidt, Stricker y De Smedt (2016) quienes, tras revisar 45 estudios, que reportaban 284 tamaños del efecto alcanzando una muestra total de 17.201 participantes, concluyeron que, aunque ambos sistemas tienen una influencia directa sobre la habilidad de cálculo, es el sistema simbólico el que ejerce una mayor predicción sobre la misma.

El desarrollo de la comprensión numérica ha producido un gran debate dejando preguntas abiertas, ya que no se ha determinado a qué representaciones, aproximadas o simbólicas, se vincula la habilidad aritmética, pregunta que también se han planteado otros investigadores como Lyons et al., (2017).

Se han hecho estudios sobre el papel que juegan los procesos cognitivos de dominio específico en la habilidad numérica, aunque sólo se ha considerado su influencia en el éxito matemático a futuro o en el cálculo aritmético durante los primeros años escolares. No obstante, antes de ingresar a la educación formal, los niños deben ser capaces de comprender las cantidades representadas por palabras numéricas y posteriormente, símbolos arábigos, para alcanzar dicho éxito matemático. Esta comprensión es uno de los primeros conceptos matemáticos que los niños aprenden (Geary, vanMarle, Chu, Hoard & Nugent, 2018), y posterior a este aprendizaje, ellos pueden manipular cantidades, establecer relaciones entre números, cuantificar el medio, entre otros (MINEDUC, 2001). Sin embargo, la relación de estos procesos de dominio específico y la comprensión del número no se ha establecido aún y varía en función de cuándo se evalúan en el desarrollo (Lyons et al., 2014).

1.1.2 Desarrollo de la habilidad numérica

La sociedad actual requiere del manejo de la tecnología y las ciencias, ya que éstas generan un gran impacto en la vida cotidiana, por lo que se hace necesario desarrollar habilidades matemáticas para tener un mejor desenvolvimiento en la sociedad. Entonces, los niños deben ir desplegando habilidades como leer y escribir números, contar objetos en un conjunto y manejar las cuatro operaciones aritméticas básicas, que son consideradas necesarias para el desarrollo de la competencia aritmética (Butterworth, 2005). Pero esta competencia aritmética necesita como base el sistema numérico. Ya lo decía, Dehaene (1997), que el ser humano ha sido capaz de desarrollar un sistema de símbolos por un lado e invención de palabras numéricas por otro, lo que abrió el camino a las matemáticas superiores.

El aprendizaje del número comienza con la capacidad de denotar el número a un conjunto, pero antes, según Butterworth (2005), el niño debe ser capaz de entender el principio de correspondencia uno a uno, que todos los conjuntos poseen numerosidad y que la manipulación de dichos elementos influyen en su numerosidad, que los conjuntos no necesariamente pueden ser cosas tangibles sino que pueden ser audibles, táctiles o abstractas y finalmente puede reconocer cantidades hasta cuatro objetos sin contarlos de manera verbal.

De acuerdo con investigaciones, Starkey y Cooper, (1980); Starkey, Spelke y Gelman, (1990); Antell y Keating, (1983), citado en Butterworth (2005, p. 5) demostraron que los bebés de cuatro a seis meses de edad poseen un sentido del número, ya que responden a la numerosidad identificando cuando cambia ésta en un conjunto, al agregar o quitar un elemento a dicho conjunto. Xu y Spelke (2000), probaron que los bebés pueden discriminar cuando la numerosidad de un conjunto cambia inesperadamente, por ejemplo, de 8 vs 16 puntos y viceversa, lo que demuestra que son capaces de representar la numerosidad de conjuntos de objetos y manipularlas mentalmente.

Si bien lo anterior demuestra que los niños nacen con una capacidad innata para representar números, es mediante la influencia cultural que esta capacidad se va desarrollando mediante etapas.

1.1.2.1 Lista de conteo

Una de las primeras habilidades matemáticas aprendidas por el niño es la lista de conteo a partir de los dos años.

Para Butterworth (2005), el conteo es una herramienta que permite el desarrollo del sentido numérico, actuando como vínculo entre la capacidad innata que presenta el niño para la numerosidad y los logros matemáticos más avanzados, también se considera que el conteo es la base para la adquisición y desarrollo de la aritmética.

El conteo es una habilidad que abarca el aprendizaje de palabras numéricas en un orden establecido, no obstante, es más que solo recitar un listado de números, ya que la finalidad del conteo es realizar la correspondencia entre la palabra numérica y un objeto de un conjunto dado, y que cada objeto debe ser contado una vez, y solo una vez, y así determinar la totalidad de elementos presentes en un conjunto. Gelman y Gallistel (1978) consideraban que el conteo contribuye en gran manera a la adquisición del sistema de números.

Carey (2004) manifiesta que el niño debe descubrir cómo el conteo representa el número mediante un proceso que abarca etapas similares en las distintas culturas, donde el fin es descifrar el significado de las palabras numéricas de la lista de conteo. Este aprendizaje toma alrededor de cuatro años (Butterworth, 2005) y va progresando a través de distintas etapas, comenzando aproximadamente a los dos hasta los seis años, siendo la secuencia del conteo la primera habilidad dominada, tratando de saber cómo continúa una sucesión de números (Geary et al., 2018). La lista de conteo comienza como un recitado y los niños pueden jugar con ella mediante canciones y cuentos. Parte como una lista de palabras con un orden específico carente de significado, por ello, el niño es incapaz de seleccionar un número determinado de objetos cuando se le pide explícitamente (Le Corre & Carey, 2007). Sin embargo, a los tres años y medio, gran parte de los niños tiene conocimiento de pequeñas cantidades y comprenden que contar permite encontrar la numerosidad de un conjunto (Butterworth, 2005).

Le Corre y Carey (2007) determinaron que antes de dominar los principios de conteo, los niños asimilan el significado numérico exacto, donde cada numeral es aplicado a un solo número *uno*, *dos*, *tres* y a veces *cuatro*. Estos principios del conteo fueron identificados por Gelman y Gallistel (1978), los cuales se van aprendiendo gradualmente a medida que los niños van creciendo y adquiriendo experiencias de aprendizajes formales e informales. El principio de orden estable señala que las palabras numéricas (uno, dos, tres, cuatro, etc.) deben mantenerse siempre en el mismo orden. Este es el primer principio dominado por los niños alrededor de los dos años y seis meses. El principio de correspondencia uno a uno establece que a cada uno de los elementos del conjunto se le asigna solo una palabra y cada elemento debe ser contado solo una vez. Suele aparecer durante los dos años de edad aproximadamente, sin embargo, es a los tres años y medio que son capaces de detectar algún error. El principio de cardinalidad consiste en que el último elemento contado señala la cantidad de objetos del conjunto. Es el último en desarrollarse siendo considerado el más importante, ya que su comprensión es un paso clave para el desarrollo de las habilidades del conteo (Mussolin et al., 2016). El principio de abstracción considera que todo elemento puede ser contado y cada uno de ellos presenta el mismo valor, independiente de sus características como forma, color o tamaño. Por último, el principio de irrelevancia del orden señala que los elementos pueden ser contados comenzando por cualquier objeto del conjunto.

A medida que se van aprendiendo los principios del conteo y los niños entienden qué es el contar, aparecen los *conocedores de subconjuntos* (Le Corre & Carey, 2007), ya que a pesar de recitar números hasta diez o más, solo conocen los significados exactos para un subconjunto de numerales, y no han adquirido el principio de la cardinalidad, es decir, son capaces de recitar la lista del conteo y enumerar conjuntos utilizando las palabras numéricas en orden (uno, dos, tres), sin comprender lo que cada palabra numérica significa.

La literatura especializada (Le Corre & Carey, 2007; Sarnecka & Carey, 2008) ha mostrado que la tarea *Dame N* evidencia cómo los niños aprenden los números siguiendo un patrón de desarrollo con seis niveles predecibles de conocimiento.

A un niño en el primer nivel se le llama *conocedor de pre-numerales* no siendo capaz de hacer ninguna distinción entre los significados de los numerales (Sarnecka & Carey, 2008). El segundo nivel se denomina *conocedor de uno*, y se ha evidenciado en niños de dos años y medio a tres años, donde solo saben lo que significa *uno* pudiendo entregar "un" objeto cuando se le pide, pero entregando cantidades al azar cuando son números más grandes. Alrededor de los tres años, el niño se convierte en *conocedor de dos*, porque aprende que dos significa *dos*. Seis meses más tarde, comprende el significado de tres, pasando a ser *conocedor de tres* (Mussolin et al., 2016). Entre los tres años y medio y los cuatro años, hay un nivel de *conocedor de cuatro*, etapa breve, ya que una vez adquirido el significado de cuatro ocurre un salto cualitativo (Carey, 2004) en el desarrollo, y el niño se hace conocedor del principio cardinal. De acuerdo con las investigaciones, el proceso de adquisición de la cardinalidad es alrededor de los cuatro años, una vez que se ha hecho conocedor de cuatro (Le Corre & Carey, 2007). Posterior a la obtención del principio cardinal, la velocidad de la adquisición de los números mayores a cuatro aumenta contribuyendo a la comprensión de las palabras numéricas (Butterworth, 2005).

Una diferencia entre los niños conocedores de subconjuntos y conocedores del principio cardinal es que tienen un rendimiento cualitativamente diferente, ya que los últimos poseen la comprensión conceptual del conteo (Carey, 2004).

1.1.2.2 Principio de cardinalidad

Uno de los principios del conteo más relevante es el principio cardinal. Este se entiende como la comprensión de que el último número producido cuando se cuenta un conjunto indica la cantidad total de objetos (Gelman & Gallistel, 1978; Odic, Le Corre, Halberda., 2015). El conocimiento del principio cardinal es adquirido después de ser *conocedor de cuatro* e implica, tal como señala Geary, vanMarle, Chu, Hoard y Nugent (2018) comprender la relación del sucesor, es decir, entender que al sumar uno a cualquier número entero se obtiene el siguiente. En esto difieren los conocedores del principio cardinal de los conocedores de subconjuntos, ya que los primeros entienden cómo funciona el conteo (Sarnecka & Carey, 2008).

La importancia de la cardinalidad implica que mientras más pequeños los niños la adquieren, mejores serán sus logros matemáticos y su conocimiento numérico (Chu et al., 2015; Nguyen, Watts, Duncan, Clements, Sarama, Wolfe & Spitler, 2016). Así, se ha sugerido que la cardinalidad es la base temprana para el posterior aprendizaje de las matemáticas siendo identificada como un predictor de la comprensión numérica, ya que el niño hace uso de la lista de conteo y es capaz de contar los objetos de un conjunto (Geary et al., 2018).

Otro rol de la cardinalidad fue mencionado por Mussolin, Nys, Content y Leybaert, (2014), quienes argumentaron que es el principio cardinal quien ayuda a refinar al sistema aproximado.

1.1.2.3 Correspondencia entre los sistemas de representación aproximado y simbólico

Mapping es una habilidad numérica importante que permite establecer una relación entre representaciones simbólicas y no simbólicas (Mundy & Gilmore, 2009), su desarrollo es prolongado (Crollen, Castronovo & Seron, 2011; Le Corre & Carey, 2007; Odic et al., 2015), partiendo unos meses antes de que el niño se haga conocedor del principio cardinal (Odic et al., 2015), a los cinco años se ha determinado como la edad donde está establecida la correspondencia (Libertus et al., 2016), sin embargo, su mayor desarrollo se da entre los seis y ocho años (Mundy & Gilmore, 2009), ya que el niño se encuentra en el sistema escolar donde cada vez va aprendiendo más en relación al número, por lo tanto, sus representaciones de la cantidad se van haciendo más exactas.

El *mapping* es la correspondencia entre número y cantidad e implica establecer una relación directa entre los símbolos y las cantidades o también la asignación entre palabras numéricas o símbolos numéricos a sus cantidades correspondientes (Carey, 2004; Le Corre & Carey, 2007).

Los niños aprenden de manera gradual la correspondencia entre el sistema de representación aproximado y el sistema simbólico, y una vez adquirida esta correspondencia pueden etiquetar las representaciones aproximadas con palabras numéricas exactas (Libertus et al., 2016).

La importancia de la correspondencia radica en que es un proceso crítico para el logro de las matemáticas (De Smedt et al., 2013). En la misma línea, Mundy y Gilmore (2009) manifestaron que la precisión del mapeo en niños de seis a ocho años predijo un mejor desempeño en las tareas matemáticas. Sin embargo, antes que el niño adquiera la correspondencia entre los sistemas de representación aproximado y simbólico debe ser capaz de realizar *transcodificación* que se define como proceso que permite pasar de un código a otro, es decir, desde una representación simbólica a no simbólica o viceversa (Crollen et al., 2011; Ebersbach & Erz, 2014; Peake, Rodríguez & Sepúlveda, en revisión). Este proceso es necesario para establecer la correspondencia entre ambos sistemas, puesto que a través del ejercicio de transcodificación se va desarrollando el *mapping.*

Para medir de manera directa la transcodificación que realiza el niño se utilizan tareas de estimación. La estimación se ha considerado como una habilidad necesaria para las tareas matemáticas (Ebersbach & Erz, 2014).

Según, Siegler y Booth (2005), se pueden distinguir dos tipos de estimaciones de cantidad: estimaciones numéricas o simbólicas y las estimaciones no numéricas o no simbólicas. Para las estimaciones de cantidad se utilizan tareas de producción y percepción (Crollen et al., 2011; Odic et al., 2015). La tarea de producción, que va desde el formato simbólico a no simbólico, busca que el sujeto genere un conjunto de objetos a partir de una etiqueta numérica o símbolo arábigo dado; mientras que la tarea de percepción va desde lo no simbólico a lo simbólico y debe indicar una etiqueta numérica o símbolo arábigo a partir de un conjunto presentado, ya sea visual o sonoro. En estas tareas se ha observado que ocurre un fenómeno llamado *efecto de regresión* (Teghtsoonian, 1973), debido a los sesgos sistemáticos de infraestimación en la tarea de percepción y sobreestimación en la tarea de producción.

La explicación más aceptada del efecto de regresión hace referencia al tipo de representación mental que se genera para cada sistema de representación (Crollen & Seron, 2012), ya que son de distinta naturaleza. Primeramente, el sistema de representación simbólico, al ser exacto, tiene una representación mental que es lineal, donde existe una proporción idéntica entre cada número, mientras que, para el sistema de representación aproximado, al ser inexacto, la línea mental es logarítmica, donde a medida que la cantidad aumenta, estas representaciones se encuentran cada vez más comprimidas (Dehaene, 1992). Los sesgos de estimación serían el resultado de transcodificar de una representación a otra.

En base a lo anterior, se ha planteado la hipótesis de correspondencia bidireccional (Castronovo & Seron, 2007) para explicar los sesgos en las tareas de estimación.

1.1.2.3.1 Hipótesis de correspondencia bidireccional

Castronovo y Seron (2007) plantearon la hipótesis de correspondencia bidireccional para explicar los hallazgos en un estudio de estimación numérica en personas adultas no videntes, donde plantean que dependiendo del tipo de tarea de estimación se encuentran patrones inversos de rendimiento o sesgos sistemáticos. Esta hipótesis establece que los sesgos de estimación ocurren a través de la transcodificación entre la representación simbólica que es precisa y lineal y la representación no simbólica la cual es aproximada y logarítmica (Ebersbach & Erz, 2014). Entonces las magnitudes no simbólicas en la línea numérica mental corresponden a números simbólicos más pequeños, y en contraste, las magnitudes simbólicas en la línea numérica mental corresponden a magnitudes no simbólicas más grandes (ver Figura 1). Por lo tanto, las magnitudes simbólicas se sobreestiman en las tareas de producción, pero se infraestiman en las tareas de percepción.

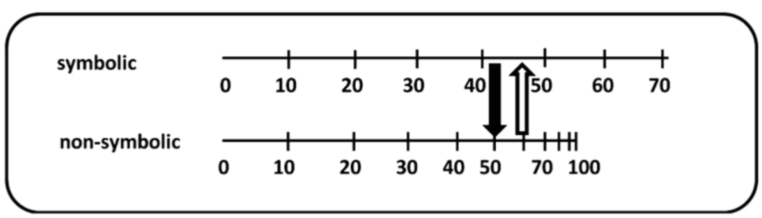

Figura 1. Esquema explicativo de la hipótesis de correspondencia bidireccional, adaptada de "Development of Children's Estimation Skills: The Ambiguous Role of Their Familiarity With Numerals", por M. Ebersbach, 2016, Child development persperctives, 10, p. 118.

Crollen et al., (2011) establecieron tres supuestos para la hipótesis, siendo el primero de ellos la existencia de representaciones numéricas simbólicas y no simbólicas, seguido de la presencia de rutas de transcodificación entre representaciones y, por último, una diferencia de precisión entre las diferentes representaciones numéricas, ya que las representaciones simbólicas son más precisas y lineales que las representaciones no simbólicas que son comprimidas logarítmicamente.

Estos investigadores utilizaron tres tareas para probar la hipótesis de correspondencia bidireccional en adultos. En la tarea de percepción se presentaron matrices de puntos durante 250 milisegundos (ms), y los participantes debían estimar la numerosidad girando un potenciómetro que generaba números en orden ascendente. La tarea de producción involucró una presentación visual de números donde se pidió a los participantes que giraran el potenciómetro hasta que se alcanzara el número coincidente. En la tarea de reproducción se presentaron matrices de puntos por 250 ms, y los participantes debían reproducir su cantidad, pero se les pidió no contar. Como se esperaba de la hipótesis, la tarea de percepción arrojó infraestimaciones y la tarea de producción arrojó sobreestimaciones, mientras que la tarea de reproducción fue relativamente precisa.

Crollen y Seron (2012) desarrollaron otro estudio con adultos, donde los participantes debían producir patrones de puntos de acuerdo con símbolos arábigos entregados. Los resultados evidenciaron la tendencia a sobreestimar numerosidades en tareas de mapeo desde las representaciones simbólicas a no simbólicas, reafirmando lo planteado por la hipótesis de correspondencia bidireccional. Además de los sesgos de estimación en las tareas de estimación, los autores sostuvieron que los procesos de correspondencia se adquieren en paralelo, ya sea de sistema aproximado a simbólico y viceversa.

1.1.2.3.2 Estudios que critican el modelo desde un punto de vista evolutivo

El argumento en contra que ha tenido la hipótesis de correspondencia bidireccional ha sido desde un punto de vista evolutivo, ya que los estudios consideraron a sujetos adultos, por lo que no se podía determinar el perfil evolutivo de esta correspondencia y cómo es adquirida. Es por eso, que se empezó a considerar evaluar a sujetos en desarrollo (Ebersbach & Erz, 2014; Mejias & Schiltz, 2013; Mundy & Gilmore, 2009; Peake et al., en revisión). A continuación, se revisan las investigaciones cuyos objetivos se centraron en este tópico específico.

Mundy y Gilmore (2009) estudiaron a niños de 6 a 8 años y demostraron que pueden hacer correspondencia entre representaciones simbólicas y no simbólicas, y que esta capacidad se desarrolla con la edad, siendo no simétrica la dirección del mapeo. Por otro lado, encontraron que los niños fueron más precisos en el mapeo de representación no simbólica a simbólica.

En cambio, Odic et al., (2015) tomando el modelo de Crollen y Seron (2012), demostraron que la correspondencia es unidireccional y no bidireccional como se había planteado. En este estudio se evaluaron a niños de dos a cinco años realizando dos experimentos. En el primero se aplicaron dos tipos de tareas. Una tarea fue para medir el mapeo de sistema de representación aproximado a simbólico a través de *tarjetas rápidas,* donde el niño debía señalar una etiqueta verbal de la cantidad de elementos que había en ella (tarea de percepción). La segunda tarea medía el mapeo de sistema simbólico a sistema aproximado mediante el juego *palmaditas al tigre*, donde al niño se le daba una etiqueta verbal con la cantidad de palmadas que debía darle al tigre de peluche sin contarlas (tarea de producción). Los resultados arrojaron que los niños formaban mapeos exitosos de sistema simbólico a sistema de representación aproximado antes que, de sistema de representación aproximado a sistema simbólico, lo que demostró que la correspondencia entre sistema de representación aproximado y simbólico en los niños no es bidireccional, sino unidireccional con un desarrollo gradual. Otro punto importante encontrado por estos mismos autores fue el papel de la cardinalidad en la correspondencia. Si bien los niños antes de adquirir la cardinalidad son capaces de mapear desde el sistema simbólico hacia el aproximado, no es hasta adquirida la cardinalidad que son capaces de mapear en la dirección contraria, estableciendo una correspondencia más estable y bidireccional entre ambos sistemas.

Ebersbach y Erz (2014) tuvieron como objetivo probar la hipótesis de correspondencia bidireccional en adultos y niños de último año de Educación Preescolar, en primer y tercer grado. Los resultados arrojaron que, tanto adultos como niños obtuvieron estimaciones sesgadas, es decir, realizaron infraestimaciones en tareas de percepción, sobreestimaciones en las de producción y estimaciones intermedias en las tareas de reproducción. Esto se vio mayormente reflejado en niños de tercer grado, lo que evidencia que la hipótesis se cumple en sujetos que están familiarizados con los números. Además, la diferencia en los resultados entre las tareas de producción y percepción en los sujetos de kínder y de primer grado evidencia que los procesos de transcodificación no son reflejados, sino que hay un desarrollo unidireccional.

Peake et al., (en revisión) probaron la hipótesis de correspondencia bidireccional en niños de kínder, a través de la tarea de línea numérica de posición a número (no simbólico a simbólico), de número a posición (simbólico a no simbólico) y el efecto de la familiaridad con los números. En la tarea de línea numérica de posición a número, los niños debían estimar magnitudes basadas en un número arábigo. En cambio, en la tarea de número a posición, debían ubicar la magnitud dada a partir de un símbolo arábigo en la línea. Ambas tareas abarcaban el rango de 1 - 20. Como resultados encontraron que las rutas de transcodificación de estímulos no simbólicos a simbólicos se desarrollan antes que de simbólicos a no simbólicos.

Por lo tanto, los estudios que abogan por la evolución de la correspondencia indican que los procesos de mapeo entre los sistemas aproximado y simbólico no se adquieren en forma paralela y tampoco son bidireccionales en una primera etapa, esto se debe a que los niños los están adquiriendo, siendo el mapeo simbólico a no simbólico el que se desarrolla primero y antes de la cardinalidad, mientras que la correspondencia del sistema aproximado a simbólico ocurre después de que el niño se hace conocedor del principio cardinal.

1.1.3. Instrumentos curriculares de la Educación Parvularia

1.1.3.1 Bases Curriculares de la Educación Parvularia

Las Bases Curriculares de la Educación Parvularia se publican el año 2001 con el objetivo de mejorar la educación en el nivel preescolar. Estas bases son el referente curricular que orienta la educación desde los primeros meses hasta el ingreso a la educación básica. Este instrumento ofrece un conjunto de fundamentos, objetivos de aprendizaje y orientaciones para el trabajo con niños, estableciendo las bases afectivas, morales, cognitivas y motoras que favorecen los aprendizajes posteriores de los preescolares.

Los componentes estructurales de las Bases Curriculares (MINEDUC, 2001) son: ámbitos de experiencias para el aprendizaje, núcleo de aprendizajes, aprendizajes esperados y orientaciones pedagógicas. En cuanto a los ámbitos de experiencias para el aprendizaje interesa el ámbito Relación con el medio natural y cultural, específicamente el núcleo de Relaciones lógico-matemáticas y cuantificación, siendo este último eje el pertinente para esta investigación.

De acuerdo con la edad de los sujetos de estudio, cuatro y cinco años, se consideran los siguientes aprendizajes esperados:

> AE_8: Emplear los números para identificar, contar, practicar, sumar, restar, informarse y ordenar elementos de la realidad.

> AE_9: Reconocer y nominar los números, desarrollando el lenguaje matemático para establecer relaciones, describir y cuantificar su medio y enriquecer su comunicación.
>
> AE_13: Representar gráficamente cantidades, estableciendo su relación con los números para organizar información y resolver problemas simples de la vida cotidiana (MINEDUC, 2001 p. 85).

1.1.3.2 Mapas de Progreso del Aprendizaje

Los Mapas de Progreso del Aprendizaje se consideran como un instrumento complementario a las Bases Curriculares y se implementan a partir del año 2008 con el objetivo de mejorar la calidad de la Educación.

Este instrumento permite explicitar y describir de manera progresiva aquellos aprendizajes fundamentales para una formación integral. También promueve la observación de los logros de aprendizajes que se deben alcanzar en determinados tramos de edad.

Los logros de aprendizaje para NT1 y NT2 son:

Tramo IV hacia los 5 años:

> Utiliza los cuantificadores “más que” y “menos que” al comparar cantidades de objetos. Emplea los números para identificar, ordenar, representar cantidades y contar uno a uno, al menos hasta el 10, reconociendo que la última “palabra-número” es la que designa la cantidad total de objetos. (MINEDUC, 2008, p.136).

Tramo V hacia los 6 años:

> Utiliza diversos cuantificadores al comparar cantidades de objetos: "más que", "menos que", "igual que". Emplea los números para identificar, ordenar, representar cantidades y contar uno a uno, al menos hasta el 20, reconociendo que la última "palabra-número" es la que designa la cantidad total de objetos. Utiliza los números para indicar el orden o posición de algunos elementos. Resuelve problemas de adición y sustracción simples con procedimientos concretos y en un ámbito numérico cercano al 10. (MINEDUC, 2008, p.136).

De acuerdo con los instrumentos curriculares mencionados, los niños de edades entre cuatro a cinco años deben ser capaces de: enumerar hasta 10 o 20, identificar números, comprender la cardinalidad, la correspondencia uno a uno, ordenar elementos, comparar cantidades mediante cuantificadores.

CAPÍTULO II

PROBLEMATIZACIÓN

2.1 Planteamiento del problema

Considerando el conocimiento disponible respecto al aprendizaje del número en niños preescolares, tanto a nivel internacional como nacional (Chile), la problematización de esta investigación parte con la presentación de evidencia empírica, seguido de los instrumentos curriculares que rigen la educación parvularia en Chile, finalizando con la discrepancia entre la teoría y la práctica pedagógica.

Desde el nacimiento, el ser humano va desarrollando la habilidad numérica con la presencia de dos sistemas preverbales de representación de la cantidad (Feigenson et al., 2004; Carey, 2004), existiendo uno para representar pequeñas cantidades y otro para cantidades superiores a cuatro. Sin embargo, para que el niño represente y manipule cantidades debe estar inserto en ambientes numerados como el hogar o jardín infantil, los que permiten el aprendizaje de habilidades tempranas como la lista de conteo (Butterworth, 2005; Feigenson et al., 2004; Le Corre & Carey 2007; Sarnecka & Carey, 2008) y los principios del procedimiento de conteo (Gelman & Gallistel, 1978), siendo la cardinalidad el más importante de ellos por ser un predictor significativo para el posterior logro de las matemáticas (Chu et al., 2015; Geary et al., 2018; Nguyen et al., 2016).

Una vez en el sistema escolar, se instruye al niño de manera explícita (Merkley & Ansari, 2016) para que desarrolle la construcción del número a través de la etiqueta verbal, el símbolo arábigo y la cantidad que representa, consolidándose así, el sistema de representación simbólico (Ansari, 2008). Con la presencia de ambos sistemas comienza a existir una interacción entre la capacidad de discriminar cantidades y la capacidad de representar símbolos numéricos (Lyons et al., 2017), lo que se conoce como transcodificación o traducción entre formatos simbólicos y no simbólicos (Crollen et al., 2011; Ebersbach & Erz, 2014; Peake et al., en revisión). Esta interacción permite el establecimiento del *mapping* o correspondencia entre los sistemas.

Para explicar el *mapping*, se ha planteado la hipótesis de correspondencia bidireccional (Castronovo & Seron, 2007) en adultos, de la que han surgido diferentes posturas. A favor de la hipótesis, Crollen et al., (2011), evaluaron a adultos y sostuvieron que la hipótesis se da de forma bidireccional. Por el contrario, Mundy y Gilmore (2009), trabajaron con niños de seis a ocho años y concluyeron que inicialmente éstos lograban mapear del sistema de representación aproximado al simbólico. Odic et al., (2015) evaluaron a sujetos de dos a cinco años, quienes demostraron un desarrollo evolutivo en la aparición del *mapping,* ya que estos niños realizaban la correspondencia desde el sistema simbólico al aproximado antes que del sistema aproximado al simbólico. Estas diferencias de posturas podrían explicarse por la variación en las edades de la muestra y la influencia de la educación formal y cultural. Sin embargo, sigue sin esclarecerse la adquisición del *mapping* en preescolares.

Otro punto de debate es el desarrollo de la comprensión del número, ya que aún no se ha establecido si el sistema simbólico surge del sistema aproximado como lo señala Dehaene (1997) o si es independiente y paralelo como lo menciona Carey (2004). También es debate abierto la relación entre ambos sistemas, ya que existen posturas que señalan que es el sistema aproximado quien contribuye al sistema simbólico (Chu et al., 2015), en cambio, otras afirman que es el sistema de representación simbólico quien afina al sistema de representación aproximado a medida que el primero se va afianzando (Lyons, et al., 2017; Mussolin et al., 2014). No obstante, el mecanismo de desarrollo de la comprensión numérica sigue siendo desconocido.

La realidad en Chile es bastante lejana al conocimiento disponible, ya que no existen investigaciones especializadas sobre el tema. Las Bases Curriculares de Educación Parvularia vigentes se encuentran descontextualizadas con respecto a lo que plantean las investigaciones internacionales, ya que no profundizan en el desarrollo de las habilidades tempranas tales como la transcodificación entre sistemas, la representación simbólica y no simbólica de la cantidad, que son consideradas como predictoras del rendimiento matemático posterior. Sin embargo, los Mapas de Progreso del Aprendizaje (MINEDUC, 2008), especifican lo que se espera por tramo de edad. Los logros de aprendizaje para NT1 plantean que los números deben ser utilizados para identificar, ordenar, representar cantidades y contar uno a uno, al menos hasta el 10, y comprender la cardinalidad. Para NT2, es similar al nivel anterior, pero el rango numérico es hasta el 20. Por lo tanto, el currículum de educación preescolar da énfasis a la memorización de la lista de conteo, al uso de la correspondencia uno a uno, la cardinalidad, representación gráfica de cantidades y reconocimiento del símbolo arábigo, pero no hay referencia a predictores que son mencionados en la literatura desde hace varios años como la transcodificación y la representación no simbólica de la cantidad. Ninguno de estos instrumentos clarifica si su enfoque se encuentra en la identificación del número o en la comprensión de éste. Para el año 2019, se comienzan a implementar las nuevas Bases Curriculares de Educación Parvularia (MINEDUC, 2018), documento que no considera la cardinalidad, entre los objetivos curriculares, por lo que es contrario a la literatura científica, dado que la adquisición del principio de cardinalidad ha resultado ser crucial para el aprendizaje del número (Geary et al., 2018; Odic et al., 2015). Esto muestra que la diferencia entre práctica pedagógica y la teoría se sigue manifestando, y vuelven a separar caminos.

2.2 Justificación del problema

Los niños viven distintas experiencias a lo largo del aprendizaje de las matemáticas, las cuales se dan por dos tipos de enseñanza, formal e informal (Lyons, et al, 2017; Merkley & Ansari, 2016). La diferencia entre ambas está determinada por el contexto, mientras que la primera se da en el hogar, salas cunas o jardines infantiles, la segunda inicia con el ingreso al sistema escolar donde se les entrega instrucción de manera más explícita sobre el número. No obstante, desde mucho antes de la escolarización existen diferencias entre la cantidad y calidad de las experiencias educativas de los niños que son predictivas de logros matemáticos (Merkley & Ansari, 2016).

Debido a la importancia de la calidad de las experiencias previas, el currículum preescolar debiese estar alineado con las investigaciones especializadas, sin embargo, en Chile, el currículum de Educación Parvularia (MINEDUC, 2001; 2008) establece para los niveles de transición, aprendizajes esperados con identificar y representar cantidades, dominar principios del conteo como correspondencia uno a uno y cardinalidad. Pero estos aprendizajes esperados no condicen con la evidencia empírica, y debido a la escasa investigación en el área a nivel nacional, se refleja una descontextualización respecto a la adquisición del número. Tampoco se consideran otras habilidades matemáticas tempranas como la representación simbólica y no simbólica, la transcodificación entre los sistemas de representación aproximado y simbólico.

Por todo lo anteriormente expuesto, este estudio busca identificar las habilidades numéricas que se desarrollan antes del ingreso a la educación formal y conocer aquellas que tienen mayor peso en la comprensión del número, lo que permitiría recopilar evidencia para apoyar las recomendaciones con alcance pedagógico, contribuyendo al desarrollo de tareas efectivas dirigidas al aprendizaje del número a través de experiencias educativas tempranas, favoreciendo el rendimiento matemático futuro.

2.3 Pregunta de investigación

¿Qué procesos cognitivos de dominio específico predicen en mayor medida la comprensión del número en niños de NT1 y NT2?

2.4 Objetivos de la investigación

2.4.1 Objetivo general

Identificar los procesos cognitivos de dominio específico que predicen en mayor medida la comprensión del número en niños de educación preescolar en NT1 y NT2.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Estudiar el efecto predictor de la cardinalidad en la comprensión del número.
2. Estudiar el efecto predictor de la representación simbólica y no simbólica de la cantidad en la comprensión del número.
3. Estudiar el efecto predictor de la transcodificación entre representaciones simbólicas y no simbólicas (y viceversa) en la comprensión del número.
4. Estudiar el efecto predictor del reconocimiento del símbolo en la comprensión del número.
5. Estudiar el efecto predictor del conocimiento de la lista de conteo en la comprensión del número.

2.5 Hipótesis de investigación

H1. Para NT1, la representación no simbólica de la cantidad es un proceso cognitivo predictor de la comprensión del número.

H2. Para NT1, la transcodificación simbólica a no simbólica es un proceso predictor de la comprensión del número.

H3. Para NT1, el conocimiento de la lista de conteo es un proceso predictor de la comprensión del número.

H4. Para NT2, la cardinalidad es un proceso predictor de la comprensión del número.

H5. Para NT2, la representación simbólica de la cantidad es un proceso predictor de la comprensión del número.

H6. Para NT2, la transcodificación del sistema de representación no simbólica a sistema simbólico es un predictor de la comprensión del número.

H7. Para NT2, el reconocimiento del símbolo arábigo es un proceso predictor de la comprensión del número.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque y diseño de investigación

En esta investigación y de acuerdo con los objetivos propuestos, se ha utilizado una metodología cuantitativa con enfoque no experimental, de diseño transeccional y de alcance correlacional. Este tipo de investigación se realiza sin manipular variables y observando los fenómenos en su ambiente natural (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Se ha implementado la metodología cuantitativa para determinar el valor predictivo de determinadas habilidades cognitivas de dominio específico para la comprensión del número en niños de nivel I y II de transición.

En cuanto al enfoque no experimental, la variable dependiente, en este caso la comprensión del número, ocurre en los niños sin que se tenga un control sobre ella. Las demás variables de interés se han registrado a través de tareas tales como: lista de conteo, conteo de objetos, comparación simbólica y no simbólica, lectura de números, estimación simbólica y no simbólica.

Como es de interés para esta investigación analizar la interacción entre las variables, se han recolectado los datos en un solo momento, al inicio del año escolar con el propósito de describir las variables y establecer la relación entre la variable dependiente y las variables independientes y cuáles de éstas últimas poseen un valor predictivo mayor en el nivel preescolar.

3.1.1 Participantes

La muestra inicial de la investigación contó con 271 niños y niñas de NT1 y NT2 de la provincia de Concepción, provenientes de cuatro establecimientos educacionales con distinto Índice de Vulnerabilidad Escolar (en adelante IVE). Ha participado un colegio clasificado como IVE bajo (0 a 30% de IVE), un colegio clasificado con IVE medio (31 a 70% de IVE) y dos colegios clasificados con IVE alto (71 a 100% de IVE), siguiendo la clasificación utilizada por Sepúlveda, Rodríguez y Peake (2018).

De la muestra inicial, el 56,82% de los apoderados firmaron los consentimientos informados, quedando una muestra de estudio de 154 individuos, con 69 en NT1 y 85 en NT2, con una edad promedio de 4.62 años y una desviación estándar de 0.27 años para NT1 y 5.49 años con una desviación estándar de 0.37 para NT2. Para conocer los tamaños muestrales por curso y sexo, consultar la tabla 1.

Contrastes a priori demuestran que el grupo con IVE alto está infrarrepresentado, $\chi^2(2) = 6.9$, $p < .05$. En cambio, los tamaños grupales por curso están igualados ($p = .197$).

Tabla 1. *Contingencia de sexo y curso*

	Número de participantes	Número de mujeres	Número de hombres	Edad promedio
NT1	69	33	36	4,62 (0,27)
NT2	85	43	42	5,49 (0,37)
TOTAL	154	76	78	5,14 (0,54)

Nota: Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Tareas

La presente tesis es parte del Proyecto de Investigación INDIN/07/2017 *¿Cómo la representación aproximada de las cantidades gana exactitud? Un estudio de la adquisición de los numerales en preescolares chilenos*, que tiene por objetivo estudiar de qué manera se establece la correspondencia entre las etiquetas numéricas y las cantidades que representan en niños de educación preescolar.

El instrumento de recogida de datos fue una batería de prueba cuyo formato fue de lápiz y papel contemplando 13 tareas que fueron aplicadas en su totalidad, siendo consideradas para la presente tesis sólo nueve: *dame N objetos, lista de conteo, conteo de objetos, comparación no simbólica, comparación simbólica, lectura de números, estimación no simbólica y estimación simbólica.*

3.1.2.1 Tarea *Dame N* objetos

También conocida como *Dame un número* (Le Corre & Carey, 2007), esta tarea se ha realizado en estudios anteriores (Frye, Braisby, Lowe, Maroudas & Nichols, 1989; Wynn, 1990, 1992; Sarnecka & Carey, 2008) y mide la comprensión del número, que hace referencia a la capacidad de vincular una etiqueta verbal con su cantidad correspondiente y el símbolo escrito asociado conocido como dígito (Merkley & Ansari, 2016) a través de la solicitud de distintas cantidades, permitiendo determinar el nivel de conocimiento del número que posee el sujeto. Su medida es la precisión, específicamente, porcentaje de aciertos por estímulo y será considerada como variable dependiente.

La modalidad de esta tarea es numérica y consistió en entregar la cantidad de objetos pedidos (material manipulativo) mediante tarjetas de 10 por 10 cm., con un símbolo arábigo en ellas, las cuales fueron presentadas en orden aleatorio, contando con un total de 20 estímulos en un rango de 1 a 10 en NT1 y 1 a 20 para NT2. No se midió el tiempo y en caso de que el niño hubiera cometido cinco errores seguidos la prueba se detenía.
Las instrucciones entregadas fueron: "Mira estos objetos, nos sirven para contar, para hacer conjuntos y para jugar. Este juego es sencillo, te voy a pedir que me entregues un conjunto de objetos, y tú me los tienes que entregar. Hagamos un ejemplo, dame un objeto (mostrando la tarjeta con el símbolo arábigo sin decir la etiqueta verbal)." Si el niño acierta se le dice "muy bien" y se continúa con el segundo ejemplo. Si el niño no responde correctamente, el examinador es quien realiza la acción a modo de clarificar la instrucción. Una vez realizados los dos ejemplos, se procede con la instrucción final "voy a seguir el juego pidiéndote más objetos." Para cada ítem se repite la consigna: "dame *N* objetos."
El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .798 y para NT2 .871.

3.1.2.2 Tarea de lista de conteo

Esta tarea se ha realizado en investigaciones anteriores (Gelman & Gallistel, 1978; Le Corre, et al., 2006, Mussolin et al., 2014) para evaluar la lista de conteo, donde el participante debía nombrar sin cometer errores la secuencia numérica hasta el número más alto que conociera. Esta tarea mide el conocimiento de la lista de conteo, la cual es una lista idiosincrásica de palabras numéricas (Dehaene, 1992). Su medida es la precisión, específicamente, número de aciertos a los 60 segundos (s) y se considera como variable independiente.

Los materiales consistieron en un cronómetro, cuadernillo del examinador y un lápiz. El tiempo máximo para realizar esta tarea fue de 60 s. Las respuestas se registraron de la siguiente manera: conteo a los 15 s, conteo a los 60 s, último número correcto y tiempo que tarda en equivocarse. A pesar de que en esta tarea se mide el tiempo, solo se consideró el número de aciertos (último número correcto enunciado por el sujeto) para la medida de precisión.

La instrucción del examinador fue: "Te voy a pedir que cuentes hasta el número más alto que puedas. Intenta decir todos los números en orden sin equivocarte, lo más deprisa que puedas. Comienza a decir los números que te sabes, empezando por el uno. Ahora tienes que contar tú solo/a hasta el número más alto que puedas, tratando de no equivocarte. Haz lo más deprisa que puedas, comienza desde el 1." El cronómetro se colocó en marcha cuando el niño comenzó la cuenta y se detuvo cuando cometió un error, consignando el último número correcto enunciado por el niño y el tiempo exacto en que lo dijo.

3.1.2.3 Tarea de conteo de objetos

Para esta tarea se utilizó una versión adaptada de *¿Qué hay en esta tarjeta?* aplicada en otros estudios (Le Corre & Carey, 2007; Odic et al., 2015) con el objetivo de medir la variable de cardinalidad. Esta es la última palabra numérica utilizada al contar un conjunto y representa la cantidad total de elementos de éste (Ansari, 2008). Su medida es la precisión, específicamente, número de aciertos y se considerará como variable independiente.

El participante debía determinar la cantidad de elementos presentados en una tarjeta y señalar la respuesta de manera verbal. Las medidas de esta tarea son conteo (número de elementos correctamente contados), omisiones (número de elementos no contados) y cardinalidad (número que indica el total de elementos). No se medía el tiempo y en el caso de cometer cinco errores seguidos se detenía la prueba.

Los materiales utilizados fueron láminas de 10 por 10 cm con distintos dibujos de animales (cerdos, caballos, gallinas, ovejas y vacas), con un rango de 1 a 10 para NT1 y 1 a 20 para NT2 (ver ejemplo en la Figura 2). El número de ítems para la tarea fue de 15.

La instrucción del examinador fue: "ahora te voy a pedir que me digas qué hay en las tarjetas que te voy a mostrar." Para el primer ejemplo, se muestra una lámina con un cerdo y se pregunta "¿qué hay en la tarjeta?" para asegurar la comprensión de la tarea. Si el niño no respondía correctamente, se mostraba la tarjeta haciendo énfasis en la cantidad de elementos de la tarjeta (un cerdito). Luego se prosigue con el segundo ejemplo. Si el niño responde correctamente se pasa a la instrucción final.

Para la instrucción final, el examinador dice: "Ahora te voy a ir enseñando más tarjetas. Tienes que decirme qué hay en ellas, ¿estás preparado/a?" Para esta tarea es importante no dar feedback al participante sobre sus respuestas.

El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .716 para NT1 y .772 para NT2.

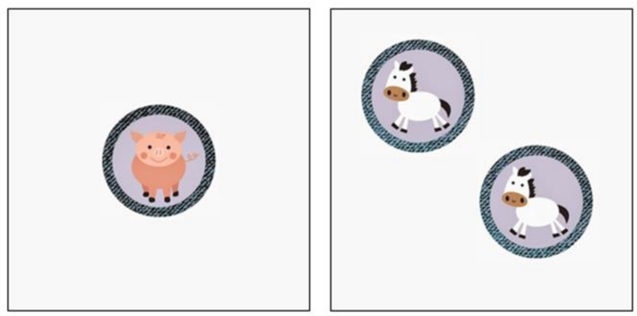

Figura 2. Extracto láminas conteo de objetos, utilizadas en la tarea *¿Qué hay aquí?* Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4 Tarea de comparación no simbólica

La tarea de comparación no simbólica se ha utilizado en numerosos estudios (Holloway & Ansari, 2009; Mussolin et al, 2014). Esta tarea mide la representación no simbólica preverbal. Esta forma permite representar números sin usar símbolos a través de matrices de puntos, pero también se puede representar en otras modalidades como conjuntos secuenciales de sonido (Merkley & Ansari, 2016). Su medida es la fluidez, específicamente, números de aciertos en 60 s. Esta variable se considerará como independiente.

La tarea consiste en comparar 45 estímulos de dos matrices de puntos en un rango de 1 a 20 (ver Figura 3), debiendo señalar la matriz que contiene más. La instrucción del examinador fue: "ahora vamos a jugar a comparar conjuntos. Fíjate que en cada casilla hay dos conjuntos de puntos. Tienes que marcar con tu lápiz el conjunto que tiene más puntos. No los tienes que contar, trata de decidir cuál tiene más puntos de un solo vistazo, lo más rápido que puedas".

El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .948 y .82 para NT2.

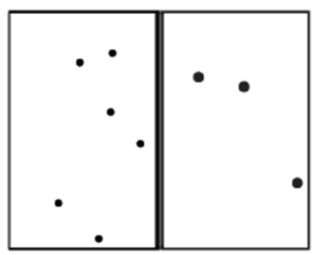

Figura 3. Extracto tareas de comparación no simbólica. Fuente: Elaboración propia

3.1.2.5 Tarea de comparación simbólica

Esta tarea ha sido evaluada en investigaciones anteriores (Holloway & Ansari, 2009; Nosworthy, Bugden, Archibald, Evans & Ansari, 2013). Esta tarea mide la representación simbólica, que según Siegler y Lortie-Forgues (2014), es una forma de representar magnitudes no simbólicas de forma cada vez más precisa para luego vincularlas a representaciones a simbólicas. Para observar cómo se representa la cantidad se pide a los individuos que comparen (ver Figura 4) la magnitud numérica relativa de dos números (Holloway & Ansari, 2008) y elegir el valor numéricamente mayor. Su medida es la fluidez, específicamente, número de aciertos en 60 s y esta variable se considerará como independiente.

Para ambos niveles, las tareas simbólicas se presentaron en formato de papel y lápiz, con 45 ítems cada una y con las mismas instrucciones. Para NT1, el rango numérico va desde el 1 al 10, y para NT2 desde el 1 al 20.

Las instrucciones entregadas fueron: “fíjate que en cada casilla hay dos números. Tienes que marcar con tu lápiz el número mayor.” Antes de que proceda a responder, al niño le fueron entregados dos ejemplos, que permitieron asegurar que comprendió la instrucción.

El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .946 y .916 para NT2.

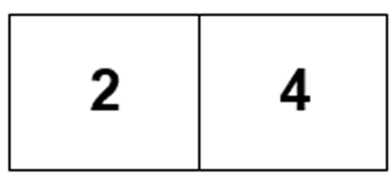

Figura 4. Extracto tareas de comparación simbólica. Fuente: Elaboración propia

3.1.2.6 Tarea de lectura de números

La lectura de números es el proceso mediante el cual se reconocen los símbolos visuales de los números (Ansari, 2008) y consiste en pasar de los símbolos arábigos a una representación fonológica, sin que implique obligatoriamente el acceso a una magnitud asociada (LeFevre, Fast, Skwarchuk, Smith-Chant, Bisanz, Kamawar & Penner-Wilger, 2010). Esta tarea mide el reconocimiento del símbolo arábigo. Su medida es la fluidez, específicamente, número de aciertos a los 60 s, esta variable se considerará como independiente.

Para esta tarea se utilizó una lámina que contenía símbolos arábigos (ver Figura 5) donde el participante debía leer en voz alta. Los rangos numéricos utilizados para NT1 iban del 1 al 10 y para NT2 del 1 al 20. La instrucción fue: “ahora vamos a leer números en voz alta. Debemos tratar de leerlos lo más rápido posible, pero sin equivocarnos. Vamos a empezar leyendo estos números.” Se señaló la lámina de ejemplo, “¿Qué número es éste?” Si el niño responde correctamente se prosigue con el ejemplo 2. En caso de fallar la respuesta, el examinador debía dar la respuesta y volver a preguntar. Una vez realizados los dos ejemplos se continúa con la instrucción final: “ahora vamos a leer los números de esta página (se muestra la lámina de evaluación). Empieza aquí y continúa así (se le indica la dirección de la lectura que va de izquierda a derecha), recuerda que debes leer los números lo más rápido posible y sin equivocarte. Comienza.”

La prueba tenía 60 ítems y se detenía si el participante cometía cinco errores seguidos.

El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .992 y .934 para NT2.

2	5	9	6	3

Figura 5. Extracto tarea de lectura de números. Fuente: Elaboración propia

3.1.2.7 Tarea de estimación no simbólica

Esta tarea se ha realizado en estudios anteriores (Crollen et al., 2011, Odic et al, 2015; Le Corre & Carey, 2007). Esta tarea busca medir la variable transcodificación de sistema aproximado a simbólico, que consiste en un proceso mental por el cual se traducen numerales de un formato de representación a otro (Muñoz, Guerrero & García, 2015), en otras palabras, esta traducción se efectúa desde una representación no simbólica a una simbólica. Su medida es tasa de error, la cual es la diferencia entre la respuesta del sujeto y el número objetivo. Esta variable se considerará como independiente.

Al participante se le presentaron aleatoriamente tarjetas de 10 por 10 cm con puntos en un tiempo aproximado de un segundo, y debía estimar el número de elementos. El rango de puntos va de 1 a 10 para NT1 y 1 a 20 para NT2. El total de ítems de la prueba es de 30.

La instrucción del examinador fue la siguiente: "a continuación, te voy a mostrar una serie de conjuntos de objetos, y tú tienes que decirme cuántos crees que hay. No debes contar los conjuntos, el juego consiste en decir solo cuántos crees que hay. Probemos con un ejemplo." Se le muestra el ejemplo 1, si responde correctamente pasa al ejemplo 2. Si llega a fallar en la respuesta es el examinador quien debe darla y volver a preguntar. Una vez realizados los ejemplos se sigue con la instrucción final: "voy a seguir mostrándote tarjetas (ver Figura 6). Recuerda que no debes contar los objetos, sólo decir cuántos crees que hay. Trata de hacerlo lo más rápido que puedas y sin equivocarte. Comencemos.”

El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .883 y .843 para NT2.

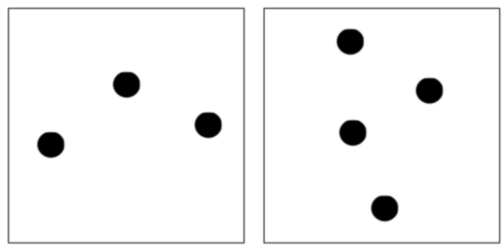

Figura 6. Extracto láminas de estimación no simbólica con matriz de puntos. Fuente: Elaboración propia

3.1.2.8 Tarea de estimación simbólica

La tarea de estimación simbólica requiere de una manera explícita la traducción entre cantidades no simbólicas y cantidades simbólicas (Libertus et al., 2016), esta traducción es lo que se conoce como transcodificación, y al igual que la tarea anterior, esta también busca medir esta variable, pero en este caso su dirección es desde el sistema simbólico al aproximado. Su medida es tasa de error. Esta variable se considerará como independiente.

En esta tarea el participante debía realizar conjuntos estimados de elementos manipulativos a partir de una tarjeta de 10 por 10 cm con un símbolo arábigo mostrado durante un segundo aproximadamente (ver Figura 7). El rango de números era de 1 a 10 para NT1 y de 1 a 20 para NT2. El total de ítems a realizar fue de 30.

La instrucción del examinador fue: “ahora vamos a jugar a algo similar. En este caso, te voy a decir números y tú tienes que hacer conjuntos con estos objetos. Tienes que hacerlo lo más rápido que puedas, no puedes contar. Mira cómo lo hago yo.” Se muestra la primera tarjeta de ejemplo. Se le dice que es “tres.” “Para esta tarjeta, debió formar un conjunto de más o menos 3 objetos [formar un conjunto de tres objetos]. Ahora repítelo tú. Luego se continúa con el ejemplo 2. Una vez realizados los dos ejemplos se continúa con la instrucción final: “voy a seguir mostrándote tarjetas. Recuerda que no debes contar los objetos de los conjuntos que formas. Trata de hacerlo lo más rápido que puedas y sin equivocarte. ¡Comencemos!”

El índice de fiabilidad para esta tarea está medida a través de Alpha de Cronbach para NT1 fue de .898 y .86 para NT2.

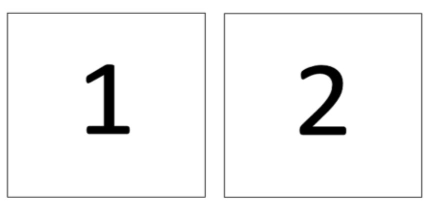

Figura 7. *Extractos láminas numéricas utilizadas para las tareas de estimación y dame “N” objetos.* Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Procedimiento

Para la investigación se invitó a participar del proyecto a cuatro establecimientos educacionales y se contactó a los directores de cada uno de ellos para informar sobre sus características, firmando finalmente un acuerdo de participación.

Una vez realizado el convenio, las educadoras de párvulos de cada curso enviaron consentimientos informados a todos los apoderados de los estudiantes matriculados durante el primer semestre escolar para determinar la cantidad de niños a participar. Una vez recopilados los consentimientos informados se procedió a otorgar un código a cada participante para asegurar la confidencialidad de la identificación y resultados.

La aplicación de la batería de pruebas abarcó los meses de abril a junio del presente año y la administración de pruebas fue realizada de manera individual en espacios tranquilos y sin distractores, con una duración de 40 minutos aproximadamente en cada sesión. En la primera sesión se administraron las tareas de dame *N* objetos, lista de conteo, conteo de objetos y comparación simbólica y no simbólica. En la segunda sesión se aplicaron las tareas lectura de números, estimación simbólica y no simbólica, línea numérica de número a posición (N-P) y posición a número (P-N) y ordinalidad simbólica y no simbólica. Para esta tesis, las tareas de ordinalidad y línea numérica no se consideraron.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. 1 Resultados

El objetivo de esta investigación es identificar los procesos cognitivos de dominio específico que predicen en mayor medida la comprensión del número en niños de educación preescolar en NT1 y NT2 y los datos obtenidos a través de las pruebas aplicadas fueron analizados mediante el programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) V.20*.

Para una adecuada lectura, los resultados se estructuran en cuatro apartados: datos descriptivos para cada tarea, resultados de la tarea *Dame N*, efecto de regresión y finalmente, los resultados de regresión lineal múltiple.

En primer lugar, se presentan los datos descriptivos de cada tarea para ambos niveles (ver Tabla 2).

En segundo lugar, los resultados de la tarea Dame *N* objetos para ambos niveles dan cuenta del proceso de comprensión del número. En los dos niveles, los resultados reflejan la tendencia a disminuir los aciertos a medida que aumenta la magnitud de los números objetivo (ver Figura 8 y Figura 9). En NT1, el número objetivo con mayor porcentaje de aciertos es 2 con 92,3%, mientras que el número objetivo con menor porcentaje de aciertos es 9 con 24,6%. El porcentaje de descenso entre ambos números objetivos es de 67,7%.

En NT2, los números objetivo con mayor porcentaje de aciertos son 1 y 2 con 100%, mientras que el número objetivo con menor porcentaje de aciertos es 16 con 44,4%. El porcentaje de descenso entre ambos objetivos es de 55,6%.

Tabla 2. *Datos descriptivos de los resultados de las tareas para ambos niveles*

	NT1			NT2		
Tareas	n	M	DS	n	M	DS
Dame N objetos	69	5,39	2,871	85	13,78	5,243
Lista de Conteo	66	13,349	7,733	85	24,963	11,142
Conteo de objetos	67	7,209	2,409	76	7,802	2,141
Comparación no simbólica	69	9,59	4,679	85	12,61	5,585
Comparación simbólica	69	8,88	4,695	85	16,02	6,470
Lectura de números	66	14,439	13,202	84	12,012	8,135
Estimación no simbólica	67	-,635	,884	84	-1,221	2,182
Estimación simbólica	66	,794	1,762	84	1,416	2,586

Nota: n= muestra; M= media; DS= desviación estándar. Fuente: Elaboración propia

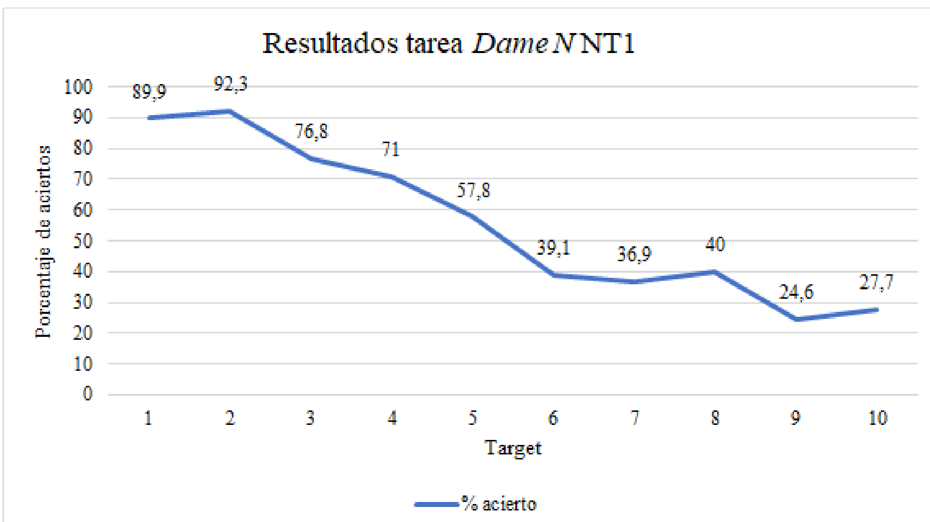

Figura 8. Porcentaje de aciertos en tarea Dame *N* para cada target del rango numérico (1-10) para NT1.

Fuente: Elaboración propia

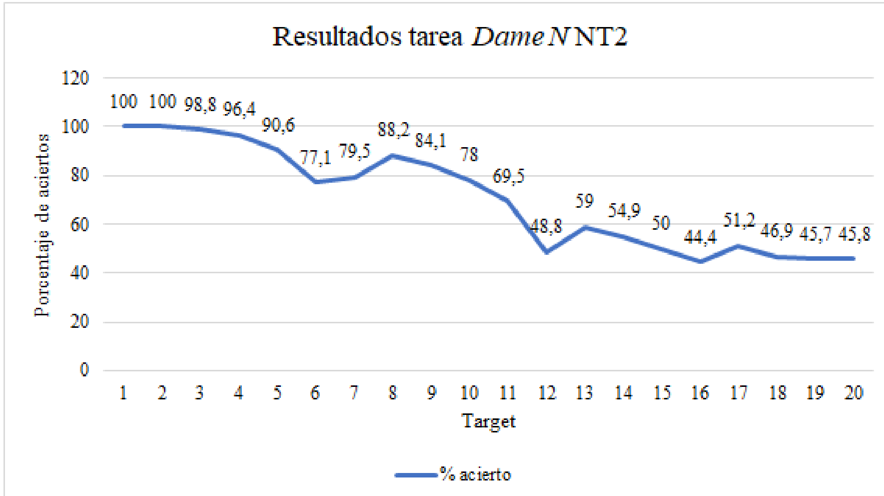

Figura 9. Porcentaje de aciertos en tarea Dame *N* para cada target del rango numérico (1-20) para NT2.

Fuente: Elaboración propia

En tercer lugar, se reportan los resultados del efecto de regresión encontrado en las tareas de estimación para ambos niveles, dando cuenta de que existe un proceso de transcodificación entre los sistemas de representación aproximado y simbólico.

Este efecto de regresión muestra dos sesgos sistemáticos: infraestimación para la tarea de percepción y sobreestimación en la tarea de producción (ver Figura 10) y se aprecia que los niños de NT2 presentan mayores sesgos de infraestimación y sobrestimación que los niños de NT1.

Además, en la tabla 3, la *p* obtenida al ser inferior a 0,05 demuestra que estos sesgos son significativos para ambos niveles y, por ende, es válido considerarlos como variables independientes en el posterior análisis de regresión lineal múltiple.

Tabla 3. *Prueba de una muestra*

	t	gl	*p*
Tarea estimación no simbólica NT1	-5,879	66	,000
Tarea estimación simbólica NT1	3,659	65	,001
Tarea estimación no simbólica NT2	-5,127	83	,000
Tarea estimación simbólica NT2	5,019	83	,000

Nota: t= estadístico *t* de Student; gl= grados de libertad; *p*= probabilidad asociada. Fuente: Elaboración propia

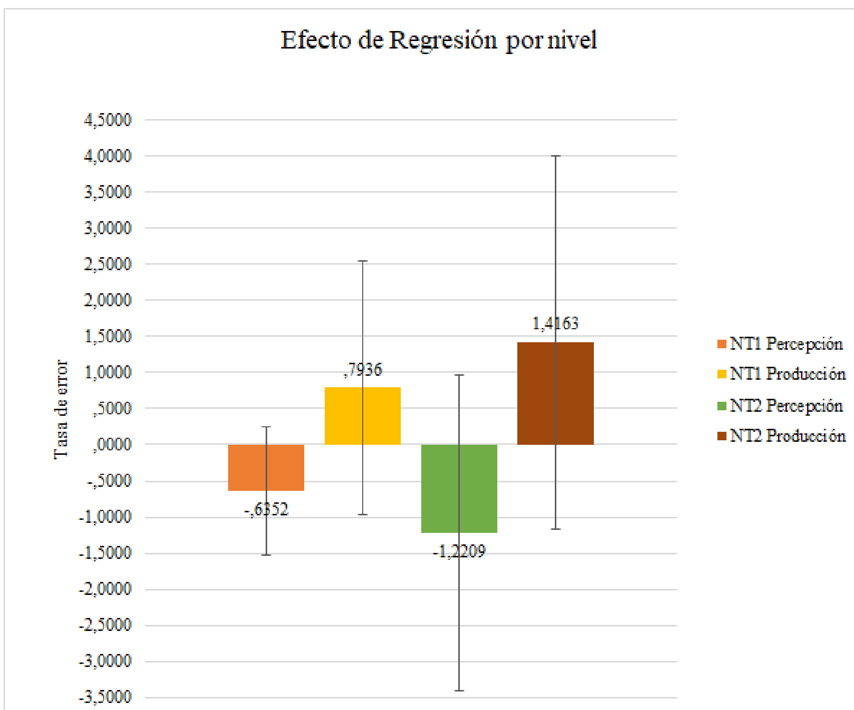

Figura 10. Efecto de regresión en la tarea de estimación para ambos niveles. Fuente: Elaboración propia

En cuarto lugar, se presentan los resultados de la regresión lineal múltiple para responder a la pregunta de investigación. Se han contemplado siete variables independientes, las cuales son: conocimiento de la lista de conteo, cardinalidad, representación simbólica y no simbólica, identificación del símbolo arábigo y transcodificación entre sistemas. Como variable dependiente se considera la comprensión del número. En las tablas 4 y 5 se presenta la correlación de estas variables para ambos niveles.

Tabla 4. *Correlaciones NT1*

	ENS	ES	CNS	CS	CO	LN	LC
ENS	1	-,011	,033	,204	,332**	,287*	,152
ES		1	-,115	-,099	,150	,162	,155
CNS			1	,662**	,177	,263*	-,191
CS				1	,198	,206	-,112
CO					1	,437**	,281*
LN						1	,206*
LC							1

Nota: **. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).*. La correlación es significante al nivel 0.05 (bilateral). ENS=Estimación no simbólica; ES=Estimación simbólica; CNS=Comparación no simbólica; CS=Comparación simbólica; CO=Conteo de objetos; LN=Lectura de números; LC=Lista de conteo. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se presentan los ajustes de los modelos testeados para NT1, donde se evidencia que los tres modelos testeados pueden ser válidos. Sin embargo, la tabla 7 muestra la varianza para cada modelo en NT1, apreciándose que el mejor modelo predictivo es el 2. En la tabla 8 se presentan los coeficientes de regresión para NT1, donde se busca determinar qué tan significativas son las tareas en cada modelo. Para el modelo 1, la tarea de estimación no simbólica es significativa con p= ,005. En el modelo 2, al incorporarse las tareas de conteo de objetos, lectura de números y lista de conteo, se puede apreciar que la tarea de estimación no simbólica pierde su valor predictivo, sin embargo, las tareas de lectura de números y conteo de objetos se vuelven predictoras. En el modelo 3, al incorporar las tareas de comparación simbólica y no simbólica, las tareas predictoras son conteo de objetos y lectura de números. De acuerdo con lo ya mencionado, el modelo que mejor se ajusta a las hipótesis es el modelo 2.

Tabla 5. *Correlaciones NT2*

	ENS	ES	CNS	CS	CO	LN	LC
ENS	1	-,056	,112	,305**	,356**	,221*	,314**
ES		1	-,153	-,130	-,231*	-,164	-,089
CNS			1	,632**	,353**	,109	,290**
CS				1	,427**	,274*	,337**
CO					1	,211	,315**
LN						1	,451**
LC							1

Nota: **. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).*. La correlación es significante al nivel 0.05 (bilateral). ENS=Estimación no simbólica; ES=Estimación simbólica; NS=Comparación no simbólica; CS=Comparación simbólica; CO=Conteo de objetos; LN=Lectura de números; LC=Lista de conteo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. *Ajustes de los modelos testeados NT1*

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	*p*
1[a]	Regresión	69,852	2	34,926	4,728	,013
	Residual	428,476	58	7,388		
	Total	498,328	60			
2[b]	Regresión	231,524	5	46,305	9,545	,000
	Residual	266,804	55	4,851		
	Total	498,328	60			
3[c]	Regresión	248,835	7	35,548	7,551	,000
	Residual	249,493	53	4,707		
	Total	498,328	60			

Nota: gl= grados de libertad; F= estadístico *F* de Snedecor; *p*= probabilidad asociada; a= Variables predictoras: (Constante), Tarea estimación no simbólica, Tarea estimación simbólica; b= Variables predictoras: (Constante), Tarea estimación no simbólica, Tarea estimación simbólica, Tarea conteo de objetos, Tarea lectura de números, Tarea lista de conteo; c= Variables predictoras: (Constante), Tarea estimación no simbólica, Tarea estimación simbólica, Tarea conteo de objetos, Tarea lectura de números, Tarea lista de conteo, Tarea comparación no simbólica, Tarea comparación simbólica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Varianza explicada por cada modelo testeado NT1*

				Estadísticos de cambio				
Modelo	R	R cuadrado	Error típ. de la estimación	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	*p* Cambio en F
1[a]	,374	,140	2,718	,140	4,728	2	58	,013
2[b]	,682	,465	2,202	,324	11,109	3	55	,000
3[c]	,707	,499	2,170	,035	1,839	2	53	,169

Nota: R= varianza explicada; F= estadístico *F* de Snedecor; *gl*= grados de libertad*;* *p*= probabilidad asociada; a= Variables predictoras: (Constante), Tarea estimación no simbólica, Tarea estimación simbólica; b= Variables predictoras: (Constante), Tarea estimación no simbólica, Tarea estimación simbólica, Tarea conteo de objetos, Tarea lectura de números, Tarea lista de conteo; c= Variables predictoras: (Constante), Tarea estimación no simbólica, Tarea estimación simbólica, Tarea conteo de objetos, Tarea lectura de números, Tarea lista de conteo, Tarea comparación no simbólica, Tarea comparación simbólica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Coeficientes de regresión en NT1*

	Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		
		B	Error típ.	Beta	t	*p*
1	(Constante)	5,992	,461		12,996	,000
	Tarea estimación no simbólica	1,159	,393	,359	2,947	,005
	Tarea estimación simbólica	,165	,199	,101	,833	,409
2	(Constante)	1,154	1,081		1,068	,290
	Tarea estimación no simbólica	,408	,345	,126	1,182	,242
	Tarea estimación simbólica	-,069	,167	-,042	-,413	,681
	Tarea conteo de objetos	,390	,138	,329	2,826	,007
	Tarea lectura de números	,077	,024	,362	3,207	,002
	Tarea lista de conteo	,044	,038	,121	1,162	,250
3	(Constante)	,021	1,231		,017	,986
	Tarea estimación no simbólica	,426	,349	,132	1,221	,228
	Tarea estimación simbólica	-,032	,165	-,020	-,194	,847
	Tarea conteo de objetos	,357	,137	,300	2,599	,012
	Tarea lectura de números	,065	,025	,306	2,654	,010
	Tarea lista de conteo	,065	,039	,179	1,675	,100
	Tarea comparación no simbólica	,111	,084	,183	1,325	,191
	Tarea comparación simbólica	,017	,080	,029	,214	,831

Nota: B= coeficiente de regresión; t= estadístico *t* de Student; *p*= probabilidad asociada.

Fuente: Elaboración propia

Para NT2, la tabla 9 señala los ajustes de los modelos testeados y refleja que los cuatro modelos son significativos.

La tabla 10 muestra la varianza para cada modelo en NT2, el R^2 señala que los cuatro modelos son adecuados debido a su valor predictivo. No obstante, el mejor modelo predictivo es el 3.

En la tabla 11 se presentan los coeficientes de regresión para NT2, resultando que las tareas más significativas para el modelo 1 es el conteo de objetos. En el modelo 2, conteo de objetos y estimación no simbólica resultan como predictores. En el modelo 3, los predictores son conteo de objetos, estimación no simbólica y lectura de números. Finalmente, en el modelo 4 se mantienen como predictores el conteo de objetos y estimación no simbólica, pero la lectura de números pierde su valor predictor. Por lo tanto, el modelo que mejor responde a las hipótesis de trabajo es el modelo 3.

A modo de resumen, los predictores significativos para NT1, de acuerdo con las tareas contempladas, son cardinalidad y reconocimiento del símbolo arábigo. Para NT2, los predictores son cardinalidad, estimación no simbólica y lectura de números.

Tabla 9. *Ajustes de los modelos testeados NT2*

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	*p*
1[a]	Regresión	376,222	1	376,222	21,828	,000
	Residual	1189,271	69	17,236		
	Total	1565,493	70			
2[b]	Regresión	507,395	2	253,698	16,304	,000
	Residual	1058,098	68	15,560		
	Total	1565,493	70			
3[c]	Regresión	600,514	3	200,171	13,898	,000
	Residual	964,979	67	14,403		
	Total	1565,493	70			
4[d]	Regresión	665,194	7	95,028	6,650	,000
	Residual	900,299	63	14,290		
	Total	1565,493	70			

Nota: gl= grados de libertad; F= estadístico *F* de Snedecor; *p*= probabilidad asociada; a= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos; b= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos, Tarea estimación no simbólica; c= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos, Tarea estimación no simbólica, Tarea lectura de números; d= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos, Tarea estimación no simbólica, Tarea lectura de números, Tarea lista de conteo, Tarea estimación simbólica, Tarea comparación no simbólica, Tarea comparación simbólica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. *Varianza explicada por cada modelo testeado NT2*

				Estadísticos de cambio				
Modelo	R	R cuadrado	Error típ. de la estimación	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	*p* Cambio en F
1[a]	,490	,240	4,152	,240	21,828	1	69	,000
2[b]	,569	,324	3,945	,084	8,430	1	68	,005
3[c]	,619	,384	3,795	,059	6,465	1	67	,013
4[d]	,652	,425	3,780	,041	1,132	4	63	,350

Nota: R= varianza explicada; F= estadístico *F* de Snedecor; gl= grados de libertad; *p*= probabilidad asociada; a= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos; b= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos, Tarea estimación no simbólica; c= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos, Tarea estimación no simbólica, Tarea lectura de números; d= Variables predictoras: (Constante), Tarea conteo de objetos, Tarea estimación no simbólica, Tarea lectura de números, Tarea lista de conteo, Tarea estimación simbólica, Tarea comparación no simbólica, Tarea comparación simbólica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. *Coeficientes de regresión en NT2*

	Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		
		B	Error típ.	Beta	t	*p*
1	(Constante)	5,868	1,826		3,213	,002
	Tarea conteo de objetos	1,066	,228	,490	4,672	,000
2	(Constante)	8,500	1,958		4,342	,000
	Tarea conteo de objetos	,832	,231	,382	3,595	,001
	Tarea estimación no simbólica	,682	,235	,309	2,903	,005
3	(Constante)	7,139	1,958		3,646	,001
	Tarea conteo de objetos	,757	,225	,348	3,373	,001
	Tarea estimación no simbólica	,573	,230	,259	2,489	,015
	Tarea lectura de números	,152	,060	,254	2,543	,013
4	(Constante)	4,905	2,253		2,177	,033
	Tarea conteo de objetos	,611	,259	,281	2,362	,021
	Tarea estimación no simbólica	,484	,236	,219	2,054	,044
	Tarea lectura de números	,118	,067	,197	1,766	,082
	Tarea lista de conteo	,061	,051	,135	1,205	,233
	Tarea estimación simbólica	,170	,191	,091	,890	,377
	Tarea comparación no simbólica	-,010	,105	-,012	-,092	,927
	Tarea comparación simbólica	,122	,100	,160	1,215	,229

Nota: B= coeficiente de regresión; t= estadístico t de Student; *p*= probabilidad asociada. Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión

El objetivo de esta investigación es identificar los procesos cognitivos de dominio específico predictores de la comprensión del número. Para ello se evalúo a 154 niños y niñas de NT1 y NT2 provenientes de cuatro establecimientos educacionales con distinto IVE.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis de regresión lineal múltiple se da cuenta de la presencia de tres predictores importantes para la comprensión del número en el nivel preescolar: reconocimiento del símbolo arábigo, cardinalidad y transcodificación del sistema de representación aproximado al simbólico.

Antes de ahondar en la discusión de los resultados, es necesario analizar la comprensión del número que tienen los niños de NT1 y NT2 mediante la tarea Dame *N* objetos. Según lo encontrado, en NT1, la mayoría de los niños comprende desde 1 al 8, en cambio para NT2, la mayoría ya ha adquirido los primeros siete números y está en proceso de comprensión del rango numérico entre 8 y 19 (ver Tabla 2). Esto refleja el desarrollo que tienen los preescolares en cuanto al aumento del rango numérico y a la comprensión de estos números a medida que avanzan de un nivel a otro.

Este hallazgo, además, aporta evidencias a favor de la teoría de Bootstrapping (Carey, 2004) (ver Figura 8 y 9), la cual plantea que una vez aprendidos los cuatro primeros números, asociando el símbolo arábigo con su cantidad correspondiente, los números superiores a cinco se adquieren a mayor velocidad. Esto se encuentra reflejado en la diferencia de los porcentajes de aciertos en los números objetivo mayores entre NT1 y

NT2, si bien en el primer nivel el menor porcentaje se encuentra en 24,6%, (número objetivo 9), en el segundo nivel no baja de 44,4% (número objetivo 16), a pesar de que las cifras pedidas eran mayores en el segundo caso.

Otro punto que abarca esta teoría y que se asocia a lo anterior, es el conocimiento de la relación del sucesor para enteros positivos, una vez aprendidos los primeros cuatro números y adquirida la cardinalidad, los niños comienzan a comprender que para los números mayores y siguiendo el orden de la lista de conteo, cada número mayor contempla un objeto más, y que todo número siguiente es mayor al anterior. Tal como lo menciona la misma autora, la palabra cardinal al ser aplicada en orden, en correspondencia uno a uno con los elementos del conjunto, permite que todos los "números sucesivos en la lista de conteo se refieran a valores cardinales, exactamente separados en uno: 5 es 4 más 1, 6 es 5 más 1, y así sucesivamente" (Carey, 2004, p.63).

Desde la perspectiva del desarrollo, estos resultados indican que en NT1, los niños son conocedores del principio cardinal, y comprenden los cuatro primeros números teniendo un porcentaje de acierto sobre el 50%, pero en NT2, el porcentaje de acierto hasta el número 4 es sobre el 90%, y aciertan sobre un 44,4% en los números objetivo superiores a 10, mientras que en NT1, no superan el 40% de logro desde el número objetivo 6 en adelante. Esto demuestra el mayor afianzamiento del número producto de la experiencia de aprendizaje en diversos contextos.

Se debe mencionar que los niños de NT2 tienden a confundir los números 6 y 9, 6 y 7, lo que puede explicar la baja considerable en los porcentajes de acierto de estos números, especialmente para el número 6 (77,1%), siendo que los primeros cinco números superan el 90% de aciertos. Una causa probable sería la confusión de la etiqueta verbal correspondiente a este símbolo arábigo, por ende, entregaban una cantidad errónea.

También se aprecia que hasta el número 11 tienen un porcentaje de acierto superior a 69,5, pero en el número 12 hay un descenso considerable a un 48,8%, indicando que es un número que está en proceso de adquisición.

En relación a las tareas de estimación, que permiten medir de manera indirecta el proceso de transcodificación entre los sistemas de representación, se encontró el efecto de regresión, mostrando patrones de rendimiento similares a los adultos tal como lo mencionaron Castronovo y Seron (2007), Crollen et al., (2011) y Crollen y Seron (2012), observándose infraestimación en la tarea de percepción y sobrestimación en la tarea de producción, lo que implica que es adecuado incorporar estas variables dentro del análisis de regresión lineal múltiple.

Estos resultados de efecto de regresión coinciden con la hipótesis de correspondencia bidireccional de Castronovo y Seron (2007), ya que ambos patrones de rendimiento mostraron ser significativos, indicando que ya existe una correspondencia entre los sistemas aproximado y simbólico. Sin embargo, se esperaba encontrar un resultado similar al estudio realizado por investigadores como Odic et al., (2015), quienes postularon que la correspondencia entre los sistemas simbólico y aproximado se desarrollan con la edad y son unidireccionales, estableciéndose la correspondencia desde el sistema simbólico a aproximado primero. Esta contradicción con lo esperado se podría explicar considerando la edad de la muestra y el rango numérico utilizado, que en el caso de Odic et al., (2015) fue de dos a cinco años, con un rango numérico de 1 - 9. En cambio, en esta investigación, la edad de los participantes abarcó de los cuatro a cinco años, y el rango numérico se dividió de acuerdo con el nivel en que los participantes se encontraban: de 1 - 10 para NT1 y de 1 - 20 para NT2, ya que son los rangos establecidos a trabajar de acuerdo con los Mapas de Progreso de Educación Parvularia (MINEDUC, 2008).

Desde un punto de vista del desarrollo, al comparar ambos niveles de transición, se puede decir que los niños de NT2, realizan mayor infraestimación y sobreestimación en las tareas de estimación que los niños de NT1. Y a medida que los niños crecen su patrón de transcodificación es más parecido a los adultos (Odic et al., 2015).

De acuerdo con las hipótesis planteadas y los resultados obtenidos en el análisis de regresión lineal múltiple, se encontraron los siguientes hallazgos para NT1:

H1: se rechaza esta hipótesis, puesto que la representación no simbólica de la cantidad no resultó predictora de la comprensión del número para NT1. Lo que contradice a Nosworthy et al., (2013), quienes consideran la comparación no simbólica como un predictor relacionado con futuras habilidades matemáticas.

H2: se rechaza esta hipótesis, ya que la transcodificación simbólica no resultó ser predictora en este nivel, contradiciendo lo planteado por Odic et al., (2015), quienes señalan que esta transcodificación es necesaria para que se desarrolle la transcodificación desde el sistema aproximado al simbólico, siendo ambas direcciones necesarias para establecer el *mapping*. Sin embargo, la muestra de esta investigación es capaz de transcodificar bidireccionalmente entre sistemas.

H3: se rechaza esta hipótesis debido a que no existe una relación significativa entre el conocimiento de la lista de conteo y la comprensión del número. Estos resultados están en discordancia con lo señalado por Butterworth (2005), quien menciona que la lista de conteo es una herramienta fundamental para el posterior logro matemático y desarrollo de la aritmética.

De acuerdo con las hipótesis planteadas, se encontraron los siguientes hallazgos para NT2:

H4: se acepta esta hipótesis debido a que la cardinalidad se presenta como un predictor de la comprensión del número en ambos niveles, que se condice con lo planteado por Geary et al., (2018), Chu et al., (2015), Nguyen et al., (2016), quienes ya han manifestado que este proceso es un fuerte predictor del futuro logro matemático. Cabe destacar que este proceso resultó ser un predictor significativo tanto para NT1 como para NT2, pese a que no se esperaba encontrar en el primer nivel.

H5: se rechaza esta hipótesis porque la representación simbólica no aparece como predictor en NT2, a diferencia de lo que se ha planteado por Holloway y Ansari (2009), donde se venía considerando que la comparación simbólica es la habilidad que mayormente predice el rendimiento matemático.

H6: se acepta esta hipótesis, puesto que la transcodificación del sistema aproximado a simbólico es un fuerte predictor para NT2. Este hallazgo está acorde a lo planteado por Odic et al., 2015, ya que estos autores consideraban que, una vez adquirida la cardinalidad, los niños realizaban la correspondencia desde el sistema aproximado a simbólico. Además, por la edad de la muestra, con un promedio de 5,14 años, los niños son conocedores del principio cardinal, estando en concordancia con lo establecido por la literatura, la cual menciona que este principio es adquirido entre los cuatro y cuatro años y medio (Sarnecka & Carey, 2008).

H7: se acepta esta hipótesis, porque el reconocimiento de símbolo arábigo es un predictor significativo de la comprensión de número para NT2, tal como lo mencionan Merkley y Ansari (2016).

A modo de resumen, los procesos cognitivos de dominio específico predictores para NT1 son reconocimiento del símbolo arábigo y cardinalidad, mientras que para NT2 son cardinalidad, reconocimiento del símbolo arábigo y transcodificación del sistema aproximado a simbólico. Cabe destacar que para NT1 no se cumplió ninguna de las hipótesis planteadas, no obstante, hay procesos que resultaron ser predictores significativos para este nivel.

Sobre la explicación de los hallazgos es relevante considerar la metodología de la tarea Dame *N* objetos, puesto que en esta tarea es necesario que los niños identifiquen los símbolos arábigos presentados en una tarjeta para posteriormente comenzar a producir la cantidad correspondiente, lo que explicaría la importancia del proceso de reconocimiento del símbolo arábigo para determinar la cantidad de objetos que ha de producir mediante los principios del conteo, especialmente el principio de cardinalidad.

Finalmente, el niño al realizar estas acciones manifiesta que puede establecer una relación entre los sistemas aproximado y simbólico, es decir, entre el número y su cantidad, lo que se conoce como correspondencia entre los sistemas de representación. Como ya se ha evidenciado anteriormente, los niños son capaces de transcodificar en ambos sentidos, sin embargo, solo la transcodificación desde el sistema aproximado al simbólico se presenta como un predictor significativo para NT2, no obstante, en NT1 se encuentra presente, pero su valor predictor está explicado por otros procesos más relevantes como cardinalidad y reconocimiento del símbolo arábigo. Además, se puede apreciar que la transcodificación no simbólica se está desarrollando en los preescolares, sobre todo en NT2, y gana importancia en el tiempo.

A pesar de la evidencia recopilada y a la naturaleza de los datos obtenidos, no se puede determinar por cuál motivo este proceso de transcodificación desde el sistema simbólico al aproximado no resulta significativo para ninguno de los dos niveles, considerando que las tareas utilizadas para la estimación simbólica y Dame *N* objetos son similares en su procedimiento a diferencia de la tarea de estimación no simbólica.

Al mirar de manera global los hallazgos de los procesos cognitivos de dominio específico que resultan predictores, se puede observar que tanto la cardinalidad como el reconocimiento del símbolo arábigo son predictores estables para los dos niveles con una variación poco significativa entre ambos, en cambio, se aprecia un desarrollo evolutivo para el proceso de transcodificación desde el sistema aproximado al simbólico apareciendo en NT2.

5.2 Proyecciones

Consideramos las siguientes proyecciones investigativas:

Debido a que esta investigación tiene carácter transeccional, esperamos que a futuro existan estudios longitudinales respecto al tema investigado para conocer la evolución de estos procesos cognitivos en una misma muestra, lo que entregaría más información respecto al desarrollo de la comprensión del número y los procesos que influyen en ésta.

Otro aspecto relevante para investigar en línea con la comprensión del número sería estudiar la influencia del IVE del establecimiento sobre el aprendizaje del número, además el nivel socioeconómico de la familia para medir el nivel de conocimientos matemáticos del niño al llegar al sistema preescolar.

En cuanto al conocimiento de la lista de conteo se esperaba que fuera predictor en NT1, por ser una de las primeras habilidades adquiridas que se comienza a desarrollar alrededor de los dos años. Pero como no lo fue se puede considerar para un estudio a futuro otra medida para esta tarea como la automaticidad, y no el conocimiento de la lista como se hizo para esta investigación.

En lo que respecta a la implicancia en el aula y en base a los hallazgos obtenidos se puede decir que es relevante fomentar el desarrollo y adquisición de la cardinalidad, que resultó ser un predictor potente en ambos niveles. Esta habilidad permite manejar cantidades de distintas colecciones y es un hito importante en el desarrollo de la habilidad numérica, ya que una vez que el niño es conocedor del principio cardinal, aprende de manera más rápida la cardinalidad de los números mayores a cinco. Debido a lo anterior, se hace necesario que las educadoras de párvulos enfoquen su trabajo en el desarrollo y consolidación de este proceso en sus actividades diarias, no obstante, a pesar de la importancia de este proceso como predictor, en las nuevas Bases Curriculares de Educación Parvularia (MINEDUC, 2018) se elimina este aprendizaje esperado para ambos niveles. Estos hallazgos demuestran que retirar la cardinalidad de las bases curriculares no es adecuado.

Otro proceso relevante de trabajar en el aula es la transcodificación desde el sistema aproximado a simbólico mediante juegos y experiencias de aprendizajes, enfocadas a la estimación de cantidades, favoreciendo la posterior comprensión del número.

5.3 Limitaciones

Primero, se considera como limitación de esta investigación que los datos se encuentran infrarrepresentados en la muestra para IVE alto, por lo tanto, se debe tener cautela a la hora de interpretar los resultados, ya que no pueden ser generalizables a la población.

Segundo, el tiempo para la toma de pruebas fue extenso, abarcando desde abril a junio, debido a la falta de espacios disponibles en los establecimientos y por actividades extraprogramáticas desarrolladas en cada uno de estos. Es una limitante ya que genera variabilidad en las respuestas de los niños por la influencia del aprendizaje adquirido en las clases.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo de esta investigación que consistía en identificar los procesos cognitivos de dominio específico predictores de la comprensión del número, se determina que los predictores significativos para NT1 son cardinalidad y reconocimiento del símbolo arábigo; en NT2, cardinalidad, reconocimiento del símbolo arábigo y transcodificación del sistema aproximado a sistema simbólico.

Para NT1, no se cumplió ninguna de las hipótesis planteadas, sin embargo, se observa la presencia de dos predictores para este nivel. En cambio, para NT2, se cumplieron tres de las cuatro hipótesis propuestas. Por lo tanto, los procesos cognitivos predictores más potentes en el nivel preescolar son la cardinalidad y reconocimiento del símbolo arábigo. Los resultados reflejan el punto de vista del desarrollo entre ambos niveles porque los preescolares de NT2 conocen más números (8 - 19), y a su vez, tienen mejor afianzado los primeros cinco números de la lista de conteo. El proceso de transcodificación de sistema aproximado a simbólico, si bien aparece en NT2 como un predictor importante, es necesario trabajarlo desde NT1 con actividades que lo fomentan para que los niños logren afianzar aún más el proceso de correspondencia.

Es importante no dejar de lado el trabajo de los demás procesos cognitivos en el nivel preescolar, ya que, si bien para esta investigación no resultaron predictores en la comprensión del número, igualmente influyen en el logro de ésta y otras habilidades matemáticas.

El aporte de esta investigación al área de la educación preescolar radica en la posibilidad de orientar a los establecimientos participantes sobre la importancia de los procesos cognitivos predictores y que las actividades se deben dirigir al fomento de éstos, entendiendo que el foco del trabajo en el aula debe estar en desarrollar la cardinalidad, el reconocimiento de símbolos arábigos y la transcodificación desde el sistema aproximado al simbólico, y generar al niño distintas experiencias de aprendizaje tanto con las cantidades como con el símbolo.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ansari, D. (2008). Effects of Development and Enculturation On Number Representation in the Brain. *Nature Publishing Group, 9,* 276-291.

Aragón, E., Navarro, J., & Aguilar, M. (2016). Predictores de dominio específico para la fluidez de cálculo al inicio de la Educación Primaria. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *14* (40) 482-499.

Bull, R., Andrews Espy, K., & Wiebe S., (2008) Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33 (3) 205-228.

Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 46*, (1), 3-18.

Carey, S. (2004). Bootstrapping & the Origin of Concepts. *Daedalus, 133,* (1), 59-68.

Chu, F., vanMarle, K., & Geary, D. (2015). Early numerical foundations of young children's mathematical development. *Journal of Experimental Child Psychology, 132,* 205-212.

Crollen, V., & Seron, X. (2012). Over-estimation in numerosity estimation tasks: more than an attentional bias? *Acta Psychologica, 140,* 246-251.

Crollen, V., Castronovo, J., & Seron, X. (2011). Under-and Over-Estimation: A bi-directional mapping process between symbolic and non-symbolic representations of number. *In experimental psychology*, *58,* 39-49.

De Smedt, B., Noël, M., Gilmore, C., & Ansari, D. (2013). How do symbolic and non-symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior. *Trends in Neuroscience and Education, 2*, 48-55.

Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition, 44*, 1-42.

Dehaene, S. (1997). *The Number Sense:* How the Main Creates Mathematics. New York: Oxford University Press.

Dehaene, S. (2009). *Origins of mathematical intuitions: the case of arithmetic*. Annals of the New York Academy of Sciences, *1156*, 232-259.

Dehaene, S., Dehaene-Lambertz, G., & Cohen, L. (1998). Abstract Representations of Numbers in the Animal and Human Brain. *Trends in Neurosciences, 21(*8), 355-361.

Ebersbach, M. (2016). Development of Children's Estimation Skills: The Ambiguous Role of Their Familiarity With Numerals. *Child development perspectives*, *10,* (2), 116-121.

Ebersbach, M., & Erz, P. (2014). Symbolic versus non-symbolic magnitude estimations among children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology, 128,* 52-68.

Feigenson L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, (7), 307-314.

Frye, D., Braisby, N., Lowe, J., Maroudas., & Nicholls, J. (1989). Young Children's Understanding of Counting and Cardinality. *Society for Research in Child Development. 60,* (5), 1158-1171.

Geary, D. (2011). Cognitive Predictors of Achievement Growth in Mathematics: A 5-Year Longitudinal Study. *Developmental Psychology. 47,* (6), 1539-1552.

Geary, D., vanMarle, K., Chu, F., Hoard, M., & Nugent, L. En revisión. Predicting Age of Becoming a Cardinal Principle Knower.

Gelman, R., & Gallistel, C. (1978): The child's understanding of number, Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Göbel, S., Watson, S., Lervåg, A., & Hulme, C. (2014). Children's Arithmetical Development: It is Number Knowledge, Not the Approximate Number Sense, That Counts. *Psychological Science. 25, (3), 789-798.*

Halberda, J., Mazzocco, M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature, 455*, 665-669.

Holloway, I., & Ansari, D. (2008). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 109*, 17-29.

Le Corre, M., & Carey, S. (2007*)*. One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition*, *105,* 395-438.

LeFevre, JA., Fast L., Skwarchuk, SL., Smith-Chant, BL., Bisanz, J., Kamawar D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: longitudinal predictors of performance. *Child Development*, *81*(6)*, 1753-1767.*

Libertus, E., Odic, D., Feigenson, L., & Alberda, J. (2016). The precision of mapping between number words and the approximate number system predicts children's formal math abilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 150*, 207-226.

Lyons, I., Budgen, S., Zheng, S., De Jesus, S., & Ansari, D. (2017). Symbolic Number Skills Predict Growth in Nonsymbolic Number Skills in Kindergarteners. *Developmental Psychology, 54* (3), 440-457.

Lyons, I., Price, G., Vaessen, A., Blomert, L., & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1-6. *Developmental Science, 17* (5), 714-726.

McComb, K., Packer, C., & Pussey, A. (1994). Roaring and numerical assessment in contests between groups of female lions, Panthera leo. *Animal behaviour, 47,* 379-387.

Mejias, S., & Schiltz, C. (2013). Estimation abilities of large numerosities in Kindergarteners. *Frontiers in Psychology, 518* (4), 1-12.

Merkley, R., & Ansari, D. (2016). Why numerical symbols count in the development of mathematical skills: evidence from brain and behavior. *Behavioral sciences, 10,* 14-20.

Ministerio de Educación. (2001). *Bases Curriculares de la Educación Parvularia*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación. (2008). *Mapas de progreso del aprendizaje para el nivel de Educación Parvularia.* Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación (2018). *Bases Curriculares Educación Parvularia.* Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

Moyer, R. S. y Landauer, T. K. (1967). Time required for judgments of numerical inequality, *Nature*, *215*, 1519-1520.

Mundy, E., & Gilmore, C. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 490-502.

Mussolin, C., Nys, J., Content, A., & Leybaert, J. (2014). Symbolic Number Abilities Predict Later Approximate Number System Acuity in Preschool Children. *PLoS One, 9* (3), 1-12.

Mussolin, C., Nys, J., Leybaert, J., & Content, A. (2016). How approximate and exact number skills are related to each other across development: A review. *Developmental Review, 39*, 1-15.

Muñoz, Y., & Guerrero, D., & García, J. (2015). Transcodificación numérica y comprensión del valor de posición: una débil relación teórica y empírica, *Psicología desde el Caribe*, *32* (3), 393-409.

Nosworthy, N., Bugden, S., Archibald, L., Evans B., & Ansari, D. (2013). A Two-Minute Paper-and-Pencil Test of Symbolic and Nonsymbolic Numerical Magnitude Processing Explains Variability in Primary School Children's Arithmetic Competence, *PLoS ONE*, *8* (7) 1 - 12.

Nguyen, T., Watts, T., Duncan, G., Clements, D., Sarama, J., Wolfe, C., & Spitler, M. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, *36,* 550-560.

Odic, M. Le Corre, M. & Halberda, J. (2015). Children´s mappings number words and the approximate number system. *Cognition, 138, 102-121.*

Passolunghi, M., & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *The British Psychological Society, 82,* 42-63.

Peake, C., Rodríguez, C., & Sepúlveda, F., [Manuscrito en revisión]. Bidirectional numerical estimation on the number line in preschoolers.

Purpura D., & Simms V. (2018) Approximate number system development in preschool: What factors predict change? *Cognitive Development, 45,* 31-39.

Sarnecka, B., & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, *108*, 662-679.

Schneider, M., Beeres, K., Coban, L., Merz, S., Schmidt, S., Stricker, J., & De Smedt, B. (2016). Associations of Non-Symbolic and Symbolic Numerical Magnitude Processing with Mathematical Competence: A Meta-Analysis. *Developmental Science. 20* (3), 1-16.

Sepúlveda, F., Rodríguez, C., & Peake, C. (En prensa). Differences in Symbolic and Non-Symbolic Early Numeracy Competences in 6- to 7- year-old Chilean Students, Considering Socioeconomic Status of Schools. *Early Education and development.*

Siegler, R., & Booth, L. (2004). Development of Numerical Estimation in Young Children. *Child Development, 75* (2), 428-444.

Siegler, R., & Lortie-Forgues. (2014). An Integrative Theory of Numerical Development. *Child Development Perspectives, 8*(3), 144-150.

Teghtsoonian, R. (1973). Range effects in psychophysical scaling and a revision of Steven's law. *The American Journal of Psychology*, *86*, 3–27.

Vanbist, K., Ceulemans, E., Peters, L., & Ghesquière, P. (2018). Developmental trajectories of children's symbolic numerical magnitude processing skills and associated cognitive competences. *Journal of Experimental Child Psychology*, *166*, 232-250.

vanMarle, K., Chu, F., Li, Y., & Geary, D. (2014). Acuity of the approximate number system and preschoolers quantitative development. *Developmental Science*, *17*(4), 492-505.

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

Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Letters to Nature, 358*, 749-750.

Xu, F., & Spelke, E. (2000). Large Number Discrimination in 6-months-old Infants. *Cognition*, *74* (1), B1-B11.

Zhang, J., & Norman, D. (1995). A Representational Analysis of Numeration Systems. *Cognition*, 57 (3), 271-295.

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION
FACULTAD DE EDUCACION

PAUTA PARA EVALUAR SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

(Profesores Informantes)

NOMBRE DEL EVALUADOR	DR. SERGIO GATICA FERRERO
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO:	IDENTIFICACIÓN DE PREDICTORES COGNITIVOS DE DOMINIO ESPECÍFICO EN LA COMPRENSIÓN DEL NÚMERO EN PREESCOLARES DE NIVEL TRANSICIÓN I Y II
ESTUDIANTE (S) AUTOR (ES) DEL SEMINARIO	DARLEEN ALVARADO CATRIL MARISOL AVELLO NUZDEL EVA MONROY RODRÍGUEZ XIMENA MORA URIBE YISELL MUÑOZ ULLOA
CARRERA	EDUCACIÓN DIFERENCIAL
PROFESOR GUÍA	DR. CHRISTIAN PEAKE MESTRE

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

A. De La Formulación Del Problema (25%)

INDICADORES	Nota
1. Construcción del objeto de estudio a partir de la presentación de antecedentes empíricos, contextuales y teóricos.	6.0
2. Supuestos o hipótesis de trabajo en correspondencia con el objeto de estudio.	7.0
3. Objetivos formulados con claridad y coherentes con el problema y el objeto de estudio.	6.0
4. Relevancia del problema de investigación en el contexto de las disciplinas pedagógicas.	6.5
5. Adecuada identificación y/o definición operacional de variables y/o categorías de análisis.	7.0
6. Fundamentación y justificación del problema basado en antecedentes bibliográficos y de trabajos de investigación relevantes en el campo de estudio.	6.5
Promedio	**6.5**

B. Del Marco Teórico Referencial (20%)

INDICADORES	Nota
1. Pertinencia y relevancia de la bibliografía (si corresponde a las disciplinas pedagógicas, actualizadas).	6.3
2. Uso del lenguaje técnico coherente con la temática estudiada.	6.5
3. Calidad y precisión del marco teórico/ Conceptual.	6.8
Promedio	**6.5**

C. Del Diseño Metodológico Del Problema (20%)

INDICADORES	Nota
1. Precisión del enfoque o modelo de investigación.	7.0
2. Presentación del método de investigación y su diseño.	7.0
3. Coherencia entre el enfoque investigativo, las fuentes de recogida de datos y el problema estudiado.	7.0
4. Precisión en la descripción de la población objetivo o de los participantes, su rol y función que cumplen en la investigación.	7.0
5. Precisión de las estrategias y técnicas de recogida de datos.	7.0
6 Descripción del procedimiento investigativo y/o escenarios donde se realiza la investigación.	7.0
7. Control de validez y confiabilidad y/o de credibilidad y consistencia interna de la información.	7.0
8 Consistencia entre unidad de análisis, fuentes y técnicas de análisis de la información.	7.0
Promedio	**7.0**

D. Del Contenido Temático y Los Resultados De La Investigación (25%)

INDICADORES	Nota
1. Procesamiento, análisis e interpretación pertinentes de los resultados o hallazgos de investigación .	7.0
2. Presentación de los hallazgos o resultados de forma clara y sintética.	7.0
3. Discusión de los resultados de la investigación.	7.0
4. Conclusiones sustentadas en los resultados o hallazgos.	6.5
5. Explicitación de las proyecciones y de las limitaciones del estudio.	7.0
6. Congruencia entre conclusiones, discusión y sugerencias que se realiza a partir de los resultados o hallazgos de la investigación.	7.0
Promedio	**6.9**

E. De Los Aspectos Formales (10%)

INDICADORES	Nota
1. Títulos pertinentes y sintéticos.	7.0
2. Estructura organizada de los contenidos atendiendo al enfoque y método investigativo.	7.0
3. Correcto uso de ortografía.	7.0
4. Coherencia en la redacción.	7.0
5. Sistematización en la formulación de citas y referencias bibliográficas.	7.0
6. Uso del sistema de citas bibliográficas, de acuerdo a normas APA.	7.0
Promedio	**7.0**

2. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

3. OBSERVACIONES O COMENTARIO DE SÍNTESIS.

Resuma su opinión global en un comentario, que a su juicio, revele los aspectos más sobresalientes, tanto en lo referido a las fortalezas, como a las debilidades de este Seminario de Investigación, o indique las modificaciones que a su juicio deben realizarse a este trabajo para proceder a su calificación final.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En el primer párrafo de este apartado hay varios detalles. En primer lugar se alude al conocimiento que existe respecto al aprendizaje del número en preescolares tanto en Chile como en otros países, el problema es que en la Introducción indican que nos hay estudios suficientes en Chile sobre el tema. Hay que definirse en esta parte ¿hay o no hay estudios en Chile sobre el tema? ¿Son suficientes? En la pág. 38 sostiene taxativamente que no existen investigaciones especializadas sobre el tema en Chile. Revisé la bibliografía y los únicos autores con estudios hechos en población chilena parecen ser Peake et al. y Sepúlveda et al. En segundo lugar, en el mismo párrafo se menciona una discrepancia entre la teoría y la práctica pedagógica, ¿en qué parte se explicitó esta discrepancia? ¿Es relevante para plantear el problema? Tengo la impresión que el valor de este trabajo radica en a) la validez de la hipótesis de la correspondencia bidireccional en niños de NT1 y NT2 y b) aportar información para determinar el modo en que se adquiere el *mapping* en preescolares.

En la *Justificación* del Problema *se menciona que* las Bases *Curriculares* de NT1 Y NT2 *no toman en* cuenta las investigaciones respecto a la adquisición del número y que debiesen alinearse con éstas. Esto parece razonable y correcto, pero el esfuerzo de la tesis es determinar si ciertos factores son predictores de la comprensión del número; en este sentido, no parece relevante la forma en que se planteó la justificación. Sugiero una revisión del apartado.

La pregunta de investigación me parece apropiada al igual que el objetivo general. Los objetivos específicos (OE) parecen tener detalles en la redacción. En primer lugar, los 5 OE comienza con el verbo 'estudiar'; esta elección es relevante pues si el objetivo es 'estudiar el efecto predictor que tiene A en B', imagino que el estudio será sobre el efecto predictor (intensidad de A sobre B, duración de A sobre B, etc.). Sugiero que el verbo sea el mismo que el del objetivo general, es decir 'Identificar'. En segundo lugar se utiliza indistintamente en los 5 OE 'conocimiento del número' y 'comprensión del número'; imagino que entre conocer y comprender hay ciertas diferencias. Sugiero utilizar una sola palabra. En tercer lugar el orden de la redacción puede complicar la comprensión del OE, sugiero algo como 'Identificar la <u>cardinalidad</u>

como predictor del conocimiento del número'. Los otros deberían tener una estructura semejante, reemplazando la palabra subrayada por el predictor escogido.

Las hipótesis son adecuadas.

MARCO TEÓRICO:
El marco teórico es pertinente y actualizado.
La redacción no siempre es precisa; se recomienda revisar el documento donde se marcan las ideas que pueden ser redactadas de mejor forma. Son cambios menores.
Puede que sea una apreciación incorrecta, pero no encontré sentido al apartado 1.1.3. La presentación de las Bases Curriculares para NT1 y NT2 no aporta comprensión al marco teórico escogido, más bien confunde puesto que se infiere que no hay concordancia entre las investigaciones citadas y los lineamientos del MINEDUC. Eso puede llevar a pensar que se estudiará dicha discrepancia, pero para los efectos de esta tesis es solamente anecdótica.

METODOLOGÍA:
Sin observaciones mayores; se recomienda en cada tarea especificar si la fiabilidad se obtuvo con Alpha de Cronbach, no en todas las tareas se mencionó.

RESULTADOS:
La presentación de los resultados es ordenada y sistemática; su lectura permite observar con claridad los pasos seguidos en la investigación. Se recomienda revisar la Tabla 5 (pág. 64); las columnas con los rótulos no coinciden bien con los valores incluidos, es sólo un tema de formato, pero mejorable

DISCUSIÓN:
Sin observaciones.

LIMITACIONES Y PROYECCIONES:
Sin observaciones

CONCLUSIÓN:
Sin ebservaciones

Aprobada en Consejo de Facultad / abril de 2011

Aspectos	**Ponderación**	**Nota**	**Puntaje porcentual**
A. De la Formulación del problema	25%	6.5	1.625
B. Del Marco Teórico referencial	20%	6.5	1.300
C. Del Diseño Metodológico de la investigación	20%	7.0	1.400
D. Del Contenido Temático y los Resultados	25%	6.9	1.725
E. De los aspectos formales	10%	7.0	0.700
Nota promedio final			**6.7**

S. Fatica Ferro.

FIRMA PROFESOR EVALUADOR

Fecha: NOVIEMBRE 26 DE 2018

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION
FACULTAD DE EDUCACION

PAUTA PARA EVALUAR SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EVALUADOR	MAITE OTONDO BRICEÑO
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO:	IDENTIFICACIÓN DE PREDICTORES COGNITIVOS DE DOMINIO ESPECÍFICO EN LA COMPRENSIÓN DEL NÚMERO EN PREESCOLARES DE NIVEL DE TRANSICIÓN I Y II
ESTUDIANTE (S) AUTOR (ES) DEL SEMINARIO	Darleen Marión Alvarado Catril Marisol Andrea Avello Nuzdel Eva Tabita Monroy Rodríguez Ximena Andrea Mora Uribe Yisell Dayan Muñoz Ulloa
CARRERA	Pedagogía en Educación Diferencial
PROFESOR GUÍA	Christian james Peake Mestre

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

A. De La Formulación Del Problema (25%)

INDICADORES	Nota
1. Construcción del objeto de estudio a partir de la presentación de antecedentes empíricos, contextuales y teóricos.	7.0
2. Supuestos o hipótesis de trabajo en correspondencia con el objeto de estudio.	7.0
3. Objetivos formulados con claridad y coherentes con el problema y el objeto de estudio.	7.0
4. Relevancia del problema de investigación en el contexto de las disciplinas pedagógicas.	7.0
5. Adecuada identificación y/o definición operacional de variables y/o categorías de análisis.	7.0
6. Fundamentación y justificación del problema basado en antecedentes bibliográficos y de trabajos de investigación relevantes en el campo de estudio.	7.0
Promedio	7.0

B. Del Marco Teórico Referencial (20%)

INDICADORES	Nota
1. Pertinencia y relevancia de la bibliografía (si corresponde a las disciplinas pedagógicas, actualizadas).	7.0
2. Uso del lenguaje técnico coherente con la temática estudiada.	7.0
3. Calidad y precisión del marco teórico/ Conceptual.	7.0
Promedio	7.0

C. Del Diseño Metodológico Del Problema (20%)

INDICADORES	Nota
1. Precisión del enfoque o modelo de investigación.	7.0
2. Presentación del método de investigación y su diseño.	7.0
3. Coherencia entre el enfoque investigativo, las fuentes de recogida de datos y el problema estudiado.	7.0
4. Precisión en la descripción de la población objetivo o de los participantes, su rol y función que cumplen en la investigación.	7.0
5. Precisión de las estrategias y técnicas de recogida de datos.	7.0
5. Descripción del procedimiento investigativo y/o escenarios donde se realiza la investigación.	7.0
6. Control de validez y confiabilidad y/o de credibilidad y consistencia interna de la información.	7.0
7. Consistencia entre unidad de análisis, fuentes y técnicas de análisis de la información.	7.0
Promedio	7.0

D. Del Contenido Temático y Los Resultados De La Investigación (25%)

INDICADORES	Nota
1. Procesamiento, análisis e interpretación pertinentes de los resultados o hallazgos de investigación.	7.0
2. Presentación de los hallazgos o resultados de forma clara y sintética.	7.0
3. Discusión de los resultados de la investigación.	7.0
4. Conclusiones sustentadas en los resultados o hallazgos.	7.0
5. Explicitación de las proyecciones y de las limitaciones del estudio.	7.0
6. Congruencia entre conclusiones, discusión y sugerencias que se realiza a partir de los resultados o hallazgos de la investigación.	7.0
Promedio	7.0

E. De Los Aspectos Formales (10%)

INDICADORES	Nota
1. Títulos pertinentes y sintéticos.	7.0
2. Estructura organizada de los contenidos atendiendo al enfoque y método investigativo.	7.0
3. Correcto uso de ortografía.	7.0
4. Coherencia en la redacción.	7.0
5. Sistematización en la formulación de citas y referencias bibliográficas.	7.0
6. Uso del sistema de citas bibliográficas, de acuerdo a normas APA.	7.0
Promedio	7.0

2. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Aspectos	Ponderación	Nota	Puntaje porcentual
A. De la Formulación del problema	25%	7.0	1,75
B. Del Marco Teórico referencial	20%	7.0	1,4
C. Del Diseño Metodológico de la investigación	20%	7.0	1,4
D. Del Contenido Temático y los Resultados	25%	7.0	1,75
E. De los aspectos formales	10%	7.0	0,7
Nota promedio final			7,0

3. OBSERVACIONES O COMENTARIO DE SÍNTESIS.

Resuma su opinión global en un comentario, que a su juicio, revele los aspectos más sobresalientes, tanto en lo referido a las fortalezas, como a las debilidades de este Seminario de Investigación, o indique las modificaciones que a su juicio deben realizarse a este trabajo para proceder a su calificación final.

De la lectura y análisis del informe de Seminario de Investigación se desprende un tema novedoso, muy pertinente en la realidad local, nacional e internacional. Existen observaciones y comentarios que deben ser considerados en la revisión y presentación del texto final de seminario. **Excelente trabajo.**

Aprobada en Consejo de Facultad / abril de 2011

MAITE OTONDO BRICEÑO

FIRMA PROFESOR EVALUADOR

Fecha: 26-11-2018

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION
FACULTAD DE EDUCACION
DEPTO. FUNDAMENTOS DE LA PEDAGOGÍA