

# CONOCIMIENTOS PARA LA ENSEÑANZA DEL NÚMERO EN EDUCADORAS DE PÁRVULOS EN FORMACIÓN DOCENTE INICIAL: CONSTRUCTO, INSTRUMENTOS E INTERVENCIÓN

## Knowledge for teaching number in early childhood preservice teachers: construct, instrument and intervention

Goldrine-Godoy, T.<sup>a</sup>, Olfos –Ayarza, R.<sup>b</sup>, Estrella –Romero, S.<sup>c</sup> y Reyes-Santander, P.<sup>d</sup>  
<sup>a,b,c,d</sup> Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; <sup>a</sup> [tatiana.goldrine@ucv.cl](mailto:tatiana.goldrine@ucv.cl)

### Resumen

*El trabajo propone un constructo sobre el conocimiento docente que incluye el conocimiento de la educadora sobre lógica, número, etapas del aprendizaje del niño y organización de la enseñanza. Se diseñó un instrumento para medir este conocimiento. Se diseñó y aplicó un curso de enseñanza de la matemática, particularmente del número. El curso se basó en metodologías que integran teoría-práctica en la formación inicial: análisis de videos, estudio de caso y estudio de clase. Se usó un enfoque mixto, un diseño cuasi experimental con pre y post test, mapas conceptuales y entrevistas; constatándose diferencias significativas a favor del curso. El estudio provee un marco conceptual y metodologías para la formación docente en enseñanza de la matemática en Educación Parvularia.*

**Palabras clave:** *matemática, conocimiento docente, formación inicial docente, educación parvularia.*

### Abstract

*The article proposes a construct of early childhood teacher knowledge, including knowledge on logic, number, stage of children's learning and teaching organization. The work designed a test for measure the teacher knowledge. It was implemented a course for mathematics teaching in early childhood. The course applied methodologies as video analysis, case study and lesson study for to integrate theory and practice in pre service teacher preparation. It used a mixed approach, quasi-experimental design with a test of knowledge before and after the course, concept maps and interviews being stated significant differences in favour of the course. The study provides a conceptual framework and methodologies for initial training in education mathematics for early childhood education.*

**Keywords:** *mathematics education, pedagogical content knowledge, pre service teacher preparation, early childhood education.*

### INTRODUCCIÓN

El trabajo a presentar corresponde a avances en una línea de investigación de reciente desarrollo en Formación Inicial Docente de Educadoras de Párvulos para la enseñanza de la matemática, llevaba a cabo de manera interdisciplinaria por investigadores de la Escuela de Pedagogía y el Instituto de Matemática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso<sup>viii</sup>.

En una reciente revisión sobre la productividad científica en formación de Educadoras para la enseñanza de la matemática temprana, Parks y Wager (2015) encontraron escasez de trabajos al

---

<sup>viii</sup>Financiamiento: Fondecyt Regular 1111009. Proyecto Interno PUCV 037.449/2015

respecto, recomendado una investigación colaborativa entre especialistas en Educación Matemática y especialistas en Educación Infantil, junto con estudios sobre los programas, cursos y métodos para formar a las futuras docentes.

Evidencias que avalan la necesidad de focalizarse en la formación inicial, vienen dados por los resultados de Inicia e investigaciones con educadoras en servicio. Según Inicia (2012), los conocimientos con que egresan las Educadoras corresponden a un 50% de los conocimientos estimados para la enseñanza. Por otra parte, estudios con docentes chilenas de Educación Parvularia, han evidenciado un distanciamiento entre el lenguaje matemático informal y el lenguaje disciplinar, y predominio del conocimiento cotidiano por sobre el didáctico (Friz, Sanhueza y Samuel, 2008; Friz et al.2009).

Por lo tanto, ¿qué tienen que saber las futuras educadoras para enseñar? y ¿cómo transforman el conocimiento en prácticas de aula que beneficien el aprendizaje de los niños? (Avalos, 2011; Hammerness et al. 2005), son preguntas que motivan el presente trabajo, acotado a la enseñanza de la matemática y específicamente al concepto de número.

## **CONOCIMIENTO DOCENTE PARA LA ENSEÑANZA DEL NÚMERO EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN PARVULARIA**

La distinción entre el conocimiento del profesor para enseñar un dominio específico y el conocimiento de ese dominio, llevó a Shulman (1987) a identificar tres componentes del conocimiento requerido para la enseñanza: conocimiento del contenido (CC), conocimiento pedagógico (CP) y conocimiento pedagógico del contenido (CPC).

En este sentido, estudios posteriores sobre el CC y CPC en docentes de infantil (Platas, 2008; Lee, 2010; McCray & Chen, 2012; McCray 2008) aportan sustento para conceptualizar el conocimiento que requiere desarrollar la maestra de infantil durante su formación. Por un lado, Lee (2010) encontró que el sentido del número es la noción de mayor preponderancia en el CPC de docentes de Infantil. Por otra parte, Platas (2008) midió el conocimiento docente sobre el desarrollo matemático de los niños, focalizando la indagación en el ámbito de números y operaciones por ser el más relevante en la educación infantil. Ambas investigaciones coinciden en que las docentes con más años de experiencia, formación general y específica en desarrollo matemático infantil presentan mayor conocimiento para la enseñanza, sugiriendo que las educadoras desarrollen conocimiento de los conceptos matemáticos propios de este nivel educativo; y conocimiento pedagógico del contenido, que incluya una profunda comprensión del desarrollo del pensamiento lógico-matemático infantil; y de las representaciones y estrategias apropiadas para la construcción de los conceptos matemáticos.

En base a los referentes anteriores, los autores del presente trabajo elaboraron un constructo sobre el conocimiento docente para la enseñanza del número compuesto por CC, CPC-Ens y CPC-CRAC (Goldrine et al., 2015a, 2015b), que sugiere que la docente de inicial requiere de un conocimiento especializado de la matemática de este nivel, y un conocimiento de su enseñanza. A partir de lo anterior, el CC abarca el conocimiento docente sobre los conceptos de lógica y número y las representaciones semióticas idóneas de tales nociones para su enseñanza en este nivel. El CPC contiene dos componentes, una acerca de la Enseñanza del número, CPC-Ens, que incluye el conocimiento docente sobre la secuencia de tareas matemáticas para la enseñanza de la lógica y del número, conocimiento del currículo oficial de este nivel educativo, conocimiento de materiales para la representación de nociones lógico matemáticas y creencias docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje. La otra componente considera el Conocimiento docente sobre la Relación de los Alumnos con el Contenido, CPC-CRAC, que incluye el conocimiento docente sobre etapas en el aprendizaje de nociones de lógica y número, como por ejemplo, etapas de dominio de la serie oral,

etapas en la simbolización de cantidades; además del conocimiento docente acerca de los errores frecuentes de los párvulos, por ejemplo, errores en el conteo.

En base a este constructo y metodologías innovadoras para la formación del profesorado, se diseñó un curso de enseñanza de la matemática, donde se abordó la enseñanza del número en el nivel de Educación Parvularia. Los contenidos abordaron el desarrollo del número en el niño, conceptos de educación matemática y enfoque de resolución de problemas. La metodología del curso incluyó estudio de clases, estudio de casos y análisis de videos. Estas metodologías favorecen la reflexión sobre la práctica, la articulación de los conocimientos con los saberes de la experiencia, y la innovación pedagógica.

Además, tomando como referencia el constructo anteriormente presentado, se diseñó y sometió a validación un Test de conocimiento para la enseñanza del número en estudiantes de Educación Parvularia. El instrumento presenta dos situaciones de aula de Educación Parvularia, una de lógica y otra de número, sobre las cuales se plantean ítems sobre conceptos matemáticos, organización de la enseñanza y etapas del desarrollo del pensamiento lógico matemático. El test presentó una fiabilidad es de 0,72, considerada aceptable (Nunally y Bernstein, 1995), con 0,61 para la componente CC, 0,50 para CPC-CRAC y 0,52 para CPC-Ens. La validación del instrumento puede consultarse en un estudio previo (Goldrine, Estrella, Olfos y Cáceres, 2015a).

A partir de lo expuesto, el equipo de investigación ha llevado a cabo dos intervenciones en Formación Docente Inicial. La primera (2011-2013) consistió en el estudio del efecto del curso de educación matemática (anteriormente expuesto) en los conocimientos, creencias y prácticas para la enseñanza del número, en educadoras de párvulos en formación inicial docente. La segunda, en actual desarrollo, está estudiando la efectividad de un sistema de andamiaje articulador entre el conocimiento teórico y la práctica docente en la formación de educadoras de párvulos para la enseñanza de la matemática. En lo que sigue se presentaran resultados de la primera investigación. En el apartado de conclusiones se esbozaran avances de la investigación en curso.

## **MÉTODO**

### **Diseño**

En el año 2011, para estudiar el efecto del curso en educadoras en formación, se llevó a cabo una investigación con enfoque mixto y diseño cuasi-experimental con pre y pos test. A partir de los resultados obtenidos, se profundizó la indagación con dos estudios de caso.

### **Participantes**

Se utilizó una muestra no probabilística compuesta por una cohorte de 39 estudiantes de 3° año de la carrera de Educación Parvularia de una universidad chilena, que participaron en el curso de enseñanza de la matemática. El curso se implementó en el 2011 con 16 sesiones semanales de 90 minutos.

### **Instrumentos**

i) Test de conocimiento para la enseñanza del número en estudiantes de Educación Parvularia. ii) Mapas conceptuales. iii) Entrevista al término del curso. iv) Filmación de una actividad llevada a cabo por las educadoras en formación. Al video se le aplicó una Pauta de práctica docente.

## RESULTADOS

### ESTUDIO CUANTITATIVO

Los resultados del test, antes y después del curso, mostraron diferencias en el conocimiento para la enseñanza del número en las futuras educadoras de párvulos. Véase Figura 1.

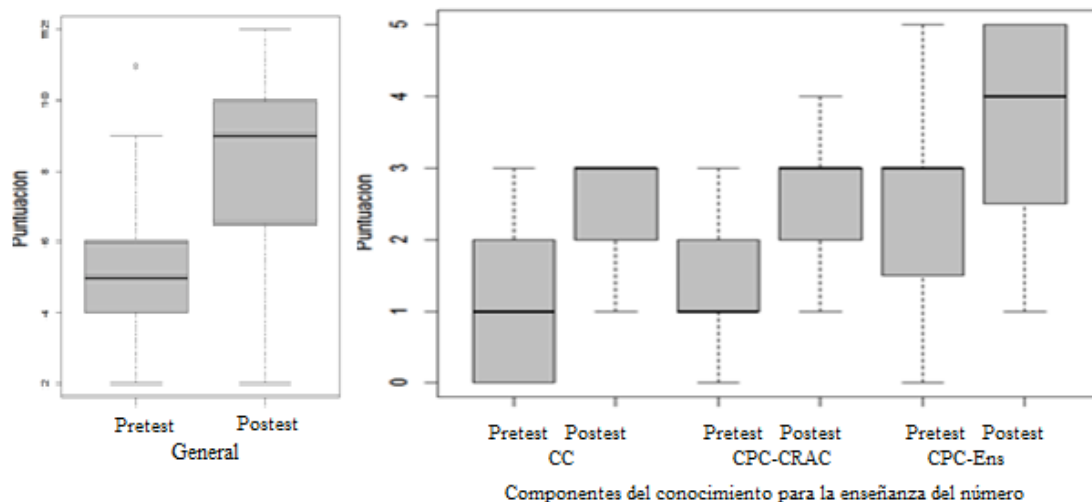


Figura 1. Resultados del test, antes y después del curso.

### ESTUDIO CUALITATIVO

#### Mapas conceptuales

El gráfico 1 muestra que los puntajes de los mapas conceptuales tendieron a ser más alto al término del curso.

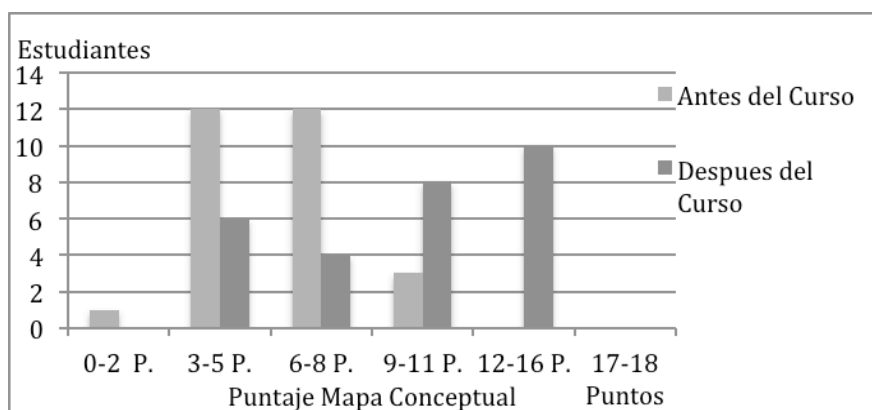


Gráfico 1. Puntaje Mapa Conceptual antes y después del curso

#### Entrevistas

En las entrevistas, las estudiantes señalaron que el curso les brindó herramientas para la implementación de planificaciones con un enfoque de resolución de problema, y para una mejora de la mediación hacia una devolución que no entregue las respuestas a los niños frente a la resolución de las tareas matemáticas. Extracto de entrevista: “Hay que tener mucho ojo con la mediación que uno está haciendo y no darle la respuesta” (Estudiante 8). Con respecto a la metodología del curso,

las estudiantes señalan la vinculación de la teoría con la práctica. Extracto de entrevista: “como fortaleza creo que igual siempre se intentó combinar lo práctico con lo teórico” (Estudiante 13).

## RESULTADOS DE DOS CASOS

Por otra parte, para analizar con mayor profundidad el impacto positivo del curso evidenciado en los resultados generales, se seleccionó intencionadamente dos casos, una estudiante con un alto porcentaje de logro en el postest y una con bajo logro, MFA con 93% y MFB con 43%. La tabla 1 sintetiza el porcentaje de logro de las maestras en los instrumentos.

Tabla 1. Porcentaje de logro en los tres instrumentos.

Maestra en Formación	Cuestionario		Mapas conceptuales		Pauta Practica
	Pre	Post	Pre	Post	Post
EPA Alto	65 %	93 %	44 %	83 %	92 %
EPA Bajo	35 %	43 %	28 %	28 %	36 %

En relación a la práctica docente, ambas estudiantes implementaron una actividad matemática en un grupo de Nivel Transición II en una escuela. En su actividad, MFA presenta una situación problema con una pregunta central. En su mediación docente, formula preguntas para motivar el razonamiento infantil. Al final de la actividad, promueve que los niños compartan sus estrategias. Utiliza un material que presenta representaciones icónicas (puntos) y simbólicas (numerales), y regula el ámbito numérico entre 13 y 15.

Por su parte, MFB plantea una actividad de tipo repetitiva para asociar numeral con cantidad. Utiliza materiales concretos y numerales. La actividad no cuenta con un elemento de autocorrección, por lo que la validación depende de la educadora. El material presenta dígitos del 0 al 9, que los niños pueden juntar para armar números de dos dígitos, por lo que el ámbito numérico en la actividad se extiende desde el 1 al 16; lo que provoca que el nivel de dificultad varíe al azar, entre el niño que saca el 1 en contraste con el niño que arma el 16.

El análisis de las creencias permite inferir en MFA indicios de creencias constructivistas en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, al resaltar que los niños resuelvan el problema valiéndose de sus estrategias. MFA señala “la resolución de problemas (...), va a ser mucho más significativo si ellos se hacen las preguntas correspondientes, y si a ellos, no les dan las estrategias”. Para MFB la enseñanza de la matemática ha de ser llamativa y entretenida, dice “se puede llegar a implementar un sistema en las matemáticas que sea llamativo para los niños”.

## CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

Los autores postulan que la efectividad del curso podría estar asociada a la relación dialéctica que se establece entre el constructo de conocimiento docente que fundamenta el curso y las tres metodologías de enseñanza que integran teoría y práctica. Estas metodologías, estarían promoviendo la reflexión docente y a través de ésta, la construcción de conocimiento docente en las futuras educadoras de párvulos.

El constructo propuesto retoma 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 a) de los conceptos matemáticos y sus representaciones, b) del desarrollo del pensamiento lógico-matemático en los primeros años, y c) de las estrategias de enseñanza que favorecen la construcción de conceptos matemáticos. Dentro de constructo, la componente CPC-CRAC enfatiza el conocimiento que requiere la maestra sobre el desarrollo del pensamiento matemático infantil para proporcionar a los niños experiencias matemáticas enriquecedoras (Platas, 2008; McCray, 2008; McCray y Chen, 2012, Parks y Wager, 2015). 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, este estudio reafirma la necesidad de que las futuras docentes durante la formación docente configuren un conocimiento sobre el pensamiento infantil, comprendan el proceso mental de construcción de los conceptos matemáticos e identifiquen el tipo de experiencias que promueven el aprendizaje infantil.

La reflexión docente generada por las metodologías del curso –estudio de clases, estudio de casos y análisis de videos–, podría estarmovilizando en las futuras educadoras la vinculación de las componentes CC, CPC-Ens y CPC-CRAC, fortaleciendo la construcción del conocimiento para enseñar. De este modo, el curso constituiría, tanto a nivel de constructo, contenidos y metodologías, un recurso curricular innovador para las carreras de Educación Parvularia. En este sentido, el estudio aporta un referente para los programas de formación docente, frente a la escasez de estudios sobre cursos y métodos para la formación de educadores de infantil en enseñanza de la matemática, particularmente, detectada por Parks y Wager (2015).

Los casos expuestos muestran una relación entre conocimientos, prácticas y creencias. MFA se perfila como una docente con los conocimientos necesarios para la enseñanza del número y con indicios de creencias constructivistas. Es factible suponer que estos conocimientos y creencias sostienen la actividad que implementa en el aula, la cual - para los fines de este estudio- cumple con los criterios establecidos para una actividad de enseñanza del número basada en un enfoque de resolución de problemas. En este mismo sentido, MFB corrobora esta relación en sentido inverso, es decir, conocimientos insuficientes, creencias de tendencia conductista que sostiene una actividad con un enfoque empirista de la enseñanza del número (Chamorro, 2005).

Los casos arrojan evidencia para demandar a la formación docente inicial, la presencia de actividades formativas de carácter personalizado, que permitan que estudiantes como MFB tengan mayores oportunidades para desarrollar conocimientos, creencias y practica acordes a una enseñanza constructivista que brinde mayores oportunidades de aprendizaje a los niños. En este sentido, las metodologías usadas destinadas a promover la reflexión docente y la consecuente mejora de la enseñanza, demostraron su pertinencia. En el caso de actividades formativas personalizadas, el análisis de videos de las propias prácticas resulta idóneo para que las docente en formación pueda confrontar sus conocimientos, creencias y prácticas, con miras a la mejora de la enseñanza.

A partir de los hallazgos expuestos, el equipo de investigación estimó la necesidad de continuar estudiando metodologías formativas que permitan integrar conocimientos, creencias y práctica en la enseñanza de la matemática temprana. Para ello, en el año el curso, se está llevando cabo un segundo proyecto destinado a construir un sistema de andamiaje basado en estudios de clases con videos propios y un ciclo de reflexión docente, para fortalecer la capacidad de enseñanza en matemáticas de la Educadora en formación. La validación empíricamente de dicho sistema de andamiaje a estar dada por la incidencia de las prácticas docentes de las educadoras en el aprendizaje de la matemática de los párvulos, específicamente del concepto de número. Por tanto, en este segundo estudio, además de recopilar datos de las educadoras, se están tomando datos del desempeño matemático de los niños.

En este segundo proyecto, se encuentran participando siete educadoras en formación, que el año pasado cursaron el curso y este año, se encuentran en práctica final. A través de estudios de clases y la conformación de un comunidad de desarrollo profesional docente (compuesta por las estudiantes y académicas especialistas en Educación Matemática), las estudiantes han remirado sus prácticas de enseñanza a través de un ciclo que las ha permitido la reflexión y mejora. El sistema de andamiaje en desarrollo por los investigadores, se suscribe al modelo de reflexión denominado ALACT por sus siglas en ingles Action, Looking back on action, Awareness of Essentials aspects, Creating alternative methods of actions y Trial (Korthagen, 2004; Korthagen, 2005; Korthagen et al, 2001), donde sus siglas corresponden a los diferentes procesos que se viven en la reflexión (A) Acción, experiencia, (L) Revisar la acción, determinando puntos importantes, (A) Toma de conciencia de los aspectos esenciales (C) Buscar y preparar comportamientos alternativos (T) Ensayar nuevamente.

Constituye un desafío para la investigación en educación matemática y formación docente, lograr desarrollar dispositivos formativos que permitan a las futuras educadoras construir los conocimientos y prácticas efectivas que impacten positivamente en el aprendizaje de la matemática temprana. Futuras investigaciones que ahonden en esta problemática cobran relevancia.

## **Bibliografía**

- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in Teaching and Teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, vol.27 (1), 10-20.
- Chamorro, M. (2005). *Didáctica de las Matemáticas*. Madrid: Pearson.
- Friz, M., Sanhueza, S., Sánchez, A., Samuel, M. y Carrera, C. (2009). Concepciones en la enseñanza de la Matemática en educación infantil. *Perfiles Educativos*, vol. 31(125), 62-76.
- 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.
- Goldrine, T., Estrella, S. Olfos, R., Cáceres, P., Galdames, X., Hernandez H., y Medina V (2015 b). Conocimiento para la enseñanza del número en futuras educadoras de párvulos: Efecto de un curso de didáctica de la matemática. *Estudios Pedagógicos*, 41 (1), 93-109.
- Goldrine, T., Estrella, S. Olfos, R., y Cáceres, P. (2015 a). Prueba de conocimientos para la enseñanza del número en futuras maestras de educación infantil. *Educação em Revista*, 31(2), 83-100.
- Hammerness K., Darling-Hammond L., Bransford J., Berliner D., Cochran- Smith M., Mc Donald M. & Ziechner (2005). How teachers learn and develop. En Hammerness, Darling-Hammond & Bransford J.(Ed). *Preparing teachers for a changing world*. San Francisco: Jossey-Bass
- Korthagen, F. (2004). In search of the essence of a good teacher: towards a more holistic approach in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 20, 77-97.
- Korthagen, F. (2005). Practice, theory, and person in life-long professional learning. En D. Beijaard., P. C. Meijer., G. M. Dersheimer y H. Tillema (Eds.) *Teacher professional development in changing conditions (79-94)*. Dordrecht: Springer.
- Korthagen, F., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B. y Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lee, J. (2010). Exploring kindergarten teachers' pedagogical content knowledge of mathematics. *International Journal of Early Childhood*, vol.42 (1), 27-41.
- Lee, J. F. (2008). A Hong Kong case of lesson study - benefits and concerns. *Teaching and Teacher Education*, 24 (5), 1115-1124.

- McCray, J. & Chen J. (2012) Pedagogical Content Knowledge for Preschool Mathematics: Construct Validity of a New Teacher Interview. *Journal of Research in Childhood Education*, vol.26, 291–307.
- 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.
- Nunally, J. y Bernstein, I. (1995). Teoría psicométrica. México D. F.: McGraw-Hill.
- Parks A. & Wager A. (2015). What knowledge is shaping Teacher Preparation in Early Childhood Mathematics. *Journal in Early Childhood Teacher Education*. 23. 124-141.
- 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.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, vol.57(1), 1–22.