

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS PARA LA ENSEÑANZA DEL NÚMERO EN FUTURAS MAESTRAS DE EDUCACIÓN INFANTIL

Tatiana Goldrine*

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Soledad Estrella**

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Raimundo Olfos***

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Pablo Andrés Cáceres Serrano****

Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN: El presente artículo presenta el diseño y validación de un instrumento sobre el “*conocimiento para la enseñanza del número en futuras maestras de educación infantil*”. El instrumento se fundamenta en tres componentes teóricos referidos al conocimiento docente: i) los conceptos lógico matemáticos asociados a la construcción del número, ii) la organización de la enseñanza y iii) las etapas del aprendizaje de nociones de lógica y número. El instrumento plantea dos situaciones de aula de educación infantil para suscitar el conocimiento docente. Los resultados muestran que el instrumento posee validez de contenido y validez de constructo, alcanzando una consistencia interna de 0.72. Se concluye que el instrumento validado para medir el saber de las maestras para la enseñanza del número puede ser de utilidad en programas de formación docente en educación infantil.

Palabras clave: Educación preescolar. Formación de docentes. Educación matemática.

<http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698132480>

* Escuela de Pedagogía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Áreas de interés: formación inicial en Educación Infantil, Didáctica de la Matemática Preescolar, Creencias y prácticas docentes, Valparaíso, Chile. E-mail: tatiana.goldrine@pucv.cl

** Instituto de Matemática, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Línea de investigación en Educación Estadística, las problemáticas de la Didáctica de la Estadística y la formación continua de profesores, Valparaíso, Chile. E-mail: soledad.estrella@pucv.cl

*** Instituto de Matemática, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Especialista en Didáctica de la Matemática, formación docente, evaluación y Estudio de Clases. Miembro del Centro de Investigación Avanzada en Educación. Valparaíso, Chile. E-mail: raimundo.olfos@pucv.cl

**** Psicólogo, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. Master en Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. E-mail: pablo.caceres@pucv.cl

TESTE DE CONHECIMENTOS PARA O ENSINO DO NÚMERO EM FUTURAS PROFESSORAS DE EDUCAÇÃO INFANTIL

RESUMO: Este artigo apresenta o planejamento e a validação de um instrumento sobre o “conhecimento para o ensino do número de futuras professoras de educação infantil”. O instrumento se fundamenta em três componentes teóricos referentes ao conhecimento docente: i) os conceitos lógico-matemáticos associados à construção do número; ii) a organização do ensino; e iii) as etapas de aprendizagem de noções de lógica e número. O instrumento esboça duas situações de sala de aula de educação infantil para suscitar o conhecimento docente. Os resultados mostram que o instrumento possui validade de conteúdo e de construção, alcançando uma consistência interna de 0,72. Conclui-se que o instrumento validado para medir o saber das professoras para o ensino do número pode ser de utilidade em programas de formação docente em educação infantil.

Palavras-chave: Educação pré-escolar. Formação de docentes. Educação em matemática.

TEST OF KNOWLEDGE FOR TEACHING NUMBERS IN PRESERVICE TEACHERS IN CHILDHOOD EDUCATION

ABSTRACT: The article presents the design and validation of an instrument about the “knowledge for teaching numbers in prospective childhood teachers”. The instrument has three theoretical components relating to teacher knowledge: i) logical mathematical concepts associated with number construction, ii) teaching organization, and iii) learning stages about logic and number. The instrument proposes two classroom situations about childhood education to evoke teacher knowledge. The results show that the instrument has content validity and construct validity. It has internal consistency of 0.72. The article concludes that the instrument can be useful in teacher education programs in early childhood education.

Keywords: Childhood education. Teacher training. Mathematics education.

1. INTRODUCCIÓN

Dado que el desarrollo profesional docente es un componente crítico en la educación infantil y es un factor que predice resultados de aprendizaje (Saracho y Spodek, 2007), esta investigación se centra en la formación inicial de maestras¹ para la enseñanza de la matemática en el nivel inicial. Investigaciones con docentes en servicio y en formación inicial reportan conocimiento insuficiente en maestras de educación infantil. Esen, Özgeldi y Haser (2012) encontraron en futuras docentes conocimientos débiles para la enseñanza

de la matemática en el nivel infantil. Existen evidencias de la baja coincidencia entre lo que las docentes de infantil reportan como importante en el aprendizaje de la matemática y lo observado en sus clases (Varol, Farran, Bilbrey, Vorhaus y Hofer, 2012). En Chile, recientemente se ha implementado un programa gubernamental para medir los conocimientos de las futuras maestras al egreso de la formación inicial. Estas evaluaciones nacionales han mostrado que los egresados de educación infantil dominan alrededor de un 50% de los conocimientos estimados necesarios para la enseñanza (MINEDUC, 2010, 2011, 2012). Investigaciones desarrolladas con docentes chilenas de educación infantil en servicio muestran la presencia de falencias en el dominio conceptual y una falta de intencionalidad educativa para asumir el proceso pedagógico (Morales, Quilaqueo y Uribe, 2010), distanciamiento entre el lenguaje matemático informal y el lenguaje disciplinar, y predominio del conocimiento cotidiano por sobre el didáctico (Friz, Sanhueza y Sámuel, 2008; Friz, Sanhueza, Sánchez, Sámuel y Carrera, 2009). En vista de la relevancia del saber de la docente para promover el aprendizaje del niño y lo central de la conceptualización del número en la educación infantil, esta investigación procura contribuir a la formación de docentes mediante la elaboración de un instrumento acerca del conocimiento para la enseñanza del número en el nivel inicial. El marco conceptual que se expone a continuación aborda brevemente el aprendizaje del número en la educación infantil, profundiza en el saber del profesor para la enseñanza y luego integra ambos elementos estableciendo la estructura conceptual sobre la cual se fundamenta el instrumento.

El número es un eje relevante en el desarrollo del pensamiento matemático de los primeros años (NCTM, 2000). Existen distintos enfoques teóricos para comprender la construcción del concepto de número en la primera infancia, incluyendo el de lógica de clases (Piaget y Szeminska, 1996; Kamii, 1985), el conteo (Gelman y Gallistel, 1978) y la competencia matemática temprana (Van de Rijt, 1996; Van de Rijt y Van Luit, 1998). En el primer enfoque, la construcción del número requiere de operaciones lógicas previas de clasificación, seriación, correspondencia e inclusión, que dan origen al concepto de número una vez adquirida la conservación de la cantidad. En el segundo, la construcción de la noción de número se desarrolla gradualmente a través de las experiencias de conteo. El tercer enfoque integra el pensamiento lógico y las experiencias de conteo en la competencia matemática temprana.

Por otra parte, siguiendo a Shulman (1987, p. 107), el conocimiento base del educador para la enseñanza se define como “el cuerpo de comprensiones, conocimientos, habilidades y disposiciones que un profesor necesita para enseñar efectivamente en una situación dada”. Este autor distingue entre el conocimiento del profesor sobre un dominio específico y el conocimiento del profesor para enseñar ese dominio, identificando tres componentes en el conocimiento requerido en el profesor para la enseñanza: conocimiento del contenido (CC), conocimiento pedagógico (CP) y conocimiento pedagógico del contenido (CPC). Este último integra el conocimiento docente sobre el contenido disciplinar con el conocimiento docente del currículo, las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje, y la capacidad del docente para diseñar situaciones de enseñanza.

Existen distintas interpretaciones acerca de las componentes del CPC. Fennema y Franke (1992) identifican, en el conocimiento del contenido, el conocimiento de las matemáticas y conocimiento de las representaciones matemáticas. Los autores también identifican, en el conocimiento pedagógico del contenido, el conocimiento de los estudiantes y el conocimiento de la enseñanza, aclarando que una componente importante del conocimiento del profesor es el conocimiento de la cognición de los estudiantes. Krauss, Baumert y Blum (2008) y Krauss et al. (2008) identifican tres dimensiones del CPC: conocimiento de las tareas matemáticas, de los conocimientos de los alumnos y de las representaciones acerca del contenido matemático a enseñar. Hill, Ball, y Schilling (2008) identifican tres componentes para el CPC: el conocimiento de la relación de los alumnos con el contenido (CRAC), el conocimiento de la enseñanza del contenido, y el conocimiento del currículo. Variados estudios avalan el CC y el CPC del profesor como factores asociados a la efectividad de la enseñanza de la matemática (Ma, 1999; Schmidt et al., 2007; Sliva, Strage y Bergthold, 2007; Fennema y Franke, 1992; Ball, Lubienski, y Mewborn, 2001; Krauss, Baumert y Blum, 2008), aportando sustento conceptual y metodológico para la formulación de un constructo acerca del saber de la futura maestra para la enseñanza del número.

En educación infantil, McCray (2008) evidencia que el CPC de la maestra de inicial tiene impacto en el aprendizaje de los niños y, según Lee (2010), el CPC permite una enseñanza de la matemática de calidad. Atendiendo el modelo de Fennema y Franke (1992), McCray (2008) plantea que el CPC de la maestra de inicial integra el conocimiento pedagógico, el conocimiento del contenido y el conocimiento del pensamiento infantil. Conforme al modelo de McCray (2008), el CPC permite a la maestra clarificar qué contenidos matemáticos son más apropiados para la edad de los niños, y cuáles

son las estrategias de enseñanza más pertinentes según el contenido y las características del desarrollo infantil.

Lee (2010) investigó el CPC para la enseñanza de la matemática en docentes de Educación infantil, constatando que la noción de mayor preponderancia en el CPC de las maestras es el sentido del número, seguido de las nociones de patrones, seriación y formas. Además, encontró una asociación positiva entre el CPC y los años de formación profesional, sosteniendo que en la formación inicial docente se requiere una formación específica en enseñanza de la matemática. Platas (2008) midió el conocimiento de las maestras acerca del desarrollo matemático de los niños en el ámbito de números y operaciones, encontrando que las docentes con más años de formación presentan un mayor conocimiento del desarrollo matemático del niño. A partir de estos hallazgos, sugiere que las maestras del nivel infantil desarrollen: i) un conocimiento de los conceptos matemáticos propios de este nivel, ii) una profunda comprensión del desarrollo del pensamiento lógico-matemático en los primeros años, y iii) un conocimiento de las representaciones y estrategias útiles para la construcción de los conceptos matemáticos, a fin de identificar qué enseñar y cómo enseñar en el nivel inicial.

Para estudiar el conocimiento pedagógico del contenido de matemática en maestras de educación infantil, McCray y Chen (2012) y McCray (2008) utilizaron una entrevista que presenta escenarios de juego libre para suscitar los conocimientos docentes en relación a comportamientos matemáticos de los niños. El instrumento tiene una consistencia interna de 0.76, alfa de Cronbach. Lee (2010) y Esen, Özgeldi y Haser (2012) estudiaron el conocimiento pedagógico del contenido de matemática utilizando el SPECKECM (Survey of Pedagogical Content Knowledge in Early Childhood Mathematics). Este instrumento elaborado por Smith (1998, citado en Lee, 2010) tiene una consistencia interna de 0.70, alfa de Cronbach. Platas (2008) desarrolló un cuestionario para medir el conocimiento docente sobre el desarrollo matemático de los niños que alcanzó una consistencia interna de 0.50 alfa de Cronbach.

La revisión de estos antecedentes para la adopción de un constructo sobre el conocimiento para la enseñanza del número en futuras docentes de educación infantil sugiere que el conocimiento docente incluye dos componentes: el conocimiento del contenido (CC) y el conocimiento pedagógico del contenido (CPC). Con respecto a este último, se identifican a la vez dos componentes: conocimiento acerca de la enseñanza del número (CPC-Ens) y conocimiento de la relación de los alumnos con el contenido (CPC-CRAC).

De manera específica, el CC considera el conocimiento del docente sobre las nociones matemáticas y las representaciones idóneas de tales nociones para la enseñanza en el nivel infantil. El CPC contiene la componente CPC-Ens, que incluye el conocimiento docente sobre la secuencia de tareas matemáticas para la enseñanza del número y la lógica, conocimiento del currículo oficial de este nivel educativo, conocimiento del uso de recursos para la representación de nociones matemáticas y las creencias docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje. La componente CPC-CRAC sobre la relación de los alumnos con el contenido incluye el conocimiento docente sobre las etapas en el aprendizaje de nociones de lógica y número (como, por ejemplo, etapas en la adquisición del concepto de clasificación, etapas de dominio de la serie oral, etapas en la simbolización de cantidades) y el conocimiento docente acerca de los errores frecuentes de los niños (por ejemplo, en el conteo).

Tomando como base el marco conceptual anteriormente expuesto, el presente trabajo se propone a i) diseñar una prueba de conocimientos para la enseñanza del número en futuras docentes de educación infantil, y ii) estudiar la validez de contenido, la validez de constructo y la consistencia interna de la prueba, siguiendo los procedimientos usuales de estudios psicométricos de instrumentos (García, González y Mérida, 2012; Lozano, 2006). La validez de contenido se refiere al grado en que la prueba contiene muestras representativas de la conducta a medir (Muchinsky, 2006). La validez de constructo contempla un análisis descriptivo de los ítems y la verificación de la estructura factorial del instrumento. Finalmente, la consistencia interna informa el grado de coherencia entre las preguntas.

2. METODOLOGÍA

Diseño

El diseño de la prueba se basó en la revisión de instrumentos reportados en la literatura (Platas, 2008; McCray, 2008). La construcción del instrumento consideró varias versiones: i) la versión 1 para la validación experta, ii) la versión 2 y aplicación con maestras en formación para el estudio del comportamiento de los ítems y mejora del instrumento, iii) la versión 3 y su aplicación para el estudio de la validez y iv) construcción de la versión final.

Sujetos

La versión 2 de la prueba fue aplicada a 65 maestras en formación en Educación infantil y la versión 3 fue aplicada a 87 maestras.

Las participantes fueron mujeres, con una edad media de 22 años que participaron voluntariamente en el estudio del instrumento, otorgando un consentimiento informado. Las maestras en formación contaban con dos o tres años de estudios y provenían de programas de formación inicial de cuatro universidades chilenas.

Análisis de los datos

En la versión 1, se estudia la validez de contenido con juicio de expertos. En las versiones 2 y 3, se analizan y mejoran las propiedades formales de los ítems: dificultad, discriminación, medidas descriptivas de tendencia central y variabilidad. Además, en la versión 3 se establece la validez de constructo de la prueba a través del análisis factorial exploratorio y confirmatorio. Por último, se establece el grado de fiabilidad del instrumento a través de procedimientos de consistencia interna.

3. RESULTADOS

3.1 VALIDEZ DE CONTENIDO

Para construir la versión 1, se generó una matriz de especificaciones (Tabla 1) que considera las tres componentes del conocimiento de la maestra en formación (CC, CPC-Ens y CPC-CRAC) para la enseñanza de la lógica y del número.

TABLA 1 Matriz de especificaciones con las componentes del conocimiento docente para la enseñanza del número en Educación infantil.

	Nociones matemáticas	Conocimiento del Contenido		
		CC	CPC- Ens	CPC- CRAC
Lógica	Clasificación	*	*	*
	Seriación	*	*	*
	Patrones	*	*	*
	Correspondencia 1-1	*	*	*
Número	Serie oral		*	*
	Cuantificadores	*		
	Numerales		*	*
	Números ordinales	*		
	Cardinalidad	*		
	Conteo	*	*	*
	Suma- resta		*	*

Nota: Las celdas con asterisco indican los contenidos de los ítems de la versión 1 de la prueba.

La prueba quedó estructurada con dos situaciones de aula de educación infantil que suscitan el conocimiento de la maestra en formación, como lo sugieren Hill, Schilling y Ball (2004), McCray (2008) y McCray y Chen (2012). El uso de escenarios de aula versus preguntas de contenido aisladas muestra como ventaja la utilización de dilemas de enseñanza de manera contextualizada.

Las situaciones de aula diseñadas, una de lógica y otra de número, presentan un escenario sobre el cual se plantean al docente preguntas de nociones matemáticas (CC), organización de la enseñanza (CPC-Ens) y etapas del desarrollo del pensamiento lógico matemático (CPC-CRAC). La Figura 1 exhibe la situación de aula sobre números y muestra tres ítems, indicando la respectiva componente de conocimiento docente.

FIGURA 1 Ejemplo de situación de aula sobre número e ítems para cada componente del conocimiento docente, (*) indica la alternativa correcta.

Escuela "Pablo Neruda"

Mercedes, la maestra de infantil, usa osos de peluche y galletas para evaluar el conocimiento de Rodrigo sobre los números. Comienza dando a Rodrigo cinco osos y le pregunta cuántos hay. El niño los alinea y señala cada oso diciendo un número, "uno, dos, tres, cuatro, cinco". Se detiene, mira a la Maestra, quien le pregunta "¿Cuántos hay?" Rodrigo cuenta de nuevo, señalando y diciendo "uno, dos, tres, cuatro, cinco". Mercedes le muestra un plato de galletas y le pregunta "¿cuántas galletas necesitamos si cada oso recibe una?". Rodrigo se encoge de hombros y Mercedes le pregunta, "¿cómo podríamos saberlo?". Entonces Rodrigo toma las galletas una a una y las coloca cada una al lado de un oso, hasta que cada oso se empareja con una galleta. Entonces Mercedes le pregunta "¿cuántas galletas necesitamos?" y el niño cuenta las galletas, y al señalar cada una dice "uno, dos, tres, cuatro, cinco".

Mercedes observa las acciones de Rodrigo y se hace algunas preguntas sobre cómo aprenden los niños. Te solicitamos le ayudes a Mercedes a responder sus preguntas, marcando solo una respuesta con una cruz (X).

(CC) Mercedes observa el conteo de Rodrigo en la situación descrita y se pregunta ¿qué principio del conteo debo trabajar con el niño? ¿Qué opinas?

- a) Cada objeto se debe contar solo una vez sin dejar objetos sin contar
- b) Identificar los elementos contados de los no contados
- c) El orden con que se cuentan los objetos no afecta el resultado
- d) El último número contado representa el total de la colección (*)
- e) No lo sé

(CPC-Ens) Mercedes quiere iniciar la enseñanza del concepto de número. ¿Qué secuencia consideras más idónea?

- i. Contar objetos diciendo la serie oral, usar estrategias de conteo, representación inventada de cantidades, reconocer numerales, representar cantidades con numerales
- ii. Escribir los numerales siguiendo un modelo, escribir la serie numérica utilizando la cinta numérica, asociar cantidad con numerales, contar objetos en láminas escribiendo el numeral
 - a) i (*)
 - b) ii
 - c) Ambas
 - d) No lo sé

(CPC-CRAC) Otro día, Mercedes observa que Rodrigo dice “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15”, y se pregunta ¿cuál es el orden en las etapas de dominio de la serie oral por las que pasan los niños? ¿Qué opinas?

- a) Decir los números partiendo del 1 / Contar respetando el orden de la serie numérica / Comenzar a decir los números desde un número dado / Decir la serie oral hacia atrás o hacia delante (*)
- b) Decir los números uno tras otro / Escribir la serie oral / Reconocer el sucesor y el antecesor de cada número / Contar respetando el orden de la serie numérica
- c) Ambas
- d) No lo sé

La versión 1 de la prueba quedó conformada por 46 ítems. Fue sometida a juicio de dos expertas, una especialista española en didáctica de la matemática para Educación infantil y una académica chilena especialista en formación docente en Educación infantil. La validación de contenido de las expertas constó de tres etapas. En la primera etapa, las expertas respondieron los ítems e hicieron observaciones. En la segunda etapa, las expertas clasificaron los ítems en la matriz de especificaciones (sin conocer la matriz previamente). En la tercera etapa, las expertas evaluaron la pertinencia de la prueba para activar los conocimientos por parte de las futuras docentes. La segunda etapa llevó a una fiabilidad interjueces de 46.4% en CC, de 57% en CPC-Ens y de 50.3% en CPC-CRAC. En la tercera etapa, las especialistas estimaron en 9,3 puntos promedio, en una escala de 0 a 10, la pertinencia de las situaciones de aula y de los ítems para medir conocimientos en maestras en formación en educación infantil. El proceso llevó a la versión 2 del instrumento, mejorando la redacción de algunos ítems, eliminando ambigüedades y favoreciendo la precisión de los ítems, distractores y alternativas correctas.

3.2 VALIDEZ DE CONSTRUCTO

La versión 2 del instrumento, con 46 ítems, fue aplicada a 65 futuras docentes. En el análisis estadístico, las respuestas de los ítems fueron trabajadas como dicotómicas, de tal modo que el puntaje total fue de 46. El estudio psicométrico llevó a sustituir algunos ítems y a reescribir otros, procurando centrar los índices de dificultad y subir los indicadores de discriminación.

La versión 3 del instrumento se aplicó a 87 futuras maestras. Se determinó la dificultad, desviación típica de los ítems y la discriminación usando correlación ítem-test y diferencia de grupos extremos. La tabla 2 expone los resultados relativos a esta caracterización.

TABLA 2 Descriptivos de los ítems del instrumento

Ítem	D*	DT	C I-T	Dis,	F- I	Ítem	D	DT	C I-T	Dis,	F- I
1	0.94	0.23	0.27	0.17	0.06	24	0.59	0.50	0.25	0.28	0.13
2	0.83	0.38	0.19	0.14	0.07	25	0.79	0.41	0.25	0.24	0.10
3	0.68	0.47	0.14	0.24	0.06	26	0.41	0.50	0.13	0.24	0.07
4	0.54	0.50	0.18	0.34	0.09	27	0.67	0.47	0.23	0.38	0.11
5	0.08	0.27	0.25	0.14	0.07	28	0.72	0.45	0.19	0.28	0.09
6	0.25	0.44	0.41	0.45	0.18	29	0.72	0.45	0.10	0.10	0.06
7	0.00	0.00	-	0.00	-	30	0.34	0.48	0.28	0.45	0.14
8	0.59	0.50	0.20	0.31	0.10	31	0.46	0.50	0.31	0.41	0.15
9	0.17	0.38	0.27	0.34	0.10	32	0.47	0.50	0.26	0.34	0.13
10	0.56	0.50	-0.23	-0.21	-0.11	33	0.57	0.50	0.37	0.56	0.18
11	0.44	0.50	0.18	0.21	0.09	34	0.83	0.38	0.26	0.24	0.10
12	0.23	0.42	0.32	0.31	0.13	35	0.74	0.44	0.45	0.48	0.20
13	0.66	0.48	0.21	0.31	0.10	36	0.56	0.50	0.40	0.48	0.20
14	0.47	0.50	-0.05	0.07	-0.03	37	0.33	0.47	-0.02	0.03	-0.01
15	0.34	0.48	0.09	0.21	0.04	38	0.45	0.50	-0.21	-0.24	-0.11
16	0.64	0.48	0.32	0.38	0.15	39	0.51	0.50	0.00	0.14	0.00
17	0.51	0.50	0.11	0.14	0.05	40	0.13	0.33	0.24	0.17	0.08
18	0.54	0.50	0.02	0.21	0.01	41	0.33	0.47	0.14	0.17	0.06
19	0.83	0.38	0.09	0.07	0.03	42	0.52	0.50	0.27	0.38	0.14
20	0.87	0.33	0.21	0.17	0.07	43	0.40	0.49	0.20	0.31	0.10
21	0.90	0.21	0.14	0.14	0.03	44	0.38	0.49	0.18	0.34	0.09
22	0.64	0.48	0.39	0.66	0.19	45	0.70	0.46	0.26	0.34	0.12
23	0.44	0.50	0.03	0.10	0.01	46	0.39	0.49	0.20	0.24	0.10

*D= Discriminación; DT=Desviación Típica; C I-T= Correlación Ítem-Total; Dis,= Discriminación; F- I= Fiabilidad al remover el ítem.

En base a estos resultados, se procedió a eliminar aquellos ítems muy difíciles o muy fáciles, de modo de evitar el surgimiento de factores de dificultad (Kubinger, 2003). Además, teniendo en consideración la correlación ítem-escala fueron eliminados los ítems con baja correlación biserial (menor o igual a 0.1). Por último, se eliminaron ítems atendiendo a la desviación típica, discriminación y fiabilidad al remover el ítem.

Con el propósito de brindar evidencia con respecto a la validez de constructo, se implementó un análisis factorial exploratorio sobre una matriz de correlaciones tetracóricas. Este análisis incluyó factorización, extracción, rotación y obtención de puntuaciones factoriales.

Para la factorización se aplicó un algoritmo que extrae aquellas variables latentes que agrupan a los ítems. Luego, se realizó un análisis para extraer los factores dando cuenta de la varianza en común entre los ítems. Con el objetivo de contrastar la presencia de comunalidades mayores a 1, se optó por el método de mínimos cuadrados no ponderados.

La tabla 3 muestra los pesos factoriales con las mayores saturaciones de los ítems organizados por dimensión. La solución con tres factores explica un 43% de la varianza total. Se optó por utilizar análisis factorial con rotación varimax (lo que supone que los factores son ortogonales) antes que componentes principales. Con todos estos análisis y eliminaciones, la versión final del instrumento quedó compuesta por 12 ítems.

TABLA 3 Matriz de estructura de los ítems sobre tres factores extraídos.

Dimensión	Ítem	Factor		
		Factor 1	Factor 2	Factor 3
CC	04	0.80		
	24	0.80		
	36	0.44		
CPC-Ens	21		0.56	
	33		0.42	
	42		0.50	
	44		0.70	
	46		0.47	
CPC-CRAC	08			0.47
	09			0.42
	30			0.67
	32			0.56

El análisis factorial se aproxima bastante a lo esperado, esto es, una estructura con tres factores identificables, los mismos que han sido construidos a partir de su contribución a la fiabilidad. Se puede reconocer que los ítems de la dimensión CPC-CRAC saturan en el factor 3 (ítems 8, 9, 30 y 32), mientras que los ítems de la dimensión CPC-Ens lo hacen en el factor 2 (21, 33, 42, 44 y 46). Como en la dimensión CC algunos ítems se distribuyen heterogéneamente entre todos los factores, es posible establecer que los ítems 4, 24 y 36 son los únicos que conforman parte de una dimensión que se puede reconocer como conocimiento del contenido. Con todo lo anterior, los ítems de la versión final del instrumento se presentan como lo muestra la tabla 4.

TABLA 4 Ítems de la versión final del instrumento por componente y sus descriptivos

	Ítem	Dif.	D. T.	Disc.
CP – CRAC	8. Cuando Juan y Belén están jugando con los tres bebés, Teresa, la maestra, les pasa otros dos bebés de distinto tamaño y les pide que los ordenen por tamaño. La maestra se pregunta ¿qué aprenden primero los niños cuando ordenan los objetos por tamaño? ¿Qué opinas?	0.59	0.50	0.45
	9. Durante un periodo de juego en el rincón de la casa, una pareja de niñas adornan la mesa con mantel, florero, tacitas y ollas. Otra pareja de niños prepara la mesa y coloca las tacitas separadas de las ollas y éstas separadas de la comida. Teresa se pregunta ¿qué hacen primero los niños cuando aprenden a clasificar objetos? ¿Qué opinas?	0.17	0.38	0.34
	30. Mercedes observa que Rodrigo dice “1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15” y se pregunta ¿cuál es el orden en las etapas de dominio de la serie oral por las que pasan los niños? ¿Qué opinas?	0.34	0.48	0.52
	32. Los niños están aprendiendo a representar cantidades. Se les pide representar cuántos osos hay. Mercedes observa los dibujos y se pregunta ¿qué habrán aprendido primero los niños? ¿Qué opinas?	0.47	0.50	0.34

	21. Karina es estudiante de Educación Infantil y le asignaron su práctica profesional en la sala de niños de 3 a 4 años. La maestra le pidió que preparara actividades relacionadas con la iniciación a la lógica. Karina piensa buscar por internet actividades que imprimirá para llevarles a los niños. ¿Qué opinas de la decisión de la estudiante?	0.90	0.21	0.14
	33. Mercedes quiere iniciar la enseñanza del concepto de número. ¿Qué secuencia consideras más idónea?	0.57	0.50	0.52
CPC – Ens	42. Mercedes escuchó en un curso de perfeccionamiento que es importante que los niños se familiaricen con distintas representaciones de la cantidad. Le pidió a la directora de la Escuela Infantil comprar algunos materiales. ¿Le podrías ayudar a decidir cuál es la mejor lista?	0.52	0.50	0.41
	44. Mercedes inicia la enseñanza de los números utilizando tarjetas de numerales y cantidad. ¿Te parece que esta iniciación es la idónea para producir aprendizajes en los niños?	0.38	0.49	0.45
	46. Carmen es estudiante de Educación infantil y le asignaron la sala de 4 a 5 años para hacer su práctica. El primer día que llegó a la sala escuchó a los niños decir los números a coro del 1 al 15 y se sorprendió porque los niños sabían tanto. Entonces planificó una actividad en una hoja de trabajo para que los niños asocien los numerales con su respectiva cantidad del 1 al 15. ¿Qué opinas de la decisión didáctica de Carmen?	0.39	0.49	0.45
	4. Belén y Juan colocan a dormir a varios muñecos y los ordenan uno con pelo, otro sin pelo, uno con pelo, otro sin pelo. Teresa piensa que ellos están poniendo en acción algunas de las siguientes nociones. ¿Qué opinas?	0.54	0.50	0.34
CC	24. Mercedes observa el conteo de Rodrigo en la situación descrita al inicio y se pregunta ¿qué principio del conteo debo trabajar con el niño? ¿Qué opinas?	0.59	0.50	0.34
	36. Un niño cuenta los osos diciendo “uno, dos, tres, cuatro, cinco”. Mercedes le pregunta ¿cuántos osos hay?, a lo que el niño responde “cinco”. Para Mercedes los niños utilizan el principio de cardinalidad si realizan algunas de las siguientes acciones. ¿Qué opinas?	0.55	0.50	0.52

3.3 FIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Calculadas las fiabilidades de las componentes, se obtuvo los siguientes resultados: fiabilidad total = 0.72, componente CC = 0.61, componente CPC-CRAC = 0.50 y componente CPC-Ens = 0.52. Estos resultados, si bien no son altos, tienen la ventaja de incluir ítems que constituyen componentes unidimensionales.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La investigación tuvo como objetivo diseñar y estudiar la validez de contenido, de constructo y consistencia interna de un instrumento sobre el conocimiento para la enseñanza del número en futuras docentes de educación infantil. Se adoptó un constructo del conocimiento docente que incluye el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico del contenido, considerando el conocimiento acerca de la enseñanza del número y conocimiento de la relación de los alumnos con el contenido. El instrumento fue diseñado bajo una estructura con tres componentes: CC, CPC-Ens y CPC-CRAC.

Los resultados proveen evidencia del grado de validez teórica alcanzada por el instrumento. La versión final del instrumento quedó compuesta por doce ítems con una composición dimensional coherente con la estructura teórica propuesta. Los ítems del instrumento final evidenciaron una dificultad media igual a 0.6 y una discriminación próxima a 0.4, valores considerados aceptables (Martínez, Hernández y Hernández, 2006), ya que los ítems con un nivel de dificultad próximo a 0.5 permiten obtener un comportamiento aproximadamente normal de la variable puntuación total. La fiabilidad obtenida para todo el instrumento fue de 0.72, siendo considerada aceptable (Nunally y Bernstein, 1995). En definitiva, se dispone de evidencia que permite pensar que el conjunto de ítems responde a la estructura de las tres componentes teorizadas. Estas componentes se asumen unidimensionales e independientes entre sí.

Por otra parte, en comparación con otros instrumentos reportados en la literatura, la prueba presenta una consistencia interna similar a la de otros instrumentos para medir el saber de las maestras para la enseñanza del número. El instrumento SPECKECM de Smith (2000, citado en Lee, 2010) alcanza un Cronbach de 0.7 y el instrumento de Platas (2008) reporta un Cronbach de 0.5. Además, la prueba incluye el conocimiento de la futura maestra de infantil sobre el contenido matemático a enseñar, CC, aportando esta dimensión al instrumento de McCray (2008), el cual está dirigido a medir el CPC de la maestra de infantil.

La concreción de este instrumento tridimensional se ajusta a los aportes de la literatura. Por un lado, sigue las ideas de McCray (2008) y McCray y Chen (2012) en cuanto a fijar la atención en el conocimiento de los contenidos matemáticos apropiados a enseñar conforme a las etapas de los niños y a las estrategias de enseñanza pertinentes a esos contenidos, considerando las características del desarrollo infantil. Por otro lado, atiende la proposición de Platas (2008) respecto a que las docentes de Educación infantil requieren conocimiento i) de los conceptos matemáticos y sus representaciones, ii) del desarrollo del pensamiento lógico-matemático en los primeros años y iii) de las estrategias de enseñanza que favorecen la construcción de conceptos matemáticos.

Un aporte del instrumento es la medición de la componente CPC-CRAC, la cual se muestra consistente y relevante según informa la literatura (Platas, 2008; McCray, 2008; McCray y Chen, 2012). En efecto, el conocimiento por parte de la maestra de las particularidades del desarrollo cognitivo en este tramo etario condiciona la efectividad de la enseñanza. Dado lo anterior, es de particular importancia que las futuras docentes posean conocimiento del pensamiento infantil, comprendan el proceso mental de construcción de los conceptos matemáticos e identifiquen el tipo de experiencias que promueven el aprendizaje infantil.

Como ha sido señalado anteriormente, el constructo teórico sostiene que el conocimiento requerido por el docente para enseñar matemática está ligado tanto al conocimiento del objeto matemático específico a enseñar, como al conocimiento de la enseñanza de dicho objeto (Ball, Lubienski, y Mewborn, 2001; Fennema y Franke, 1992). De este modo, la prueba posee el atributo de diferenciar entre el conocimiento a enseñar y el conocimiento para enseñar el concepto de número en la educación infantil. La creencia usual consiste en asumir que el docente para enseñar sólo requiere del conocimiento del objeto a enseñar, sin considerar los conocimientos sobre la organización de la enseñanza, del desarrollo del pensamiento infantil, y de las dificultades y errores comunes inherentes al aprendizaje de nociones matemáticas.

La investigación ofrece una prueba con validez que se fundamenta en un constructo teórico. Además, aporta un instrumento que presenta situaciones de aula para suscitar el conocimiento de la maestra en formación. Todo lo cual, avala su pertinencia para ser usada en programas de formación de maestras en educación infantil.

No obstante, una de las limitaciones del estudio es que la versión final del instrumento consta de doce ítems, siendo conveniente ampliar el número de preguntas para alcanzar una mejor caracterización de

cada una de las tres componentes del constructo y robustecer la validez de contenido. Lo cual, a su vez, puede verse favorecido, con el estudio del comportamiento del instrumento a una muestra más grande.

Como proyección, futuras investigaciones podrían relacionar saber docente y práctica, contrastando los resultados de la aplicación del instrumento con la observación de las prácticas en aula.

REFERÊNCIAS

BALL, D., LUBIENSKI, S.; MEWBORN, D. Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In: V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching*. 4 ed. Washington, DC: American Educational Research Association, 2001. p. 433-456.

CHILE, Ministerio de Educación. *Evaluación Diagnóstica Inicia*. Resultados Aplicación 2009. CPEIP. Inicia. Ministerio de Educación de Chile. 2010. Recuperado de <http://www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/CR_Articulos/RESULTADOS_inicia_2009.pdf>.

CHILE, Ministerio de Educación. *Informe Evaluación Inicia 2010*. Ministerio de Educación de Chile. 2011. Recuperado de <<http://www.evaluacioninicia.cl>>

CHILE, Ministerio de Educación. *Informe Evaluación Inicia 2011*. Ministerio de Educación de Chile. 2012. Recuperado de <<http://www.evaluacioninicia.cl>>.

ESEN, Y.; ÖZGELDI, M.; HASER, C.. Exploring pre-service early childhood teachers' pedagogical content knowledge for teaching mathematics. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 12., 2012.

FENNEMA, E.; FRANKE, M. *Teachers' knowledge and its impact in*: D.A. Grouws (Ed) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: MacMillan Publishing, 1992.

FRIZ, M.; SANHUEZA, S.; SÁMUEL, M. *Conocimiento de las competencias profesionales implicadas en la enseñanza de las matemáticas en Educación Preescolar*. Ponencia presentada en el Segundo Encuentro de Educación Inicial, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 2008.

FRIZ, M.; SANHUEZA, S.; SÁNCHEZ, A.; SÁMUEL, M.; CARRERA, C. Concepciones en la enseñanza de la Matemática en educación infantil. *Perfiles Educativos*, 31(125), 62-76, 2009.

GARCÍA, M.; GONZÁLEZ, I.; MÉRIDA, R. Validación del cuestionario de evaluación ACOES. Análisis del trabajo cooperativo en educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 30 (1), 87-109, 2012.

GELLMAN, R.; GALLISTEL, C. R. *The Child's Understanding of Number*. Harvard University Press, 1978.

HILL, H.; BALL, D.; SCHILLING, S. Unpacking Pedagogical Content Knowledge, Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*. 39(4), 327-400, 2008.

HILL, H.; SCHILLING, S.; BALL, D. Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105(1), 11-30, 2004.

KAMII, C. *El niño reinventa la aritmética*. Madrid: Visor, 1985.

- KRAUSS, S.; BAUMERT, J.; BLUM, W. Secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: validation of the COACTIV constructs. *ZDM Mathematics Education*, 40(5), 873–892, 2008.
- KRAUSS, S.; BRUNNER, M.; KUNTER, M.; BAUMERT, J.; BLUM, W.; NEUBRAND, M.; JORDAN, A. Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 716–725, 2008.
- LEE, J. Exploring Kindergarten Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Mathematics. *International Journal of Early Childhood*, 42(1), 27–41, 2010.
- LOZANO, S. Validación de un modelo de medida de la auto-eficacia en la toma de decisión de la carrera. *Revista de Investigación Educativa*, 24 (2), 423–442, 2006.
- MA, L. *Knowing and Teaching Elementary Mathematics*. Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1999.
- MARTÍNEZ, M. R., HERNÁNDEZ, M. J., HERNÁNDEZ, M. V. *Psicometría*. Madrid: Alianza Editorial, 2006.
- MCCRAY, J. *Pedagogical Content Knowledge for Preschool Mathematics: Relationships to Teaching Practices and Child Outcomes*. (Tesis para optar al grado de doctor). Erikson Institute, Loyola University. 2008. Recuperado de: <<http://books.google.cl>>.
- MCCRAY, J.; CHEN, J. Pedagogical Content Knowledge for Preschool Mathematics: Construct Validity of a New Teacher Interview. *Journal of Research in Childhood Education*, 26, 291–307, 2012.
- MORALES, S.; QUILAQUEO, D.; URIBE P. Saber pedagógico y disciplinario del educador de infancia. Un estudio en el sur de Chile. *Perfiles Educativos*, 32(130), 49–66, 2010.
- MUCHINSKY, P. M. *Psychology Applied to Work*. 8 ed. Belmont, CA: Thomson/Wadsworth, 2006.
- NCTM. *Estándares para la enseñanza de la matemática*, National Council of Teachers Mathematics. 2000.
- NUNALLY, J. C.; BERNSTEIN, I. H. *Teoría psicométrica*. México D. F.: McGraw-Hill, 1995.
- PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe, 1996.
- PLATAS, L. *Measuring Teachers' Knowledge of Early Mathematical Development and Their Beliefs about Mathematics Teaching and Learning in the Preschool Classroom*. (Tesis para optar al grado de Doctor). University of California. 2008. Recuperada de: <<http://eric.ed.gov/?id=ED527500>>.
- SARACHO, O.; SPODEK, B. *Contemporary Perspectives on Socialization and Social Development in Early Childhood Education*. Charlotte: IAP Publishing, 2007.
- SCHMIDT; W.; TATTO; M.; BANKOV; K.; BLÖMEKE; S.; CEDILLO; T.; COGAN; L.; HAN; S.-I.; HOUANG; R.; SCHWILLE; J. *The Preparation Gap: Teacher Education for Middle School Mathematics in Six Countries – Mathematics Teaching in the 21st Century*. 2007. Recuperado de <http://usteds.msu.edu/related_research.asp>.
- SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22, 1987.
- SLIVA, J.; STRAGE, A.; BERGTHOLD, T. Content Knowledge Achievement: Placing Mathematics Content for Prospective K-8 School Teachers in Context Through Field Experiences. In: LAMBERG, T.; WIEST, L. R. (Ed.). *Proceedings of the 29th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. University of Nevada, Reno. 2007.

- VAN DE RIJT, B. *Early mathematical competence among young children*. Doetinchem: Graviant, 1996.
- VAN DE RIJT, B.; VAN LUIT, J. Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, 26(5), 337-358, 1998.
- VAROL, F.; FARRAN, D.; BILBREY, C.; VORHAUS, E.; HOFER, K. Professional development for preschool teachers: Evidence for practice. NNSA Dialog: A Research to Practice. *Journal for the Early Childhood Field*, 15(1), 122-126, 2012.

NOTAS

¹ Se usa maestras como término genérico para referirse a maestras y maestros.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido posible gracias al proyecto Fondecyt 1111009, financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile.

Recebido: 25/03/2014

Aprovado: 10/06/2014

Contato:

Escuela de Pedagogía, PUCV
Avda. El Bosque, 1290
Viña del Mar | Chile
2520000

Soledad Estrella
Instituto de Matemática, PUCV
Blanco Viel, 596
Valparaíso | Chile
2350026