

## PROPUESTA DE FORMACIÓN POSGRADUAL EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA SUSTENTADA EN LA INVESTIGACIÓN

**Leonor Camargo, Nubia Soler, Ingrith Álvarez**

Universidad Pedagógica Nacional. (Colombia)

lcamargo@pedagogica.edu.co, nsoler@pedagogica.edu.co, ialvarez@pedagogica.edu.co

**Palabras clave:** maestría, posgrado, investigación, educación continua para profesores

**Key words:** master, postgraduate, research, continuing education for teachers

### RESUMEN

El programa de Maestría en Docencia de la Matemática [MDM] de la Universidad Pedagógica Nacional [UPN] (Bogotá, Colombia) tiene una trayectoria de más de treinta años al servicio de la formación posgradual de profesionales que se desempeñan en el campo de la Educación Matemática, en diferentes ámbitos y niveles del sistema educativo colombiano. Gracias a una dinámica de autoevaluación, el programa se ajusta permanentemente para responder a retos de la formación continuada de docentes, delineados a su vez por las responsabilidades que la sociedad va estableciendo para la educación matemática. El propósito de la conferencia es presentar a la comunidad la propuesta que se viene trabajando desde el año 2008, la cual se articula alrededor del desarrollo de competencias investigativas e innovativas, con las cuales se pretende que la labor profesional se cualifique y contribuya a la solución de los problemas que experimenta la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en nuestro país.

### ABSTRACT

The Master Degree program on Mathematics Education, at the National Pedagogical University, Bogota, Colombia, has a history of more than thirty years of service. We work at a graduate level with Colombian Math teachers who come from very diverse contexts and backgrounds. By means of a dynamics of constant self-assessment, the program is permanently adjusting itself to respond to new challenges of teachers' professional development, taking into account the responsibilities that society establishes for Mathematics Education. The purpose of the lecture is to present the last version of the Master Degree program which has been implemented since 2008. This program articulates developments in both, innovative instructional designs and classroom research competences. Our goal is for teachers to increase and qualify their professional skills, so that they, in their everyday practice, are able to contribute to solve problems related to Math learning and Math teaching in Colombia educational system.

## ■ Introducción

En la Novena Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa (La Habana, Cuba, 1995), profesores del Departamento de Matemáticas de la UPN presentaron una ponencia sobre el programa de Especialización en Educación Matemática (Eslava, Díaz y Ardila, 1995), e hicieron mención al reto asumido por esta unidad académica de responder de manera eficaz a las necesidades de formación postgradual de los educadores en matemáticas y a la importancia de divulgar de manera sistemática los productos de un largo trabajo de formación de profesores de pregrado y postgrado, que hoy en día tiene más de cincuenta años. Estos retos están hoy vigentes y son compartidos con el programa de Maestría en Docencia de la Matemática que desde la década del ochenta, del siglo pasado, hace esfuerzos sistemáticos encaminados a la formación postgradual de profesionales del campo de la Educación Matemática.

Por más de treinta años, los equipos de profesores que han tenido bajo su responsabilidad el programa de MDM han procurado organizar el plan de estudios de cara a los componentes que en cada década se consideran centrales para la formación postgradual. En los ochenta y hasta mediados de los noventa, el énfasis se hizo en la profundización en matemáticas, pues se consideró que se requerían profesionales con mejor dominio matemático para comprender la estructura curricular escolar del momento. Hacia la mitad de la década de los noventa, con el ingreso al Departamento de Matemáticas de investigadores en el área de la Didáctica de las Matemáticas y la promulgación de la Ley General de Educación (1994), (que descentralizó el currículo escolar y responsabilizó a cada institución educativa de su propio proyecto educativo), se dio un viraje a la estructura curricular del programa de MDM, para centrar la atención en la fundamentación teórica en Didáctica de la Matemática.

Con especial énfasis se asumió la Ingeniería Didáctica, como una metodología útil para organizar propuestas de enseñanza y analizar el aprendizaje, especialmente en el área del cálculo. Hacia final de la década del noventa, bajo la responsabilidad de un equipo de investigación, los trabajos de grado de los estudiantes de la MDM se articularon alrededor de aspectos determinantes del aprendizaje de la aproximación, la variación y el cambio, constituyéndose la primera línea de investigación que apoyó el programa y que se oficializó ante Colciencias (ente oficial responsable del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación que se encarga de identificar, transferir, producir y proveer los conocimientos que el bienestar de la gente y el desarrollo del país requieren).

En la primera década del siglo XXI, profesores de otras líneas de investigación se vincularon a la MDM, abriendo el panorama investigativo alrededor de la argumentación y la prueba en geometría, la educación estadística, el currículo y la evaluación, ampliando así el horizonte investigativo. Adicionalmente, enfoques metodológicos socioculturales y de educación matemática crítica contribuyeron a generar nuevas miradas a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En los últimos tres años, la línea de argumentación y prueba ha incursionado en otros dominios de las matemáticas y, adicionalmente, se ha comenzado a perfilar una línea en la formación del formador de profesores de matemáticas.

La experiencia en formación continuada y la madurez investigativa sirvieron de base para la última reestructuración del programa de MDM que se gestó a partir de 2008 y que se oficializó en el 2010 con la

renovación de registro calificado del programa, por siete años, por parte del Consejo Nacional de Acreditación. El viraje se dio desde la concepción del programa: dejó de verse como una propuesta de enseñanza, y se asumió como un programa centrado en el aprendizaje y el desarrollo de competencias de innovación e investigación. Esta concepción dio paso principalmente a la organización de un currículo flexible, centrado en aportar elementos teórico-prácticos con los cuales llevar a cabo un trabajo de grado, en una línea de investigación, bajo la orientación de un equipo de investigación.

El propósito de este artículo es presentar la propuesta curricular actual del programa de MDM para impulsar el intercambio académico de experiencias de formación postgradual y servir de referente a esfuerzos similares en otros países de la región. Se tiene la convicción de que el programa es de calidad gracias a la información obtenida en los diversos procesos autoevaluativos, llevados a cabo desde hace aproximadamente 15 años, y a una evaluación externa, realizada por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado [AUIP], de la que se obtuvo una *Mención de Honor* a la calidad del programa, en la 7ª edición de los premios a la calidad de los programas de postgrado.

### ■ El trabajo de grado, eje articulador del programa

La Universidad Pedagógica Nacional es una institución mono profesional que desde 1962, junto con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja asumió la formación universitaria inicial ofrecida en Colombia a los educadores. Hasta comienzos de la década del ochenta centró su labor principalmente en la formación de licenciados en ciencias naturales, ciencias sociales, educación física y educación artística, para cubrir las necesidades de docentes para la educación básica secundaria y media. La experiencia acumulada y la consolidación de equipos de investigación con importantes niveles de producción académica, sirvieron para impulsar la formación postgradual y comenzar a ver los programas de formación avanzada como una prioridad institucional.

El programa de MDM recibió su primer grupo de estudiantes en 1977. Así como los otros programas de postgrado que fueron surgiendo, funcionaba de manera autónoma y no se compartían espacios de formación con otros programas de postgrado. En el año 2007 la Universidad creó el Sistema de Formación Avanzada [SIFA] con dos propósitos principales: establecer nexos entre los diferentes programas de formación avanzada, y promover el intercambio institucional e interinstitucional de experiencias educativas e investigativas, con el cual fortalecer la conformación de grupos de investigadores en pro del avance del conocimiento educativo, pedagógico y didáctico.

La articulación del programa de MDM al SIFA fue vista por los profesores responsables del programa como una oportunidad para desarrollar principios como la flexibilidad curricular y la inter y transdisciplinariedad. Así, aprovechando la oferta del SIFA, cada estudiante, asesorado por un tutor, perfila una trayectoria de aprendizaje dirigida a alcanzar la fundamentación conceptual y metodológica necesaria y desarrollar competencias básicas, para llevar a cabo un ejercicio innovativo o investigativo tendiente a atender una problemática de su campo profesional o de una línea de investigación. En ese sentido, el programa no busca que los estudiantes dominen un conjunto de conceptos, enfoques y perspectivas del campo de la Educación Matemática, sino que lo usen para asumir una postura reflexiva, crítica y proactiva frente a algún aspecto problemático de su acción educativa o de la investigación en este campo.

La trayectoria de aprendizaje que sigue cada estudiante se organiza en función del trabajo de grado, alrededor del cual se articulan diversas actividades por las que se puede optar. Algunos se vinculan a los grupos de investigación responsables de las líneas que apoyan el programa en una cohorte y contribuyen con su trabajo de grado al desarrollo de un proyecto de investigación. En la medida en que el ejercicio investigativo lo requiera, llevan a cabo actividades de formación teórico-práctica, acciones relacionadas con el registro y sistematización de información empírica, la revisión o elaboración de estados de arte, ponen en juego hipótesis investigativas, realizan y comunican avances de estudios empíricos que contribuyen a comprender problemáticas que se trabajan en el proyecto de investigación. El programa denomina a esta trayectoria, la modalidad **investigativa**. Otros se vinculan al programa con el ánimo de atender una problemática del ámbito laboral. En ese sentido, el docente en ejercicio lleva a cabo un proceso innovativo dirigido por el grupo, quien es el responsable de brindarle herramientas conceptuales y metodológicas para poder llevarlo a cabo y analizar los resultados. Esta trayectoria de aprendizaje implica la fundamentación conceptual para comprender la innovación en la que se inscribe su trabajo y ampliar los horizontes conceptuales que fundamentan su acción educativa. Gracias al ejercicio innovativo, desarrollan competencias propias de un docente innovador. El programa denomina a esta trayectoria, la modalidad de **profundización**.

En cualquiera de las dos modalidades, los estudiantes deben entregar un documento que organiza el proceso llevado a cabo para atender la problemática que orientó el ejercicio. En ambos casos, es requisito indispensable delimitar un asunto problemático, presentar referentes teóricos que proporcionan lentes analíticos, explicar la ruta que da cuenta de la sistematicidad de la indagación llevada a cabo y presentar conclusiones relacionadas con el proceso analítico y el avance personal logrado con el ejercicio. La diferencia del trabajo de grado de cada modalidad está centrada en el tipo de problema abordado, de corte teórico o empírico, y en la autonomía con la que se lleva a cabo el estudio.

### ■ Fundamentos conceptuales sobre el aprendizaje en el programa de MDM

La perspectiva sociocultural que orienta la investigación de los equipos de profesores que apoyan el programa y el hecho de que el campo de desempeño de los docentes en ejercicio es eminentemente social, influyen en los presupuestos acerca del aprendizaje que orientan la propuesta de formación de la MDM. Se concibe el aprendizaje como la participación en una comunidad de profesionales que se apoya mutuamente en la solución conjunta de problemáticas de su campo, participación que genera identidades profesionales entre sus miembros, a medida que cambian sus formas de participación. (Llinares y Krainer, 2006). Esta concepción se refleja en la estructura curricular del programa, en asuntos como:

- Se valora el aprendizaje extramuros pues se reconoce que los escenarios en donde se convocan los miembros de la comunidad de educadores matemáticos son centrales en el aprendizaje. La asistencia de los estudiantes a congresos y seminarios, y la presentación de avances de sus trabajos de grado se constituyen en actividades académicas propias del programa.
- Se estimula la realización de trabajos de grado en grupos de dos personas, porque se considera el trabajo en equipo fundamental para estimular el ejercicio crítico, creativo y productivo.
- Se implementan metodologías participativas en todos los espacios académicos. Los estudiantes son responsables de las dinámicas que se imprimen en cada espacio académico.

### ■ Estructura curricular

Los presupuestos sobre el aprendizaje se evidencian en tres tipos de créditos que requiere completar un estudiante para llevar a cabo su proceso de formación. Los créditos *básicos*, están constituidos por cinco seminarios ofrecidos por el Departamento de Matemáticas que permiten al estudiante construir un anteproyecto de trabajo grado, al mismo tiempo que comenzar a identificar la educación matemática como un campo de conocimiento y a reflexionar sobre su práctica profesional (procesos presentes en el aula y algunos asuntos curriculares). Los créditos de *investigación* están constituidos por actividades que apoyan de manera directa la realización del trabajo de grado, y por tanto, estimulan el desarrollo de competencias investigativas. Los créditos *electivos* los constituyen las actividades que permiten la incorporación de los estudiantes a la comunidad de educadores matemáticos desde la experiencia práctica o desde perspectivas académicas diferentes a las que sustentan el programa de formación.

### ■ La trayectoria académica

Como parte del proceso de admisión, los aspirantes al programa presentan una propuesta de trabajo de grado en la que consignan ideas sobre la problemática que quisieran abordar a lo largo de sus estudios. A partir de esta propuesta, necesariamente vinculada a una de las líneas de investigación que soporta el programa, se empieza la construcción del anteproyecto en el seminario **básico** *Innovación/Investigación*. En este seminario, dirigido por varios profesores pertenecientes a las diferentes líneas que soportan la MDM, se recogen evidencias empíricas y se indaga en la literatura, en torno a la problemática inicial, de manera que esta se va transformando y se va acercando a lo considerado como problemático en el campo de la Educación Matemática. La interacción con profesores del seminario y con pares académicos nacionales o internacionales posibilita este acercamiento.

Los seminarios **básicos** de *Profundización en Matemática Escolares* y *Didáctica de la Matemática* apoyan la elaboración del anteproyecto a partir de: la reflexión sobre lo que podría ser una clase de matemática en la que la actividad matemática es el eje fundamental y, un acercamiento al campo de la Educación Matemática a partir de la revisión de lo que ha sido su evolución (ámbitos de acción, interrogantes, perspectivas investigativas, comunidades de referencia y espacios de divulgación de sus resultados).

Con el apoyo de un asesor perteneciente al grupo de investigación al que se inscribe el anteproyecto, los estudiantes empiezan la realización de su proyecto y la definición de su trayectoria académica. Esta trayectoria depende de la modalidad en la que se inscriba el trabajo de grado. Si la modalidad es de **profundización**, deben realizar más actividades de tipo *electivo*, pero si es de **investigación**, son estas las que deben ser mayoritarias.

Para obtener créditos de *investigación*, los estudiantes pueden realizar actividades ofrecidas por el programa o el SIFA. El programa ofrece a los estudiantes: actividades denominadas *trabajo de grado* en las que, junto con su asesor, desarrollan su proyecto de grado y elaboran el documento que lo organiza y sistematiza el ejercicio realizado; seminarios que están en directa relación con las temáticas de los trabajos de grado y los desarrollos de las líneas de investigación; seminarios que abordan asuntos específicos de la investigación en Educación Matemática; y seminarios que apoyan el desarrollo de habilidades básicas para la realización de los trabajos de grado (escritura, uso de recursos bibliográficos, uso de recursos multimedia, entre otros). El SIFA ofrece una amplia variedad de seminarios relacionados

con la educación en general o con la educación en otras áreas de conocimiento, los cuales pueden resultar útiles para la realización de los trabajos de grado.

En relación con las actividades vinculadas con la comunidad de educadores matemáticos y que están relacionadas con el desarrollo de competencias investigativas se encuentran entre otras, la publicación de ponencias en eventos nacionales o internacionales, publicación de artículos en revistas reconocidas en el medio o de capítulos de libros.

Para obtener créditos *electivos* los estudiantes pueden realizar seminarios (ofrecidos por el programa, otros programas del SIFA u otros postgrados nacionales o internacionales) o realizar actividades complementarias para la formación y que hacen parte del campo de disciplinar de la Educación Matemática. Por ejemplo, la participación en eventos académicos de educación matemática, la realización cursos de corta duración y diplomados, son algunas de ellas.

Es posible que los desarrollos de los trabajos de grado no incluyan algunas reflexiones que desde el programa se han considerado importantes dentro de la formación posgradual de los estudiantes. Por ello, se considera necesario que los estudiantes realicen dos seminarios *básicos* denominados *Diseño y Desarrollo Curricular* y *Aprendizaje y Evaluación en Matemática*. En estos se busca analizar y discutir distintas visiones existentes sobre el currículo en matemáticas y, construir o reconstruir visiones de aprendizaje de las matemáticas, que contribuyan a generar reflexiones como profesores en ejercicio. De esta forma completan 45 créditos y con ello obtienen su título como Magíster en Didáctica de la Matemática.

### ■ Perspectiva investigativa

La investigación en el Departamento de Matemáticas se realiza a partir del desarrollo de líneas de investigación, las cuales abordan problemáticas del campo de la Educación Matemática. Los distintos grupos de investigación aportan al desarrollo de estas líneas a través de investigaciones. Como se mencionó, existe una estrecha relación entre la Maestría y los grupos y líneas de investigación que la soportan. Por una parte, los grupos apoyan los procesos de formación de los estudiantes y por otra, los desarrollos de estos trabajos apoyan los desarrollos de las líneas. Los trabajos de grado, seminarios, ponencias, artículos y otros documentos, son productos de investigación, y las actividades de los estudiantes (creación de grupos de trabajo o redes, grupos de estudio, etc.) se constituyen en aportes significativos a las líneas ya que permiten de alguna manera, un impacto sobre las realidades educativas.

En lo que sigue se presenta descripciones de las líneas de investigación que han soportado el programa de MDM en los últimos años y algunos aportes de los desarrollos de los trabajos de grado (UPN, 2013). Así, la línea de investigación *Argumentación y Prueba* se ha preocupado por estudiar procesos de conjeturación, argumentación y justificación en la formación matemática de los profesores de matemáticas, y en describir fenómenos didácticos, formular marcos teóricos y proponer herramientas analíticas y desarrollo y evaluación de ambientes de aprendizaje que favorezcan las competencias de argumentar y justificar en el aula de matemáticas. Los trabajos de grado en esta línea, han permitido conocer y caracterizar estos procesos en las aulas de clase de matemáticas y, diseñar propuestas para la

enseñanza en primaria, secundaria y universidad, las cuales incorporan la argumentación y la justificación como organizadores curriculares en el tratamiento de temas matemáticos.

La línea *Currículo y Evaluación* se centra en el diseño, el desarrollo curricular y la evaluación en matemáticas. Particularmente, se indaga por la construcción del éxito y fracaso en las matemáticas escolares, la naturaleza interpretativa de la evaluación en matemáticas, la evaluación en clase de matemáticas y su relación con el aprendizaje y los recursos interpretativos y juicios valorativos sobre las actuaciones de los estudiantes en la clase de matemáticas. Los trabajos de grado han permitido identificar prácticas evaluativas de profesores de matemáticas y su relación con el fracaso escolar, ambientes sociales escolares, funciones en las clases de matemáticas y la equidad.

En la línea de *Diversidad en Educación Matemática* se reflexiona sobre fenómenos educativos relacionados con el estudio de las matemáticas en poblaciones diversas, incluyendo aspectos relativos a la inclusión/exclusión, subjetividad, identidad, equidad, poblaciones vulnerables y poblaciones con capacidades superiores. Los trabajos de grado han permitido diseñar e implementar escenarios de aprendizaje, los cuales no se pueden considerar únicamente como propuestas didácticas sino como el resultado de la búsqueda de la comprensión de las realidades escolares desde la subjetividad.

La línea *Educación Estadística* ha estado orientada a identificar procesos de alfabetización, razonamiento y pensamiento estocástico y a hacer diseños curriculares para la educación estadística que atiendan la complejidad estructural y contextual de los problemas de probabilidad y estadística. Los trabajos de grado han producido propuestas para la enseñanza de temáticas como medidas de tendencia central, introducción al muestreo, medidas de dispersión, variable aleatoria y probabilidad condicional.

La *Historia de la Matemáticas* como línea de investigación realiza estudios sobre la historia y la formación inicial y continuada de profesores y de formadores de profesores. Los trabajos de grado vinculados a esta línea, han estado orientados a la identificación del papel de la historia de las matemáticas en la formación de profesores.

La línea *Tecnología, Matemáticas y Educación Matemática*, tiene como interés investigativo la mediación de la tecnología informática en el aprendizaje de las matemáticas, en relación con fenómenos didácticos asociados a la incorporación de tecnología al currículo de matemáticas, marcos teóricos y herramientas analíticas para analizar el efecto de la mediación tecnológica y el desarrollo y evaluación de ambientes de aprendizaje con tecnología. A partir de los trabajos de grado asociados a esta línea, ha sido posible presentar propuestas para la enseñanza de la geometría en primaria, secundaria y universidad que incorporan el uso de programas de geometría dinámica como mediadores en la resolución de problemas.

En relación con la línea *Educación del profesor de Matemáticas*, los estudios versan sobre los ejes constitutivos de la educación matemática de los profesores y de los formadores de profesores, en relación con el diseño y papel de tareas en la educación de los profesores, la justicia social en la investigación de la educación del profesor, el conocimiento matemático, pedagógico y didáctico del contenido matemático, las comunidades de práctica en la formación de profesores y la práctica reflexiva en la formación de profesores de matemática. Los últimos trabajos de grado en esta línea han descrito

algunos tipos de conocimiento que podría tener el profesor de matemáticas y el formador de profesores de matemáticas para ser considerado profesional de la Educación Matemática.

### ■ Referencias bibliográficas

- Eslava, C., Díaz, H. y Ardila, R. (1995). La Especialización en Educación Matemática. *Memorias de la Novena Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de profesores e Investigación en Matemática Educativa. La Habana-Cuba*. 365 – 370. Ciudad de México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.
- Llinares, S., y Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. En A. Gutiérrez y P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*, (429 - 459). Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Ley General de Educación – Ley 115 del 8 de Febrero de 1994*. Bogotá. MEN
- Universidad Pedagógica Nacional [UPN]. (2013). *Informe de Autoevaluación del programa de Maestría en Docencia de la Matemática*. 2011-2013. Universidad Pedagógica Nacional. Documento de circulación interna.