

Conocimientos para la enseñanza del número en el Educador de Párvulos en Formación Inicial Docente: propuesta de constructo y su medición¹

Tatiana Goldrine, Soledad Estrella y Raimundo Olfos
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

INTRODUCCIÓN

En la prueba INICIA del año 2009 las futuras educadoras obtuvieron un 49 % de logro, en el año 2010 un 53% (promedio forma A y B) en la evaluación de los conocimientos disciplinarios, lo que viene a cuestionar el impacto de los dispositivos formativos de la formación docente inicial (MINEDUC, 2010, 2011). Investigaciones desarrolladas con educadoras de párvulos observan la presencia de falencias en el dominio conceptual y una falta de intencionalidad educativa para asumir el proceso pedagógico (Morales, Quilaqueo y Uribe, 2010). Un estudio sobre las concepciones de las tareas profesionales implicadas en la enseñanza de las matemáticas arrojó distanciamiento entre el lenguaje matemático informal y el lenguaje disciplinar, predominio del conocimiento cotidiano por sobre el didáctico-disciplinar (Friz, Sanhueza y Samuel, 2008; Friz, Sanhueza, Sánchez, Sámuel y Carrera, 2009). Considerando que mejorar la formación inicial docente constituye un elemento clave para dotar a los/las futuros docentes de los conocimientos que les permitan ampliar las oportunidades de aprendizaje (Cox, Meckes, Bascope 2010; Brandt, 2010); que algunos estudios internacionales han encontrado relaciones entre la formación inicial y las prácticas pedagógicas, destacando que el desarrollo profesional docente es un componente crítico en la educación infantil como un factor que predice resultados de aprendizaje (Saracho y Spodek, 2007) y que la relación entre desempeño matemático temprano y logros matemáticos posteriores está documentada (Munn 1997, EdudataReports, 2008, citados en Lee, 2010), este estudio se pregunta ¿qué conocimientos ha de adquirir la Educadora de Párvulos en su formación inicial para apoyar al párvulo en la construcción del concepto de número?. Se plantea tres objetivos, i) identificar el conocimiento que debe adquirir la Educadora de Párvulos en su formación inicial para la enseñanza del concepto de número; ii) identificar las nociones matemáticas relativas a la construcción del concepto de número en el párvulo; iii) diseñar un instrumento que permita medir el conocimiento de la educadora adquiere en su formación inicial para la enseñanza del número.

¹ La investigación se desarrolló con el financiamiento del proyecto fondecyt 1111009.

REFERENTES CONCEPTUALES

Conocimientos de la Educadora en formación inicial para la enseñanza del número

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” (Shulman 1987, p. 107). Shulman (1987) plantea la necesidad de indagar en el desarrollo del conocimiento base para la enseñanza, con el fin de develar las formas de comprensión cognitiva del contenido de la enseñanza por parte de los profesores, distinguiendo entre el conocimiento del profesor para enseñar un dominio específico y su conocimiento del dominio específico (Shulman 1986, 1987, 1990). Se identifican tres componentes del conocimiento requerido para la enseñanza: conocimiento del contenido (CC), conocimiento pedagógico (CP) y conocimiento pedagógico del contenido (CPC). Este último integra tanto el conocimiento disciplinar, del currículum, el diseño de situaciones de enseñanza, como las concepciones sobre enseñanza y aprendizaje del docente. Lo que permite establecer como hipótesis que el conocimiento del contenido no impacta directamente la enseñanza sino que al parecer es el CPC el que permite una enseñanza de la matemática de calidad (Lee, 2010), existe evidencia que sugiere que el CPC puede impactar el aprendizaje de los estudiantes (McCray, 2008).

Hill, Ball, y Schilling (2008) proponen tres categorías del 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. El CRAC hace referencia a la familiaridad del profesor con el pensamiento matemático de los alumnos, errores comunes, secuencia de desarrollo del alumno; y estrategias de cálculo comunes en los alumnos.

Lee (2010) investigó el CPC para la enseñanza de la matemática en Educadoras de Párvulos y encontró que el sentido del número era la noción de mayor preponderancia en el CPC de las educadoras, siguiendo las nociones de patrones, seriación, formas, comparación y espacio. Además encontró una correlación entre CPC con años de experiencia y de formación profesional, lo que la lleva a sostener que en la formación inicial docente se requiere intencionar la formación específica en la enseñanza de la matemática. Platas (2008) midió el conocimiento de las educadoras sobre el desarrollo matemático de los niños y las creencias acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, focalizando la indagación en el ámbito de números y operaciones por ser el más relevante en el desarrollo infantil. Al igual que Lee (2010) encontró

que las docentes con más años de experiencia, formación general y específica en desarrollo matemático infantil presentaron un mayor conocimiento de la matemática en el niño. McCray (2008) estudió el CPC y su relación con prácticas pedagógicas de educadoras y desempeños matemáticos en preescolares; derivó un CPC elaborativo y CPC evaluativo, encontrando que el lenguaje matemático usado por la educadora para apoyar el juego y la actividad infantil matemática autoiniciada presentó una mayor incidencia en el aprendizaje infantil que el lenguaje matemático utilizado en los periodos de enseñanza explícita de nociones matemáticas.

Proceso de construcción del concepto de número en el párvulo

Por una parte, Piaget y Szeminska (1964) consideran que los números son concebidos por el pensamiento infantil y por tanto, no se absorben del entorno, ni de la presentación ostensiva en el aula y textos escolares (Chamorro, 2005). El número es una construcción mental y no un objeto del mundo físico que pueda ser capturado a través de los sentidos (Kamii, 1985). Piaget distingue entre fuentes internas y externas de conocimiento, identificando el conocimiento lógico-matemático (de naturaleza interna) al cual corresponde la construcción del número. Por otra parte, la literatura es consistente en enfatizar que los preescolares ingresan a la educación formal con conocimientos matemáticos previos (Baroody, 1988, Chamorro, 2005). Ginsburg (1977) identifica en el desarrollo del conocimiento matemático las fases de percepción directa, conocimiento informal y conocimiento formal, y ha investigado actividades autoiniciadas por preescolares como punto de partida para entender las comprensiones matemáticas informales de los niños. Un estudio con niños chilenos (1 a 4 años) constató acciones autoiniciadas de involucramiento con nociones (Becerra, Madariaga, Rodríguez, Rojas, Trevia y Zamorano, 2008). Actualmente coexisten estos dos planteamientos teóricos para comprender la construcción del número en la primera infancia, la derivada de la lógica de clases y la otra, que afirma que el número evoluciona con experiencias de contar (Baroody, 1988). La primera desde la psicogenética postula que “el número es una síntesis de dos relaciones que el niño establece entre objetos (mediante la abstracción reflexionada). Una es el orden, y la otra, la inclusión jerárquica” (Kamii, 2005, p.23). La construcción del número requiere de operaciones previas de clasificación, seriación, correspondencia biyectiva e inclusión, llegando el niño a construir el número como una invariante una vez haya conquistado la conservación de la cantidad (Fernández, 2010). Como un punto de vista alternativo, se considera que contar es esencial para

el desarrollo de la comprensión del número, la construcción de la noción de número evoluciona con la edad en la medida que el niño va sofisticando sus técnicas de conteo durante el transcurso de los primeros años (Baroody, 1988). Las experiencias de contar permiten que el niño evolucione desde la recitación memorística de los números hacia la apropiación de los principios de posibilidad de la comprensión de la cardinalidad: correspondencia, orden estable, abstracción, unicidad, irrelevancia del orden y valor cardinal (Gelman y Gallistel, 1978). El aprendizaje implica una construcción a partir de conocimientos anteriores, el conocimiento informal desempeña un papel crucial en el aprendizaje significativo de la matemática formal (Baroody, 1988). Los niños transitan desde el número oral al numeral, Kamii (1985) distingue entre escribir o leer un número y la comprensión del mismo. En este proceso de construcción del número, los niños se encuentran en un proceso continuo relacionado con el uso de sistemas de símbolos, en el cual nuevos tipos de representaciones se agregan al repertorio de los niños como un medio de expresión simbólica matemática, evolucionando desde representaciones simbólicas primarias de razonamiento matemático a nivel de acción y pensamiento, a símbolos escritos que permiten un nivel de dominio simbólico cognitivo (McCray, 2008; Obando y Vásquez, 2008).

La observación de las prácticas en las aulas tiende a mostrar una enseñanza ostensiva de carácter empirista que supone que el número corresponde a un conocimiento de tipo físico y no tanto un conocimiento lógico matemático (Kamii, 1992) de tal modo que mirar, copiar numerales y realizar actividades de textos escolares se homologa a construcción del concepto de número (Chamorro, 2005), siendo que lo “central en la enseñanza es el concepto de número y no los numerales” (Boggino, 2003, p.23).

Con el fin de apoyar el desarrollo matemático de los niños pequeños, las investigaciones sugieren que las educadoras de párvulos desarrollen i) conocimiento de los conceptos matemáticos propios de este nivel educativo, y ii) conocimiento pedagógico del contenido que incluya una profunda comprensión del desarrollo del pensamiento lógico matemático en los primeros años (considerando los conocimientos informales previos) y un conocimiento de las representaciones y estrategias útiles para la construcción en el niño de los conceptos matemáticos (Platas, 2008). De modo de clarificar ¿qué enseñar?, ¿a quién se enseña? y ¿cómo enseñar? en el nivel de Educación Parvularia (McCray, 2008). La literatura revisada sugiere que el CPC de la educadora se configura en la interacción entre el conocimiento pedagógico, el conocimiento del contenido matemático y su enseñanza, y el conocimiento del pensamiento infantil.

METODOLOGÍA

Diseño del instrumento

La revisión de literatura (Chamorro, 2005; Platas, 2008; Lee, 2010; Mc Cray, 2008), del marco curricular para Educación Parvularia del MINEDUC (BCEP, 2002; Programas Pedagógicos NT1-NT2, 2008), y los contenidos disciplinarios de la prueba INICIA (MINEDUC, 2011) fundamenta proponer un matriz de especificaciones que considera por un lado los tipos de conocimientos docente (conocimiento del contenido matemático, conocimiento del currículo escolar y conocimiento de la relación del estudiante con el saber), y por otro, las nociones matemáticas involucradas: iniciación a la lógica y concepto de número. Retomando el trabajo de Hill, Ball y Schilling (2004), Platas (2008) y Olfos (2011) que sugieren plantear situaciones de aula para medir el conocimiento del profesor; se diseñó un cuestionario sobre los conocimientos de las estudiantes de Educación Parvularia para la enseñanza del número, que plantea situaciones que posicionan al encuestado frente a cuestionamientos matemáticos y/o didácticos propios del nivel de Educación Parvularia. Se diseñaron dos situaciones de aula, una relacionada con la iniciación a la lógica y otra del concepto de número, planteándose un total de 46 ítems que abarcan conocimientos relacionados con el conocimiento de las nociones matemáticas, y el conocimiento del currículum del nivel, la organización de la enseñanza y las etapas por las que transitan los párvulos en el desarrollo del pensamiento lógico matemático.

Tabla 1. Matriz de conocimientos matemáticos y didácticos que debe poseer el futuro educador de párvulos para guiar la construcción del número en el niño

CONSTRUCCIÓN DEL NUMERO EN EL PARVULO			Conocimiento del Contenido (CC)	Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC)	
Objeto Matemático	Ejes de conocimiento concepto del número	Nociones Matemáticas derivadas de los ejes coincidentes entre fuentes revisadas	CC del objeto matemático en contexto escolar (el número y sus representaciones)	Enseñanza (Currículum Educación Parvularia, creencias)	Conocimiento de la relación del estudiante con el saber
Relaciones de orden y equivalencia	Iniciación a la lógica	Clasificación	*	*	*
		Seriación	*	*	*
		Patrones	*	*	*
		Correspondencia 1-1	*	*	*
Sistema numérico	Número	Serie oral		*	*
		Cuantificadores	*		
		Reconocer y producir numerales		*	*
		Números ordinales	*		
		Determinar cardinalidad	*		
		Contar	*	*	*
	Operaciones básicas	Suma- resta		*	*
		Conservación de la cantidad	*		

Para las dos situaciones de aula, se diseñaron ítems que evalúan los aspectos sugeridos (con asterisco en la Tabla 1), como producto de la interrelación del conocimiento docente para facilitar el aprendizaje y la construcción del concepto de número en el niño.

Validación del instrumento

Se realizó una validación de contenido del instrumento mediante el juicio de dos expertas, una experta extranjera en Didáctica de la Matemática para educación infantil y una académica nacional especialista en FID en Educación Parvularia. La validación del instrumento constó de tres fases. En la primera se les solicitó a las jueces responder el cuestionario, cuyo propósito fue medir la consistencia de las respuestas. En la segunda, se les requirió clasificar cada pregunta en la matriz que contiene los constructos a medir con el cuestionario (ver Tabla 1). En la última fase se le solicitó que evaluaran la pertinencia del cuestionario, en cuanto a su capacidad para activar los conocimientos por parte de estudiantes de Educación Parvularia. En relación a la segunda fase del proceso de validación, la fiabilidad interjueces en CC fue de un 46,4%; en el CPC de enseñanza fue de un 57% y de CRAC un 50,3%. La tercera fase mostró una alta valoración de los jueces (93%) respecto al diseño de las situaciones ficticias e ítems. Las observaciones de las especialistas fueron consideradas para hacer las modificaciones a la primera versión del cuestionario y proceder a la aplicación piloto de la segunda versión.

Aplicación del instrumento

Durante el año 2011 fue aplicado el instrumento a estudiantes de la carrera de Educación Parvularia. La segunda versión del instrumento se aplicó a un total de 65 sujetos de tercer o cuarto año de la carrera de Educación Parvularia, de la V región y de la región metropolitana, quienes habían cursado la asignatura de Didáctica de Iniciación a la Matemática o similar, correspondiente a su plan de estudios. Con los resultados obtenidos se procedió a un análisis estadístico que contribuyó a mejorar el instrumento y elaborar la tercera versión. Esta versión se aplicó a un total de 87 sujetos.

Tabla 2. Características de los sujetos participantes en las aplicaciones del instrumento

Aplicación	Sujetos	Procedencia
1°	65 sujetos de 3° o 4 año de la carrera de Educación Parvularia con la asignatura de Didáctica de la Matemática o afín cursada	Universidad privada de la V región (13), universidad de la V región - CRUCH (11) y universidad privada de la región metropolitana (41).
2°	87 sujetos de 3° o 4 año de la carrera de Educación Parvularia	Universidad de la V región - CRUCH (67) y universidad privada de la V región (20).

Resultados

Se realizó un análisis estadístico para i) determinar las propiedades formales de los ítems que componen el test, tales como dificultad, discriminación y medidas descriptivas de tendencia central, variabilidad y sesgo; ii) establecer la validez de constructo del test considerando esto a través de procedimientos de consistencia interna.

El análisis determinó que la fiabilidad de la escala completa fue de un alfa de Cronbach de 0.67 y 0.72 para la segunda y tercera versión respectivamente. Si se considera las dimensiones en estudio, las fiabilidades son 0.49 y 0.61 para la segunda y tercera versión en conocimiento del contenido en contexto escolar, 0.61 y 0.52 para la componente organización de la enseñanza y 0.48 y 0.50 para la componente conocimiento de la relación del alumno con el saber que considera el conocimiento sobre las etapas de desarrollo por las que transitan los párvulos en el desarrollo del pensamiento lógico matemático. En la Tabla 3 se pueden observar la fiabilidad del instrumento en la segunda y tercera versión.

Tabla 3. Coeficientes Alfa de Cronbach para la segunda y tercera versión del instrumento

Versión	Alfa de Cronbach escala completa	Alfa de Cronbach CC	Alfa de Cronbach CPC-Enseñanza	Alfa de Cronbach CPC-CRAC
2°	0.67	0.49	0.61	0.48
3°	0.72	0.61	0.52	0.50

Discusión

El análisis descriptivo de los ítems de la segunda versión del instrumento evidenció que la variabilidad observada indica que se está en presencia de respuestas heterogéneas, con importantes diferencias en la respuesta dada por los examinados, lo que explica que los resultados varían de manera importante de sujeto en sujeto. El análisis de los ítems permitió determinar el grado de dificultad y discriminación, mostrando los ítems que debían ser mejorados o eliminados en la tercera versión del instrumento.

En el análisis factorial de la segunda versión no fue claro que los ítems se organicen conforme a las dimensiones teorizadas, situación que mejoró en la tercera versión. En la segunda versión fue posible reconocer un factor con cinco ítems, como lo más aproximado a “conocimiento del contenido en contexto escolar”, CC. Otro factor con tres ítems que podría eventualmente interpretarse como el factor de “conocimiento de la relación del estudiante con el saber”, CRAC.

El análisis formal los ítems de la tercera versión evidenció mejor comportamiento respecto del grado de dificultad. Se obtuvieron muchos más ítems con un nivel de dificultad próximo a 0.5, valor esperado si se requiere obtener un comportamiento aproximadamente normal de la variable puntuación total. Mejoran las fiabilidades de CC y CPC-CRAC, y disminuye para CPC-Enseñanza, lo cual es esperable dadas las correlaciones entre ítems, por lo tanto se requiere mejorar aún más la capacidad discriminatoria de los ítems. Respecto a la calidad de los resultados, se puede señalar que tercera versión evidenció un buen replanteamiento del instrumento con base en la aproximación anterior. El test posee una mejor correspondencia entre supuestos teóricos y el comportamiento de la información obtenida, y permite pensar que el conjunto de ítems responde a una estructura de tres dimensiones, que se asumen unidimensionales e independientes entre sí.

Conclusiones

En relación a los objetivos propuestos, el estudio propone el marco conceptual de los constructos CC y CPC para aproximarse a la comprensión de los conocimientos que requiere la futura educadora para apoyar al párvulo en el proceso de construcción del número. Destaca de manera particular como elemento diferenciador del CPC de la educadora de párvulos, un CRAC con un profundo conocimiento sobre el desarrollo del pensamiento lógico matemático infantil.

El estudio logró identificar las nociones matemáticas que acompañan y son la base de la construcción del número en el párvulo, considerando tanto el enfoque de iniciación a la lógica derivado de los planteamientos piagetanos, como el enfoque del conteo y los conocimientos informales.

La conexión entre los conocimientos del niño que construye el conocimiento y del educador que facilita este proceso, permitió proponer una matriz de conocimientos matemáticos y didácticos que ha de adquirir la Educadora de Párvulos en su formación inicial, como base para el diseño del cuestionario.

La elaboración y validación del instrumento para medir los conocimientos que ha de configurar el educador de párvulos en formación, en la medida que arroja información con respecto a los conocimientos con los cuales egresan estas docentes, constituye un aporte para retroalimentar y mejorar la formación inicial en el ámbito de la didáctica de la matemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baroody A. (1988). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid: Machado.
- Becerra Y., Madariaga P., Rodríguez M., Rojas K., Trevia T., y Zamorano P. (2008). *Evidencias de los conocimientos lógico matemáticos de niñas y niños de uno a cuatro años de edad*. Tesis de grado para optar al título de Educador de Párvulos, Pontificia Universidad Contreras Católica de Valparaíso.
- Boggino R. (2003). *Psicogénesis de la matemática y articulación de niveles*. Rosario: Homo Sapiens.
- Brandt, N. (2010). Chile: Climbing on giants' shoulders: better schools for all Chilean children. Documento de Trabajo N. 784, OCDE.
- Cox C., Meckes L.; Bascope M. (2010). La institucionalidad formadora de profesores en Chile en la década del 2000: velocidad del mercado y parsimonia de las políticas. *Pensamiento Educativo*, 46-47,205-245.
- Chamorro, M del C. (2005). *Didáctica de las Matemáticas*. Madrid: Pearson.
- Friz, M., Sanhueza S., y Samuel M. (2008). 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.
- Friz, Sanhueza, Sánchez, Sámuel y Carrera (2009). Concepciones en la enseñanza de la Matemática en educación infantil. *Perfiles Educativos* 62, V . XXXI, núm. 125.
- Gellman, R. y Gallistel, C.R. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Harvard University Press.
- Ginsburg, H. y Opper, S. (1977). *Piaget y la teoría del desarrollo intelectual*. Madrid: Prentice Hall Internacional.
- Hill, H.C., Schilling, S.G., y Ball, D.L. (2004) Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal* 105, 11-30.
- Hill, H., Ball, D. y Schilling, S. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge, Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematic Education*. 39(4), 327-400.
- Kamii C. (1985). *El niño reinventa la aritmética*. Madrid: Visor.
- Lee J. (2010). Exploring Kindergarten Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Mathematics *IJEC* 42:27–41. DOI 10.1007/s13158-010-0003-9

- McCray, J. (2008). Pedagogical Content Knowledge for Preschool Mathematics: Relationships to Teaching Practices and Child Outcomes. Tesis doctoral no publicada. Loyola University Chicago, Erikson Institute.
- MINEDUC (2002). Bases Curriculares de la Educación Parvularia.
- MINEDUC (2008). Programas Pedagógicos Nivel Transición 1 y 2.
- MINEDUC (2010). Evaluación Diagnóstica Inicia. Resultados Aplicación 2009. CPEIP. Inicia. Recuperado en http://www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/CR_Articulos/RESULTADOS_inicia_2009.pdf
- MINEDUC (2010). Temario Prueba de Conocimientos Disciplinarios y Pedagógicos Educación Parvularia. Recuperado en http://www.evaluacioninicia.cl/ed04_disi_peda.html
- MINEDUC (2011). Informe Evaluación Inicia 2010. Prueba experimental de conocimientos disciplinarios y pedagógicos de educación. Documento enviado a las universidades.
- Morales, S., Quilaqueo, D., y Uribe P. (2010). Saber pedagógico y disciplinario del educador de infancia. Un estudio en el sur de Chile. *Perfiles Educativos*, 32(130), 49-66.
- Obando y Vásquez (2008). Pensamiento numérico del preescolar a la educación básica. Encuentro Colombiano de Matemática Educativa.
- Olfos, R. (2011) Proyecto Fondecyt N° 1111009. “Taller de Didáctica de la Matemática: una actividad curricular innovadora para la formación de profesores básicos y educadoras de párvulos. Validación de constructos y herramientas para la Formación Inicial Docente”. Formato de postulación. Documento no publicado.
- Piaget J. y Szeminska A. (1964). *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Platas (2008). Measuring Teachers’ Knowledge of Early Mathematical Development and Their Beliefs about Mathematics Teaching and Learning in the Preschool Classroom. Tesis Doctoral no publicada. University of California, Berkeley.
- Saracho, O. y Spodek, B. (2007). *Contemporary Perspectives on Socialization and Social Development in Early Childhood Education*. Charlotte: IAP Publishing.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(1), 4–14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

Shulman, L. (1990). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En Wittrock, M. La investigación de la enseñanza III. Madrid: Paidós.