

Investigación en la formación de profesores de matemáticas. Agendas y perspectivas.

Investigation in the formation of professors of mathematics. Agendas and perspectives.

Jorge O. Lurduy O.¹

Resumen

Este documento pretende disponer los desarrollos y las agendas de investigación actuales en el campo de la educación matemática, en la temática de la formación de profesores de matemáticas, particularmente los resultados de la indagación de revisión bibliográfica sobre uno de los tópicos que en la comunidad de investigadores de la educación matemática está generando mayor atención por su reconocida y aceptada importancia estratégica como es el concerniente al desarrollo profesional del profesor de matemáticas y en el de la formación de las competencias didácticas de los profesores en ejercicio y las desarrolladas en los programas de formación de profesores de matemáticas con los estudiantes para profesor de matemáticas (epm).

Abstract

This document intends to arrange the developments and the agendas of current investigation in the Mathematical Education, in the subject matter of the mathematics teaching education, particularly the results of the investigation of bibliographical review on one of the topics that in the community of investigators of the mathematical Education is generating greater attention by its recognized and accepted strategic importance as is the concerning to the mathematics professional development teacher education and in it that of the formation of the didactic competences of the professors in exercise and them developed in the mathematics teacher education programs with the students for teacher of mathematics (epm).

Palabras clave:

Formación de profesores, agendas de investigación, profesores de matemáticas, desarrollo profesional del profesor, revisión bibliográfica.

¹ Doctorado en Educación en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas (2007), Magister Universidad Pedagógica Nacional-U.P.N. Magister En Desarrollo Educativo y Social de 1994-de 1996. Construcción de conocimiento e interacción social. estudio exploratorio de caso en población adulta.

Key words:

Formation of professors, Agendas of Investigation, Professors of Mathematics, Professional Development of the Professor, Bibliographical Revision.

Introducción

Algunos de los problemas que en el contexto colombiano se plantean a la investigación en educación matemática, a la formación de profesores y a las competencias didácticas como un aspecto del desarrollo profesional del profesor, es que existe un débil flujo, conocimiento y utilización de la información más actualizada sobre los avances de la comunidad de educadores matemáticos, sus desarrollos teóricos y empíricos así como para analizar la cualificación de la educación matemática y la formación matemática de niños y jóvenes.

Los anteriores aspectos también son asociados con aspectos y campos problemáticos en el contexto internacional, Wood (2008) los relaciona con temáticas que ameritan mayor investigación como: los desarrollos investigativos sobre programas de formación matemática y de profesores de matemáticas; la diversidad y disparidad de los programas de formación matemática y de formación docente en matemáticas, el mínimo aporte teórico y metodológico a la evaluación de esos programas en aspectos como las prácticas matemáticas y didácticas, las competencias desarrolladas en ellos.

Los reportes nacionales e internacionales sobre formación de profesores de matemáticas (Simón, 2008; Tirosh, 2009; Puig, 2008; Sowder, 2007) indican que estos campos y aspectos problemáticos deben ser abordados desde una conciencia, revisión a los desarrollos investigaciones y publicaciones sobre la investigación en dichos campos y situaciones, ello permitiría realizar investigaciones sobre la formación de profesores por la vía de la investigación a la evaluación y la transformación de los programas de formación, al mejoramiento de las prácticas educativas en matemáticas.

Contexto y delimitación temática

Los desarrollos y transformaciones curriculares y la investigación en los programas de formación de profesores de matemáticas a nivel nacional e internacional (TEDS-M, 2008; Wood, 2008; Llinares y Krainer, 2006; Ponte & Chapman, 2006; MEN, 2008; ASOCOLME, 2009) evidencian una potente oportunidad para que desde un adecuado manejo de la información disponible se posibilite aportar sobre los desarrollos de los programas de formación de profesores de matemáticas, a la investigación en temas específicos de las matemáticas escolares y de la didáctica de las matemáticas

En Colombia desde la propuesta de la política nacional de gestión de la calidad educativa (1994-1998) y sus desarrollos posteriores en la educación superior en los programas de formación de profesores (MEN-CNA, 2000-2009), se institucionalizaron los desarrollos sobre evaluación y autoevaluación de programas de formación profesional, registros calificados, acreditación de alta calidad, creditización, consolidado la evaluación de competencias. Sin embargo habría que estudiar si las decisiones institucionales, las reformas propuestas por las instituciones encargadas para ello se han adelantado desde el estudio y conocimiento de los avances de investigación y desarrollos teóricos referenciados en los encuentros y publicaciones de la comunidad de investigadores en educación matemática, para el caso de los temas y campos problemas enunciados anteriormente.

La revisión bibliográfica a nivel nacional en los organismos que orientan las políticas de evaluación e investigación en educación en Colombia (CNA, 1998-2008; ICFES, 1985-2007; MEN, 1980-2008; COLCIENCIAS, 1995-2007, de la comunidad nacional en educación Matemática, 1999-2008²)

2 La investigación sobre formación de profesores de matemáticas es muy reciente en nuestro medio, pero a pesar de los esfuerzos grupales y personales de investigadores por desarrollar y gestionar dichos programas de formación, es evidente que sobre los programas de formación de profesores de matemáticas de la última generación (2000-2009), sobre la práctica docente o sobre las competencias desarrolladas en esa formación, la investigación, la producción académica, los artículos en revistas reconocidas, entre otros, es inexistente.

de grupos de investigación CIDC-IEIE-UD, a nivel internacional en organismos como PNUD, 1990-2004; UNESCO, 1990-2004; PREAL, 2008; y de investigadores como Gutiérrez y Boero (2006); Lester (2008); Wood, (2008); Sowder, (2007); Llinares y Krainer (2006), Ponte & Chapman, (2006); Jaworsky, (2008), con respecto a la formación de profesores de matemáticas, evidencian la necesidad y pertinencia de la búsqueda y aplicación de la información actual reportada internacionalmente de los desarrollos de investigación en el campo de la formación de profesores de matemáticas, del desarrollo profesional del profesor de manera que posibilite la identificación de factores condicionantes de la implementación de programas de formación de profesores de matemáticas, el análisis de las competencias profesionales de los profesores pues este aspecto del desempeño didáctico de los profesores es vital para la transformación de la calidad de la educación.

Descripción del contexto de investigación

Este documento hace parte integral de los estudios y desarrollos de una investigación doctoral que pretende caracterizar y evaluar las competencias para el análisis y reflexión didáctica de los estudiantes para profesor de matemáticas (EPM) en la práctica docente, en un proyecto de formación inicial de profesores de matemáticas para la educación básica en Colombia, algunos de sus propósitos específicos son: Establecer indicadores para describir las competencias para el análisis y reflexión didáctica en la práctica docente de los EPM; caracterizar los descriptores de las competencias para el análisis y reflexión didáctica emergentes en la práctica docente de los EPM.

Algunas de sus preguntas orientadoras y de investigación son: ¿Qué perspectivas teóricas y metodológicas pueden ser utilizadas en el estudio de los programas de formación de profesores de matemáticas?; ¿Cómo pueden ser investigados aspectos específicos de dicha formación en relación al desarrollo profesional de los profesores y las competencias de análisis y reflexión didáctica?

En dicha investigación se parte de reconocer que en el contexto colombiano existe una fuerte tensión entre las pretensiones de mejoramiento de la calidad de la educación, los programas institucionales de acreditación de calidad y las condiciones sociales y materiales en que se desarrollan e implementan los programas de formación profesional de profesores de matemáticas.

En relación con este escrito, como lo muestran los estudios en el nivel internacional PISA (2008), la Federación americana de educadores y profesores de matemáticas (2002-2006), ICME (2008), PME (2007), el proyecto TEDS-M (2008), las revisiones de investigaciones sobre las políticas institucionales del orden educativo en la formación de profesores de matemáticas en Colombia, evidencian pocos estudios que justifiquen propuestas de transformación de programas de formación y eventualmente los cambios al interior de dichos programas –acreditación, evaluación, creditización, competencias³–.

Aproximación al estado actual de conocimiento sobre el tema

Los aspectos tomados en cuenta conciernen a la didáctica de las matemáticas y a la educación matemática y su investigación, la formación de profesores, el desarrollo profesional del profesor, las competencias didácticas de los profesores y los EPM

Los estudios consultados⁴ exigen caracterizar conceptualizaciones sobre: la didáctica de las matemáticas; los elementos de la profesión profesor de matemáticas; el desarrollo profesional del

3 Como se muestra en este escrito y sus referencias en los últimos 20 años la comunidad de educadores matemáticos a nivel nacional e internacional ha dedicado muchos esfuerzos a debatir, complementar, oponerse, a la implementación de las “políticas de gestión de la calidad”, ello ha orientado y resignificado algunos de sus desarrollos teóricos y metodológicos en el campo de la formación de profesores de matemáticas, por lo anterior nos parece necesario “participar” en esta dinámica con este escrito y no hacer abstracción de ella. Somos conscientes de sus implicaciones e importancia en nuestro medio, actualmente.

4 Para el desarrollo temático de este escrito aceptamos el ejercicio propuesto por Tirosh (2008) en Published online: 10 April 2009_ Springer Science + Business Media B.V.

profesor de matemáticas; el tema de las competencias didácticas como un aspecto del desarrollo profesional de profesor (Llinares & Krainer, 2006).

La educación matemática y la investigación

Como resultado de la participación de los más connotados investigadores en educación matemáticas en los eventos y encuentros internacionales (PME, ICME, CERME, SEIEM, RELME), se han identificado algunas de las principales líneas y agendas de investigación actuales, el estado del proceso de revisión bibliográfica pueden ser consultadas en las referencias especificadas al final del artículo.

Didáctica de las matemáticas

De acuerdo con Godino (2008), destacaremos los aportes en didáctica de las matemáticas –sobre su objeto y sus métodos– de la escuela francesa –Rousseau, Chevallard y Vergnaud– que creemos abordan, desde las especificidades de cada autor, la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva compleja, sistémica y constructiva, y que son articulados en la propuesta de práctica docente, para desarrollar los espacios de formación de los estudiantes para profesor en el programa de formación de LEBEM.

De acuerdo con Brousseau (1989, p. 3), la didáctica de las matemáticas, es “la ciencia que se interesa por la producción y comunicación de los conocimientos matemáticos, en lo que esta producción y esta comunicación tiene de específicos de los mismos” y enuncia como objetos específicos de estudio las operaciones de la difusión del conocimiento, las

2009 J Math Teacher Educ (2009) 12:83–87 DOI 10.1007/s10857-009-9104-5. Dada la cantidad de escritos, artículos, publicaciones, sólo referenciamos los más importantes y reconocidos en la comunidad de investigadores de la educación matemática en eventos como PME, ICME, CERME, SEIEM, RELME y sus respectivas publicaciones, así como las principales revistas internacionales Journal of Mathematics Teacher Education, Educational Studies in Mathematics, the Journal for Research in Mathematics Education, the Journal of Mathematical Behavior, and the International Journal of Science and Mathematics Education.

condiciones de esa difusión, las transformaciones que produce y las instrucciones y actividades que facilitan estas operaciones.

Otros aportes importantes de este autor son los referidos a la teoría de las situaciones didácticas –acción, formulación, validación e institucionalización–, el contrato didáctico, el análisis de los obstáculos de aprendizaje –rupturas cognitivas, adaptaciones, cambio de concepciones, de lenguajes y sistemas cognitivos–.

Algunas de las temáticas, autores y estudios que podemos mencionar que en torno a explorar, identificar, explicar y comprender los procesos de estudio de las matemáticas y su didáctica para el contexto colombiano son: Vasco, (1986-2009); Asocolme (1999-2009); Grupos de investigación y profesores asociados a universidades Nacional, Antioquia, Valle, UIS, UPTC, UPN, Andes y en el caso de la Universidad Distrital grupos como Mes-cud (2000-2009); Gilplym (2000-2009); Crisálida, (2002-2009).

La formación de profesores de matemáticas

En relación con lo anterior las revisiones realizadas Woods, (2008); Grouws (1992, 1996) de las investigaciones sobre el profesor Fennema & Loef (1992,1996): Creencias y concepciones, Thompson (1992), y los procesos de llegar a ser profesor de matemáticas Godino (2008); Lester (2006); Sowder (2007); Ponte (2006, 2008), en general señalan que las concepciones y creencias sobre el profesor, sobre su conocimiento de las matemáticas y sobre el conocimiento profesional de ese profesor, los procesos de formación inicial como profesores, la reflexión sobre la acción formativa de los estudiantes para profesor y de los profesores en ejercicio y los aspectos que caracterizan en gran medida la actuación como docente de los estudiantes para profesor.

Según Llinares & Krainer (2006) los estudios realizados a partir de esta afirmación han permitido identificar las creencias y concepciones que traen consigo los estudiantes e identificar los posibles

cambios que debieran producirse y en consecuencia se evidencian los posibles aprendizajes; información sobre el material necesario en el desarrollo profesional, en las propuestas de programas de formación de profesores y en la investigación en la formación de profesores.

Descripciones de investigaciones que se reportan, permiten asumir que en la formación de profesores han existido cambios en creencias y actitudes en cuanto a la matemática. Los objetivos de los formadores, desde entonces han cambiado desde el pensamiento acerca de la naturaleza de las tareas que debían proponer en sus programas, hasta la averiguación de cómo describir y organizar los caminos por los cuales el desarrollo de la comprensión de la matemática pasa en el profesor. Las investigaciones sobre las creencias han permitido emplear diferentes significados de “creencias”: 1.- Perspectiva Psicológica: tratamiento como fenómeno cognitivo; 2. Cambios en, y tipos de creencias sobre: aprendizaje, enseñanza, matemáticas; y 3.- Perspectiva Constructivista: de identificación de puntos de vista de los profesores sobre la naturaleza de las matemáticas, concepciones sobre aprendizaje y predisposición hacia las matemáticas.

Uno de los últimos estudios a resaltar en esta investigación lo encontramos en Lester, (2007), este estudio recoge, presenta y estudia los principales 58 contribuciones sobre los estudios investigaciones, durante los últimos 18 años con colaboradores como: Artigue, Batanero, Ball, Bautista, Cobb, Bishop, De Corte, De Langue, Greer, Grows, Lesh, Shoenfeld, Harel, Hierbert, Jones, Niss, Webb, entre otros, en torno a 6 temas: 1) Fundamentos: filosofía, teoría y métodos de investigación; 2) Profesores y enseñanza: conocimiento de los profesores de matemáticas y desarrollo y formación profesional de los profesores de matemáticas; 3) Influencia sobre la formación del estudiante: influencias curriculares; de la enseñanza y de la cultura; entorno, política y democracia; 4) Estudiantes resultados y aprendizajes: niveles y temas de enseñanza de las matemáticas escolares –álgebra, aritmética, geometría, probabilidad, resolución de problemas, enseñanza y aprendizaje de la demostración–; 5) La Evaluación: evaluación en la clase; tipos de eva-

luación; test, escalas y resultados de las evaluaciones; y 6) Agendas y perspectivas: igualdad, equidad en educación matemática; tecnología y educación matemática; políticas educativas, investigación y educación matemática.

La educación matemática y la investigación sobre formación de profesores

Los estudios sobre este aspecto propician una reflexión cualitativamente diferente que, permita ampliar los objetos de estudio en la educación matemática, pues el conocimiento, la reflexión y la acción van juntas, además ellas requieren introspección pero también socialización de las implicaciones de esas acciones de cambio profesional y en la formación de profesores y se han orientado desde la pregunta para los investigadores ¿Qué pueden aprender los formadores y los profesores desde la investigación sobre el cambio del profesor? ¿Porqué y para qué cambiar?

Sowder (2007), menciona, explica y referencia 36 investigaciones y sus respectivas publicaciones y citas de soporte, desde 1991 hasta 2005 el propósito de tales investigaciones pretenden orientar un cambio en los estudiantes, en las interacciones con el saber, con los niños, con los colegas, con las instituciones, con los entornos de crecimiento personal y social a partir de aspectos como: 1) aprender de los problemas y dificultades en los procesos de cambio; 2) desarrollar teorías y referentes teóricos de entre las comunidades de formadores y profesores; 3) promover condiciones personales e institucionales tipo pedagógico, psicológico, sociológico y antropológico para mejorar la educación matemática, la formación de profesores y el desarrollo profesional; 4) mejorar las relaciones, interacciones y los roles de los investigadores y académicos con los centros de formación y con las comunidades educativas.

Además para Sowder (2007) a partir de explicar y referenciar 35 investigaciones y sus respectivas publicaciones y citas de soporte, desde 1991 hasta 2005 estos autores resaltan la importancia de la investigación acerca de la formación inicial de

profesores matemáticas se caracteriza por: 1) propiciar, aplicar y experimentar nuevos marcos de referencia para la enseñanza de las matemáticas; 2) propiciar una formación inicial efectiva y con los cambios requeridos de acuerdo a las necesidades de la misma formación de estudiantes y profesores; 3) importancia del rol del conocimiento matemático y matemático escolar para los profesores en formación; 4) desarrollo de competencias, hábitos y disciplinas de reflexión didáctica y pedagógica.

La conclusión es entonces que muchas de los propósitos y fines del desarrollo profesional son aplicables a la formación inicial de profesores, de hecho muchos de los autores lo utilizan de manera similar, pues sus implicaciones son las mismas propiciar una mejora en la educación matemática y Construcción de un modelo de profesor con conocimientos y habilidades necesarias para la investigación y reflexión de la práctica educativa.

Los programas de formación de profesores de matemáticas

En el informe denominado “Principios para la formación y desarrollo profesional de los profesores de matemáticas, solicitado por la Federación Americana de Educadores y Profesores de Matemáticas (2002-2006)” Sowder, (2007) en torno a la formación del profesor, la reflexión didáctica, los entornos y mediaciones, se propone orientar la búsqueda de lo que significa formar a los profesores de matemáticas y los posibles aprendizajes que ellos necesitan para la profesión de profesor, por lo anterior la autora se enfoca este hacia la búsqueda de investigaciones que puedan informar acerca de los docentes de matemáticas y para guiar la construcción y el conocimiento de principios de formación y de las implicaciones que ésta información tiene para el diseño y evaluación de programas de formación de profesores y de desarrollo profesional.

Esta autora se pregunta ¿Por qué cambiar la formación de profesores es una prioridad para la realización de los propósitos de la educación matemática? En su informe menciona, explica y referencia 34 investigaciones y sus respectivas publicaciones y

citas de soporte, desde 1991 hasta 2005 y su sistematizan cuatro aspectos principales: 1 El planteamiento e incidencia de los Estándares curriculares y de evaluación en matemáticas y (NCTM, 1989, 1991, 2000, 2005) y de las políticas educativas que promueven una reforma a la escuela; 2) El reconocimiento, de que la enseñanza y aprendizaje de la matemáticas necesitan una reforma, dados los resultados de evaluación de los logros de los estudiantes en matemáticas; 3) El reconocimiento de la diversidad de los contextos y los usuarios de los sistemas educativos, los avances tecnológicos, los diversos escalas, necesidades y condiciones económicas, políticas y sociales; y 4) La confirmación de la creencia de que la formación tradicional de los profesores es ineficiente, de acuerdo con las actuales condiciones individuales, grupales y sociales de las escuelas y de los estudiantes –condiciones, estrategias y formas de aprendizaje–.

Según el estudio, en este aspecto se concluye que desde los resultados de investigación de los anteriores aspectos, se ha generado demandas sobre el tipo de profesor, el conocimiento profesional necesario, sobre nuevas formas de implementar una práctica docente acorde con dichas necesidades y contextos y ello a su vez demanda una nueva y apropiada formación del profesor de matemáticas

Con respecto a los propósitos de la formación de profesores, basados en las aportes de 86 investigaciones desde 1991 hasta 2005, los investigadores concuerdan en: 1) desarrollo y formación de una visión compartida para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; 2) desarrollo y formación de un adecuado conocimiento de contenido matemático; 3) desarrollo y formación de una comprensión adecuada de cómo los estudiantes piensan y aprenden las matemáticas; 4) desarrollo y formación de un conocimiento de contenido pedagógico; 5) desarrollo y formación de una comprensión adecuada del rol de la equidad y la igualdad en la formación matemática; 6) desarrollo y formación un sentido de sí mismo y de identidad como profesor de matemáticas.

Otro aspecto estudiado son los principios que pueden ser usados para guiar el diseño de programas

de formación de profesores de matemáticas. En referencia a 27 investigaciones en el mismo periodo se presentan investigaciones sobre 11 propuestas de formación y sus características así como de sus desarrollos curriculares y se presenta un cuadro de tres de esas caracterizaciones con 6 aspectos comunes de un total de 24 aspectos diferentes: 1) implementación de currículos incluyentes, con métodos constructivos; 2) desarrollo de principios de trabajo colaborativo en redes, grupos, asociaciones académicas industrias y comercios, participación en investigación con otras universidades y centros académicos; 3) evaluación permanente de los procesos de enseñanza y aprendizaje, procesos de investigación curricular, clases, proyectos, actividades; 4) participación y conocimiento de la investigación en matemáticas y en el mundo de los matemáticos; 5) investigación, desarrollo, y énfasis en las prácticas matemáticas y en las prácticas docentes de profesores y estudiantes; 6) participación en trabajos académicos y desarrollo de las publicaciones de trabajos de estudiantes y profesores.

La conclusión es que el desarrollo y construcción de conocimiento profesional debe construirse en la formación a partir de la investigación rigurosa sobre “conocimiento y reflexión para la práctica”, “conocimiento y reflexión en la práctica”, “conocimiento y reflexión sobre la práctica”

La investigación sobre los programas de formación de profesores y el desarrollo del conocimiento profesional del profesor

Según la revisión que venimos siguiendo, 60 investigaciones y sus respectivas publicaciones y citas de soporte, las investigaciones sobre los aspectos que afectan la formación de profesores, se concluye que los resultados de investigación deben servir de soporte para los programas de formación, la evaluación de dichos programas y el planteamiento de nuevas políticas de formación de profesores investigaciones, experiencias y entornos sobre: 1) la formación de los formadores –conocimiento, experiencia e investigación, desarrollo de experiencias, procesos curriculares y evaluación, construcción de sus propias comu-

nidades de práctica–; 2) entornos y condiciones sociales y de políticas que potencien la formación –administradores de políticas y currículos, proyectos de investigación, innovación y exploración, aspectos jurídicos e institucionales–; 3) desarrollo de procesos de evaluación en los diferentes aspectos, actores y niveles de la educación, y una rigurosa evaluación de los actuales programas de formación; 4) conocimiento de la escuela y sus necesidades, de las comunidades y ambientes en donde se desarrolla la educación.

Y la conclusión es que se debe partir de un riguroso proceso de evaluación, reflexión y conocimiento de las condiciones sobre los que los procesos de formación de profesores de matemáticas son implementados, los nuevos programas de formación y los cambios y reformas que posibiliten una mejora en la educación matemática.

Igualmente los estudios sobre el profesor, y la enseñanza de las matemáticas han sido un fuerte campo de trabajo para el PME. Desde la década de los años 80, se han desarrollado múltiples estudios con la participación de notables investigadores como: 1) Schön (1980-1982) desde sus estudios sobre la distinción entre reflexión en la práctica y racionalidad técnica; conocimiento práctico, epistemología de la práctica profesional. 2) Elbaz (1983), centró sus estudios sobre ¿cuál es el conocimiento de los profesores?, ¿qué conocen?, ¿cómo lo conocen? y la influencia que en ese conocimiento tienen sus primeras experiencias como estudiantes, el desarrollo curricular, el entorno, la materia que enseñan, entre otros; y 3) Shulman (1986), con su constructo sobre conocimiento de contenido pedagógico para el que propone siete categorías que le hacen posible al profesor enseñar, más que desde un conocimiento práctico.

El desarrollo profesional del profesor y el profesor reflexivo

Derivado de lo anterior, para autores como Krainer & Llinares (2006); Ponte y Chapman (2008), Simón (2008), el conocimiento profesional del profesor y reflexión para la práctica permite distinguir cómo

aprenden los profesores lo que ellos necesitan saber para enseñar matemáticas los estudios muestran que 1) El pensamiento de los estudiantes como una aproximación para aprender a quien enseña, motivaciones, estrategias de pensamiento y aprendizaje; 2) Sobre el currículo, los textos, el diseño curricular, las clases y su gestión; 3) Actividades de clase, artefactos y recursos didácticos y materiales; 4) Conocimiento sobre los métodos, formas de enseñanza y su investigación.

Sowder, (2007), concluye que esta es la forma más común y conocida de proveer conocimiento desde los centros de formación de profesores y proponer un buen desarrollo profesional en condiciones de formación rigurosa y académica, pues se estudian teorías y métodos reconocidos por la comunidad de educadores y formadores lo anterior a partir de los ejemplos y evidencias de 61 investigaciones y algunos ejemplos de ellas.

En nuestra búsqueda en la dirección de indagar sobre aspectos del desarrollo profesional del profesor se han encontrado trabajos en los que se indagaba sobre las distintas cuestiones: las componentes del conocimiento profesional, sus características, su naturaleza, entre otros. (Grupo de práctica docente LEBEM-UD (2000-2008). El acercamiento a estos problemas se hizo desde perspectivas diversas enunciadas por Llinares & Krainer (2006) así:

- Desde la psicología y la cognición: Leinhardt y Green (1986), con el interés central de analizar los procesos de aprender a enseñar, Marcelo (1989), Porlán (1988, 2000); Blanco (2000, 2006), Godino (2007); Llinares (2006).
- Desde el trabajo y el desarrollo profesional: Llinares (1991, 1996, 1998, 2001, 2006); Bromme (1988); Godino, (2008); Lester (2006); Sowder (2007); Ponte (2006, 2008)
- Centrando la atención en la “práctica”: Elbaz (1983); Shon (1983); encuentro nacional de prácticas pedagógicas universitarias, memorias (2002): Godino (2008); Ponte (2006, 2008),
- Centrado en la reflexión y acción: investigaciones acerca de las creencias sobre la acción

y la reflexión del profesor y su incidencia en la formación de profesores. (Chapman, 2008).

Para Llinares & Krainer (2006) las investigaciones sobre el conocimiento de las matemáticas realizadas por diferentes autores proporciona: información sobre la relación entre conocimiento conceptual y procedimental de los futuros profesores; información sobre el papel jugado por los diferentes sistemas representativos o el conocimiento como acción o proceso; una identificación de los errores de los futuros profesores en las diferentes ramas de contenidos en matemática: aritmética y teoría de números, geometría, lógica, entre otros. Esta investigación revela la complejidad del conocimiento matemático para la enseñanza, se refieren 20 trabajos de investigación en diferentes temas específicos de la matemática escolar.

La investigación sobre la práctica y los EPM

Algunos autores han indagado sobre el profesor reflexivo, la investigación en la práctica, y las condiciones para desarrollar programas de formación de profesores de matemáticas. (Thompson, 1984, Grossman, Wilson, & Shulman (1989), Ball y Wilson (1990), citados por Azcarate (1996)); Gascón, J. (1998); Font, V. (2008); Lester (2006); Sowder (2007); Ponte (2006, 2008). Llinares y Krainer (2006); Woods, (2008) plantean en sus estudios que es muy importante la reflexión sobre la práctica como contexto y sugieren que los futuros profesores tengan una mejor oportunidad de integrar teoría y práctica.

Por otra parte para analizar la reflexión sobre la práctica, Lenfant, 2001, (citado por Ponte y Chapman, 2008), propuso un marco teórico multidimensional y exploró la complejidad de las relaciones entre conocimiento y competencias, centrándose en las competencias profesionales de la enseñanza del álgebra y enfatizando que dicha transición es un complejo proceso que envuelve tres dimensiones de conocimiento: epistemológica; Cognitiva, Didáctica. A partir de la investigación de Lenfant, se subrayan dos conclusiones relevantes: 1.- Diferencia existentes entre los diferentes análisis –de

videos de lecciones matemáticas– que los estudiantes produjeron trabajando individualmente de aquellos que lo hacían en grupo y 2.- La influencia de cursos de entrenamiento didáctico ofertado por las instituciones educativas continuará siendo anecdótica si no hay un análisis reflexivo de la práctica de los universitarios en aulas donde ellos tengan plena responsabilidad.

Los estudios presentados y analizados en Wood, T. (2008), desarrolla la última generación de estudios sobre el aprendizaje de los profesores de matemáticas para la enseñanza de ella en todos los niveles de la escolaridad, y el estudio de actividades y programas en los cuales este aprendizaje tiene lugar.

En estos estudios según en el artículo de síntesis Jaworsky (2008) los estudios e investigaciones sobre formación de profesores y el desarrollo profesional:

1) indican y orientan las nuevas propuestas para cambiar y proponer programas de formación; 2) desarrollo profesional acorde con las necesidades actuales de los actores y contextos de una formación; 3) proveen métodos y procedimientos para los autores y ejecutores de políticas institucionales de formación de profesores y 4) desarrollo y formación de una visión compartida para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; de un adecuado conocimiento de contenido matemático; de una comprensión adecuada de cómo los estudiantes piensan y aprenden las matemáticas; de un conocimiento de contenido pedagógico; de una comprensión adecuada del rol de la equidad y la igualdad en la formación matemática; un sentido de sí mismo y de identidad como profesor de matemáticas

Para Sowder (2007) el caso del proceso de conocimiento y reflexión en la práctica puede tomar varias formas de comunidades de prácticas e institucionalización de la reflexión y construcción de conocimiento en torno a esa reflexión:

1) comunidades de práctica: grupos de profesores, grupos de estudiantes para profesor, grupos de actores educativos que posibiliten la observación y el

aprendizaje de profesores y estudiantes para profesor en la acción educativa de las matemáticas; 2) diferentes formas de observación e indagación en el momento de la acción educativa, que posibiliten la toma de decisiones en el aula; 3) diferentes condiciones institucionales y estudio de dichas condiciones para posibilitar el trabajo de observación, toma de datos y reflexión por interacción con otros actores y posibilitadores de la reflexión en la acción; 4) condiciones de formación en la acción de diseñar, planear, gestionar, evaluar y reflexionar para y sobre la acción de enseñanza de las matemáticas y desarrollo de espacios específicos de formación para esa reflexión del profesor.

Lo anterior basado en la evidencia de 40 investigaciones que permitiría concluir que la facilitación de la retroalimentación de profesores expertos y grupos de investigadores, en los diferentes momentos de la acción educativa, que posibiliten la reflexión sobre las competencias de análisis de la acción educativa en matemáticas y potencien la reflexión sobre las prácticas.

La reflexión y análisis didácticos

Para Sowder (2007) este aspecto está relacionado con *conocimiento* y reflexión sobre la práctica, y se pregunta ¿Qué pueden aprender los profesores de la investigación de su propia práctica de enseñanza de las matemáticas? A partir de la referencia a 12 estudios reseñados se concluye que este tipo de conocimiento es posible cuando los formadores y EPP reflexionan, aprenden y conceptualizan sobre su propia práctica: se generan las condiciones para la formación de un profesor-investigador.

Este conocimiento y reflexión sobre la práctica sólo es posible con una sólida formación para y en la práctica, y el desarrollo de experticias en un periodo que no privilegie la inmediatez ni en la formación, ni para la formación de profesores y requiere colaboración, disciplina y mucha motivación e identidad profesional basado en criterios como: 1) trabajo de los profesores desde sus propios intereses y motivaciones; 2) investigación a partir de

sus propios datos, cuya recolección es interesada y motivada bajo su responsabilidad; 3) definición de áreas y problemas de interés propios y de acuerdo son sus necesidades; 4) utilización de la investigación para reflexionar sobre la acción de diseñar, planear, gestionar y evaluar; 5) tener acceso a los escenarios de investigación con relativa facilidad y bajo las condiciones que ellos se propongan.

En el estudio de Llinares (2006), se resaltan las temáticas de la reflexión y acción, las investigaciones sobre las creencias sobre la acción y la reflexión del profesor y su incidencia en la formación de profesores, según este autor “La reflexión está considerada como un camino en el cual los profesores construyen el significado y el conocimiento que guía sus acciones” y plantea sobre los aprendizajes de los futuros profesores aspectos como la importancia de los entornos y los contextos, las propias reflexiones sobre sus prácticas; y como construir redes de conocimiento; resalta que en el caso de los profesores novatos la participación en comunidades de profesores y la socialización en el contexto escolar es lo más destacado.

Igualmente Ponte y Chapman (2006), desarrollan un estudio y su propósito referido a los profesores pero de mucha importancia para las reflexiones sobre las necesidades de los procesos de formación y reflexión del estudiante para profesor es presentar la producción académica reportada por el PME, sobre el conocimiento del profesor y su práctica en términos de tópicos, perspectivas, resultados y posibles agendas de trabajo. Se clasificaron los documentos basados en los objetivos de los estudios y se determinaron cuatro categorías: I) Conocimiento matemático –disciplinar– del profesor; II) Conocimiento de profesor sobre la enseñanza de las matemáticas; III) Creencias y concepciones del profesor; IV) Las prácticas –docentes– del profesor.

Las categorías y I), III) y IV) se analizan aproximadamente en cada una unos 60 documentos y II) se analizan 35 documentos en los periodos 1977-1985, 1986-1994, y 1995-2005. Las principales discusiones y conclusiones se podrían resumir de la siguiente manera:

Es posible encontrar en los documentos revisados importantes aportes metodológicos y teóricos con respecto a los puntos analizados en esta revisión, sin embargo es también evidente la necesidad de estudiar con más detenimiento las verdaderas relaciones entre los conceptos y categorías tratados. La multiplicidad de perspectivas y marcos teóricos, así como las influencias de las disciplinas hace evidente, la difícil caracterización de las perspectivas sus contradicciones y complementariedades, sin embargo muchos autores han utilizado categorías y constructos provenientes de diferentes marcos teóricos y sus conclusiones parecen lógicas y consistentes con la realidad del profesor, su práctica y su formación. Los documentos estudiados aportan un conjunto interesante de metodologías, muchos enfatizan sus análisis en perspectivas cuantitativas y cualitativas.

Para terminar es de importancia resaltar el actual desarrollo (2006-2010) del proyecto TEDS-M (*Teacher Education Study in Mathematics*) de la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo) es un estudio comparativo internacional sobre la formación inicial del profesorado de matemáticas en educación primaria y en secundaria. Este proyecto surge de la constatación de las diferencias y deficiencias en el rendimiento matemático de los escolares de los distintos países, de acuerdo con los resultados proporcionados por el estudio internacional TIMSS (*Trends in Mathematics and Science Study*), también de la IEA. Se basa en el supuesto de que un importante factor que puede explicar esas diferencias tiene que ver con la variedad de aproximaciones a la formación inicial del profesorado de matemáticas en esos países y es un estudio comparativo internacional sobre la formación inicial del profesorado que se centra en la preparación de los profesores de matemáticas.

Las competencias

El término “competencia” se remonta a la psicología de las “facultades” del siglo XVII. Por eso Chomsky dedicará –al año siguiente de introducir el concepto en la lingüística– una investiga-

ción a mostrar que en el siglo XVII habían nacido ideas que se pretende promover como novedosas; más que plantear una nueva categoría, Chomsky la rescata de la tradición que él denomina “lingüística cartesiana”, Bustamante (2003), con respecto al significado de competencia, en general la psicología analiza y emplea el término en términos del lenguaje, uso muy vinculado con las investigaciones de Chomsky en este campo, tal y como se describe en Wilson y Keil (2002). En este punto resaltamos la reflexión de Puig (2008), acerca de las competencias, su origen y desarrollo temático en educación y educación matemática.

Las “competencias” se inscriben de manera particular en una dinámica de los sistemas educativos: la evaluación de la calidad. En Colombia, este proceso no fue una iniciativa propia: en 1991, se suscita la creación del sistema de evaluación citando, entre otras, las condiciones de un contrato con el Banco Mundial, según datos del MEN (1991). De otro lado, idénticas medidas abundan en otros países, con propósitos, instrumentos y nombres parecidos, que se reúnen en la Quinta Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno (Argentina, 1995), la cual creó el Programa de evaluación de la calidad de la educación para todos los países de Iberoamérica.

De todas maneras como política educativa en nuestro medio y en el contexto internacional es innegable que en la actualidad existe una marcada preocupación por establecer los fines y metas de la educación en términos de las competencias que deberían desarrollar los estudiantes al término de su formación, tanto en la educación básica, media y universitaria. Este interés se pone de manifiesto los estándares curriculares y de evaluación (NCTM, 1991, 1998, 2001); en proyectos de evaluación como PISA (OCDE, 2005); de organización formativa, como Tuning (González y Wagenaar, 2003); y en las directrices curriculares escolares de varios países. Asimismo, según Puig (2008), en la investigación en formación inicial de profesores de matemáticas para la educación básica también existe una marcada preocupación por establecer las competencias que debería desarrollar un futuro

profesor de matemáticas para el ejercicio de su actividad docente.

La propuesta de análisis de las competencias desde una perspectiva semiótica de Serrano (2003) en su estudio consideraciones semióticas sobre el concepto de competencia y réplica a la política institucional de los estamentos oficiales encargados del tema; igualmente retomamos el intento de Marín (2001) de fundamentar una perspectiva filosófica de las competencias, vía Wittgenstein y Habermas; resaltamos las perspectivas que desde la teoría de la complejidad han desarrollado Tejada (2007) como una crítica a la posición dualista en el uso y aplicación de la noción de competencia aplicada a la educación y la educación matemáticas y la formación profesional de docentes y Tabón (2007) al plantear que las competencias son procesos complejos de desempeño ante problemas con idoneidad y compromiso ético.

Según Tobón (2007) el concepto de competencia se utiliza institucionalmente en Colombia en la política de aseguramiento de la calidad de la educación superior y se emplea con muchas significaciones, no tiene una estructura conceptual clara, lo cual conlleva a inconsistencias disciplinares y metodológicas que se evidencian en la gestión de la política de calidad. Según este autor la noción de competencia se propone como concepto articulador de las políticas, leyes, planes de desarrollo y de gestión de las instituciones educativas, por lo cual ha sido utilizado por instituciones con diferentes significaciones a través de términos como competencias ciudadanas, laborales, éticas, comunicativas, entre otros. y múltiples procesos de construcción conceptual de los enfoques pedagógicos y didácticos (MEN 1990-2002).

Las competencias son “utilizadas” para implementar planes de estudio en las diferentes programas de formación profesional (MEN-CNA 1998-2006), evaluar el registro calificado de programas de formación de profesores (2000- 2008), realizar evaluaciones masivas de los estudiantes (ICFES, SED 1996-2008), proponer programas de capacitación de profesores (MEN-SED 1992-2008). En las políticas institucionales como noción clave para definir

los indicadores de logro (MEN 1996), lineamientos curriculares (MEN 1998, 2002), Exámenes de estado para todos los niveles de la educación (ICFES, ECAES, 1995-2008), diseñar y proponer libros de texto, materiales y recursos didácticos.

Según este autor y el estado de nuestra revisión⁵, a pesar de la cantidad de producción de artículos, textos, leyes, eventos académicos y políticos en el contexto colombiano no hemos encontrado evidencias de estudios o investigaciones sobre los desarrollos teórico- empíricos sobre las competencias y la formación inicial de profesores de matemáticas. Además, ningún estudio sobre las competencias y sus relaciones con el desempeño didáctico en las prácticas docentes de profesores o estudiantes para profesor de matemáticas. Ningún trabajo de investigación sobre la evaluación de las competencias didácticas de un profesor para la reflexión y análisis didáctico.

Algunas consideraciones finales y perspectivas a futuro

La formación de profesores de matemáticas

Los autores estudiados proponen que los principales temas y agendas de investigación y sus aportes a la educación matemática son: sobre los procesos de formación inicial, sobre la práctica docente en la formación inicial de de los profesores y sobre los saberes y competencias didácticas de los EPPM.

Las revisiones realizadas de las investigaciones sobre el profesor; creencias y concepciones y los procesos de llegar a ser profesor de matemáticas señalan que la formación de profesores de matemáticas debe partir de estudios sobre las concepciones y creencias sobre el profesor, sobre su conocimiento de las matemáticas; sobre el conocimiento

5 Sobre el tema se revisaron documentos de 7 entidades internacionales (Unesco, FMI, BMD, BID, OCDE, NCTM, PREAL); 42 documentos ICFES, 70 documentos MEN, 13 documentos SED-IDEP; 18 documentos CNA; 7 Documentos acreditación-UD, 3 documentos FCE-LEBEM, 7 documentos SOCOLPE y multiplicidad de autores, sólo algunos de los más representativos y activos han sido mencionados en este trabajo.

profesional del profesor y sobre la reflexión sobre la acción formativa de los estudiantes para profesor y de los profesores en ejercicio

En particular se debe desarrollar el tema de los formadores de profesores, considerando los programas de formación, la investigación sobre los programas de formación de profesores de matemáticas, los estudios sobre la práctica docente en profesores. En la literatura se plantea que los estudios e investigaciones sobre formación de profesores y el desarrollo profesional del profesor deberían indicar y orientar las nuevas propuestas para cambiar y proponer programas de formación; igualmente se sugiere un desarrollo profesional acorde con las necesidades actuales de los actores y contextos de una formación y desde estas investigaciones se proveen orientaciones sobre conceptualización y métodos para los autores y ejecutores de políticas institucionales de formación de profesores.

La investigación sobre los programas de formación de profesores y el desarrollo del conocimiento profesional del profesor

Es necesario desarrollar un riguroso proceso de evaluación, reflexión y conocimiento sobre las condiciones sociales en los que son implementados los procesos de formación de profesores de matemáticas, sobre las políticas institucionales y sobre aquellos aspectos que promuevan los cambios y reformas que aspiren a una mejora en la educación matemática.

La práctica docente, análisis y reflexión didáctica

En lo relacionado con este tipo de conocimiento es posible su construcción cuando los formadores y EPM reflexionan, aprenden y conceptualizan sobre su propia práctica y se generan las condiciones para la formación de un profesor-investigador. En los estudios aquí presentados se resalta cómo la reflexión y acción y las investigaciones sobre la acción y la reflexión del profesor inciden en la formación de profesores, es un lugar común las distinciones entre el análisis y la reflexión didáctica

como caracterización de dos momentos y actividades distintas del proceso de pensamiento didáctico del profesor y por ello se debería caracterizar competencias distintas para cada uno de ellos y estudiar su influencia en el proceso de formación del profesor de matemáticas.

En concordancia con lo planteado en este documento los desarrollos investigativos al interior del programa de LEBEM⁶ han conducido a la propuesta de formación que enfatiza en la práctica docente como integrador curricular. En LEBEM la práctica docente es el elemento articulador y un integrador curricular. Estas perspectivas han sido estudiadas e investigadas en acciones de formación en LEBEM y los grupos de investigación adscritos a la UD: Grupo GILPLYM (2000-2009), en la línea de formación de profesores y en pedagogía y didáctica del lenguaje y las matemáticas; grupo MESCUD (1999-2008), en la línea de investigación sobre “transición aritmética al álgebra” y “pensamiento multiplicativo”; Grupo Crisálida (2002-2008) en la línea de investigación sobre “formación de profesores de matemáticas” y las investigaciones asociadas al programa “Rutas de estudio y aprendizaje en el aula” y ha nutrido los espacios de formación del programa de los ejes de formación de práctica docente, contextos profesionales, didáctica de las matemáticas y matemáticas escolares y pensamiento matemático avanzado.

Bibliografía

Bustamante, G (2003). *El concepto de competencia III. Las competencias en la educación colombiana*. SOCOLPE. Bogotá: Alejandría libros.

Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos en didáctica de las matemáticas*. Recherches en didactiques des mathematiques 7. (2). p. 33.115

⁶ En otro espacio (Lurduy, 2009) hemos descrito y caracterizado en detalle el programa de formación de Licenciatura En Educación Básica con énfasis En Matemáticas de la Universidad Distrital de Bogotá (LEBEM-UD) en su conjunto y diferentes aspectos más específicos de la formación en los espacios de formación de la práctica docente y su aporte al desarrollo de competencias de reflexión didáctica

Godino, J. D. (2008), Marcos teóricos de referencia sobre la cognición matemática. Acceso en: Disponible en: <http://www.ugr.es/local/jgodino>

Llinares, S. & Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. En: Gutiérrez, & Boero, P. (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*. Sense Publisher.

Lurduy, O (2009). El profesor investigador de su práctica. En: *La formación del profesorado de matemáticas*. Uno, Revista de didáctica de las matemáticas. 51

Ponte, J. P. & Chapman, O. (2006). Mathematics teachers' knowledge and practices. En A. Gutiérrez, & Boero, P. (Eds.). *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*. Sense Publisher

Puig, L, (2008) Sentido y elaboración del componente de competencia de los modelos teóricos locales en la investigación de la enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemáticos específicos. PNA, 2(3), 87-107.

Rico, L. (2009). TEDS-M. Estudio internacional de la IEA sobre la formación inicial del profesorado de matemáticas. (Teacher education study in mathematics). Informe 2009.

Tejada, A. (2007). Desarrollo y formación de competencias: Un acercamiento desde la complejidad. En: *Acción pedagógica*. No 16. Cali

Tobón, S (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción pedagógica*. No 16. Cali

Referencias indicadas al interior del artículo

Biehler, R., Scholz, R.W., Straesser, R and Winkelmann, B.(Eds.) (1994). *Didactics of mathematics as a scientific discipline*. Dordrecht: Kluwer A. P.

- Bishop, A. J., Clements, K., Keitel, C., Kilpatrick, J., & Laborde, C. (Eds.). (1996). *International handbook of mathematics education*. Dordrecht: Kluwer A. P.
- Bishop, A. J., Clements, K., Keitel, C., Kilpatrick, J. & Leung, F. K. S. (Eds.). (2003). *Second International handbook of mathematics education*. Dordrecht: Kluwer A. P.
- English, L. D., Bartolini, M., Jones, G. A., Lesh, R. & Tirosh, D. (2002). *Handbook of International research in mathematics education*. London: Lawrence Erlbaum Ass. English, L. D. (Ed.). (2008). *Handbook of international research in mathematics education (2nd ed.)*. New York: Routledge.
- Gutierrez, A. & Boero, P. (Eds.). (2006). *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Grows, D. A. (1992) (Ed.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. National Council of Teachers of Mathematics. New York, NY: Macmillan.
- Lester, F. K. (Ed.). (2007). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Charlotte, NCTM. National Council of Teachers of Mathematics.
- Woods, T. (2008). *The international Handbook of Mathematics Teacher Education*. Sense publishers Rotterdam.