

CALIDAD DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN
SECUNDARIA. ACTORES Y PROCESOS EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA

PATRICIA PERRY
PAOLA VALERO
MAURICIO CASTRO
PEDRO GÓMEZ
CECILIA AGUDELO



una empresa docente®

Bogotá, 1998

PRIMERA EDICIÓN, FEBRERO DE 1998

CALIDAD DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA. ACTORES Y
PROCESOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Patricia Perry, Paola Valero, Mauricio Castro, Pedro Gómez, Cecilia Agudelo.

D. R. © 1998 una empresa docente®.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, archivada o transmitida en forma alguna o mediante algún sistema, ya sea electrónico, mecánico, de fotorreproducción, de almacenamiento en memoria o cualquier otro, sin el previo y expreso permiso por escrito de “una empresa docente” y de los autores.

Diseño carátula: una empresa docente®

una empresa docente®

Universidad de los Andes

Cra. 1 Este # 18 A - 70

Apartado Aéreo 4976 Tel.: (57-1) 284-9911 ext. 2717. Fax: 3520466 ext. 2709

Servidor WWW: <http://ued.uniandes.edu.co>

Bogotá. Colombia

ISBN 958-9216-14-6

Impreso en Colombia

TABLA DE CONTENIDO

Visión general de la problemática de las matemáticas escolares en Colombia

Avatares de las matemáticas escolares: un problema global	1
Atención a las matemáticas escolares en Colombia	2
Aproximaciones a la problemática en Colombia	5
Persistencia de la problemática	10
Hacia una reconceptualización de la problemática	11
La problemática en el proyecto PRIME I	13

Calidad y reforma de las matemáticas en secundaria. Enfoques alternativos

Introducción	16
Tradicición, profesor y calidad de la enseñanza de las matemáticas	16
Reforma, institución escolar y profesor como profesional	22
La institución como contexto de la enseñanza	24
Los profesores de matemáticas	26
Una visión alternativa de la calidad de las matemáticas escolares en la institución educativa	35
La calidad de la formación matemática	36
La calidad de los ambientes institucionales	37
La calidad de la práctica del profesor	37
Principios para abordar la problemática	40
Aproximación sistémica	40
Diversidad de espacios de relación	41
Dinámica de interacción	41
Cambio reflexivo	41

Aproximación conceptual a la problemática de las matemáticas escolares en secundaria

Introducción	43
Paradigma de investigación	44
Paradigma empírico-analítico	44
Paradigma histórico-hermenéutico	44
Paradigma crítico-social	45
Marco conceptual	46
Enfoque sistémico	47
Enfoque sistémico como herramienta conceptual	49
Sistema Institucional de la Educación Matemática	50
Modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática	51
Definición de los elementos del modelo	52
Dinámica del estado ideal del SIEM	55

La investigación en PRIME I

Aspectos generales del estudio	57
Contexto de la investigación	58
Los colegios participantes	58
El escenario de investigación: la estrategia de desarrollo profesional	59
Diseño metodológico	62
Los aspectos de cada elemento	62
Instrumentos de recolección de información	63

Visión general de la problemática en las instituciones participantes

Aclaración para comenzar	66
Descripción del SIEM	68
Estado inicial	68
Estado final	76
Influencia de la estrategia de desarrollo profesional en aspectos del SIEM	84
Características de la estrategia	84
Las condiciones del SIEM	87

Reformulación del modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática

Consideraciones metodológicas del proceso de reformulación del modelo del SIEM	91
Esquema de investigación hermenéutica	91
Proceso de investigación en MEN-EMA y PRIME I	93
Segunda versión del modelo del SIEM	95
Las componentes del modelo	95
El profesor	96
El grupo de profesores de matemáticas	103
Los directivos	112
La dinámica del sistema	119
Una reflexión final	123

Referencias	125
--------------------	------------

AGRADECIMIENTOS

La realización del proyecto PRIME I implicó la dedicación de muchos recursos humanos y financieros. Sin duda, el equipo de investigación — conformado por Patricia Perry, Paola Valero, Mauricio Castro, Pedro Gómez y Cecilia Agudelo— no hubiera podido llevar a cabo una empresa tan compleja sin el apoyo de Cristina Carulla, Luisa Andrade y Felipe Fernández, nuestros colegas de “una empresa docente” quienes constantemente y de diversas maneras se vieron involucrados en este proceso.

Agradecemos a Nicolás Balacheff quien, con sus comentarios a versiones iniciales de nuestros documentos de trabajo, nos ayudó a abordar de maneras alternativas el problema de investigación planteado inicialmente. También agradecemos a Myriam Ortiz, Carmenza Moreno, Claudia Montenegro y Claudia Piraquive, por ser interlocutoras que cuestionaron nuestras percepciones sobre el trabajo realizado y, por lo tanto, nos exigieron refinar y precisar más nuestro lenguaje investigativo.

De igual manera, expresamos nuestra gratitud a las entidades que con sus aportes financieros hicieron posible la ejecución total del proyecto. Queremos agradecer a la Fundación Corona y a personas vinculadas a ella como Rosa María Salazar y Sonia de Zubiría. Igualmente al Ministerio de Educación Nacional, a la Fundación Restrepo Barco, a Colciencias, al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y al Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP) por sus invaluables recursos.

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, con los cambios en la Constitución Política de 1991 y con esfuerzos anteriores por descentralizar el sistema educativo, Colombia ha venido viviendo un proceso de reforma educativa que pretende efectuar un cambio estructural en la organización de la educación en el país. Una de las preocupaciones centrales de todo el impulso de reforma es la calidad de la educación que reciben los estudiantes colombianos en las escuelas y colegios y, en particular, en aquellas instituciones pertenecientes al sector público. El Sistema Nacional de Evaluación de la Calidad de la Educación (MEN, 1992), en su intento por hacer una valoración mucho más detallada de esta problemática, encontró que las deficiencias de los estudiantes en matemáticas y en lenguaje, consideradas dos de las materias más relevantes dentro de todo el conocimiento escolar, mostraban claramente cómo los niveles de logro reales de la población estudiantil distaban de los niveles mínimos aceptables establecidos por el currículo del sistema educativo nacional.

En el caso específico de las matemáticas, el problema de la calidad de la formación matemática de los estudiantes es uno de los más evidentes para todas las personas que están involucradas, en mayor o menor grado, en ella. No se necesita llevar a cabo muchos estudios para mostrar que este problema toca a los estudiantes —tanto a los que en este momento están insertos en el sistema escolar como a los que han pasado por él y que ahora son padres de familia de los actuales estudiantes—, a los profesores y directivos de las escuelas y colegios; y también a las personas a cargo del funcionamiento de la educación en las diferentes instancias gubernamentales. Sin necesidad de entrar en grandes debates ni filosóficos ni empíricos, una prueba dada por el sentido común, como lo sugiere Skovsmose (1994, pp. 13-14)¹ para problemas tan evidentes, en este caso basta. Es suficiente mencionar la frase mágica “enseñanza de las matemáticas en el colegio” para que cualquier persona tenga una reacción, y no necesariamente positiva. Las peores reacciones talvez pueden provenir de estudiantes que, al entrar a la universidad y enfrentarse con un curso de matemáticas que desafía la formación que en la materia han recibido en el colegio, experimentan cómo las escasas herramientas procedimentales y los conocimientos memorísticos son insuficientes para abordar problemas más complejos que requieren de una comprensión más profunda de las matemáticas.

La historia del proyecto PRIME (Potenciación de las Matemáticas Escolares a través de Red de Instituciones Educativas) es la historia de un

1. Skovsmose describe la prueba que George Moore presentó para la pregunta filosófica de si existe un mundo exterior. Su prueba consistió en levantar su mano derecha y luego la izquierda y preguntar si alguno de los presentes podía verlas; y como la respuesta fue afirmativa, entonces concluyó haber completado su demostración.

intento por abordar esta problemática. La idea inicial del proyecto surgió en 1993 cuando, por motivo de las actividades del Club EMA², un pequeño grupo de investigadores-profesores de “una empresa docente”³ entró en contacto con el Ministerio de Educación Nacional y la Fundación Corona para iniciar un proceso de investigación y de acción encaminado a ofrecer una alternativa de apoyo para el proceso de reforma y de mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las matemáticas en el país. En el largo plazo, el proyecto PRIME busca sentar la base para la consolidación de una red de instituciones educativas (de educación superior y colegios) que trabajen en torno a la problemática de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas escolares desde una perspectiva institucional. Los objetivos que persigue el Proyecto PRIME son explorar la problemática del cambio dentro del sistema curricular en matemáticas; diseñar, poner en práctica y evaluar estrategias que, con la participación de las instituciones de educación superior, generen un ambiente apropiado para el cambio dentro de los colegios del país; y crear una red de instituciones de educación superior y de colegios que consoliden estrategias que generen este cambio.

Para alcanzar estos propósitos, el proyecto se concibió como un proceso conformado al menos por cinco etapas que incluyen un *estudio exploratorio* para aproximarse a la problemática de interés; una *primera fase* (PRIME I) donde se consolidarían los hallazgos de la exploración inicial; una *segunda fase* (PRIME II) que comenzaría a trabajar con otras instituciones de educación superior para que éstas lideren nuevas experiencias de formación de profesores y directivos con nuevos colegios; una *tercera fase* (PRIME III) donde nuevas instituciones de educación superior realizarían nuevas experiencias similares; y por último la *fase de la red*, cuando se conformaría y consolidaría una red compuesta por instituciones de educación superior y colegios del país, que tenga como objetivo central la mejora de la calidad de la educación matemática a través de un proceso de cambio dentro del sistema curricular que involucre a la institución y a las personas que hacen parte de ella.

Las dos primeras etapas ya se han llevado a cabo. El proyecto MEN-EMA, experiencia piloto del proyecto PRIME, reunió los lineamientos que tanto la división de evaluación del Ministerio de Educación, bajo la dirección de Margarita Peña, como “una empresa docente” creían apropiados para llevar a cabo dicha propuesta de innovación. A esta iniciativa se unieron el Área de Educación de la Fundación Corona, con Rosa María Salazar, en ese momento a la cabeza, el Departamento de Planeación Nacional, con Carmen Helena Vergara, y la Fundación Restrepo Barco. Esta fase explora-

-
2. El Club EMA (Club de Educación Matemática) es una asociación de instituciones y profesores de matemáticas interesados por la mejora de la enseñanza de las matemáticas en Colombia. Esta asociación surgió en 1992 como una iniciativa de “una empresa docente”.
 3. “una empresa docente” es el centro de investigación en educación matemática adscrito a la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, en Bogotá –Colombia.

toria “tuvo como objetivos centrales hacer una aproximación al problema de la calidad de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares en Bogotá, y experimentar una estrategia de desarrollo profesional para directivos-docentes y profesores, que influyera positivamente en tal problemática” (Perry et al., 1996a, pp. 3-4). Durante 1994, la iniciativa reunió a diez colegios oficiales del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá y llevó a cabo una estrategia de formación profesional tanto para directivos como para profesores⁴.

El proyecto PRIME I, realizado entre 1995 y 1997, incluyó a su vez dos subetapas, una de consolidación de la experiencia de MEN-EMA, comprendida entre enero y julio de 1995, y en la cual se desarrolló un trabajo intenso de investigación que dio lugar a la proposición de un modelo teórico y una reformulación de los resultados desde esa perspectiva; y otra llevada a cabo entre agosto de 1995 y diciembre de 1997, que continuó con el proceso de investigación desde dos líneas centrales:

- una enfocada en la acción para la formación de directivos-docentes y profesores de colegios de Bogotá, con el propósito de refinar la definición del esquema de formación elaborado en MEN-EMA;
- otra enfocada en la investigación sobre el Sistema Institucional de la Educación Matemática, conjunto de elementos y relaciones entre ellos que explican el funcionamiento y calidad de la enseñanza de las matemáticas dentro de la institución educativa, con el fin de profundizar en la comprensión de dicho sistema y poner a prueba las construcciones teóricas que sobre él se elaboraron en la consolidación de MEN-EMA.

En esta etapa participaron quince colegios de Bogotá —once, oficiales y cuatro, privados— cada uno representado por el rector, el coordinador del grupo de profesores de matemáticas y dos profesores de matemáticas de bachillerato. El grueso de las actividades de desarrollo profesional con los participantes de los colegios tuvo lugar entre agosto de 1995 y agosto de 1996. En este período se puso en práctica una nueva versión de la estrategia de desarrollo profesional que se había ejecutado en MEN-EMA. Este espacio de interacción entre los investigadores de “una empresa docente” y los participantes de los colegios tenía como uno de sus propósitos generar un escenario de investigación que permitiera poner a prueba algunas de las hipótesis teóricas acerca del funcionamiento de la enseñanza de las matemáticas dentro del Sistema Institucional de la Educación Matemática (SIEM) en esas instituciones. A las actividades de investigación, centradas principalmente

4. Para mayores detalles sobre este proyecto, ver Gómez y Perry (1994), Gómez y Perry (1996c), Perry et al. (1995, 1996a, 1996b) y Valero et al. (1996).

en la discusión entre los investigadores acerca de la información recolectada durante la interacción con los participantes, se les dedicó mucho más tiempo entre septiembre de 1996 y diciembre de 1997.

El objeto central de este libro es dar cuenta con mayor profundidad de esa dimensión de investigación que se ha mencionado. Los detalles de lo sucedido en cuanto a la puesta en marcha de la estrategia de desarrollo profesional con profesores y directivos es el objeto de otro libro⁵. En el presente ejemplar se informa sobre un proceso de investigación que profundizó aspectos particulares del SIEM que se habían detectado como relevantes en los resultados de MEN-EMA. Estos resultados sugerían que dentro de la serie de elementos que conforman el SIEM y de relaciones entre ellos, existen cinco elementos y sus respectivas interrelaciones que se pueden considerar como estructurales en el sentido de que, al propiciar una transformación en ellos, su influencia sobre los otros elementos del sistema promueve significativamente un proceso de alteración de los otros. Como Perry et al. (1996a, p. 42) indica:

El análisis que se ha presentado en los apartados anteriores nos permite conjeturar que estas características estructurales giran alrededor de cinco elementos con sus correspondientes relaciones: roles del rector, rol del jefe del departamento, colaboración entre profesores, creencias del profesor y compromiso del profesor con su práctica docente.

Así pues, las actividades de investigación diseñadas para llevarse a cabo durante el proyecto se concentraron en estos cinco elementos para comprender con mayor profundidad su papel dentro del funcionamiento de la enseñanza de las matemáticas en la institución escolar.

Para dar cuenta de las indagaciones que se llevaron a cabo durante el proyecto, este libro se organiza de la siguiente manera. El primer capítulo formula la problemática general que abordó el proyecto. El segundo capítulo muestra cómo se inscribe el espacio de la investigación en el marco de la literatura de la comunidad internacional de educación matemática. El tercer capítulo presenta las consideraciones conceptuales que sustentan la aproximación del proyecto a la problemática de la calidad de las matemáticas en secundaria desde la perspectiva de la institución educativa. El cuarto capítulo expone los principios y el diseño metodológicos que se siguió en el proceso de investigación. En el quinto capítulo se exponen los resultados generales del proyecto en términos de lo sucedido con el SIEM en los colegios participantes y de la influencia de la estrategia de desarrollo profesional desarrollada con ellos en sus sistemas. Por último, el capítulo sexto retoma una de las grandes preguntas iniciales acerca de la pertinencia del

5. Para conocer los detalles de esta dimensión del proyecto y conocer el trabajo de los participantes, ver Perry (1998) y Valero et al. (1998).

modelo del SIEM para abordar la realidad de la enseñanza de las matemáticas en los colegios colombianos y se presenta una reformulación de éste; también presenta las particularidades metodológicas del proceso de reformulación teórica del modelo del SIEM.

VISIÓN GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES EN COLOMBIA

En este capítulo se hace referencia a esfuerzos realizados para mejorar la situación de la educación matemática en las instituciones escolares colombianas. Se sostiene la tesis de que tales esfuerzos no han sido suficientemente efectivos y por tanto continúa existiendo en la actualidad una problemática alrededor de las matemáticas escolares. Para finalizar se expone brevemente lo que en el proyecto PRIME I entendemos por problemática de las matemáticas escolares y se explica cuál es el objeto de investigación del proyecto.

AVATARES DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES: UN PROBLEMA GLOBAL

Para muchos de los investigadores en educación matemática, tanto en Colombia como en el resto del mundo, uno de los retos que enfrenta su práctica es el de contribuir al mejoramiento de los procesos de enseñanza y, por lo tanto, de aprendizaje de las matemáticas (Ellerton, 1997, p. 4). Bien sea por el intento de asociar su investigación con proyectos que buscan tener un impacto en estas prácticas (e. g., proyectos de diseño y desarrollo curricular o proyectos de formación de profesores), o por pretender producir conocimientos que contribuyan a la comprensión de la complejidad involucrada en dichos procesos, los investigadores en educación matemática tratan de realizar su aporte práctico o teórico al desarrollo de un campo de la educación que en la mayoría de las sociedades actuales se considera prioritario.

A pesar de que el reto de influir en la realidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas se convierte en una intención, más o menos explícita y más o menos fuerte para los investigadores, el grado con que en efecto la investigación ha influido la realidad parece ser bajo. Por ejemplo, Kilpatrick (1996) señala que buena parte de la investigación en didáctica de las matemáticas no ha afectado a la práctica didáctica, no sólo por su aislamiento de ésta y por su baja calidad, sino por su carencia de sustento teórico y por la ausencia de profesores implicados en ella. Sin embargo, enfatiza el papel que puede llegar a jugar la investigación haciendo referencia al trabajo de Bishop en el que el autor considera que los profesores pueden utilizar de los investigadores sus procedimientos, sus datos, sus constructos. La investigación será pertinente para los profesores si les permite formular hipótesis sobre sus métodos de enseñanza, verificar sistemáticamente esas hipótesis y examinar sus consecuencias. Los profesores pueden utilizar datos procedentes de una determinada investigación para comprobar sus propias observaciones. También pueden utilizar los cons-

tructos y los modelos y teorías correspondientes usados en una determinada investigación y aplicarlos a su propia situación. En consecuencia, la investigación resulta pertinente en la medida en que permite la adaptación y el uso de algunos de sus aspectos.

Así, si bien desde los años sesenta ha habido una proliferación de estudios en educación matemática, la situación real de esta área sigue siendo problemática. No obstante, continúa siendo relevante en las sociedades occidentales y sus sistemas educativos. Esta importancia quizás está dada por el carácter paradójico de la educación matemática: a pesar de ser una de las áreas centrales en la formación de las nuevas generaciones y, por lo tanto, recibir constante atención e inversión de recursos para su mejoramiento, es a su vez una de las áreas donde mayores problemas se presentan en términos de qué tan bien pueden desempeñarse los estudiantes dados los conocimientos que han adquirido en su paso por los diferentes niveles de la escolaridad. Por ejemplo, la existencia misma de un estudio internacional como el TIMSS (Tercer Estudio Internacional en Matemáticas y Ciencias) y la influencia de sus resultados en las decisiones de política educativa y de currículo de matemáticas en diferentes países del mundo muestran el énfasis que se le da al área y los cuestionamientos que en muchas naciones se hace a la calidad de la enseñanza de las matemáticas.

Atención a las matemáticas escolares en Colombia

En Colombia, a partir de 1976 se comenzó a prestar atención a los problemas específicos del área de educación matemática, con la gestación de la Renovación Curricular cuya aplicación sólo se inició en 1984 para los dos primeros grados de la educación primaria y paulatinamente se fue extendiendo a los demás cursos hasta el grado noveno¹. En esta reforma se dedicaron varios años de trabajo para introducir las matemáticas desde el enfoque de sistemas, como un intento de superar las deficiencias que los movimientos internacionales de las “matemáticas modernas” y del “regreso a lo básico” habían evidenciado (MEN, 1991, p. 9). Tal trabajo incluyó establecer en los programas objetivos e indicadores de evaluación y detalles

1. Durante los 25 años anteriores a 1976 hubo cierta indiferencia frente a las matemáticas escolares. Por ejemplo, Vasco (1984, p. 10) señala que el currículo de matemáticas de primaria que regía en el año 1983 estaba vigente sin reforma alguna, desde 1963 cuando el Ministerio de Educación expidió unos programas bastante breves que fueron desarrollados más tarde con unas guías para los profesores. En cuanto a la secundaria, los programas que regían desde 1951 fueron reformados en 1974 de manera apresurada pues no se les sometió a un período de experimentación ni de difusión, razón por la cual hubo muchas dificultades en que se llevaran a cabo. En resumen, las reformas anteriores a la de 1976 no tuvieron mayor impacto en la mejora de la calidad de la enseñanza de las matemáticas en el país. En MEN (1990, p. 8) se reconoce que la falla de los planes y programas de esas reformas se originó en la ausencia de “una concepción educativa [...] y a su falta de adecuación al medio”.

de algunas actividades para la clase, experimentar los programas en algunas instituciones, dar capacitación a profesores para la implementación de los programas, revisar y replantear los programas a la luz de los resultados que arrojará la experimentación y finalmente difundir los programas en su versión definitiva (Vasco, 1984). En esta Renovación se invirtieron recursos humanos y financieros en la experimentación y en la capacitación de maestros de matemáticas, por parte del Ministerio de Educación Nacional y, en especial, de su equipo de matemáticas en la División de Diseño y Programación Curricular de Educación Formal. A pesar de los esfuerzos realizados, la reforma no tuvo los resultados esperados. En primer lugar, la reforma generó un ambiente de rechazo debido a la visión estructuralista de las matemáticas y los ingredientes tecnológicos que presentaba (García, 1996, p. 201). En segundo lugar, contenía una contradicción entre su propuesta teórica sobre el aprendizaje de las matemáticas y las acciones prácticas que pretendían implementar dicha visión. Como señala Agudelo (1996, pp. 19-20):

El marco teórico del currículo muestra graves inconsistencias y contradicciones entre la orientación metodológica, el contenido y los objetivos generales para la enseñanza de las matemáticas. [...]

Aunque se hace énfasis en la necesidad de usar la teoría piagetiana para la enseñanza de la materia, promoviendo así el aprendizaje activo [...] el contenido elegido no permite una participación real del estudiante en tal aprendizaje activo que se propone.

Valero (1997) igualmente indica que la enseñanza de las matemáticas bajo la Renovación de los años setenta y ochenta terminó generando una situación contraria a lo que se pretendía, en donde se entrenaba a los estudiantes en la memorización de una serie de algoritmos que debían aplicarse en series de ejercicios tipo.

Además de lo anterior, otras razones del poco éxito de la reforma fueron, por ejemplo, el modelo de formación inicial y permanente de profesores, que más que un cuestionamiento de las prácticas tradicionales de enseñanza en favor de la adopción de la propuesta diseñada por la Renovación, permitió la reacomodación de sus fundamentos teóricos, sus propuestas de contenido y metodología al conocimiento y comportamientos tradicionales de los profesores; y la permanencia del sistema de evaluación de los estudiantes al terminar sus estudios de secundaria, donde a través de la Prueba de Estado del ICFES, se reforzaba una visión de la competencia matemática como el manejo de habilidades procedimentales, que, por supuesto los profesores debían ofrecer a los estudiantes si deseaban que ellos obtuviesen un puntaje adecuado en la prueba (Valero, 1997).

No obstante las limitaciones, el intento de la reforma fue un esfuerzo importante para el estado de las matemáticas escolares en el país. García (1996) también afirma que

[...] no se puede desconocer que la Renovación ofreció, por primera vez, la difusión de planteamientos didácticos sobre la enseñanza de las matemáticas. Sin lugar a dudas puede afirmarse que se constituyó en la primera presentación sistemática de la didáctica de las matemáticas en el país, pues introdujo argumentos piagetianos para organizar en bloques globalizadores los contenidos matemáticos y enfatizó, bajo estos argumentos, el aprendizaje activo. [...] los nuevos programas también determinaron hitos importantes en la historia de la educación colombiana: la génesis del movimiento pedagógico se inscribió en este período e igualmente se creó el espacio para la discusión de la pedagogía y la educación. (p. 201)

En la coyuntura actual, la importancia de la educación matemática se ha expresado en la Ley General de Educación (MEN, 1995). En esta Ley se resalta el propósito de formar ciudadanos competentes en el desarrollo y comprensión de los avances científicos y tecnológicos, para lo cual su formación matemática es indispensable (p. 4). Además, para cada uno de los niveles del sistema educativo colombiano, se señalan como objetivos de la formación de los estudiantes:

Son objetivos generales para la educación básica: [...] c. Ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y de la vida cotidiana [...] Los cinco (5) primeros grados de la educación básica que constituyen el ciclo de primaria, tendrán como objetivos específicos los siguientes: [...] e. El desarrollo de los conocimientos matemáticos necesarios para manejar y utilizar operaciones simples de cálculo y procedimientos lógicos elementales en diferentes situaciones, así como la capacidad para solucionar problemas que impliquen estos conocimientos (pp. 15-17).

Los cuatro grados subsiguientes de la educación básica que constituyen el ciclo de secundaria, tendrán como objetivos específicos los siguientes: [...] c. El desarrollo de las capacidades para el razonamiento lógico, mediante el dominio de los sistemas numéricos, geométricos, métricos, lógicos, analíticos, de conjuntos, de operaciones y relaciones, así como para su utilización en la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, de la tecnología y los de la vida cotidiana (p. 18).

Para el logro de los objetivos de la educación básica se establecen áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento [...]. Los grupos de áreas obligatorias [...] son los siguientes: [...] las matemáticas [...] (pp. 20-21).

El razonamiento sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas en la educación media académica, que comprende los grados décimo y undécimo, es similar a la anterior. Aquí también las matemáticas son un área obligatoria y fundamental y su objetivo específico coincide con el de la educación básica (pp. 23-24).

Como parte de los esfuerzos de reforma al sistema educativo colombiano en la década de los años noventa cabe destacar los recursos financieros destinados al apoyo del área de matemáticas por entidades gubernamentales tales como las Secretarías de Educación del país (e. g., programas de formación permanente de docentes y dotación de recursos técnicos y bibliográficos) y el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico —IDEP— (e. g., proyectos de investigación, programas de formación permanente de docentes, realización de seminarios de formación para investigadores en educación matemática). De igual manera, la importancia y atención prestada a las matemáticas escolares se evidencia con el hecho de que Colciencias —Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”— haya venido financiando proyectos de investigación en el área de la educación matemática. Estos proyectos, liderados por investigadores de varias universidades (e. g., Universidades Pedagógica Nacional, Distrital “Francisco José de Caldas”, Externado de Colombia, Nacional, del Valle, de los Andes, etc.) y de centros de desarrollo educativo (e. g., Anillo de Matemáticas), han formulado diversos resultados prácticos y teóricos que iluminan las prácticas de la enseñanza de las matemáticas en el país².

En resumen, estos recursos abren la posibilidad de dedicar más atención al análisis y comprensión de la problemática de las matemáticas escolares en nuestro país, y también permiten iniciar alternativas de solución a dicha problemática.

Aproximaciones a la problemática en Colombia

Pero a pesar de que en los últimos veintidós años, como se ha mostrado anteriormente, ha habido un cierto interés por el área de la educación matemática en el sistema educativo colombiano, todavía siguen existiendo numerosas evidencias de que ésta tiene problemas graves que atender (Agudelo, 1996). Algunas de dichas evidencias provienen de al menos tres

2. Cfr. AMA (1996). *Una experiencia de formación de maestros en educación matemática: avances y posibilidades*. Bogotá: Secretaría de Educación del Distrito Capital; García, G., Serrano, C. y Espitia, L.E. (1997). *Hacia la noción de función como dependencia y patrones de la función lineal. Cuaderno didáctico*. Bogotá: Colciencias y U. Pedagógica Nacional.; García, G., Serrano, C. y Espitia, L.E. (1997). *El concepto de función en textos escolares*. Bogotá: Colciencias y U. Pedagógica Nacional; Grupo Pretexto (1997). *La transición aritmética-álgebra*. Bogotá: Colciencias y U. Distrital.

tipos de fuentes, cada una de las cuales podría asociarse con una definición de problemática.

Los indicadores aislados son la problemática

La primera de estas evidencias está constituida por los indicadores tanto cuantitativos como cualitativos que los actores involucrados y el mismo sistema educativo identifican³. Hasta hace dos años una serie de índices, asociados con el sistema de evaluación existente, daban muestra de ello, a saber:

- la alta mortalidad académica en matemáticas (Gómez y Perry, 1996c; Perry, 1998),
- la deserción escolar de los estudiantes motivada por la pérdida de las materias de matemáticas⁴,
- el bajo rendimiento de los estudiantes de bachillerato en las pruebas de matemáticas del Estado (Departamento Nacional de Planeación, 1991, p. 16).

Otra serie de indicadores cualitativos provenientes de indagaciones sobre la percepción de los actores involucrados en la problemática siguen estando presentes. Fácilmente se encuentran indicios del rechazo generalizado de los estudiantes hacia las matemáticas a lo largo de todo el currículo escolar; de la incapacidad de los estudiantes, reportada por los profesores, para aplicar sus conocimientos de matemáticas en la solución de problemas tanto del área como de otras afines, o de la misma vida cotidiana; y de las dificultades

3. En el informe de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, Llinás (1994) hace referencia al deficiente estado de la educación colombiana en términos de su calidad y cobertura; afirma que “el sistema educativo acusa serios problemas que se reflejan en las altas tasas de repitencia, deserción, deficiencia docente y pedagógica, inadecuados materiales e infraestructura, indisciplina y falta de educación para la democracia y la competencia” (p. 15). También Murillo (1995) señala diferentes intentos realizados en nuestro país desde la década de los setenta con miras a lograr una reforma del sistema educativo, que en la realidad no han sido efectivos. En sus palabras: “Las reformas del sistema educativo, tantas veces intentadas pero nunca realmente efectivas en las dimensiones de totalidad y profundidad que se plantean; las propuestas de un nuevo currículo que tanto fueron comentadas, pero tan poco asimiladas; el proceso de promoción automática que logró más impacto publicitario que efecto verdadero en las aulas; o la intención de establecer la escuela como un proyecto educativo y cultural, entre otras propuestas, se quedaron, bien en normas, bien en principios conceptuales que no llegaron a la escuela o bien, se han venido mirando con un alto grado de escepticismo y no poca incredulidad” (p. 53). A pesar de que las citas anteriores no se refieren específicamente al caso del área de matemáticas, consideramos que se pueden particularizar a ella, por razón de que muchas de las acciones —si no todos— para mejorar el sistema educativo han sido comunes para todas las áreas. Así, pues consideramos que las referencias aquí expuestas contribuyen a sustentar la afirmación de que varios de los intentos hechos para mejorar la calidad de la formación matemática de los estudiantes en el nivel escolar no han tenido todo el éxito esperado.

de los estudiantes para tener un desempeño adecuado en los cursos de matemáticas en los estudios universitarios (Fernández, 1995; Bernal y Lleras, 1995). Un caso concreto de este tipo de evidencia lo constituyen las respuestas dadas por directivos docentes y profesores participantes en el proyecto PRIME I (Perry et al., 1996c, p. 50) cuando se les preguntó por la problemática del área de matemáticas en sus colegios. Estas personas identifican tres tipos de factores como los asociados con otros tipos de indicadores cuantitativos como los mencionados anteriormente:

- el profesor de matemáticas (e. g., es muy tradicional, reacio al cambio; le falta actualización; no sabe transmitir sus conocimientos al estudiante; no motiva a los estudiantes hacia el estudio de las matemáticas);
- el estudiante (e. g., es perezoso, no tiene las bases necesarias para desempeñarse bien en el curso; no se siente motivado hacia el estudio de las matemáticas; tiene baja competencia matemática);
- las matemáticas (e. g., son el “coco” del colegio, no tienen conexión con la realidad).

Toda esta serie de indicadores revelan que existe una percepción global de que hay “algo mal” con la enseñanza de las matemáticas en la escuela y el colegio. No obstante, estos indicadores no se toman como el “índice” de algo, sino como el problema en sí. Una primera definición de lo que podría ser la problemática de las matemáticas escolares, desde esta perspectiva, es cualquiera de los indicadores señalados; por ejemplo, la problemática de las matemáticas escolares es la repitencia, o el rechazo por las matemáticas o la poca capacidad del profesor para motivar a sus estudiantes.

La problemática es la calidad del desempeño del estudiante

En segundo lugar existe evidencia que proviene de un estudio nacional acerca del desempeño de los estudiantes en pruebas de matemáticas. Para su primer estudio acerca de la calidad de la educación básica primaria en matemáticas y lenguaje, el Sistema Nacional de Evaluación de la Calidad de la Educación definió la calidad de la educación como “el grado de cerca-

4. Tal vez con el cambio del sistema de evaluación, ahora centrado en los logros de los estudiantes y marcado por un esquema de promoción automática, estos indicadores, que antes eran alarmantes, se transformen o desaparezcan. Quizás las evaluaciones de los profesores de matemáticas sigan mostrando “bajo rendimiento”, pero esta vez reflejado en que la gran mayoría de los estudiantes se ubicarán en los niveles de logro más bajos en matemáticas y que, además tendrán que ir al grado siguiente con el deber y la responsabilidad de mostrar la superación de sus deficiencias. Tal vez, en los grados donde sigue existiendo un filtro para la continuación del camino en el sistema escolar, muchos estudiantes seguirán quedándose por deficientes logros en matemáticas. Sin embargo, toda esta reforma es tan reciente, que los verdaderos resultados sólo podrán comenzar a verse en un mediano plazo.

nía entre el ideal humano de una sociedad dada y su expresión educativa. Más específicamente, se la considera como el grado de aproximación entre lo establecido en los fines del sistema educativo nacional y el logro de la población estudiantil”. La calidad académica⁵, en particular, “establece el grado de aproximación entre unos niveles de logro, considerados como mínimos aceptables en ciertas áreas curriculares, y los niveles de logro real de la población estudiantil” (MEN, 1992, pp. 23-25). Los resultados encontrados muestran que, con respecto a las habilidades para ejecutar algoritmos y para resolver problemas, se presenta:

[...] una seria deficiencia en la calidad de la educación matemática en relación con la resolución de problemas aplicables a la vida diaria. En este contexto, el logro que el estudiante obtiene en la correcta ejecución de algoritmos, usuales y nuevos, se ve francamente desvirtuado. El estudiante puede seguir el algoritmo, pero no puede plantearlo en la resolución de un problema concreto (MEN, 1992, p. 61).

Si bien en este estudio se consideraron factores no académicos del estudiante, del hogar, de los docentes y del plantel, asociados con la calidad de la educación, no se llega a conclusiones contundentes ni se establecen relaciones fuertes acerca de la influencia de ellos en la calidad académica de la formación matemática de los estudiantes.

El tipo de evidencia de este estudio señala que la problemática de las matemáticas escolares puede interpretarse como un problema de calidad. Sin embargo, el concepto mismo de calidad tiene varias deficiencias que no permiten adoptarlo como una definición comprensiva y adecuada de la problemática. En primer lugar, se enfoca exclusivamente en la calidad de la formación de los estudiantes. El realce del estudiante cae en uno de los defectos del grupo de indicadores anteriores en el sentido de que nuevamente se privilegia un factor y en cierta medida se le aísla de una explicación que involucre la complejidad de los factores que determinan ese desempeño del estudiante. Y en segundo lugar, el concepto de calidad en el que se basa el estudio es propio del modelo insumo-producto⁶, en el que lo relevante son los resultados que alcance el estudiante en comparación con los logros que se supone debería alcanzar. Esta definición de por sí es problemática si se considera que los logros que esperaban encontrarse fueron los establecidos por la Renovación Curricular que, como ya se ha visto

5. En este estudio también se consideró la calidad en términos no académicos. Este tipo de calidad “intenta aproximarse a aquellos factores que el individuo requiere para su proceso de adaptación al contexto social, cultural y político del país, no incluidos en los programas curriculares de un área específica” (MEN, 1992, p. 25).

6. En el siguiente capítulo se discutirá en profundidad este modelo y sus implicaciones en la adopción de una visión sobre la problemática de las matemáticas escolares.

anteriormente, no estaban ni adecuadamente formulados ni lograron mayor impacto en la práctica.

El currículo y sus factores asociados son la problemática

En tercer lugar, los resultados del Tercer Estudio Internacional sobre Matemáticas y Ciencias (TIMSS) muestra que, en comparación con otros 44 países del mundo, los estudiantes colombianos de grados séptimo y octavo poseen un rendimiento académico en matemáticas y ciencias que los ubica en el penúltimo lugar de la clasificación mundial, muy por debajo del promedio (Sánchez y Momptotes, 1996, p. 16A). Este estudio, basado en una cooperación internacional de investigación, diseñó un test donde los estudiantes debían responder preguntas tanto cerradas como abiertas sobre seis temas cubiertos por el contenido curricular de los grados séptimo y octavo (fracciones, geometría, álgebra, estadística, medición y proporcionalidad), al igual que una serie de cuestionarios para recolectar información sobre la administración del sistema educativo a nivel nacional, sobre el estudiante y sus actitudes, actividades de clase, ambiente en el hogar y actividades extra-escolares, sobre el profesor y su enseñanza, uso de libros de texto, formación profesional y visiones sobre las matemáticas, y sobre los administradores y la organización de la escuela, los recursos disponibles y el apoyo a los profesores (Beaton et al., 1996).

A pesar del muy bajo logro de los estudiantes colombianos en los niveles indicados, cuando se miran con detalle los resultados discriminados en algunos temas, se puede ver que los estudiantes obtuvieron resultados satisfactorios en temas que tienen un énfasis notorio en los libros de texto escolares como son cálculos de perímetros y áreas de figuras geométricas y números reales y racionales (Sánchez y Momptotes, 1996, p. 16A). Estos resultados sugieren que existe la necesidad de atender algunas áreas prioritarias como son la evaluación constante de la calidad de la educación, la investigación acerca de los diversos problemas y dificultades de los estudiantes en su desempeño en las áreas evaluadas por el estudio, la difusión de los resultados y análisis de la prueba hecha en Colombia y la atención a las condiciones de enseñanza de las matemáticas y las ciencias en el país, en especial en lo concerniente a la profesionalización y al estatus social del profesor de matemáticas (ibid).

La definición de la problemática desde la perspectiva de los resultados del TIMSS podría sugerir que existen deficiencias en la organización del currículo en el país, dado que hay una brecha entre el currículo alcanzado (i. e., lo que los estudiantes han aprendido y sus actitudes hacia la materia), el currículo implementado (i. e., lo que los profesores hacen en sus clases) y el currículo pretendido (i. e., lo que se ha definido en los lineamientos y objetivos generales fijados por el sistema)⁷ (Beaton et al., 1996). Si bien esta visión ofrece una complejidad mayor que las dos anteriores, en realidad no se aleja de la visión de insumo-producto ya que no da mayores deta-

lles de los procesos que de hecho se llevan a cabo entre los tres niveles señalados. Por lo tanto, es una definición de la problemática que identifica relaciones importantes entre las variables medidas por el test, pero no da cuenta de sus características y de la manera como ellas se establecen en los contextos reales de enseñanza de las matemáticas en las instituciones educativas.

Persistencia de la problemática

Los tres tipos de evidencia expuestos anteriormente muestran que los esfuerzos que se han desplegado no han sido suficientemente efectivos para abordar y resolver los problemas del área de la educación matemática escolar. En parte, tal efectividad está determinada por las restricciones mismas del sistema como es, por ejemplo, la falta de recursos humanos y financieros⁸ para lanzar y sostener estrategias amplias y continuas, para llevar a cabo los correspondientes procesos de seguimiento y evaluación de los resultados de dichas estrategias y para realizar procesos eficientes de difusión de la información. De hecho, se sabe que la reforma iniciada en 1976, que pretendía mejorar la calidad de la educación a través de tres estrategias —capacitación y perfeccionamiento de los docentes, Renovación Curricular, y producción y distribución de materiales y medios educativos— no tuvo continuidad en los gobiernos siguientes, los cuales “no se ocuparon de aspectos importantes de sus postulados como la investigación, la evaluación o la formación continuada de docentes y administradores educativos. La Renovación Curricular languideció por falta de personal profesional y de asesoría, y por la precaria distribución de los programas curriculares de la educación básica elaborados por el Ministerio.” (Aldana et al., 1994, p. 51)

Pero también tal falta de efectividad se podría explicar, a manera de hipótesis, por la forma misma de conceptualizar el problema y por el tipo de estrategias que se han adelantado para darle solución. Sin duda, para el caso que se está considerando, el problema central que enfrenta el sistema es la deficiente calidad de la formación matemática de los estudiantes. Pero, cómo se define la calidad de la formación matemática, qué indicadores se tienen en cuenta para medirla y cuáles son los factores que se asocian

7. Beaton et al. (1996, p. A-1) establece cómo el TIMSS pretende ofrecer una base comparativa con respecto a estos tres niveles conceptuales del currículo. De ahí que podamos interpretar, que un bajo rendimiento de los estudiantes refleja las inconsistencias entre dichos niveles conceptuales.
8. Mientras que la mayoría de países desarrollados destinan entre 5% y 7% del PIB a la inversión pública en educación, en Colombia en 1994, tal cifra no llegaba a 3% (Aldana et al., 1994, p. 50). Basta saber este dato para darse cuenta de las restricciones que puede poner el aspecto financiero a las políticas y estrategias para mejorar la calidad de la educación matemática en el país.

con ella, son aspectos claves a la hora de diseñar, implementar y evaluar estrategias y programas para mejorar dicha calidad.

HACIA UNA RECONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En Colombia, al igual que en muchos otros países, la calidad de la formación matemática escolar se ha medido casi exclusivamente a través de indicadores cuantitativos tales como los logros obtenidos como resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje o el desempeño de los estudiantes en pruebas estandarizadas, con el agravante en el segundo caso de que este indicador no se asocia con el proceso mismo de enseñanza-aprendizaje vivido por los estudiantes. Por otro lado, aunque se han identificado diversas causas, la actuación de éstas se concibe de manera aislada y, con frecuencia, no se han estudiado en relación con los procesos en los que se dan. Al respecto Aldana et al. (1994) hace referencia a que recurrentemente las políticas estatales para la educación han propuesto reformas focalizadas en el cambio de unos pocos insumos específicos que se consideran como factores explicativos de las deficiencias observadas en los egresados del sistema educativo, y de esa manera

[...] se descuida la visión global del sistema, se confunden los síntomas con las causas y se neutralizan las acciones correctivas, incluso sobre los factores seleccionados. Estos suelen ser la disponibilidad de materiales y equipos educativos, la infraestructura física, las reformas de los contenidos, los requisitos de paso de un grado al siguiente (promoción), la gestión administrativa (descentralización), y algunas veces la capacitación de los docentes.

Se hace necesario abordar esta problemática en forma interdisciplinaria y holística, teniendo como recurso herramientas conceptuales más potentes como la teoría general de procesos y sistemas. (p. 60)

Es decir, la visión con la que se abordan el problema y las estrategias para intentar solucionarlo siguen el enfoque de los estudios que en la investigación sobre la enseñanza recibe el nombre de “insumo-producto” y en la investigación sobre los efectos escolares recibe el nombre de “entrada-salida”⁹.

El principal problema de esta perspectiva radica en que limita la visión de lo que es la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas al enfocarse principalmente en la búsqueda de las características y condiciones de la enseñanza y de otras prácticas del sistema que puedan explicar los resultados de aprendizaje. Y al presentar un panorama restrin-

9. El término utilizado en la literatura es *input-output*.

gido, desconoce aspectos que son de suma importancia para generar una alternativa de abordaje del problema más comprensiva.

Aunque en Colombia ha prevalecido una visión propia del paradigma insumo-producto también es cierto que en los últimos años se han dado pasos guiados por una visión que comprende mejor la complejidad de los procesos que tienen lugar en la institución escolar. En el informe de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, carta de navegación que debía proporcionar los rumbos de la ciencia, la educación y el desarrollo para la Colombia del siglo XXI, se presenta una definición de calidad de la educación que amplía significativamente la perspectiva que hasta entonces se había tenido de ella:

Por calidad se entiende la coherencia de todos los factores de un sistema educativo que colma las expectativas de una sociedad y de sus más críticos exponentes. Por lo tanto incluye la calidad de los *insumos* materiales y financieros que entran en él; la de los *agentes* involucrados en él, entre los cuales los educandos y los educadores son los más importantes, aunque no los únicos; la de los *procesos* que ocurren día a día; la de los *ambientes* en los que ocurren esos procesos, y la de los *productos* del sistema, medidas de múltiples maneras y no sólo por indicadores de rendimiento académico. (Aldana et al., 1994, p. 89)

Detrás de esta definición parece haber un enfoque que supera la visión de que el problema es el resultado de unas ciertas características y condiciones que, aisladamente, entran al sistema como información y que determinan de por sí sus resultados. Por el contrario, en esta definición de calidad se consideran las entradas (características y condiciones) que recibe el sistema, los resultados del mismo (no sólo indicadores del rendimiento académico), pero sobre todo los procesos a través de los cuales se obtienen los resultados.

En el documento oficial “El salto educativo. La educación: eje del desarrollo del país”, elaborado por el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Educación Nacional, que contiene los objetivos y metas del plan y una descripción de las estrategias y programas para alcanzarlos, se plantea que para mejorar la calidad de la educación es necesario lograr que las instituciones educativas se centren en el aprendizaje de los estudiantes, situación que depende de que ellas “cuenten con una misión claramente definida, unos objetivos congruentes con la misión y unas estrategias y programas específicos” (MEN, 1995, p. 35), todo lo cual debe estar enfocado en las necesidades educativas del estudiante. A su vez, lograr que la institución educativa se centre en el aprendizaje depende de diversos factores, tales como:

- la construcción colectiva de su propio proyecto institucional por parte de cada comunidad educativa;

- la transformación de los sistemas pedagógicos rutinarios en sistemas activos con el fin de que el estudiante participe y pueda organizar efectivamente su propio aprendizaje;
- el tiempo dedicado por los estudiantes al estudio en la institución educativa;
- la dotación de textos, bibliotecas y material educativo;
- la cualificación de los profesores;
- el papel que juega la evaluación pedagógica para reorientar la enseñanza;
- el papel que juega la evaluación externa del rendimiento de los estudiantes en las áreas básicas del currículo, tanto en la identificación de factores que explican el rendimiento de los estudiantes como en la difusión de dichos resultados.

De lo anterior, se percibe una visión más compleja de la problemática pues se consideran diversos elementos de acuerdo con la definición de calidad dada anteriormente. Sin embargo, no se hace mención en el documento a la importancia de los procesos dentro de los cuales pueden suceder los factores de los que depende la calidad, ni tampoco la coherencia entre ellos. Quizás, más adelante, cuando se lleven a cabo programas de evaluación de los resultados producidos por los cambios que se implementaron en el sistema, tales aspectos sí sean tomados en cuenta.

LA PROBLEMÁTICA EN EL PROYECTO PRIME I

Para terminar este capítulo presentamos unas breves consideraciones sobre lo que en el proyecto PRIME I se entiende por la problemática de las matemáticas escolares y además cuál es aquella que se pretendió abordar con el proyecto.

En PRIME I, la deficiente calidad de la formación matemática de los estudiantes de educación secundaria es el problema que se aborda. La formación matemática del estudiante se ve principalmente como el proceso de desarrollo de su potencia matemática —concepto que se trata con algún detalle en el siguiente capítulo. A pesar de que la deficiente calidad de la formación matemática de los estudiantes es la preocupación primordial, es decir, es el fenómeno que motiva y justifica este estudio, no es como tal el foco de investigación de este proyecto. El objeto de investigación de este proyecto son la serie de actores, factores y relaciones entre los dos anteriores que, dentro de la institución educativa y su organización en secundaria¹⁰, determinan la calidad de la formación matemática que finalmente terminan recibiendo los estudiantes. El problema de investigación de

PRIME I, entonces se aleja de las visiones del modelo insumo-producto para concentrarse en el estudio de los procesos asociados con la enseñanza de las matemáticas, antes de que éstos se concreten en la interacción directa entre profesor y estudiante en el ámbito restringido del salón de clase, es decir, antes de que lleguen a generar un producto en la manera como los estudiantes construyen (o no) su conocimiento matemático. Existen dos razones principales para esta decisión¹¹. Por un lado, vale la pena concentrar esfuerzos por comprender las mecánicas de los factores que son más estables dentro del sistema educativo y dentro de la educación matemática en las instituciones escolares. Los estudiantes de una manera entran y salen del colegio en un tiempo limitado, por lo general en doce años. Sin embargo, las instituciones, sus prácticas, su cultura, los profesores y todo el funcionamiento de las matemáticas perduran mucho más tiempo, décadas completas, talvez, reproduciendo el mismo tipo de formación matemática no precisamente muy deseada. Por otro lado, la organización de la educación secundaria y media vocacional en Colombia difiere de la básica primaria principalmente en la especialización de los profesores de acuerdo con el conocimiento que enseñan. Este hecho genera particularidades en el caso de la enseñanza de las matemáticas, que bien vale la pena estudiar.

Una de las acepciones del vocablo “problemática”, en el Diccionario de la Real Academia Española, es “conjunto de problemas pertenecientes a una ciencia o actividad determinadas”. Así, pues, entendemos que la problemática de las matemáticas en secundaria es el conjunto de problemas y circunstancias que configuran en un determinado momento de la vida del sistema educativo, el estado de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las instituciones educativas en los grados que cubre la secundaria. Aunque en la realidad no es fácil separar los diferentes problemas y circunstancias, para examinarlos y abordarlos, puede ser conveniente hacerlo. En consecuencia, por un lado, es posible hablar de los indicadores y las causas del problema de la deficiente calidad de la formación matemática de los estudiantes. Por otro, es posible pensar que un problema se ubica en un determinado nivel de acuerdo con dónde surge o dónde puede ser solucionado. Así, podemos distinguir la problemática del nivel del sistema educativo nacional o local, la del nivel de la institución escolar en secundaria y la del nivel del salón de clase. PRIME pretende comprender e influir la problemática de las matemáticas escolares en secundaria al nivel de la institución educativa. La Figura N° 1 esquematiza la explicación anterior y ade-

10. Por secundaria estamos entendiendo los grados que incluye la educación básica secundaria (de sexto a noveno) y media vocacional (décimo y undécimo).

11. Otra posibilidad para un proyecto de esta naturaleza podría ser estudiar lo que pasa con los estudiantes y de alguna manera determinar cómo los procesos del salón de clase en realidad terminan o bien en un conocimiento algorítmico o en una potencia matemática. Este tipo de estudio podría revelar información valiosa sobre por qué los estudiantes terminan poseyendo un determinado conocimiento.

más formula algunos de los problemas que conforman la problemática de las matemáticas escolares.

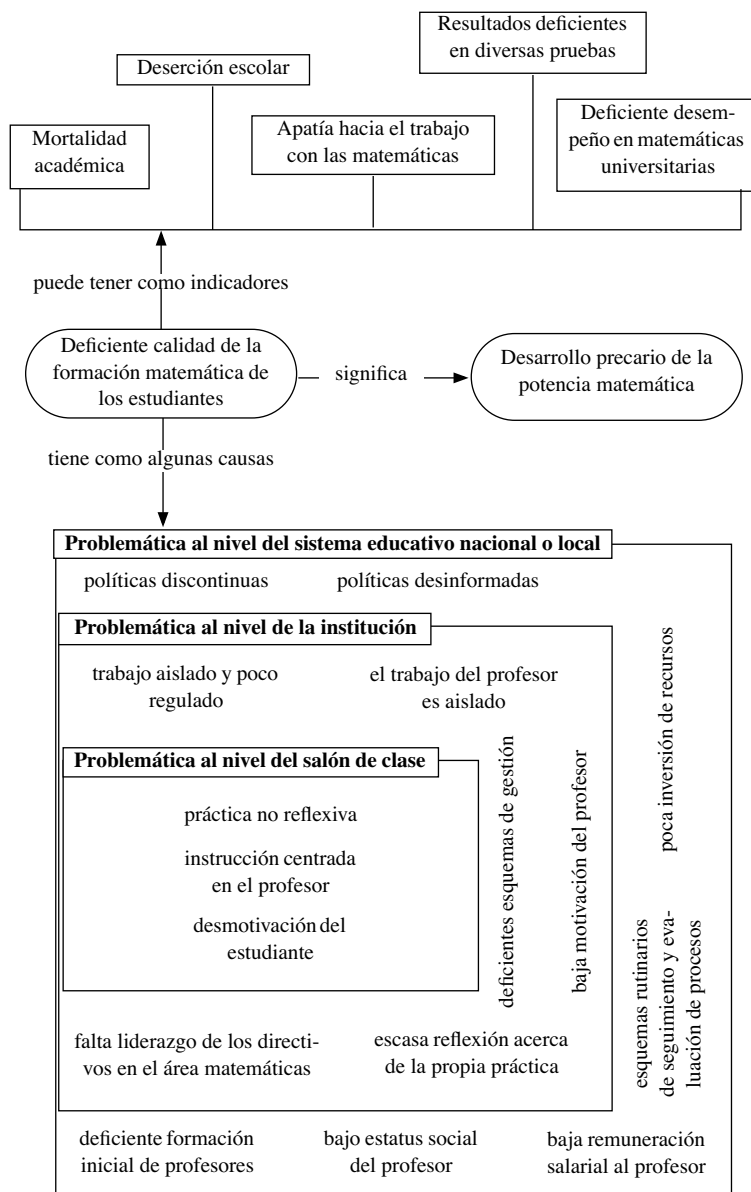


Figura N° 1. Esquema de la problemática de las matemáticas escolares

CALIDAD Y REFORMA DE LAS MATEMÁTICAS EN SECUNDARIA. ENFOQUES ALTERNATIVOS

Este capítulo discute la tesis de que la ineficacia de muchos esfuerzos por abordar la deficiente calidad de la formación matemática de los estudiantes en la secundaria se asocia con la puesta en marcha de iniciativas fundamentadas en una visión de la calidad de la formación matemática propia del modelo insumo-producto y centrada en el profesor. La proposición de alternativas más eficientes para abordar la problemática debe basarse en modelos cualitativamente más amplios. Estos modelos deben considerar conceptos de calidad educativa más complejos y aspectos como el carácter institucional de las prácticas de la enseñanza de las matemáticas y el carácter profesional de la actividad de los profesores.

INTRODUCCIÓN

¿En qué consiste la visión limitada de los estudios que siguen el modelo insumo-producto o entrada-salida? ¿Cuáles son los elementos que deberían incluirse dentro de una perspectiva alternativa? ¿Por qué esa visión alternativa podría ser eficiente al abordar la problemática de las matemáticas en la escuela secundaria? A continuación se presenta una respuesta a estas preguntas. Con base en una revisión de la literatura en educación matemática, se considera una definición de calidad de la enseñanza de las matemáticas y los supuestos básicos asociados con ella, y a continuación se muestran los elementos que podrían constituir una visión de profesionalización institucional para abordar el problema del cambio en la enseñanza de las matemáticas.

TRADICIÓN, PROFESOR Y CALIDAD DE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Numerosas investigaciones en educación matemática se han concentrado en caracterizar los rasgos de lo que podríamos llamar una visión tradicional de lo que es la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Al comparar la literatura de investigación de varios países, sorprendentemente se encuentra que, aunque existen diferencias enormes entre los contextos sociales donde se realizan las investigaciones, las caracterizaciones que se pueden delinear sobre la enseñanza de las matemáticas no varían mucho. Así, la caracterización que presenta Gregg (1995), basada en numerosos estudios en los Estados Unidos, puede ser válida para referirse a la situación colombiana y de muchos otros países. En su descripción de las mate-

máticas tradicionales, Gregg (1995, p. 443) señala seis elementos que definen dicha tradición:

1) La rutina de las actividades de clase:

Esta tradición incluye la rutina familiar de revisar las respuestas a las tareas del día anterior, trabajar con algunos de los problemas de la tarea en el tablero, introducir nuevo material, trabajar con algunos ejemplos para ilustrar las aplicaciones del nuevo material y asignar trabajo para que los estudiantes desarrollen en sus puestos.

2) Las formas que toma la interacción verbal entre profesor y estudiantes:

El discurso del salón de clase es controlado de manera rigurosa por el profesor y sigue un patrón de pregunta inicial, respuesta, evaluación.

3) El énfasis en los aspectos procedimentales de las matemáticas:

Hay un énfasis en las matemáticas formales —es decir, en las matemáticas presentadas como una colección de hechos y procedimientos. De hecho, con frecuencia se encuentra que las matemáticas se ven sólo como un conjunto de proposiciones y que hacer matemáticas consiste en simplemente replicar los procedimientos enseñados en la clase.

4) La autoridad centrada en el profesor y en el libro de texto:

Más aun, el profesor y el libro de texto son las autoridades matemáticas en el salón de clase.

5) La naturaleza de la enseñanza:

Y por lo tanto, las interacciones en la clase se estructuran como transferencias de información del profesor a los estudiantes.

6) La naturaleza del aprendizaje:

Por último, se considera que los estudiantes comprenden cuando pueden seguir instrucciones procedimentales para obtener respuestas correctas.

Esta descripción es consistente con la que presenta Ernest (1991, pp. 139, 141-151) cuando, para el caso británico, se refiere a la ideología del profesor entrenador con respecto a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Esta visión considera que las matemáticas son un conjunto de verdades y reglas que dependen de la imposición de una autoridad paternalista. El entrenador estructura su mundo en términos de dicotomías. La educación matemática tiene por objetivo proporcionar al estudiante las destrezas básicas. Su modelo de enseñanza es autoritario, presta mucha atención a la disciplina y presenta el conocimiento como un bloque de hechos

incuestionables que deben aprenderse y aplicarse. Es entonces muy importante la memorización, la repetición y la mecanización. El dicho “la letra con sangre entra” representa el tipo de aprendizaje en el que esta persona cree. El papel del profesor es central ya que maneja y controla la autoridad. No hay espacio para las iniciativas del estudiante. De esto se deriva que el uso de elementos como calculadoras u otros mecanismos sea absolutamente prohibido en clase: “lo que más importa es la calidad del profesor y no la calidad de los instrumentos”. Tan sólo el lápiz y el papel son necesarios para practicar las destrezas básicas. El aprendizaje de las matemáticas se logra con el esfuerzo personal constante, se aprende de las múltiples repeticiones y del empeño de cada uno en memorizar.

La descripción de Fasheh (1997, p. 287), para el caso de Palestina, también corrobora lo anterior:

Las escuelas en los países del Tercer Mundo (al menos en el mío) en su forma y estructura actual ayudan a producir estudiantes del segundo tipo mencionado [pasivos, rígidos, tímidos y alienados]. El salón de clase es altamente organizado; el currículo es rígido; y los libros de textos son fijos. Las matemáticas se consideran como eternas y absolutas. Hay una respuesta correcta para cada pregunta y un significado para cada palabra y ese significado es fijo para toda la gente y todas las épocas. Las respuestas “incorrectas” no se toleran; con frecuencia se castiga de manera severa (de una u otra forma) a los estudiantes cuando comenten “errores”. También se espera que los profesores, a su vez, actúen de acuerdo con cierto conjunto de expectativas rígidas, y se les castiga si no lo hacen.

De igual manera, en Colombia se han encontrado características similares. En la investigación sobre creencias de una profesora universitaria, Gómez, C. y Valero (1995, pp. 150-151) reportó que:

[...] pueden describirse las clases como dominadas por el profesor, quien habla la mayor parte del tiempo (67%) con intervenciones de presentación del contenido matemático. Las intervenciones de los estudiantes ocupan 15% del tiempo y corresponden en su mayoría a intervenciones predecibles como respuesta a preguntas del profesor, es decir, no hay iniciativa propia de los alumnos. Se dan monólogos de la profesora que expone el tema, corrige los ejercicios y toma la dirección de la clase en los momentos en que los estudiantes están en el tablero. El desarrollo del tema se hace a partir de los ejercicios que se realizan en tablero y son tomados del libro.

También, Perry et al. (1996c, p. 54) informa que:

Con relación a la pregunta sobre cuáles son las actividades típicas que el profesor realiza en una hora de clase, la información recolec-

tada señala que la mayoría de las respuestas dadas por los profesores se relacionan con actividades propias del desarrollo de la clase (72.7%), otras con las actividades de introducción (23.3%) y muy pocas con actividades de cierre (4%). En estas actividades de desarrollo, predomina una interacción controlada por el profesor (56% del total de respuestas) a través de actividades como la presentación del contenido (18%), resolución de ejercicios individuales propuestos por el profesor (16%) y resolución de dudas de los estudiantes por parte del profesor (12%). En actividades guiadas por el profesor, la introducción a la clase realizada a través de una motivación del profesor ocupa una proporción importante del total de respuestas (12%). En las actividades donde hay una interacción entre profesor y estudiante, las actividades centrales son aquellas donde hay un papel activo del profesor, como son la presentación de contenido y la resolución de dudas. Sin embargo, las actividades grupales que se realizan por iniciativa del profesor ocupan una proporción grande de respuestas (3% de 12% sobre el total de respuestas). Las actividades centradas en los estudiantes tan sólo corresponden a 4% del total de respuestas. Y las respuestas imprecisas son 3.3% del total.

En la visión tradicional misma hay una asociación entre lo que se considera la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Principalmente, dicha calidad se expresa en términos del grado en que los estudiantes pueden alcanzar los objetivos fijados como metas de la educación. El problema con esta visión de la calidad es que refuerza la tradición en tanto obliga a que los estudiantes sean capaces de demostrar que poseen las habilidades procedimentales que implícita o explícitamente la tradición ha fijado como deseables. Ya que en muchos casos, los indicadores asociados con la calidad están estrechamente vinculados con los sistemas de evaluación y valoración de las competencias de los estudiantes, la enseñanza misma se encarga de formar estudiantes que sean capaces de tener un desempeño adecuado en las evaluaciones y pruebas. Como se puede ver, el concepto mismo de calidad y su interacción con la enseñanza generan un círculo vicioso muy difícil de romper. El resultado de este círculo es el mantenimiento de una serie de prácticas en distintos aspectos involucrados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Caricaturizando la situación, pero también destacando aspectos que dan cuenta de la tradición de las matemáticas escolares y su relación con la calidad de la formación matemática de los estudiantes, Gómez (1995, p. 99) sostiene que:

Para ellos [estudiantes, profesores y directivos de la institución], las matemáticas son principalmente un gran conjunto de expresiones simbólicas (fórmulas); saber matemáticas es conocer los algoritmos que permiten transformar estas expresiones en otras; y el buen profesor es aquel que presenta con mayor claridad los algoritmos, logra

que los estudiantes los retengan y evalúa justamente este conocimiento (poniendo en las evaluaciones ejercicios que mantengan la forma de los ejemplos y ejercicios que se han hecho en clase, es decir, que sean equivalentes desde el punto de vista del algoritmo).

La manera como se ha abordado el problema de la permanencia de la tradición ha sido, en primer lugar, comprendiendo el papel del profesor en la enseñanza de las matemáticas como el único responsable de la formación de los estudiantes para, en segundo lugar, diseñar estrategias enfocadas en mejorar las prácticas del profesor de matemáticas. De ahí que los estudios sobre el profesor también sean abundantes, tanto como diversos cursos y seminarios “tradicionales” de capacitación de profesores.

En la investigación educativa, el papel y la efectividad del profesor en el proceso de enseñanza son conceptos que han evolucionado junto con los conceptos de enseñanza y aprendizaje. En su revisión de la literatura de investigación sobre la enseñanza de las matemáticas y el papel del profesor en ella, Koehler y Grouws (1992, pp. 115-118) clasifica los estudios en cuatro clases según el nivel de complejidad de los modelos empleados.

Los estudios que se pueden ubicar en el primer nivel de complejidad manejan modelos muy simples. Algunos de tales estudios se centran más en el profesor que en su enseñanza. Su supuesto básico es que las características del profesor (e. g., inteligencia, entusiasmo, años de experiencia docente, número de cursos realizados, conocimiento sobre la materia que enseña, etc.) afectan directamente los resultados de los estudiantes. Otros estudios que se ubican en este nivel, en comparación con los anteriores donde se identifican los profesores efectivos con base en las opiniones de los supervisores, los directivos del colegio e incluso de los mismos estudiantes, sí consideran los resultados de los estudiantes y la hipótesis que se plantean es que tales resultados dependen de una característica particular de la enseñanza del profesor, es decir, de algo específico de su comportamiento en clase (e. g., tiempo disponible en clase para diferentes tipos de actividades, claridad del profesor en sus explicaciones, etc.). La gran crítica que se puede hacer a los estudios de este nivel es que en realidad no se investiga al profesor como partícipe en el proceso de la enseñanza: el énfasis se pone en las características individuales del profesor y no en sus características como profesional de la enseñanza de las matemáticas.

En el segundo nivel se incluyen los estudios denominados como investigación de insumo-producto en los que se supone una influencia de doble vía entre el comportamiento del profesor y el de sus estudiantes. En tales estudios interesa observar los procesos de clase, entendidos como lo que ocurre durante ella (e. g., tipos de preguntas formuladas, extensión de las respuestas a las preguntas, número y tipo de ejemplos utilizados, tiempo disponible para las diferentes actividades, frecuencia de utilización del material manipulativo, etc.). Se registra la frecuencia de comportamientos

particulares del profesor y de los estudiantes por medio de esquemas elaborados de codificación, y los resultados de los estudiantes, usualmente puntajes de desempeño en pruebas, se correlacionan con la frecuencia de los comportamientos observados para determinar qué comportamientos se asocian con buenos resultados de aprendizaje. Otros estudios de este nivel aportaron una base de conocimiento importante para la enseñanza de las matemáticas con respecto a la identificación de diferencias entre la enseñanza de las matemáticas y la de otras disciplinas, al ofrecimiento de información específica acerca de técnicas de manejo de clase exitosas y a la proposición de un modelo de enseñanza de las matemáticas para toda la clase llamado “Enseñanza Activa de las Matemáticas”. No obstante, la mayor deficiencia de estos estudios, en general, es que presentan una visión procedimental de la enseñanza donde se privilegia, ya no a la persona, sino a la serie de técnicas que ella utiliza durante la enseñanza. El resultado, como se puede ver, es la proposición de recetas o métodos de enseñanza que pretenden ser efectivos.

En los modelos de los dos niveles mencionados se perciben diferencias significativas en la concepción de enseñanza y aprendizaje que se maneja en cada caso, expresadas en términos de la cantidad de elementos involucrados y de las relaciones entre ellos. Por ejemplo, no incluir el comportamiento de los estudiantes y relacionar directamente el comportamiento del profesor con los resultados de los estudiantes refleja una concepción de la enseñanza como un proceso de transmisión de información en el que el papel del profesor es dar la información y el papel del estudiante es recibir esa información y reproducirla. Los estudios de insumo-producto que identifican conductas desarrolladas por profesores en el salón de clase asociadas con logros de los estudiantes, para que otros profesores las aprendan y las reproduzcan, reflejan una visión del profesor como técnico con un papel fundamental de receptor y transmisor de información.

Estos modelos han servido como base para la toma de decisiones en el diseño e implantación de programas de capacitación de profesores, tanto en la etapa de la formación inicial, como en la formación posterior. La visión del profesor como individuo puede asociarse con programas de formación donde se privilegian las visiones del profesor de matemáticas como persona muy competente en la materia y como artesano. Según Boero et al. (1996, pp. 1098-1102) dos orientaciones que han primado en la formación de profesores de matemáticas son:

- la orientación que enfatiza el conocimiento matemático del profesor, por la creencia de que entre más matemáticas sepa el profesor, mejor capacitado está para transmitir ese conocimiento a los estudiantes;
- la orientación que enfatiza el carácter artesanal de la enseñanza de las matemáticas, por la creencia de que es necesario tener

tanto cierta inspiración para enseñar, como porque se requiere conocer técnicas precisas para poder transmitir el conocimiento efectivamente.

Estas orientaciones, a su vez, desarrollan la educación de los profesores utilizando un modelo técnico “que se asegura a través de exposiciones magistrales tradicionales y no interactivas y ejercicios relacionados con campos específicos y aislados de las matemáticas actuales” (p. 1100), y un modelo del “aprendiz” donde se replican piezas ejemplares de enseñanza y se enfatizan los procedimientos efectivos para tener éxito en la transmisión de conocimientos.

Como se puede ver en lo anterior, la alianza entre visión del profesor y visión de calidad de la enseñanza y el aprendizaje contribuye a perpetuar lo que hemos llamado la tradición en las matemáticas escolares. El círculo vicioso que se genera entre estos tres elementos obedece, entre otros factores, a la falta de ampliación de las visiones de lo que es cada uno de ellos. El gran cuestionamiento que surge entonces es cómo tratar de ampliar dichas visiones para permitir la redefinición de estos elementos y la inclusión de otros que contribuyan a romper con el círculo de la tradición, de la enseñanza-aprendizaje centrada en el profesor y de la calidad como la medida del producto resultado de un proceso, pero independiente de éste.

REFORMA, INSTITUCIÓN ESCOLAR Y PROFESOR COMO PROFESIONAL

Justamente por la persistencia de la tradición y de la deficiente calidad de la formación matemática de los estudiantes, la reforma en la enseñanza de las matemáticas ha sido una constante, en especial en los últimos cuarenta años donde ha habido varios intentos importantes para reformar la enseñanza de las matemáticas escolares con el propósito de alcanzar mejores resultados en el aprendizaje de los estudiantes. En la década de los años sesenta surgió el movimiento de las “matemáticas modernas” que privilegió una presentación formal de las matemáticas. Al poco tiempo se vio el fracaso de este movimiento pues los estudiantes no llegaron a manejar diestramente las ideas abstractas que se les presentaban y además mostraban deficiencias en habilidades básicas que generaciones anteriores de estudiantes lograban con la instrucción que había sido reemplazada. Luego surgió el movimiento de “regreso a lo básico” con el que se pretendía asegurar un manejo diestro del conocimiento matemático básico; este movimiento enfatizó el desarrollo mecánico de habilidades básicas con lo que se logró una generación de estudiantes que por la falta de experiencia se desempeñaba muy deficientemente frente a la resolución de problemas y a los asuntos que requirieran de un pensamiento elaborado. A comienzos de los años ochenta se inició

entonces el movimiento, que aún se mantiene vigente, de “resolución de problemas”. De manera general, las recomendaciones hechas por informes oficiales como NCTM¹ (1980; 1991a; 1991b) y Cockcroft (1982) se refieren a adoptar un enfoque centrado en la resolución de problemas que permita desarrollar en los estudiantes su potencia matemática por medio de un *hacer matemáticas*. Schoenfeld (1992, pp. 336-337) sugiere que:

[...] mucho de lo que pasó bajo el nombre de resolución de problemas durante la década de los 80 ha sido superficial y [...] si no fuera por la ‘crisis’ actual, un movimiento en la dirección opuesta estaría en camino. [...] ahora sabemos mucho más acerca del pensamiento matemático, del aprendizaje y de la resolución de problemas [...] ahora es posible una reconceptualización de la resolución de problemas y del currículo matemático que haga justicia a ello.

Gregg (1995, pp. 460-461) señala que la historia de la reforma en la educación matemática está llena de fracasos pues, como ya se ha indicado, la tradición de las matemáticas escolares es consistente, ubicua y perdurable. Este estudio resalta factores que no se consideran como objetos de investigación, pero que tienen una influencia definitiva en el mantenimiento de la tradición. El estudio apoya la hipótesis de que la organización y la estructura de los colegios y la cultura de la enseñanza nutre y perpetúa las prácticas tradicionales de enseñanza. También destaca que los profesores, los estudiantes y los directivos participan activamente en la producción y reproducción de tales prácticas. Frente a tensiones y contradicciones de la tradición, las personas no ven problemas que hay que solucionar sino más bien situaciones que es necesario poder manejar, por tanto, las explicaciones y estrategias que los profesores y directivos construyen para ello refuerzan la tradición. Las creencias y prácticas de la tradición de las matemáticas escolares, que se consideran compartidas, se constituyen para los profesores como colectivo, en una visión coherente del mundo que les permite actuar competentemente dentro de la tradición.

Por lo tanto, la mejora en la educación matemática exige cambio no sólo en los profesores, sino también en la institución escolar como un todo donde interactúan directivos, profesores y estudiantes. A continuación trataremos de abordar los dos primeros elementos mencionados, explorando diversas concepciones de su papel en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

1. Es la sigla del Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas de los Estados Unidos (National Council of Teachers of Mathematics).

La institución como contexto de la enseñanza

En la investigación sobre la efectividad de la enseñanza no siempre ha sido evidente la influencia del contexto en el que se dan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, con el curso del tiempo, las investigaciones han definido y analizado el contexto de maneras sustancialmente diferentes. Así lo señalan McLaughlin et al. (1990), de donde se extraen las siguientes ideas con respecto al papel del contexto en la enseñanza efectiva y a la forma como la investigación educativa ha definido el concepto de contexto.

Los estudios centrados en aspectos como las características personales del profesor, la metodología de enseñanza y el papel del currículo, las habilidades específicas del profesor para determinar tanto metas instruccionales como necesidades de los estudiantes, la metodología y el currículo mezclados con la consideración del repertorio de competencias del profesor, son estudios donde el contexto o no se considera o se discute en términos de las variables del salón de clase. Sin embargo, posteriormente, se han llevado a cabo estudios en esta línea sobre la organización social de la clase y en ellos se ha ampliado el concepto subyacente de contexto al examinar factores como las relaciones entre profesores y estudiantes.

A medida que cambian las ideas acerca de lo que es la enseñanza, también se ha ido comprendiendo que la enseñanza efectiva depende de un haz de factores mucho más complejo que el conocimiento que pueda tener el profesor sobre el contenido de la materia que enseña, sus habilidades pedagógicas generales y aun el conocimiento que tenga acerca del contenido pedagógico. Se sabe que la enseñanza efectiva depende significativamente de los contextos en los que el profesor trabaja —la organización y las prácticas instauradas en el departamento o grupo de profesores y en el colegio, las redes y asociaciones profesionales, los valores y normas educativas de la comunidad y las políticas educativas. En los últimos veinticinco años han aparecido investigaciones sobre los efectos del colegio en el desempeño de los estudiantes y sobre colegios efectivos. Tales trabajos se han enfocado en las condiciones del clima del colegio asociadas con resultados que se desea obtener de los estudiantes. Han sido diversos los factores examinados: el costo por estudiante, el número de estudiantes por profesor, el estatus socio-económico de los estudiantes y el tiempo de antigüedad en el colegio, la claridad en las metas escolares y el consenso sobre ellas, la disciplina de los estudiantes, el liderazgo del rector y las expectativas académicas del colegio con respecto al desempeño de los estudiantes.

En años recientes, ha surgido una línea de investigación que busca estudiar la incidencia del contexto escolar, ya no en el desempeño de los estudiantes, sino en los papeles que asume el profesor y en su disposición hacia prácticas tales como la colegialidad, la toma de decisiones y su propio desarrollo profesional. Son investigaciones enfocadas en la organización

social y el ambiente del colegio en su calidad de contexto en el que se da el trabajo del profesor que, además, consideran la perspectiva del profesor para analizar y evaluar el contexto. Se han examinado factores como las políticas de disciplina, la supervisión regular de profesores, la realimentación comprensiva para profesores —factor ligado con la supervisión, entendida no como un fin sino como un medio para la cualificación del trabajo del profesor—, los patrones de comunicación entre profesores y directivos, y las oportunidades de desarrollo profesional. En esta línea de investigación sobresale el estudio de Susan Rosenholtz (1991) realizado con 78 colegios de Tennessee (Estados Unidos) con el propósito de establecer, desde la perspectiva de los profesores, características de la organización social del colegio que inspiran y dan significado a la vida escolar. Thomas Good en el prólogo al libro *Teachers' Workplace. The Social Organization*, en el que la investigadora da cuenta de su investigación, afirma que es el primer libro que proporciona una descripción coherente de cómo la organización social del colegio influye en la práctica docente. Más adelante hace notar que uno de los méritos de este trabajo está precisamente en examinar no sólo las variables que afectan la vida escolar sino, lo que es más importante, las relaciones entre dichas variables, y que los análisis que realiza apuntan a las diferencias en la organización interna y los valores que los colegios viven en relación con el aprendizaje de los estudiantes y las condiciones apropiadas para la instrucción.

Dentro de esas variables se ha enfatizado en el análisis de la influencia de la labor de los directivos docentes en la práctica de los profesores. Estos estudios resaltan la importancia de que existan relaciones coordinadas entre, por ejemplo, el rector de la institución escolar, los profesores a cargo de las áreas del conocimiento, y los profesores en general. La línea de investigación sobre administración y liderazgo educativos (Leithwood et al., 1996) señala que una de las claves del éxito de la reforma en la organización escolar es la superación de la visión de los directivos docentes como administradores y la adopción de una visión más amplia sobre su práctica y también sobre la misma escuela. De ahí que comenzar a considerar la influencia de estos factores en la enseñanza de las matemáticas pueda ser un punto de partida para el hallazgo de visiones alternativas que rompan con la tradición.

De hecho, en la educación matemática comienza a haber ciertos estudios que contemplan la influencia del contexto escolar y de los directivos docentes en las prácticas de la enseñanza de las matemáticas. En un estudio sobre los efectos de un programa de desarrollo profesional para profesores de matemáticas, Peluso et al. (1996) menciona que los directivos de los colegios de donde provenían los profesores participantes en el programa notaron una mejor actitud de los estudiantes frente a las matemáticas; tomaron consciencia de la necesidad de implementar programas que sirvan de soporte para los cambios realizados en los cursos de niveles superiores;

mencionaron la necesidad de alimentar las escuelas especialmente en lo que tiene que ver con los materiales utilizados para la coordinación del área. Las respuestas de algunos directivos no solamente mostraron la necesidad de mantenerse mejor informados sino también de buscar alternativas que faciliten los esfuerzos de reforma en las escuelas.

En resumen, la investigación muestra la importancia de considerar la práctica docente de los profesores dentro del contexto institucional en el que sucede, y de prestar atención al papel que la organización escolar y sus directivos tienen sobre tales prácticas (Good y Brophy, 1986).

Los profesores de matemáticas

Como se había mencionado, una reconceptualización del profesor de matemáticas es necesaria. Los problemas de la visión del profesor como protagonista y único responsable de la enseñanza y aprendizaje se han asociado con la tradición y el mantenimiento de la baja calidad de la formación matemática de los estudiantes. Para encontrar alternativas en la conceptualización del profesor, exploraremos aspectos relevantes del profesor como persona que ejerce una práctica profesional y del profesor como miembro de un grupo de profesionales en el área de matemáticas. Entonces, tocaremos temas como el papel del profesor, el profesor como un profesional, la dimensión colectiva de la profesionalización y el desarrollo profesional como manera de promover un cambio.

El papel del profesor reconceptualizado

Además de los modelos de profesor anteriormente mencionados (ver p. 20), Koehler y Grouws (1992, pp. 115-118) también señalan la existencia de dos niveles más de modelos más complejos.

El modelo de los estudios del tercer nivel incluye, al igual que los del segundo nivel (ver p. 20), procesos de clase —comportamiento del profesor, de los alumnos y la interacción entre tales comportamientos— características del profesor y resultados de los estudiantes. Sin embargo en este nivel de complejidad, los estudios consideran además características de los estudiantes (e. g., género, raza, confianza en sí mismos) como factores que pueden influir tanto el comportamiento de los mismos estudiantes como el del profesor. También amplían la categoría de resultados de los estudiantes para que incluyan tanto actitudes como el desempeño. En general este tipo de estudios concluye acerca de la importancia de diferenciar los diversos factores que determinan los resultados de la enseñanza en el aprendizaje de los estudiantes.

En los estudios del cuarto nivel se ve la enseñanza como algo muy complejo cuya investigación debe ir pareada con la investigación sobre el aprendizaje. A diferencia de los estudios de otros niveles, los de éste consideran que los resultados de aprendizaje (afectivos y cognitivos) se basan en

las propias acciones y comportamientos del estudiante y que dichos comportamientos están influidos por sus actitudes tanto hacia las matemáticas como hacia sí mismo como aprendiz. El comportamiento del estudiante también está influido por características suyas y por el comportamiento del profesor en la clase. Por otra parte, el comportamiento del profesor en clase se ve determinado por las características y el comportamiento en clase de los estudiantes y también por el conocimiento, creencias y actitudes del profesor hacia el conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje. En este nivel, existen varias perspectivas desde las que se examina el acto de enseñar en relación estrecha con la visión que se tiene del aprendizaje.

Nuevamente, en estos modelos se puede ver la concepción de enseñanza y aprendizaje que se maneja en cada caso. En los estudios que consideran que las características de los estudiantes no sólo influyen el comportamiento de los mismos sino también el comportamiento del profesor, el contexto y el contenido específico a enseñar comienzan a tener un significado relevante. La idea que subyace es que en cada momento y en cada contexto, el profesor debe elegir aquella conducta que pueda ser más efectiva con sus alumnos particulares para la enseñanza de un tópico específico. Se comienza a ver al profesor como un ser reflexivo a quien su trabajo le exige tomar decisiones permanentemente mientras se da la enseñanza. En los estudios que manejan un modelo más complejo se refleja una visión según la cual la enseñanza es un proceso que depende en buena medida de lo que Ernest (1989a) denomina estructuras — creencias, conocimiento y actitudes — y procesos de pensamiento del profesor — planeación, toma de decisiones interactiva y reflexión. De acuerdo con la perspectiva del estudio, el papel del profesor varía. Por ejemplo, desde un enfoque constructivista el papel del profesor es encontrar y adaptar actividades para que los estudiantes construyan su conocimiento; desde el enfoque de la Instrucción Guiada Cognitivamente (CGI)² el papel del profesor es tomar decisiones acerca de la enseñanza de un tema particular teniendo en cuenta qué sabe el estudiante, cómo se desarrollan en los estudiantes de forma natural las ideas matemáticas, y que el aprendizaje de las matemáticas requiere que el estudiante sea mentalmente activo.

Aquí llegamos a un punto más complejo de comprensión sobre lo que es el profesor de matemáticas en el ejercicio de su práctica docente. El profesor es mucho más que un individuo que posee un conocimiento matemático muy bien estructurado y una serie de técnicas efectivas. El profesor es un ser reflexivo, que tiene una serie de creencias y visiones sobre lo que es su actividad. En ese sentido, Ernest (1989b) enfatiza el impacto que tienen las creencias del profesor sobre su práctica en el salón de clase, afirmando

2. La Instrucción Guiada Cognitivamente es un programa de desarrollo de profesores “que se centra en la comprensión de conceptos matemáticos específicos por parte de los niños” (Carpenter, Fennema, y Franke, 1997, p. 4).

que no es posible la reforma de la enseñanza si no hay un cambio en las creencias del profesor. Afirma que la concepción del profesor acerca de la naturaleza de las matemáticas proporciona la base de sus modelos mentales³ en cuanto a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Sin embargo, también afirma que dichos modelos están condicionados por las restricciones, contingencias y oportunidades del contexto de la institución, en forma tal que así se generan los modelos que realmente guían el comportamiento⁴ del profesor y por tanto, se traducen en su práctica en el salón de clase. Menciona también el nivel de pensamiento del profesor — la conciencia que tiene de sus propias creencias y el grado de reflexión que acostumbra ejercitar sobre su práctica— como otro de los factores que afectan sus creencias.

Antes de 1980 hubo muy pocos estudios sobre las creencias del profesor en el campo específico de la investigación en educación matemática. En una revisión de la literatura empírica relacionada con las creencias del profesor de matemáticas, Thompson (1992) menciona investigaciones que han estudiado cómo se pueden afectar las concepciones por medio de cursos o programas, especialmente en el caso de profesores en formación inicial. Aunque en algunos casos se han obtenido cambios de concepción, en otros se ha visto que los profesores toman las nuevas ideas y experiencias modificándolas para acomodarlas dentro de sus concepciones originales. Aún no se comprende bien por qué ocurre este fenómeno de modificación de las nuevas ideas para hacerlas corresponder con los esquemas mentales existentes. Skemp (1978, citado en Thompson, 1992) destaca que inclusive si el profesor sabe que debe cambiar, quiere hacerlo y tiene tiempo para estudiar, reestructurar esquemas existentes representa una gran dificultad psicológica.

A pesar de las dificultades inherentes a la investigación de este asunto, los siguientes tres puntos son más o menos evidentes. Primero, para que el profesor entre en una relación de colaboración con investigadores o diseñadores del currículo es fundamental que vea lo problemático de su práctica. Segundo, la investigación sobre creencias ha estimulado la reflexión de los formadores de profesores en relación con el papel que tienen en esa formación; les ha señalado la influencia de sus propias concepciones sobre la interpretación e interiorización que sus estudiantes —los profesores en formación— hacen de las experiencias que se les ofrece en los programas o cursos de formación de profesores. Tercero, dada la complejidad asociada con el cambio de creencias, cualquier trabajo en esta dirección no puede evaluarse de manera superficial. En palabras de la investigadora Thompson: “Deberíamos considerar el cambio como el resultado de un proceso a largo plazo en el cual los profesores examinan alternativas en clase, reflexionan

3. Ernest se refiere a ellos como *espoused models*.

4. Ernest se refiere a ellos como *enacted models*.

sobre sus méritos en relación con las metas que se han propuesto, y se comprometen con una o más alternativas.” (p. 143)

El profesor como un profesional

El comportamiento de profesores, estudiantes, directivos-docentes, de quienes elaboran e implantan las políticas educativas, y en general, de la sociedad, con respecto a la enseñanza depende en gran medida de la naturaleza y las características que a ella se le atribuyan como ocupación. Es decir, en la base de la discusión sobre la calidad de la educación y de la enseñanza están preguntas tales como: ¿es la enseñanza una profesión?, ¿los profesores son o pueden ser profesionales?

Romberg (1988) afirma que los profesores de su país (Estados Unidos) no se comportan como profesionales⁵ responsables y asegura que esa situación no cambiará a menos de que se den dos cambios fundamentales: un cambio en la visión que tienen la sociedad y el sistema educativo acerca de cuál es el papel y la tarea de la enseñanza —en particular de la enseñanza de las matemáticas— y un cambio en las condiciones de trabajo que ofrecen las instituciones a los profesores.

Pero, ¿qué caracteriza a una profesión? y ¿qué significa decir que los profesores de matemáticas no se comportan como profesionales? Aunque hay varios modelos y descripciones sobre las profesiones y ocupaciones profesionales prácticamente todos coinciden en la identificación de varios aspectos (Noddings, 1992, pp. 200-206):

- Como resultado de su formación académica, de su actualización permanente y de su experiencia laboral, los miembros de una profesión tienen un conocimiento especializado y una competencia específica que los distinguen de los miembros de otras profesiones, así como de ciudadanos que no tienen una profesión u oficio definido.
- Los profesionales utilizan dicho conocimiento especializado para emitir juicios y tomar decisiones informadas que tienen relación con su ocupación.
- Los miembros de una comunidad profesional comparten prácticas de trabajo y comunicación; poseen estándares de calidad para juzgar sus trabajos; y además, comparten normas éticas.
- Una comunidad profesional tiene autonomía y se auto-regula.

Al examinar la enseñanza de las matemáticas a la luz de los aspectos mencionados anteriormente, Romberg encuentra que ésta no los satisface todos. Por ejemplo, señala que no es posible sostener que el trabajo del profesor de

5. Esta afirmación es válida para el comportamiento de los profesores de otros países (cf. Marcelo, 1987).

matemáticas—tal como se realiza en la actualidad, rutinario y encasillado dentro de esquemas rígidos— le exija el ejercicio de su juicio profesional. Afirma que (p. 230):

El trabajo del profesor no guarda relación con una concepción del conocimiento matemático que se propone enseñar, ni con una comprensión de cómo ocurre el aprendizaje, ni con un conocimiento acerca de los resultados posibles de diversas actividades instruccionales. El conocimiento especial sobre las matemáticas o los hallazgos de investigaciones recientes en aprendizaje o enseñanza no son relevantes porque las decisiones y juicios del profesor no dependen de tal conocimiento.

También destaca que, a pesar de que se ha encontrado evidencia suficiente de la importancia de la colegialidad, entendida como las relaciones entre colegas, la mayoría de los profesores trabajan aislados de sus colegas y de los matemáticos. Citando el trabajo de Little, Romberg alude a cuatro prácticas que caracterizan la colegialidad en instituciones en las que se ha hallado correlación entre un nivel alto de colegialidad y un ambiente positivo en el colegio que es el mejor predictor de la efectividad del colegio. Tales prácticas son las siguientes:

- 1.- Los profesores se involucran en charlas frecuentes, continuas y cada vez más precisas sobre la enseñanza;
- 2.- los profesores son frecuentemente observados por otros profesores, quienes les proporcionan críticas útiles acerca de su enseñanza;
- 3.- los profesores planean, diseñan, investigan, evalúan, y preparan materiales de enseñanza juntos;
- 4.- los profesores aprenden, unos de otros, la práctica de la enseñanza.

Con relación al último aspecto mencionado como característica del ser profesional, el término *auto-regulación* se refiere a que deben ser los mismos profesores quienes se encarguen de controlar y juzgar el trabajo de los profesores. El autor menciona estudios que muestran que los profesores no valoran esta posibilidad o la consideran muy complicada. A pesar de que la relacionan con el involucrarse en la toma de decisiones del colegio y consideran que esto puede redundar en una merma de costos y una elevación de beneficios para ellos, no se deciden a hacerlo pues creen que el sistema burocrático presente en la administración del colegio no permitirá que haya diferencias sustanciales. Con relación a la autonomía —posibilidad de tomar decisiones sin presiones externas— Romberg encuentra que el profesor tiene un nivel alto de autonomía en su clase; sin embargo, como grupo, los profesores han estado marginados de las decisiones sobre asuntos tales como metas del currículo y métodos de evaluación.

Si bien él es enfático en sostener que actualmente los profesores de matemáticas escolares de su país no se comportan profesionalmente, también sostiene que el problema es sistémico y por tanto urge hacer cambios estructurales. Se refiere a cambiar el foco de la escolaridad de manera que la adquisición pasiva de hechos y rutinas deje de ser lo fundamental en el aprendizaje de las matemáticas y, en cambio, se enfatice la aplicación activa de ideas a la resolución de problemas. Tal cambio en el fin de la enseñanza de las matemáticas exige un cambio en el papel del profesor y en lo que se consideran sus tareas fundamentales; se requiere que el profesor construya situaciones de aprendizaje que den oportunidad al alumno de explorar, investigar, reflexionar y encontrar patrones, y para ello se requieren profesores con conocimientos y competencias académicas y pedagógicas apropiadas. Se refiere también a que las instituciones educativas ofrezcan a sus profesores las condiciones apropiadas para que ellos puedan trabajar profesionalmente, lo cual incluye aspectos de salario, horario y sobre todo, ambiente y recursos adecuados.

En resumen, la influencia que tiene el contexto institucional sobre la calidad de la enseñanza se da, por lo menos parcialmente, mediante la cultura profesional que se construye, se comparte y se vive en la institución.

Los profesores como miembros de un colectivo

Otra dimensión relevante a considerar es la influencia de la pertenencia del profesor de matemáticas a un grupo de colegas, que ejercen la misma profesión, tanto en los agentes principales del fenómeno educativo como en la cultura del grupo al que ellos pertenecen. Gregg (1995, p. 461) se refiere a la existencia de una “micro-cultura” constituida por las creencias y prácticas adoptadas y compartidas por la comunidad de profesores en la escuela, y que componen una visión coherente que les permite cumplir de forma competente con las obligaciones que les impone su ejercicio.

Esta cultura por lo general es uno de los elementos que más ayuda a mantener la tradición (Gómez, 1995). Por eso, Kemmis y McTaggart (1992) señala que el cambio se refiere a tres aspectos, a saber: el lenguaje empleado para describir, explicar y justificar los asuntos relacionados con la educación; las actividades educativas y administrativas a través de las cuales se realiza, regula, y coordina la educación; y las pautas de relaciones sociales que constituyen la educación. Tal cambio es un proceso —largo, difícil y generador de conflictos— que requiere que el individuo participe de una manera activa y deliberada. Las siguientes palabras de Kemmis y McTaggart contribuyen a caracterizar una visión del cambio y del papel de los agentes involucrados —docentes e implementadores del cambio:

Pero «cambiar a las personas» es una cosa muy difícil, especialmente si tratamos a las «personas» como «otros», como objetos de los

planes de cambio de alguien, y no como sujetos reflexivos, deseosos y capaces de determinar sus papeles en el proceso de mejora.

Pero el cambio es un proceso, no un producto [...] y, a la luz de la reflexión sobre los resultados tentativos de los cambios logrados, hay que *guiar* los pasos siguientes en el continuo proceso de cambio. (pp. 57-58)

Aunque el cambio de los docentes y de la cultura en la que se mueven es inevitable para mejorar la educación, también es imprescindible el cambio en la institución que sirve de contexto a su trabajo.

El desarrollo profesional como alternativa de cambio

Al adoptar el concepto de desarrollo profesional del profesor para referirse a la formación continua y al perfeccionamiento del profesor, Marcelo (1989) señala la pertinencia de ese término porque es coherente con la concepción del profesor como profesional. Afirma que el concepto *desarrollo* tiene una connotación de evolución y continuidad que supera la tradicional yuxtaposición entre la formación inicial y el perfeccionamiento de los profesores, y que el concepto de *desarrollo profesional del profesor* presupone un enfoque según el cual los profesores se implican en la resolución de problemas escolares con la perspectiva de aprender a través de ello y de superar el carácter tradicionalmente individualista de las actividades de perfeccionamiento del profesorado. Esta visión implica adoptar una mirada más global a los procesos educativos. Al respecto, Kemmis (citado en Marcelo, 1989) afirma que un enfoque válido para el desarrollo profesional de los profesores

[...] consiste en adoptar una perspectiva dialéctica que reconozca que las escuelas no pueden cambiar sin el compromiso de los profesores, que los profesores no pueden cambiar sin el compromiso de las instituciones en las que trabajan; que las escuelas y los sistemas son, de igual forma, interdependientes e interactivos en el proceso de reforma; y que la educación sólo puede reformarse reformando las prácticas que la constituyen. (pp. 71-72)

No hace mucho tiempo se están realizando trabajos en la línea de investigación conocida como desarrollo profesional del profesor. Ella estudia los procesos que mejoran el conocimiento, habilidades y actitudes de los profesores en relación con su trabajo docente. Más recientes son los trabajos que en esta línea enfatizan el desarrollo profesional de los profesores centrado en la escuela. Marcelo (1989) señala que esta concepción del desarrollo profesional del profesorado se fundamenta en la visión de “la escuela como lugar donde surgen y se pueden resolver la mayor parte de los problemas de la enseñanza.” Además, citando el trabajo de Goodlad afirma que esos estudios surgen como respuesta al

énfasis que se viene haciendo en los aspectos contextuales de la enseñanza, así como el reconocimiento de los factores mediacionales que representan tanto los profesores (sus creencias, pensamientos y conductas), como las escuelas en tanto que instituciones.

Por otro lado, presenta el liderazgo de las personas —rector y profesores— como una de las condiciones necesarias para tener éxito en el desarrollo profesional.

En la revisión de la literatura empírica es posible identificar cinco modelos de desarrollo profesional, cada uno de los cuales tiene bases teóricas y empíricas, y un impacto específico sobre el crecimiento y desarrollo de los profesores (Loucks-Horsley, 1990). Por otro lado, particularmente, de la literatura sobre investigación en desarrollo profesional para profesores de matemáticas, Clarke (1994) extracta diez principios que es importante considerar al planear e implementar programas de desarrollo profesional. A continuación se presenta un breve resumen de ellos:

Asuntos de interés para los profesores. Los programas de desarrollo profesional deben considerar y tratar asuntos que interesen y conciernen a los profesores y además darles oportunidades para que ellos los elijan.

Participación de la institución. Animar a los profesores a participar en programas de desarrollo profesional junto con colegas del mismo colegio puede iniciar la construcción de normas de colegialidad y experimentación que se requieren para cambios fundamentales. Por otra parte, hay evidencia de la importancia del papel del rector en el impulso que puede dar a los profesores para que se comprometan en ese tipo de actividades.

Identificación y manejo de los impedimentos para el crecimiento de los profesores. Dadas las diferencias individuales con las que llegan los profesores a los programas de desarrollo profesional es imprescindible tener en cuenta los posibles impedimentos para lograr con éxito el enriquecimiento y crecimiento de los profesores. Básicamente, se pueden clasificar en impedimentos externos al colegio, relacionados con la organización y administración del colegio, relacionados con las creencias, conocimiento y práctica de los profesores, y los relacionados con el contenido mismo del programa de desarrollo profesional.

Coherencia entre lo que se hace y lo que se enseña. Las actividades diseñadas como parte del desarrollo profesional deben proyectar una visión clara de los cambios que se pretenden lograr.

Compromiso consciente de parte de los profesores. Es importante considerar dos aspectos del compromiso: el compromiso de los profesores con el programa de desarrollo profesional, traducido en su participación activa

durante las sesiones y en las actividades propuestas; y el compromiso con la filosofía y los enfoques subyacentes al programa. El compromiso del profesor de poner a prueba o adaptar actividades y enfoques tratados a través del desarrollo profesional es fundamental. La experiencia de clase que tenga al hacerlo y la reflexión sobre los resultados que obtenga constituyen una base para posteriormente llevar a cabo discusiones informadas sobre los méritos de los enfoques.

Importancia de la práctica en el cambio de las creencias. A pesar de que la mayoría de los programas de desarrollo profesional son acerca del cambio, aún falta mucho por comprender sobre el proceso de cambio en la clase de matemáticas. Un enfoque común que se ha dado al desarrollo profesional de los profesores busca crear una serie de cambios en las creencias, conocimiento y actitudes del profesor y supone que estos cambios conducirán a un cambio en la práctica del salón de clase; este enfoque desliga el desarrollo profesional de la práctica. Guskey (1986, citado en Clarke, 1994) propone un modelo según el cual el cambio significativo en las creencias y actitudes del profesor se da sólo después de que éste experimenta cambios en el aprendizaje de sus estudiantes. Parece ser que es fundamental que el desarrollo profesional tenga relación con el papel actual del profesor para asegurar su éxito. Thompson (1992, citado en Clarke, 1994) afirma que al interactuar con su entorno, con todas sus demandas y problemas, parece que algunos profesores —más que otros— evalúan y reorganizan sus creencias a través de actos reflexivos.

Oportunidades y tiempo para dedicar al trabajo fuera de clase. Los profesores necesitan tiempo y oportunidades para planear, reflexionar y hablar sobre su práctica, para compartir lo que los investigadores han llamado “la sabiduría de la práctica”. No contar con esas oportunidades impide que el profesor asuma su papel como profesional. Thompson (1992, citado en Clarke, 1994) señala que la tendencia de los profesores a reflexionar sobre sus actos influye fuertemente la coherencia entre sus creencias y su práctica en el salón de clase. Por otro lado, señala que el trabajo de Griffin destaca que los profesores usualmente no son precisos en sus ideas y consideraciones y señala que esa situación se propicia y fomenta por razón de que los profesores no necesitan “llegar a ser articulados, ser comunicativos, o emplear los pensamientos como objeto de atención sistemática con sus colegas.”

Reconocimiento de la naturaleza del cambio y de la necesidad de apoyo. Cada vez hay más consenso acerca de que el cambio significativo es un proceso gradual que toma tiempo; también se está reconociendo la importancia de brindar apoyo y asistencia técnica a las personas involucradas, en diferentes momentos del proceso.

Animo a los participantes para que establezcan metas para su crecimiento profesional. Puesto que el cambio que se busca es un proceso lento, los profesores deben ver su desarrollo profesional como un proceso sistemático y permanente y no como una serie interrumpida de experiencias.

Una tendencia que se ha manifestado de manera fuerte en años recientes — quizás desde 1988— se basa en la creencia de que el profesor de matemáticas en ejercicio puede y debe hacer investigación relacionada con su práctica (Mousley, 1997, p. 9) como una forma de desarrollo profesional que le ayuda a comprender su práctica y a mejorarla (Crawford y Adler, 1996, p. 1187). En esta línea de investigación llamada el “profesor como investigador”⁶ hay diversos estudios tanto teóricos como prácticos que buscan explorar asuntos asociados con el tema tales como la relación entre la enseñanza y la investigación, el significado práctico del concepto *profesor como investigador*, las características de los contextos en los que el profesor hace investigación, las tensiones y dificultades que deben enfrentar los profesores y los formadores de profesores al involucrarse en programas de desarrollo profesional que impulsan investigaciones realizadas conjuntamente por investigadores y profesores o por profesores con el apoyo de asesores externos, etc.

UNA VISIÓN ALTERNATIVA DE LA CALIDAD DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

En las páginas anteriores se vio cómo en la actualidad, a pesar de los intentos de cambio y reforma, existe un problema con la calidad, tanto de la formación matemática de los estudiantes como de las prácticas docentes de los profesores. Este problema se asocia con el hecho de que las visiones mismas sobre lo que es la competencia matemática de los estudiantes y lo que es el profesor y su labor de enseñanza refuerzan la permanencia de una tradición tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas.

Las serias deficiencias que esta tradición muestra motivan la necesidad de seguir buscando alternativas más eficientes para lograr un cambio en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se propuso, entonces, revisar algunas de las concepciones fundamentales de la tradición y se mostró cómo considerar el contexto institucional en que se desarrolla la enseñanza, concebir al profesor como un profesional, ubicar la labor del profesor dentro de un grupo de profesionales y promover el desarrollo profesional de los profesores, pueden contribuir a realizar los objetivos centrales de una reforma quizás más efectiva.

6. En realidad, la noción de *profesor como investigador* se encuentra ya en Stenhouse (1975).

Queda reformular el significado que, entonces, adquiere dentro de este contexto el término calidad de la educación matemática. Este se refiere entonces a tres aspectos, a saber, la calidad de la formación matemática de los estudiantes, la calidad de los ambientes institucionales donde esta formación se da, y la calidad de la práctica del profesor que propicia tal formación.

La calidad de la formación matemática

Como parte de la educación que se promueve en la institución escolar, la educación matemática puede y debe permitir al individuo apropiarse de las herramientas de pensamiento y comunicación que ofrecen las matemáticas para favorecer una participación activa del ciudadano en los procesos de desarrollo económico, político y social del país (Gómez, P. y Valero, 1995, p. 3). Es decir, la educación matemática debe formar matemáticamente a los estudiantes. Esta formación se puede ver como una construcción que llevan a cabo progresivamente y de manera conjunta estudiantes y profesores a través de los procesos de aprendizaje y enseñanza que tienen lugar primordialmente en el aula.

No se pueden perder de vista las necesidades, posibilidades e intereses de los estudiantes particulares y de la sociedad en la que ellos viven como información relevante para establecer los objetivos de corto, mediano y largo plazo de la educación matemática en cada institución. No obstante, parece conveniente y factible fijar unos fines generales para la formación matemática de todos los estudiantes, fines que puedan ayudar en la toma de decisiones acerca de lo que se debe y se puede hacer en cada institución escolar y en cada aula en relación con la educación matemática. Haciendo eco a la propuesta de estándares formulada por el NCTM, consideramos que la educación matemática escolar que se ofrezca a los estudiantes debe lograr (NCTM, 1991a, p. 5):

- 1) que aprendan a valorar la matemática,
- 2) que se sientan seguros de su capacidad para hacer matemáticas,
- 3) que lleguen a resolver problemas matemáticos,
- 4) que aprendan a comunicarse mediante las matemáticas, y
- 5) que aprendan a razonar matemáticamente.

Desde esa perspectiva, la formación matemática no se ve como la acumulación de información, ni como la aplicación rutinaria de procedimientos. En cambio, se ve como el desarrollo de la *potencia matemática* de los estudiantes. Esta denota (NCTM, 1991a, p. 5):

[...] la capacidad que tiene un individuo de explorar, formular hipótesis y razonar lógicamente, así como la capacidad de usar de forma efectiva diversos métodos matemáticos para resolver problemas im-

previstos. Esta noción se basa en el reconocimiento de que la matemática es algo más que un conjunto de conceptos y destrezas que hay que dominar; también comporta métodos de investigación y razonamiento, medios de comunicación y nociones sobre su contexto. Además, la potencia matemática supone para todo individuo un desarrollo de la confianza en sí mismo.

La calidad de los ambientes institucionales

La formación matemática que favorece —intencionadamente o no— una institución escolar se construye a través de procesos que se despliegan en el tiempo⁷, ocurren en ambientes determinados, son conducidos por personas diferentes y tienen alguna finalidad. Por tanto, es posible pensar que la calidad de la formación matemática escolar —entendida como la coherencia y riqueza de los procesos a través de los cuales se desarrolla— depende de diversos factores. Una cierta formación matemática de un estudiante es producto de los procesos de aprendizaje en los que éste se ha involucrado, procesos que están estrechamente relacionados con los procesos de enseñanza conducidos por quienes han sido sus profesores y que en buena medida han determinado qué se aprende y cómo. Por otra parte, los procesos de enseñanza dependen tanto de los esquemas y procesos de pensamiento de los profesores como de los contextos ecológicos en los que realizan su práctica profesional que además son los principales contextos en los que los profesores se desarrollan profesionalmente. A su vez, dichos contextos ecológicos están determinados por los profesores, por cuanto son ellos quienes construyen los significados e interpretan y recrean las prácticas institucionales que tienen lugar en esos contextos; también están determinados significativamente por el liderazgo de los directivos en la medida en que ellos pueden tener legitimidad para potenciar a las personas que participan en esta red compleja de relaciones e influencias. Es decir, la calidad de la formación matemática que logran los estudiantes de una institución depende directamente de la calidad de la práctica de enseñanza de los profesores de matemáticas e indirectamente del funcionamiento articulado de otros elementos de la institución que inciden de diferentes maneras sobre la enseñanza de los profesores.

La calidad de la práctica del profesor

Concebir la formación matemática de los estudiantes como el desarrollo de su potencia matemática, impone unas exigencias a la enseñanza en relación con el currículo de matemáticas y el ambiente donde se da la educación matemática. Los estándares de enseñanza del NCTM señalan que para pro-

7. En el caso colombiano, son 5 ó 6 años según se trate de la educación primaria o de la de la secundaria.

mover el desarrollo de la potencia matemática, la enseñanza debe tender (NCTM, 1991b, p. 3):

- hacia clases que se comporten como comunidades matemáticas en lugar de clases que son simplemente colección de individuos;
- hacia la evidencia lógica y matemática como forma de verificar en lugar del profesor como única autoridad para determinar las respuestas correctas;
- hacia el razonamiento matemático en lugar de la memorización de procedimientos;
- hacia la elaboración de conjeturas, la invención y la resolución de problemas en lugar de tareas para las que hay respuestas mecánicas;
- hacia la conexión de las matemáticas, sus ideas y sus aplicaciones en lugar del tratamiento de las matemáticas como un cuerpo de conceptos aislados y procedimientos.

Los cambios que sugieren los estándares en relación con la enseñanza ponen en evidencia el papel del profesor como resolutor de problemas didácticos; en particular, destacan la importancia y necesidad de que el profesor haga juicios y tome decisiones racionalmente en cuatro aspectos de la enseñanza de los que depende en buena medida lo que sucede en clase, a saber (NCTM, 1991b, p. 5):

- el establecimiento de metas y la selección o creación de tareas matemáticas para ayudar a los estudiantes a alcanzar esas metas;
- la estimulación y el manejo del discurso de clase de manera que tanto los estudiantes como el profesor tengan claridad acerca de lo que se está aprendiendo;
- la creación de un ambiente de clase para apoyar la enseñanza y el aprendizaje;
- el análisis del aprendizaje de los estudiantes, de las tareas matemáticas, y del ambiente para tomar decisiones instruccionales sobre la marcha.

De lo anterior se deriva que una práctica de enseñanza de buena calidad — medida en términos de la coherencia entre las metas que se quieren alcanzar y lo que se hace para lograrlas— enfoca sus actividades en cuestiones relacionadas con el aprendizaje de los estudiantes ya que las metas formuladas son de aprendizaje. Es decir, el centro de una práctica de buena calidad es el alumno y no el profesor. La función del profesor debe complementar la del alumno. Afirma Romberg (1991, p. 375-376) que el trabajo del profesor debe consistir en:

apoyar, promover, estimular y facilitar de cualquier modo la creación de conocimiento por los alumnos. Además, deben crear un entorno de aprendizaje cooperativo en el que los alumnos puedan

explorar e investigar problemas. En consecuencia, deben guiar, escuchar, discutir, sugerir, preguntar, y clarificar el trabajo de los alumnos. Para hacerlo, deben dirigir actividades apropiadas e interesantes sin dejar de atender a las necesidades de cada alumno.

Por otra parte, una práctica de buena calidad debe ser reflexiva. Esto se refiere a la forma como el profesor encara su quehacer diario como docente de una institución: de qué se ocupa y cómo lo hace. Estar en estado de alerta para notar lo que se percibe, buscar relaciones y patrones comunes en diversos sucesos para identificar temas que pueden centrar la atención, revisar de cuando en cuando los supuestos y principios sobre los que se actúa, intentar ver los asuntos desde diferentes perspectivas, ganar conciencia acerca de las propias acciones, buscar nuevas formas de responder y actuar, concretar en preguntas las incertidumbres que se tienen y explorar de manera sistemática posibles respuestas, etc. son todas ellas, acciones asociadas a una práctica reflexiva.

En particular, la resolución de problemas didácticos surgidos en los procesos de enseñanza-aprendizaje son fuente inagotable para una práctica reflexiva en la medida en que exige del profesor hacer juicios informados, tomar decisiones y analizar sus consecuencias. Al respecto, Brubacher (1994, p. 18) señala que:

[...] cuando un profesor toma una decisión hace algo más que actuar de una cierta manera. El proceso de tomar decisiones debe ser un proceso racional, lo que significa que el profesor (sea consciente o inconscientemente) considera y pesa alternativas y emplea criterios para seleccionar una opción dada o un curso de acción.

Asumir una actitud y un comportamiento reflexivo frente a lo que se hace, a lo que se sabe y a lo que se cree no es algo natural a lo que se llegue de manera espontánea. Según Mason (1997, p. 87) convertirse en un profesional reflexivo

exige trascender la simple actitud práctica de despachar el día a día. Además de la atención que exigen los asuntos prácticos con que hay que cumplir, involucra un cambio en lo relacionado con aquello a lo que se pone atención y con la forma como se le pone atención, [cambio que debe afectar] desde los asuntos con que hay que cumplir hasta la conciencia de tales asuntos. Involucra una búsqueda intencional de maneras alternativas de actuar y responder.

Otra característica de una práctica de enseñanza de buena calidad es que sea innovadora y esté apoyada por una actitud investigativa. Como resultado de reflexionar sobre su propia práctica, el profesor debe poder transformarla. Así, el profesor debe poseer herramientas que le permitan conducir una in-

dagación sistemática sobre su quehacer y los problemas a los que en ella se enfrenta con miras a abordarlos y darles solución, es decir, realizar un tipo de investigación. El profesor también debe contar con herramientas que le permitan proponer maneras alternativas de realizar su práctica con base en una reflexión profunda acerca de las razones para cambiar y del impacto del cambio, es decir, realizar una innovación reflexiva⁸. Estas dos características son esenciales ya que son la base para la realización de actividades concretas por parte del profesor, en donde se ponen en juego la necesidad de resolver problemas didácticos y de reflexionar acerca de su práctica.

PRINCIPIOS PARA ABORDAR LA PROBLEMÁTICA

La definición de la expresión “calidad de las matemáticas escolares en el ámbito de la institución”, como se ha visto anteriormente, es compleja ya que involucra ahondar en el papel de los diferentes actores y factores que la constituyen. Las páginas anteriores pretendían explorar dicha complejidad al identificar, en primer lugar, las restricciones de visiones de calidad centrada en el profesor y, en segundo lugar, considerar una reconceptualización misma del profesor y la inclusión de otros aspectos que hasta hace poco no se habían considerado como relevantes en la investigación en educación matemática como factores influyentes en la formación matemática de los estudiantes.

De toda la discusión presentada anteriormente, se evidencian principios fundamentales para abordar la problemática de las matemáticas escolares en el nivel de la institución. Estos principios se formulan a continuación.

Aproximación sistémica

Este principio, en oposición a la visión de las explicaciones mono-causales sobre la deficiencia de la calidad de la enseñanza de las matemáticas, establece que tanto definir, como concebir e influir en el asunto de la calidad, requiere de una mirada global que identifique la calidad de la enseñanza de las matemáticas en secundaria como el resultado de la serie de elementos estrechamente conectados con la problemática y de las interacciones entre ellos. Este principio puede asociarse con enfoques epistemológicos y herra-

8. En la historia de la educación matemática se han presentado grandes debates sobre la innovación. Artigue (1995, p. 34-35) señala cómo se ha criticado la creencia de que la innovación por sí sola trae efectos positivos a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, la “innovación compulsiva”, es decir, el cambio por el cambio, en realidad no se constituye en una característica favorable para la labor del profesor. Por oposición a ésta, la *innovación reflexiva*, es decir el proceso de acción consciente y sistemático que es capaz de juzgar los efectos de los nuevos productos de la enseñanza y el aprendizaje, sí es la característica que debe primar en un profesor de matemáticas (Gómez, P. y Valero, 1995, p. 6).

mientas conceptuales como la teoría de sistemas para la construcción de un modelo que permita explicar y tomar decisiones sobre las acciones necesarias para iniciar procesos dentro de tal complejidad.

Diversidad de espacios de relación

Por contraste con la visión de la enseñanza de las matemáticas escolares en secundaria como una práctica que sucede única y exclusivamente en el escenario del salón de clase y en la relación entre profesor y estudiantes, este principio establece que las prácticas de la enseñanza de las matemáticas en la institución se forman en al menos tres diversos espacios interconectados de la organización escolar, a saber, el ámbito de la práctica de los profesores en sus aulas, el ámbito del conjunto de profesores de matemáticas como un grupo profesional, y el ámbito de las intervenciones de los directivos docentes como representantes del espacio donde los dos anteriores tienen lugar. Este principio se puede asociar con la necesidad de un modelo comprensivo de la calidad de la enseñanza de las matemáticas en la institución escolar que permita ver la complejidad de las relaciones entre diversos ámbitos de interacción.

Dinámica de interacción

La situación de la problemática de la enseñanza de las matemáticas en las instituciones está en constante movimiento. Este movimiento se refiere a la riqueza de las interacciones que se construyen en la institución para delinear formas de comportamiento de los profesores como individuos, como miembros de un grupo profesional y con relación a los directivos con quienes trabajan en conjunto. El movimiento también se refiere a la posibilidad de determinar tanto estados determinados de esas relaciones, como procesos de cambio y transformación de ellas. En este sentido, también existen elementos o relaciones claves que, al dinamizarse, tienen un impacto en los otros y los inducen al movimiento. Así, toda esta serie de movimientos merecen la pena ser vistos en el intento de lograr interiorizar en los mecanismos y los procesos de la enseñanza de las matemáticas en secundaria, y no sólo considerar sus resultados.

Cambio reflexivo

Por último, la dinámica al interior de la institución educativa puede provenir, como se dijo anteriormente, de la existencia misma de interacciones entre los actores involucrados en la enseñanza de las matemáticas. No obstante, la dimensión de reflexión, es decir, de capacidad constante de los actores involucrados para tomar distancia de su práctica cotidiana y poder evaluar sus resultados con miras a ajustarla, imprime una dinámica de potenciación y de autonomía a los procesos que se viven en la institución educativa. Entonces, interesa tener presente la identificación de los gatillos

que pueden desencadenar reflexiones para promover una dinámica reflexiva en cuanto a la enseñanza de las matemáticas en la organización escolar en secundaria.

APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A LA PROBLEMÁTICA DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES EN SECUNDARIA

Este capítulo presenta las consideraciones conceptuales que sustentaron la aproximación adoptada en este proyecto. En él se asumió el paradigma crítico-social de investigación. Para efectos de construir un marco conceptual se escogió el enfoque sistémico como medio para abordar la complejidad de la realidad que nos interesaba estudiar. Este enfoque nos permitió, en una etapa previa del proyecto, formular un modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática. Utilizamos este modelo como base conceptual del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Abordar la problemática de las matemáticas escolares en secundaria al nivel de la institución educativa, es decir, abordar el conjunto de problemas y circunstancias que configuran la deficiente calidad de la enseñanza de las matemáticas en secundaria implicó tomar una serie de decisiones sobre la manera más apropiada de hacerlo. Una discusión que ha estado presente desde el inicio del proyecto PRIME como iniciativa de largo plazo, es la relación entre la investigación —entendida como una indagación sistemática y metódica sobre una problemática—, el interés que persigue la búsqueda de conocimientos sobre dicha problemática, y la utilidad social del conocimiento producido. Esta discusión, que en sí lleva a cuestionar los conceptos del trabajo científico, terminó conduciendo al grupo de investigadores a adoptar una serie de posiciones con respecto al paradigma de investigación dentro del cual se ubicaría la actividad a realizar, el esquema metodológico general y una serie de postulados tanto teóricos como de métodos más locales para la recolección, codificación, análisis e interpretación de la información.

De acuerdo con los principios establecidos en el capítulo anterior sobre lo que significa abordar el problema de la calidad de la enseñanza de las matemáticas en secundaria, a continuación se presentan las razones que nos llevaron a adoptar el paradigma de investigación crítico-social, como paradigma cuyos principios sustentan la iniciativa de investigación del proyecto PRIME I. Enseguida, se hace una breve descripción del enfoque sistémico como esquema que permitió nuestra aproximación a la realidad objeto de estudio. Finalmente, se hace una descripción general del modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática que sirvió como base conceptual para el proyecto.

PARADIGMA DE INVESTIGACIÓN

A raíz del “quiebre de los paradigmas” de investigación en las ciencias sociales (Gibaja, 1988), la investigación educativa hoy en día aglutina múltiples formas de lenguaje y de lógicas subyacentes, que abren paso a diversas formas de producir conocimiento. Esta diversidad implica el reconocimiento de diversos procedimientos, diferentes clases de objetivos y diversos presupuestos epistemológicos en el quehacer científico (Colás y Buendía, 1992). Tal reconocimiento supera la idea que por muchas décadas se mantuvo en las ciencias sociales y en la investigación en educación, de que sólo era válido el quehacer científico positivista, claramente inspirado por la transferencia de los principios epistemológicos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales a las ciencias humanas. Así, en la investigación educativa en general, y en la educación matemática en particular, actualmente se reconocen como válidos tres paradigmas de investigación, cada uno de los cuales refleja planteamientos filosóficos relacionados con la utilidad del conocimiento y el interés por el cual se produce. También, cada uno de ellos obedece a determinadas concepciones del fenómeno educativo (Vasco, 1990; Kilpatrick, 1995). Explorar estos paradigmas es importante puesto que así se puede adoptar aquel que más se ajuste tanto al problema de investigación que se desea explorar, como a las visiones mismas de los investigadores y a sus propósitos al involucrarse en la actividad investigativa.

Paradigma empírico-analítico

El paradigma empírico-analítico de investigación tiene su origen en el positivismo lógico de las ciencias naturales. Vasco (1990), parafraseando a Jürgen Habermas, señala que el interés técnico por describir y explicar fenómenos con miras a predecir y controlar los procesos sociales se asocia con técnicas de investigación que buscan medir y cuantificar resultados. La relación entre los investigadores y el objeto de estudio se concibe como una relación unidireccional entre un sujeto y un objeto, donde el primero observa al segundo para decir algo sobre él, dentro de una distancia que asegure la “objetividad” de los resultados de la observación.

Paradigma histórico-hermenéutico

Con relación al paradigma histórico-hermenéutico, simbólico o interpretativo, Vasco señala que el interés práctico por comprender las acciones sociales, ubicarlas y orientarlas influye en el énfasis que metodológicamente se hace a la interpretación de los hechos sociales en su contexto. La relación entre el investigador y el objeto de investigación se comprende como una interacción bidireccional donde el investigador y la realidad que observa interactúan en la construcción de una interpretación de las relacio-

nes presentes en la realidad. No obstante, el investigador sigue manteniendo un papel neutral y objetivo en el sentido en que no se involucra en la transformación de la realidad que interpreta. Romberg (1992, p. 55), establece que “tiene como meta comprender cómo se relacionan los seres humanos con el mundo social que han creado. Se basa en la creencia de que la vida social se crea y se mantiene a través de interacciones simbólicas y patrones de conducta”.

Paradigma crítico-social

Con respecto al estilo crítico, Vasco (1990) anota que el interés emancipatorio, que pretende esclarecer los obstáculos para superarlos y construir sociedades libres, ha influido en el desarrollo de metodologías preocupadas por llevar a cabo acciones sistemáticas y reflexivas que transformen la realidad social. Este estilo de trabajo implica una relación de diálogo y una reflexión colectiva entre investigadores y participantes, donde hay una constante negociación entre los intereses y necesidades de ambos. Romberg (1992, p. 55) señala que “La meta [...] es desmitificar los patrones de conocimiento y las condiciones sociales que restringen las actividades prácticas. El supuesto básico [...] es que el ser humano, a través del pensamiento y de la acción, puede mejorar el mundo social en el que vive”. Para la educación, el impacto de este paradigma se traduce en (p. 55):

[...] las creencias de que el conocimiento se alcanza al reflexionar acerca de cómo el ser humano puede mejorar las condiciones sociales, que los alumnos aprenden a través de la reflexión y de la acción, y que el trabajo de la enseñanza consiste en lograr que los estudiantes reflexionen sobre el mundo social en el que viven, e inicien acciones para desafiar las prácticas usuales.

Algunas de las características metodológicas de un estudio que siga el paradigma crítico-social son (Colás y Buendía, 1992, pp. 55-58):

- 1) Los problemas que interesa abordar parten de situaciones reales y el estudio tiene por objetivo la transformación de tal realidad con miras al mejoramiento de las prácticas de quienes indagan el problema.
- 2) No requiere de un diseño completamente estructurado y prefijado desde el comienzo del proceso de indagación. Aunque conviene tener un diseño inicial, éste debe ser flexible y debe irse modificando de acuerdo con los resultados parciales que se vayan obteniendo a medida que avanza la indagación a través de la interacción de los investigadores con la realidad que indagan.
- 3) La representatividad de la muestra no es de gran importancia pues la ocupación del estudio no es la generalización de resultados sino más

- bien la evolución de las personas y el cambio de las situaciones indagadas.
- 4) Utiliza procedimientos cuantitativos o cualitativos en la recolección de datos pero enfatiza los aspectos cualitativos y la comunicación personal.
 - 5) El grupo de investigación, a través de un proceso de discusiones y reelaboraciones iterativas, participa en el análisis e interpretación de los datos con miras a lograr un nivel alto de abstracción.
 - 6) La validez consensual —i. e., el potencial de acuerdo con los otros— es la condición esencial para que un resultado sea válido.

Este paradigma es el más apropiado para enfocar la problemática enunciada ya que, en primer lugar, permite resaltar y abordar la naturaleza compleja, diversa y dinámica de las prácticas y las relaciones implicadas en la enseñanza de las matemáticas; y, en segundo lugar, ofrece una posibilidad para interactuar participativamente con una realidad de investigación, de tal forma que los actores involucrados puedan transformarla.

En el capítulo siguiente donde se da cuenta de la investigación hecha en PRIME I, se hacen evidentes algunas de las características metodológicas del enfoque crítico-social.

MARCO CONCEPTUAL

Dada la complejidad, la diversidad y el carácter dinámico de la problemática de las matemáticas escolares en el nivel de la institución era necesario buscar una aproximación conceptual que permitiera capturar, por lo menos en parte, los rasgos más sobresalientes de la naturaleza de dicha problemática.

Pourtois y Desmet (1992) explica que la aproximación sistémica aborda la realidad de forma global. No pretende buscar vínculos funcionales entre un número limitado de variables sino más bien intenta construir un modelo complejo y representativo de la realidad, considerada como un sistema, en el que se tiene en cuenta la diversidad de los componentes y de sus interacciones. La aproximación sistémica intenta descubrir la causalidad mutua de los procesos; examina el rol que los elementos de regulación ejercen sobre otros elementos; tiene en cuenta la dinámica global del sistema. El procedimiento implicado en esta forma de ver la realidad se inscribe en una aproximación interpretativa en la que el investigador separa de la multiplicidad de las observaciones y de las experiencias registradas la estructura compleja que da cuenta de la realidad en sus diversas dimensiones (pp. 119-120). Así, pues, en PRIME se ha adoptado el enfoque sistémico como herramienta para abordar conceptualmente la problemática de estudio y al cabo de dos fases del proyecto de investigación se han producido dos versiones

de lo que hemos llamado el modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática (SIEM). La primera versión del modelo fue la base conceptual de la que se partió en PRIME I. Después de exponer los fundamentos epistemológicos del enfoque sistémico, se hará una presentación general de la primera versión del modelo del SIEM.

Enfoque sistémico

La realidad social se puede mirar como un conjunto orgánico y ordenado, conformado por la relación entre los diferentes individuos o instituciones (subsistemas) que actúan en ella. Esta realidad es muy compleja; su comprensión requiere el uso de herramientas de pensamiento que ayuden a simplificarla en un modelo que deje ver con claridad cuáles son los actores o elementos que interactúan entre sí, cuál es el sentido y contenido mismo de tales interacciones, y cuáles son los efectos de la alteración de una relación que por un tiempo ha sido estable. Por esto, en el desarrollo de las ciencias (tanto sociales como exactas), el enfoque sistémico (Rocher, 1978) se ha convertido en una herramienta de modelaje que permite hablar de la realidad social en términos de sistemas sociales.

Rocher (1978) denomina *análisis sistémico* a “[...] toda investigación, teórica o empírica que, partiendo del postulado según el cual la realidad social ofrece las características de un sistema, interpreta y explica los fenómenos sociales por los lazos de interdependencia que los vinculan entre sí y que hacen de ellos una totalidad” (p. 363). Dado que la escuela es un sistema social abierto (Woody, La Voie y Epps, 1992, p. 49) nos interesa utilizar el enfoque sistémico para analizar esa realidad. Los sistemas sociales son entes complejos, compuestos por gran cantidad de elementos y relaciones. El enfoque sistémico parte del supuesto de que es posible delimitar el sistema en cuanto a lo que se considera como interno al mismo. Todo sistema tiene una frontera y una cierta permeabilidad en esa frontera. Los sistemas sociales, como la escuela, tienden a ser muy permeables a la influencia que viene de su exterior y, por esa razón, se consideran como sistemas abiertos. De esta forma, se considera que un sistema particular hace parte de otros sistemas más globales y que el sistema en cuestión se relaciona con estos otros sistemas a través de dos flujos: el flujo de influencias de los otros sistemas sobre el sistema estudiado y el flujo de respuesta del sistema en cuestión hacia su exterior.

El enfoque sistémico basa su posición en tres principios acerca de la manera como es posible modelar la complejidad y la dinámica de un sistema. En primer lugar, todo sistema está compuesto de elementos (o componentes) relacionados entre sí, que buscan objetivos comunes dentro de una organización o estructura. Esta interdependencia entre los elementos se caracteriza por una interacción recíproca que da lugar a la causalidad circular: el comportamiento de un elemento afecta el comportamiento de un

segundo elemento, que afecta a un tercero, que afecta al elemento que inició la cadena de interacciones. En segundo lugar, los sistemas sociales tienen una dinámica: sus elementos y las relaciones entre ellos se encuentran en permanente estado de cambio. En tercer lugar, el enfoque sistémico es un medio para comprender la complejidad y el dinamismo de la realidad en la medida en que se impone como propósito la selección de un número reducido de elementos y relaciones pertenecientes al sistema. El éxito del enfoque depende entonces del acierto en la selección de estos elementos y relaciones en cuanto a la fidelidad con que ellos determinan la mayor proporción posible de la dinámica del sistema.

Dinámica de un sistema

Puesto que nuestro interés se centra en el estudio y la comprensión de la dinámica con la que el sistema evoluciona en el tiempo, resulta entonces trascendental introducir el concepto de estado de un sistema como representación de la globalidad de valores que los elementos y relaciones asumen en un momento dado del tiempo. En este sentido, es posible identificar diversos tipos de estados de un sistema. Aunque hay quienes piensan que el enfoque sistémico se restringe al análisis estático de los sistemas, es evidente que esto es producto de interpretaciones y aplicaciones parciales del mismo (Rocher, 1978, p. 359).

Podemos decir que un sistema se encuentra en un estado de equilibrio estable si a pequeñas perturbaciones del sistema —cambios en los valores de algunos de sus elementos y relaciones con motivo de influencias externas— éste regresa, después de un tiempo, al estado en el que se encontraba antes de la perturbación. Esto es posible gracias a que la mayoría de los sistemas sociales se autorregulan y realimentan y la búsqueda de objetivos comunes los induce a regresar a estados de equilibrio. Decimos que un sistema se encuentra en estado de evolución si en un instante dado del tiempo —y durante un período que, dependiendo del sistema, puede ser más o menos grande— el sistema no se encuentra en un estado de equilibrio.

Análisis de perturbaciones

Puesto que una buena parte de las investigaciones que se realizan sobre sistemas sociales se centran en la descripción y la comprensión del comportamiento de un sistema que es afectado por perturbaciones externas, entonces es evidente que la utilización del enfoque sistémico es un proceso complejo: no basta con tener un modelo. Tampoco basta con describir cada uno de sus estados de equilibrio. Es necesario describir sus estados de evolución, el tipo de perturbación que lo induce al cambio, las características de la perturbación, la posibilidad de que el sistema regrese a su estado de equilibrio original después de un tiempo, pero, sobre todo, las razones por las cuales la perturbación genera el cambio y las características estructurales

del sistema que han sido perturbadas. Aquí se da, entonces, una interacción entre varios elementos:

- el estado de equilibrio inicial (antes de la perturbación),
- la perturbación,
- el estado de cambio,
- el o los estados de equilibrio “potencial” en el que el sistema puede estabilizarse una vez que sale de su estado de cambio,
- las características estructurales del sistema que son afectadas por la perturbación y que generan el estado de cambio,
- las condiciones que debe cumplir una perturbación para que el sistema se estabilice en un estado de equilibrio diferente del estado de equilibrio inicial,
- los estados de equilibrio potenciales del sistema, en cuanto que se puede prever la existencia de perturbaciones que permitan llevar el sistema a esos estados de equilibrio.

Como lo sugieren Woody, La Voie y Epps (1992, p. 46), pueden existir múltiples rutas y estímulos que lleven a un sistema a un estado particular. De la misma forma, dependiendo de los estímulos y del estado inicial del sistema, éste puede llegar a diferentes estados finales. Son estos estados los que llamamos potenciales.

En resumen, todo sistema tiene unas características estructurales de sus elementos y de las relaciones entre ellos que determinan tanto las razones por las cuales el estado se encuentra en evolución, como las razones por las cuales el sistema regresa a su estado de equilibrio inicial, las razones por las cuales el sistema puede estabilizarse en un nuevo estado de equilibrio y las características de una perturbación para que una de estas dos cosas suceda.

Enfoque sistémico como herramienta conceptual

El enfoque sistémico es una herramienta potente en el estudio de los sistemas sociales. Debido a su complejidad y a sus características sociales, la educación puede abordarse desde esta perspectiva. En el campo específico de la educación matemática, la escuela francesa de la didáctica de las matemáticas utiliza este enfoque como herramienta conceptual y de investigación (Artigue, 1988). El enfoque sistémico permite tener un marco de referencia con el que se describe el estado inicial de un sistema, la forma como éste es perturbado, el estado de evolución que esta perturbación produce y el estado final del mismo. Por otra parte, el enfoque sistémico también permite hacer explícita la posición ideológica del investigador al admitir que éste describa el estado ideal del sistema. Finalmente, permite conjeturar acerca de las características estructurales del sistema y, por con-

siguiente, acerca de aquellas perturbaciones que pueden inducir al sistema a asumir estados de equilibrio cercanos al estado ideal propuesto.

SISTEMA INSTITUCIONAL DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Para hablar de un modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática (SIEM) se necesita hacer una contextualización de tal sistema dentro de un entorno mucho más global que lo incluye. Por esta razón, a continuación se presenta la ubicación de dicho sistema en el Sistema de Educación Matemática (SEM), y posteriormente se entrará en la explicación en sí del sistema antes mencionado.

El Sistema de Educación Matemática es el sistema más grande en el cual se puede pensar para hacer referencia al conjunto de elementos relevantes que, por sus interrelaciones, intervienen en la calidad de la formación matemática de un estudiante. Un sistema de tal naturaleza tiene tres niveles: uno macro o social donde intervienen los factores sociales, políticos, económicos y culturales que definen las visiones, valores y tradiciones sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, y también las necesidades y expectativas de la formación matemática de los ciudadanos; un nivel intermedio en el que se ubica la institución educativa como espacio donde se encuentran elementos como las concepciones institucionales acerca del profesor, el estudiante y las matemáticas como saber cultural y saber a enseñar; y un nivel micro o didáctico donde se relacionan el profesor con sus conocimientos y creencias, y el estudiante en la construcción del conocimiento matemático, a través del desarrollo de un currículo (Rico, 1997).

Los elementos culturales, políticos, económicos y sociales definen las características del entorno del sistema educativo en el área de las matemáticas. Estas características se manifiestan en las direcciones que toma la política educativa del gobierno y en la manera como se llevan a la práctica, a través de su influencia en las instituciones educativas. Allí se presentan una serie de concreciones de esas líneas sociales, las cuales se expresan en el diseño de un currículo que no sólo abarca la organización de los contenidos de la enseñanza, sino las posiciones ideológicas de la institución sobre lo que son las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, el perfil del profesor y del estudiante. Este currículo se desarrolla en la relación didáctica que se entabla entre el profesor y el estudiante en la construcción del conocimiento matemático cuando se manifiestan los objetivos a lograr, los principios de evaluación, la metodología de enseñanza y la organización del contenido.

Cada uno de los elementos de todo este Sistema de Educación Matemática puede a su vez mirarse como un subsistema con elementos e interrelaciones propias. Para mirar la problemática de las matemáticas escolares al

interior de los colegios, es pertinente pensar en un sistema que modele el nivel intermedio del gran Sistema de Educación Matemática, y que resalte los elementos y las relaciones entre ellos al interior de ese nivel.

Modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática

La institución escolar es una organización compleja que tiene fundamentalmente dos funciones: preservar y mejorar la sociedad misma a través de la transmisión de aspectos y valores predominantes en la cultura de la que hace parte la escuela, y guiar la educación de los jóvenes de la comunidad a la que pertenece, lo cual se refiere a la formación integral que ellos requieren para lograr su propia realización como seres humanos y para ser agentes de cambio en la sociedad en la que vivirán cuando sean adultos (Novak, 1990; Romberg, 1991; Kemmis y McTaggart, 1992).

De acuerdo con las disposiciones gubernamentales vigentes en Colombia, un establecimiento educativo es la unidad operativa más simple del sistema educativo y constituye un subsistema ubicado en un contexto determinado, con una orientación filosófica y unos objetivos que se expresan en el correspondiente proyecto educativo institucional (PEI). En cada institución escolar oficial existe una estructura administrativa interna integrada por las siguientes unidades: rectoría, coordinación académica, coordinación de disciplina, departamentos académicos, servicios de bienestar, servicios de aprendizaje y servicios administrativos. Además, desde 1994 es obligatorio que cada institución organice un gobierno escolar en el que haya participación democrática de todos los estamentos de la comunidad educativa.

De esa estructura así definida por el Ministerio de Educación Nacional, interesa resaltar el papel de algunos de los elementos y relaciones que se encuentran asociados de manera más fuerte con la problemática de las matemáticas escolares al interior de la institución. Se identifican tres subsistemas (ver Figura N° 2):

- el de los directivos-docentes en el que se realiza la importancia de los roles del rector y del liderazgo del coordinador del grupo de profesores de matemáticas;
- el del grupo de profesores de matemáticas en el que sobresalen el diseño curricular, el desarrollo profesional y la interacción entre profesores como prácticas propias de la cultura profesional del grupo;
- el del profesor como individuo en el que se consideran el conocimiento y las creencias acerca de lo que son las matemáticas,

cómo se aprende y cómo se debe enseñar, el cuestionamiento de las propias creencias y el compromiso con su práctica.

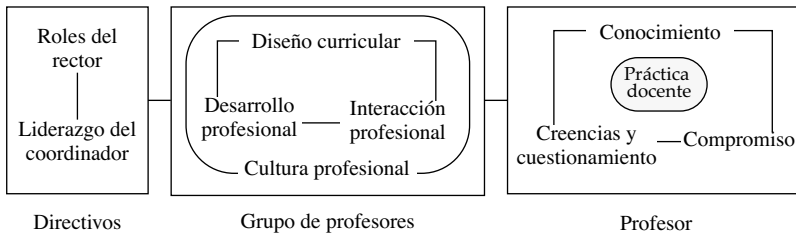


Figura N° 2. Modelo del SIEM (primera versión)

Un modelo para explicar el funcionamiento de la educación matemática en la institución escolar podría incluir la práctica del salón de clase como elemento relevante del sistema. A pesar de ello, el modelo construido en el proyecto PRIME I no incluye dicho elemento. Este hecho tiene que ver con la utilidad que debía tener el modelo: no sólo debía aproximarnos a la comprensión del sistema, sino también sustentar las decisiones de los investigadores para intervenir la realidad a través de un programa de desarrollo profesional para directivos y profesores (Valero et al., 1998). El modelo incluye los elementos y relaciones que desde la perspectiva de los investigadores son más relevantes para el funcionamiento de la educación matemática en la institución, y además, sobre los cuales sería más rentable y eficiente influir con un programa de desarrollo profesional como el que se llevó a cabo con el proyecto PRIME I cuyos coordinadores son agentes externos a la institución.

Definición de los elementos del modelo

Subsistema de los directivos-docentes

Este subsistema está compuesto por dos elementos principales y por las interrelaciones entre ellos. A continuación se definen tales elementos:

Roles del rector. Interesa considerar cómo asume el rector el papel de líder y de facilitador (Furtwengler y Hurst, 1992). El liderazgo del rector hace referencia a su comprensión de la estructura y funcionamiento de la organización —en particular, a la comprensión del papel que juegan las personas en ella; a su habilidad para proyectar y planificar la evolución del colegio; y también se refiere a su habilidad para organizar y comprometer a las personas en las proyecciones que hace. El rol de facilitador hace referencia a la habilidad del rector para dejar que las personas sean líderes e incluso impulsarlas a que lo sean a través de la creación de condiciones propicias y

la provisión de los recursos necesarios. La forma como el rector asume sus roles es, parcialmente, producto de sus ideas y creencias que se concretan en visiones acerca de la vida, de la educación y de las matemáticas.

Liderazgo del coordinador del grupo de profesores. Se centra la atención en cómo el coordinador asume su rol de líder (Furtwengler y Hurst, 1992) del grupo de profesores de matemáticas. El liderazgo del coordinador se refiere a la comprensión que éste tiene del funcionamiento de la organización en el área específica de las matemáticas y del papel que juega el departamento dentro de la institución para contribuir al logro de las metas institucionales. Se refiere a la habilidad para proyectar y planificar la evolución de la organización en lo que toca con las matemáticas; a la habilidad para organizar, involucrar y comprometer a las personas y su trabajo en esas proyecciones. También se refiere a la habilidad para impulsar y consolidar la cultura profesional del grupo de profesores de matemáticas a través de promover la interacción, el desarrollo profesional y el diseño curricular. La forma como el coordinador asume el rol de líder depende en buena medida de factores internos, pero hay también factores externos que influyen en el liderazgo. Los factores internos se refieren a las ideas y creencias del coordinador con respecto a diversos asuntos, las cuales se concretan en visiones acerca de las relaciones con las personas y acerca de las matemáticas.

Subsistema del grupo de profesores de matemáticas de la institución

Este subsistema tiene como elemento central la cultura profesional del grupo de profesores de matemáticas, que se refiere a las costumbres, modos de vida, cualidades, inclinaciones y conocimientos en relación con la enseñanza de las matemáticas, que comparte el grupo de profesores de matemáticas de la institución (Rico, 1990, pp. 36-40; Hyde et al., 1994, p. 49-50). La cultura profesional se manifiesta en tres aspectos principales:

Diseño curricular. De acuerdo con la propuesta de Romberg, el currículo es un “plan operativo de enseñanza que explica en detalle qué deben saber los alumnos de matemáticas, cómo deben alcanzar las metas curriculares identificadas, qué deben hacer los profesores para ayudarles a desarrollar sus conocimientos matemáticos y el contexto en el que tiene lugar el aprendizaje y la enseñanza” (Romberg, 1991, p. 324). El diseño curricular es la definición previa de este plan. Es una construcción colectiva en la que intervienen tanto los lineamientos institucionales como los del grupo de profesores. El diseño curricular define el espacio compartido de valores, ideas, significados, conocimientos y creencias acerca de lo que son las matemáticas, cómo se enseñan y cómo se aprenden; los métodos de enseñanza; y la organización, funcionamiento y finalidad del departamento de matemáticas.

Desarrollo profesional. Alude a las oportunidades que ofrece la institución para que los profesores aprendan e incrementen su conocimiento especializado tanto en matemáticas como en la didáctica de las mismas (Rosenholtz, 1991; Marcelo, 1987).

Interacción profesional entre profesores. Se refiere a la relación de los profesores de matemáticas del colegio en torno a los asuntos propios de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Este concepto incluye la colaboración entendida como el comportamiento de dar y pedir ayuda a los colegas acerca de asuntos relacionados con la docencia de las matemáticas.

Subsistema del profesor de matemáticas

Este subsistema se centra en el profesor como un individuo y en aquellos factores que determinan la manera como lleva a cabo su práctica docente. Con base en el modelo propuesto por Ernest (1989a), la práctica docente del profesor en el salón de clase está influida por sus estructuras de pensamiento, las que incluyen el conocimiento, las creencias y las actitudes. En este estudio interesa considerar especialmente las creencias del profesor acerca de aspectos específicos con relación a las matemáticas, sus conocimientos sobre algunos aspectos específicos relacionados con las matemáticas y su didáctica, y el compromiso que genera con su práctica docente.

Sistema de creencias y cuestionamiento del profesor sobre sus creencias.

El sistema de creencias se refiere al conjunto más o menos estructurado de grupos de concepciones, valores e ideologías que posee el profesor en relación con los elementos más relevantes que entran en juego en su ejercicio profesional. Entre tales elementos figuran la naturaleza de las matemáticas, la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, los fines de la educación, y en particular, de la educación matemática, etc. Este sistema ejerce un gran impacto en la enseñanza de la materia en la medida en que influye en las decisiones del profesor sobre los contenidos que enseña, los énfasis que hace, los métodos que emplea para enseñar y las sugerencias que da a sus estudiantes acerca de la forma como deben estudiar (Thompson, 1992; Ernest, 1989b). Un elemento relacionado estrechamente con el sistema de creencias del profesor (en el que está interesado de manera importante el proyecto PRIME) es el cuestionamiento sobre las propias creencias. El grado de cuestionamiento se define como el grado de incomodidad de una persona con su sistema de creencias.

Conocimiento del profesor. El profesor de matemáticas requiere tener conocimiento de matemáticas, de su aprendizaje y enseñanza, de las facultades cognitivas del ser humano, en general, y de sus estudiantes, en particular, y de la educación matemática como disciplina científica (Llinares et al., 1990).

Compromiso del profesor con su práctica docente. Se refiere a la disposición y actitud que tiene el profesor hacia su práctica docente, en términos de qué tanto se involucra, qué tanto le preocupa y, sobre todo, qué tanto le ocupa efectivamente. Se refleja en una serie de comportamientos, entre los cuales se pueden incluir el esfuerzo de investigación e innovación realizado por el profesor en su trabajo, la participación en los diversos asuntos relacionados con él, y el deseo e intención de continuar con su trabajo en el colegio.

DINÁMICA DEL ESTADO IDEAL DEL SIEM

Para construir el significado de las matemáticas escolares, en una institución educativa entran en relación los directivos, el grupo de profesores de matemáticas y el profesor como individuo. Los directivos, dado su papel de líderes en la institución, poseen el poder no sólo para ejecutar acciones, sino también para delegar responsabilidades y potenciar la actuación y toma de decisiones de los profesores en su ejercicio docente. Los profesores, por su parte, cuentan con el marco de referencia que se establece al interior del grupo de profesores de matemáticas y que obedece a la manera como en ese grupo se tejen los significados y valores de la cultura profesional del grupo. Esta cultura hace referencia a las connotaciones que toman el diseño curricular, el desarrollo profesional y la interacción entre los profesores que son miembros del grupo. A su vez, cada profesor interpreta ese marco de referencia y lo expresa en su práctica docente al interior del aula. En el ejercicio de la práctica docente de un profesor intervienen sus creencias sobre las matemáticas y su didáctica y el cuestionamiento que el profesor hace de ellas, sus conocimientos tanto de matemáticas como de la didáctica de las mismas, y el compromiso del profesor con todas las responsabilidades que su trabajo conlleva.

En una institución donde se presente una dinámica propicia para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, los elementos mencionados adquieren unas determinadas características. Allí, el liderazgo facilitador del rector promueve la comunicación estrecha entre él y el coordinador del grupo de profesores de matemáticas con respecto a las políticas y lineamientos generales de la institución. También potencia la capacidad de liderazgo del coordinador para que éste pueda llevar al grupo de profesores ideas, que deben desarrollarse colectivamente, sobre cómo concretar las políticas institucionales en el área. El coordinador, en ejercicio de su papel de líder del grupo de profesores, debe organizar y proponer una serie de actividades colectivas que promuevan la interacción entre los colegas del área. Al abrir espacios para tal interacción, él puede dinamizar el proceso de diseño curricular y, en especial, el de desarrollo profesional, entendido como el proceso colectivo que promueve la pertenencia de unas personas a un grupo que comparte conocimientos y prácticas propias de la disciplina que ejercen. La interacción profesional,

por su parte, es la dinámica que permite al profesor, como individuo, comenzar a autocuestionar sus creencias acerca de lo que son las matemáticas, como se enseñan y aprenden. Este cuestionamiento da lugar a que el profesor se interese en fortalecer su conocimiento tanto matemático como didáctico. Por otro lado, el compromiso del profesor con su práctica también es un motor para que el profesor se preocupe por el mejoramiento de su práctica docente. De esta manera se da en la institución escolar un funcionamiento de las matemáticas escolares que se revierte en una mejora de la calidad de la formación que en últimas recibe el estudiante.

La práctica docente es el ejercicio de la profesión de enseñar; incluye todo lo que el profesor hace o deja de hacer, junto con la forma de hacerlo, al relacionarse e interactuar con sus estudiantes, con sus colegas y con padres de familia, con respecto a lo que le compete como profesor. La práctica docente del profesor es un factor relevante del problema de estudio. Son varias las razones: es la manifestación concreta de los tres elementos considerados para el profesor, es donde confluye el impacto de la cultura profesional y el liderazgo de los directivos, y establece un nexo directo con los resultados escolares.

LA INVESTIGACIÓN EN PRIME I

En este capítulo se describe de manera general la investigación realizada en PRIME I. Se da cuenta del contexto en el que se llevó a cabo la indagación y se especifican algunas características tanto de los colegios participantes en el proyecto, como de la estrategia de desarrollo profesional que se llevó a cabo y que sirvió de base de interacción entre los participantes y los investigadores. También se presenta el diseño metodológico general que se siguió.

ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

El proyecto PRIME tiene como propósito a largo plazo iniciar la construcción de una red de colegios y de instituciones de educación superior que trabajen mancomunadamente para generar y mantener al interior de los colegios una dinámica que propicie y posibilite las acciones necesarias para llevar a cabo y evaluar los cambios que conduzcan al mejoramiento de la calidad de la formación matemática que logran los estudiantes. PRIME I, segunda fase del proyecto, tenía como objetivos, por un lado profundizar en la comprensión de la problemática de las matemáticas escolares al nivel de la institución, y por otro lado refinar el diseño de una estrategia de desarrollo profesional para directivos-docentes y profesores, ponerlo a prueba y evaluarlo. En este capítulo y en los siguientes se dará cuenta de lo realizado en el proyecto en torno al primer objetivo; lo relacionado con el segundo objetivo es tema del libro Perry (1998).

Con el modelo del SIEM como fundamento conceptual para adelantar la investigación, ésta se enfocó en el análisis de cinco elementos que en la fase exploratoria, MEN-EMA, se habían detectado como estructurales. Dichos elementos son:

- los roles del rector,
- el liderazgo del coordinador del grupo de profesores,
- la interacción profesional entre profesores,
- el sistema de creencias y el cuestionamiento del profesor,
- el compromiso del profesor con su práctica docente.

La selección de estos elementos del modelo obedeció a que alrededor de ellos se articulan la mayoría de las relaciones estructurales del sistema (Perry et al. 1996c, p. 48). Por lo anterior, conocer con mayor profundidad el estado de cada uno de esos elementos, sus funciones y relaciones con los demás era la manera más directa y eficiente de generar información y conclusiones que permitieran contrastar el modelo del SIEM con la realidad de la problemática de las matemáticas en los colegios.

El proyecto PRIME I involucró a un equipo de cinco investigadores de “una empresa docente” y a un grupo de directivos-docentes y profesores de quince colegios de Bogotá, Colombia. Por cada colegio debían participar cuatro personas, el rector, el coordinador del grupo de profesores de matemáticas y dos profesores de matemáticas de secundaria. El escenario principal en el que interactuaron los investigadores con los directivos y profesores participantes fue generado por la implementación de la estrategia de desarrollo profesional. Por tanto, una buena proporción de la información recolectada se obtuvo a través de la interacción en torno a la realización de las tareas y las actividades propuestas por la estrategia de desarrollo profesional. No obstante, se hizo un trabajo de campo en dos colegios con el fin de conocer más de cerca aspectos que pudieran contribuir a comprender el funcionamiento del SIEM en dichos colegios.

El estudio se centró en indagar acerca de las características de los cinco elementos, antes mencionados, y de las relaciones entre ellos, en los quince colegios participantes. Puesto que la estrategia de desarrollo profesional en la que se involucraron algunos de los miembros de los colegios era una perturbación externa al sistema, nos interesaba registrar de qué manera ella afectaba el estado de los elementos en cuestión. Por esa razón, los resultados de la indagación hacen alusión al estado inicial y al estado final del SIEM en los colegios participantes. Así, pues, por medio de una serie de instrumentos de investigación, principalmente cualitativos, se realizó una descripción de los cinco elementos estructurales en el momento en que se inició la estrategia de desarrollo profesional y en el momento en que estaba finalizando. De esta manera se pudo construir una descripción del SIEM en sus estados inicial y final. En los dos capítulos siguientes se presentan dichas descripciones.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Los colegios participantes

Para elegir a los quince colegios participantes en PRIME I se hizo una convocatoria a los rectores de ochenta colegios de Bogotá, entre oficiales y privados. Ellos debían asistir a una reunión en la que se presentarían detalles del proyecto y las condiciones para la participación. Respondieron cerca de treinta instituciones, de las cuales no todas cumplían con las condiciones requeridas —laborar en jornada de la tarde, número de profesores de matemáticas, disponibilidad del rector para participar en el proyecto y disposición de la institución para permitir la participación de dos profesores de matemáticas en el proyecto. El paso siguiente fue citar a entrevista a los rectores de los veinte colegios interesados en participar. Con dichas entrevistas se pretendía no sólo tener un contacto más cercano con los rectores

de los colegios con el fin de seleccionar los quince participantes de acuerdo con nuestra percepción de su grado de compromiso, sino también poder tener algunas primeras ideas sobre la percepción del rector sobre la problemática de las matemáticas en su colegio, sobre su visión del liderazgo de otros en la institución y sobre la organización que iba a tener el colegio para participar en el proyecto. Con base en criterios que ponderaban el cumplimiento de las diferentes condiciones requeridas, el equipo investigador eligió los colegios. Como resultado del proceso de selección se identificaron quince colegios de Bogotá, once oficiales y cuatro privados, con los que se inició el proyecto en septiembre de 1995.

El escenario de investigación: la estrategia de desarrollo profesional

La estrategia de desarrollo profesional para directivos y profesores, realizada a lo largo de catorce meses, se concretó a través de cuatro actividades complementarias de distinta naturaleza: el desarrollo de un trabajo de investigación-acción, la participación en una serie de seminarios, la participación en reuniones individuales de asesoría y la participación en un proceso de reflexión para escribir un artículo acerca del proyecto y sus resultados. El proyecto de investigación-acción fue el eje articulador de las otras tres actividades. En términos generales el trabajo propuesto a los participantes buscaba que ellos tuvieran una oportunidad para reflexionar sobre su propia práctica: los directivos, acerca de la complejidad de la problemática de las matemáticas en sus instituciones y del papel que ellos podían jugar en la búsqueda de soluciones institucionales; los profesores de matemáticas, acerca de sus visiones sobre las matemáticas escolares, su enseñanza y aprendizaje.

Para la aplicación de la estrategia se conformaron dos grupos de trabajo, el de los directivos-docentes —rector y coordinador del grupo de profesores de matemáticas¹— y el de los profesores de matemáticas. Aunque en sus colegios, directivos y profesores podían interactuar tanto como quisieran en relación con sus proyectos, las actividades planeadas por el proyecto para ambos grupos fueron independientes.

1. Aunque en el proceso de selección de los colegios se solicitó la participación del jefe del departamento de matemáticas, al proyecto asistieron personas que tenían diferentes funciones dentro de la institución. Según la estructura organizacional del colegio, en especial, del tamaño y la agrupación de los profesores por departamentos, áreas o simplemente grupos de profesores, quien asistió fue el jefe del departamento, el jefe del área, o el coordinador académico. De ahí que prefiramos dar a esta persona el nombre más general de “coordinador del grupo de profesores de matemáticas”, porque, independientemente del nombre que reciba su cargo por su ubicación formal dentro de la organización institucional, lo que permanece es su función como responsable de las actividades del grupo de profesores que enseñan matemáticas.

A continuación presentamos una descripción general de los cuatro componentes de la estrategia².

Trabajo de investigación-acción

Este trabajo que tomó ocho meses, propició un espacio para que los participantes realizaran pequeños proyectos de investigación-acción. Los dos directivos y los dos profesores de cada institución identificaron sendos problemas relacionados con su propia práctica, sobre los cuales tenían injerencia directa. Con base en un análisis del problema identificado planearon acciones concretas que podían solucionarlo de alguna manera, las llevaron a la práctica e hicieron una observación de los efectos derivados de la implementación de tal solución, después de lo cual procesaron y analizaron la información para llegar a tener algunos resultados y el respectivo reporte del trabajo.

Participación en seminarios

Para apoyar la realización de los proyectos de investigación-acción se llevaron a cabo seminarios con cada uno de los grupos de trabajo. Fueron reuniones en las que se abrió espacio para satisfacer dos propósitos. Por un lado, consolidar los dos grupos como comunidades de investigación-acción, en la medida en que allí se dieron oportunidades para presentar avances de los proyectos y para dar y recibir comentarios, críticas y sugerencias a los diferentes trabajos. Por otro lado, exponer las bases conceptuales para el desarrollo de los proyectos: la investigación-acción como metodología que posibilita la indagación y reflexión sistemática acerca de la propia práctica; temas relacionados con aspectos generales de la educación matemática como, por ejemplo, la noción de currículo; y, temas específicos de la educación matemática como, por ejemplo, la relación entre creencias del profesor acerca del conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje y la práctica en el salón de clase, los sistemas de representación y su influencia en la enseñanza y el aprendizaje.

Para directivos se realizaron ocho seminarios, distribuidos a lo largo de los primeros ocho meses del proyecto, cada uno de los cuales se llevó a cabo durante cuatro horas de un mismo día, en la jornada de la tarde. Asistieron los dos directivos representantes de cada colegio participante y tres investigadores de “una empresa docente” en calidad de coordinadores. Para profesores se realizaron tres seminarios, distribuidos a lo largo de los pri-

2. Para más información sobre la estrategia de desarrollo profesional se puede consultar Valero et al. (1998, pp. 22-27) donde se describe con detalle en qué consistió el trabajo de investigación-acción que los participantes llevaron a cabo; o Perry et al. (1996c) donde se describe con detalle el trabajo realizado por los directivos docentes (pp. 3-17) y por los profesores (pp. 17-36) y donde se presentan los diseños curriculares de los seminarios con ambos grupos (Anexos 1 y 2, pp. 70-103). También, para ver los artículos producidos por los participantes con base en sus proyectos de investigación-acción, ver Perry (1998).

meros ocho meses que duró el proyecto: concretamente ocurrieron en el primero, el quinto y el octavo mes. Cada uno de los seminarios se llevó a cabo durante veinte horas semanales, cuatro diarias, en la jornada de la tarde. Asistieron los dos profesores de matemáticas de cada colegio participante y tres investigadores de “una empresa docente” en calidad de coordinadores.

Participación en reuniones individuales de asesoría

Otra forma de apoyar la realización de los trabajos de investigación-acción se llevó a cabo a través de reuniones individuales de asesoría de los coordinadores del proyecto con directivos y profesores de cada uno de los colegios participantes, por separado. En la mayoría de los casos hubo tres reuniones que coincidieron con tres momentos importantes del trabajo: la definición del problema, la elaboración de un plan de acción y de observación, y la reflexión acerca de los resultados y la elaboración del reporte final del proyecto. En unos pocos casos se hicieron más o menos reuniones de asesoría de acuerdo con las necesidades de los participantes. Para lograr que esas reuniones fueran lo más eficientes posible se trabajó siempre sobre la base de un documento de avance del proyecto: se hacía una lectura crítica del documento antes de la reunión y los comentarios que surgieran servían para iniciar una discusión entre coordinadores y participantes.

Participación en una reflexión para elaborar artículos

Esta actividad desarrollada a lo largo de los últimos seis meses que duró el proyecto, giró en torno a la comunicación de resultados, fase que no por ser la última dentro del proceso de investigación deja de ser importante. Profesores y directivos de cada colegio participante debían escribir un artículo para ser publicado en alguna revista de circulación nacional o como parte de un libro. Este trabajo se presentó como una oportunidad muy interesante dentro del proyecto en dos sentidos. En primer lugar, para que los participantes pudieran reflexionar sobre el proceso vivido y reelaborar a posteriori su experiencia y los resultados de ella. En segundo lugar, para que pudieran completar su vivencia al enfrentarse a la problemática de escribir un texto coherente, estructurado, con un mensaje claro y sustentado.

En el proceso para elaborar sus artículos, los participantes de un mismo colegio fueron apoyados por un investigador de “una empresa docente” que no necesariamente había estado involucrado en la implementación de las otras tres actividades de la estrategia de desarrollo profesional. Para este efecto se estableció una dinámica de interacción en la que el investigador se comportaba como un interlocutor interesado en el proyecto. De esa manera, a partir del reporte de investigación, se hicieron y revisaron entre cuatro y cinco versiones de cada artículo hasta llegar a una calidad aceptable para la publicación.

DISEÑO METODOLÓGICO

En esta sección se explicitan cuáles fueron los elementos del SIEM alrededor de los que giró la investigación, cuáles los aspectos concretos de cada elemento en los que se profundizó y cuáles fueron las técnicas e instrumentos de investigación utilizados para abordar los aspectos mencionados.

Los aspectos de cada elemento

De cada uno de estos elementos interesa analizar:

Elemento	Aspecto	VARIABLES	Indicadores
Roles del rector	Visión del rector sobre la problemática de las matemáticas en el colegio	Definición del problema	Manifestaciones del problema Causas del problema Actores involucrados en el problema
	Visión del liderazgo de otras personas dentro de la institución	Definición de liderazgo	Manifestaciones del liderazgo Formas de promoción del liderazgo en otros Expectativas frente al ejercicio del liderazgo de los otros
Liderazgo del coordinador	Visión sobre el problema de las matemáticas en el colegio	Definición del problema	Manifestaciones del problema Causas del problema Papel del departamento en el problema Posibles soluciones al problema
	Visión de su liderazgo en el departamento	Comportamiento del coordinador en el grupo de profesores	Actividades que propone el coordinador Manejo que hace de las actividades
Interacción profesional	Vivencia de la interacción en el grupo de profesores	Características del intercambio entre profesores sobre asuntos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas	Causas que motivan los intercambios Contenido de los intercambios entre profesores Espacio de los intercambios Resultados y aportes de los intercambios

Tabla N° 1. Aspectos de los elementos relevantes dentro de la investigación

Elemento	Aspecto	VARIABLES	Indicadores
Sistema de creencias y cuestionamiento del profesor	Visión del profesor sobre las matemáticas	Concepción de las matemáticas	Naturaleza de las matemáticas Objetivo del aprendizaje y enseñanza de las matemáticas Utilidad de las matemáticas
	Visión sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas	Comportamiento del profesor en clase	Actividades que propone a los estudiantes Evaluaciones que propone a los estudiantes
Compromiso del profesor	Interés por las actividades de su práctica docente	Características de la preparación de clases	Tiempo que dedica a la preparación de clase Recursos que utiliza para la preparación de clase Productos que resultan de la preparación de clase
		Características de la participación en actividades del departamento	Realización de propuestas Aceptación de propuestas realizadas por otros Tiempo que dedica a actividades del departamento

Tabla N° 1. Aspectos de los elementos relevantes dentro de la investigación

Instrumentos de recolección de información

La información sobre los aspectos, variables e indicadores se recolectó a través de los siguientes instrumentos de investigación:

Cuestionarios. Este instrumento estuvo conformado por una lista de preguntas (abiertas o cerradas) que se le formuló a los participantes, con el fin de obtener información precisa sobre algún aspecto que interesaba a los investigadores. Este instrumento sirvió como apoyo a los otros, según las necesidades de recolección de información.

Documentos de trabajo. Estos fueron los escritos que elaboraron los participantes en las distintas etapas de los seminarios (tanto de profesores como de directivos) para presentar avances sobre la investigación-acción que realizaban. Los documentos finales de reporte de la investigación-acción también se incluyeron dentro de esta categoría.

Entrevistas guiadas. Estas fueron reuniones de los investigadores con los participantes, donde se asesoró la investigación-acción que ellos realizaban y donde se obtuvo información sobre algunos puntos relevantes que los investigadores deseaban explorar.

Exposiciones. Estas tuvieron que ver con la puesta en común ante el grupo completo de colegas de los avances que se iban realizando en el proceso de elaboración de la investigación-acción.

Formatos de análisis. Este instrumento consistió en tres formatos que los profesores debían completar para realizar un análisis matemático, cognitivo y didáctico que sirviera de base para la construcción de su proyecto de investigación-acción en el aula. Estos se recolectaron en dos versiones, una inicial y otra al final del proyecto, donde los profesores expresaban la base de su propuesta final de diseño curricular en el aula³.

Trabajo de campo. Se tomaron dos de los colegios participantes y se realizaron visitas para observar en la práctica lo que sucedía con los directivos y profesores en su ambiente cotidiano de trabajo.

La Tabla N° 2 presenta un resumen de los instrumentos que se utilizaron en la obtención de información sobre cada variable a lo largo de la investigación:

Elemento	Variable						
		Documentos de trabajo	Cuestionarios	Entrevistas guiadas	Exposiciones	Formatos	Trabajo de campo
Roles del rector	Definición del problema	X	X	X	X		X
	Definición de liderazgo		X	X	X		X
Liderazgo del coordinador	Definición del problema	X	X	X	X		X
	Comportamiento del coordinador en el grupo de profesores			X	X		X
Interacción	Características del intercambio entre profesores			X	X		X
Creencias y cuestionamiento	Concepción de las matemáticas		X			X	X
	Comportamiento del profesor en clase	X	X	X	X	X	X

Tabla N° 2. Resumen de los instrumentos de investigación

3. Una explicación más detallada de este instrumento aparece en p. 72.

Elemento	Variable						
		Documentos de trabajo	Cuestionarios	Entrevistas guiadas	Exposiciones	Formatos	Trabajo de campo
Compromiso	Calidad de la preparación de clases		X	X	X		X
	Actitud frente a la participación en actividades del departamento			X	X		X

Tabla N° 2. Resumen de los instrumentos de investigación

VISIÓN GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA EN LAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES

En este capítulo se presentan los resultados generales de la investigación realizada en el proyecto PRIME I. Estos se refieren a la descripción de los estados inicial y final del SIEM en los colegios participantes y al análisis de las razones que motivaron el proceso de transición de uno al otro. Se da cuenta de cómo se presentaron e interactuaron los cinco elementos estructurales señalados anteriormente y se muestran las influencias del esquema de desarrollo profesional adelantado con profesores y directivos sobre el estado inicial del SIEM en los colegios participantes. También se presenta una reflexión sobre otro tipo de factores externos que tuvieron gran impacto en la participación de los colegios en el proyecto.

ACLARACIÓN PARA COMENZAR

PRIME I inició sus labores en septiembre de 1995 con los quince colegios seleccionados. Sin embargo, desde el inicio y a lo largo del proyecto surgieron obstáculos en varias de las instituciones que fueron la razón primordial para que no llegaran hasta el final del proyecto o para que algunos de sus miembros desistieran de su participación en el mismo y en algunos casos fueran sustituidos por otro miembro del colegio. En lo que sigue se establecen en primer lugar cuáles fueron las condiciones reales de participación de los colegios y de sus representantes, y en segundo lugar se exponen someramente algunas de las causas que explican las circunstancias en las que se dieron esos retiros.

Sólo dos de los quince colegios que comenzaron el proyecto se retiraron formalmente y lo hicieron muy al inicio del mismo. En cinco colegios de los trece restantes, los profesores participantes abandonaron el proyecto en diferentes momentos del mismo y por diferentes razones. Sólo uno de esos cinco colegios contó durante todo el proyecto con la participación activa de los dos directivos (rector y coordinador académico). Otros dos colegios de los cinco mencionados no contaron en absoluto con la participación del rector; en ambos casos, el coordinador del grupo de profesores de matemáticas (un jefe de departamento y una coordinadora académica) tuvo que trabajar solo. Aunque los directivos de los otros dos colegios de los cinco mencionados llegaron hasta el final del proyecto, tuvieron una participación un poco errática.

En los ocho colegios restantes tanto directivos como profesores mantuvieron un nivel de participación en el proyecto bastante aceptable. De los dieciséis grupos de participantes, sólo dos (uno de directivos y uno de profesores) no estuvieron conformados por dos personas. Además, en cuatro

grupos de profesores y en tres grupos de directivos hubo en algún momento del proyecto que sustituir a uno de sus miembros; por tanto, se puede decir que de treinta personas que conformaron esos dieciséis grupos de trabajo, sólo veintitrés participaron en el proyecto desde su inicio hasta el final. Cabe mencionar que de estos ocho colegios, sólo en un caso el rector no participó; en su reemplazo asistió un profesor de matemáticas, quien trabajó colaborativamente con el jefe del departamento. Para terminar, también es importante destacar que uno de estos ocho colegios inició durante la realización de PRIME I, un proyecto de cambio estructural en el funcionamiento académico del plantel, lo que les modificó a directivos y profesores participantes las condiciones para llevar a cabo su trabajo en PRIME I (e. g., los profesores no tuvieron estudiantes con quienes poner a prueba el diseño de la secuencia de enseñanza que habían planeado) y consumió el tiempo que podían haber dedicado a PRIME I (e. g., los directivos estuvieron muy ocupados con la implementación del cambio y los profesores se encontraban realizando estudios formales de postgrado).

Algunas de las causas que se evidenciaron al hablar con profesores y directivos acerca del abandono o no participación sistemática en el proyecto, fueron:

- 1) El rector no tenía tiempo suficiente para atender de cerca el desarrollo de un proyecto que le exigía entrar en una interacción sistemática y frecuente con su compañero de proyecto.
- 2) Hubo una alta movilidad laboral de profesores y directivos —i. e., cambio de rector, traslado de profesores y directivos a otros colegios, planta incompleta de profesores. Esto hace que los proyectos se vean en estado de transición y que las personas perciban su presencia en el colegio como algo temporal, lo que incide en su comportamiento y compromiso que están dispuestas a hacer con lo que sucede en la institución.
- 3) Faltó apoyo de los directivos a los profesores y faltó compromiso de los profesores con su práctica. Ambos factores entraron en juego y generaron una situación tensa en la que no fue posible llegar a un acuerdo y en cambio se dio una lucha de poderes que condujo a la decisión de no participar.
- 4) No fue apropiado para profesores y directivos comenzar el proyecto cuando se estaba terminando el año lectivo pues fue necesario tomar decisiones que comprometían condiciones del año siguiente sin tener toda la información que se requería (e. g., un rector que estaba dispuesto a apoyar a sus profesores para que pudieran participar en el proyecto fue reemplazado en su cargo al comienzo de 1996, y quien lo reemplazó no tuvo la misma disposición de apoyo, por tanto, los profesores desistieron de su participación en el proyecto).

- 5) Las expectativas de algunos profesores con respecto a lo que les podía ofrecer el proyecto en términos de capacitación no fueron satisfechas inicialmente, razón por la cual decidieron no participar (e. g., un profesor esperaba conocer las teorías propuestas por diferentes escuelas de educación matemática y además consideró que como parte de su ejercicio profesional, en varias ocasiones había realizado lo que se le proponía como tarea en PRIME I; en una ocasión posterior aceptó ver diferencias entre lo que usualmente había hecho y lo que se le había propuesto hacer).

Como puede deducirse de todo lo anterior, las circunstancias que se vivieron en el proyecto no fueron óptimas para la recolección sistemática de información que se había planeado hacer. Por un lado, la cantidad de documentos de cada clase al inicio y al final del proyecto no coinciden y por otro lado, no siempre representan la información suministrada por la misma pareja de representantes de un determinado colegio. Así que no nos es posible dar información validada del estado inicial y final de un colegio en particular.

A pesar de las dificultades mencionadas anteriormente hemos seleccionado y validado tanto como ha sido posible la información que de manera general se recogió con relación a los cinco elementos que nos interesaba estudiar. Consideramos que dicha información es suficiente y relevante para ilustrar lo que pasa en la institución educativa con respecto a la enseñanza de las matemáticas escolares en secundaria.

DESCRIPCIÓN DEL SIEM

A continuación se presenta una descripción de los elementos y relaciones estructurales del SIEM en los colegios participantes, en su estado inicial — al comienzo del proyecto PRIME I— y al final¹, una vez concluidas sus actividades.

Estado inicial

Roles del rector

Al explorar la visión de los rectores con respecto a la problemática de las matemáticas en sus colegios, se indagó sobre los tipos de factores que para los rectores explican la existencia de la problemática. La mayoría de las respuestas encontradas a la pregunta ¿en qué consiste la problemática de las matemáticas en su colegio?, le dan una mayor importancia (65%) a la

1. De ninguna manera pretendemos afirmar que el estado final del SIEM en los colegios participantes sea un estado de equilibrio estable.

identificación de la problemática como la expresión del comportamiento de individuos y factores aislados. Estos factores son esencialmente tres:

- 1) El profesor: es reacio al cambio; es muy tradicional; le falta actualización; no sabe cómo transmitir sus conocimientos al estudiante; es autoritario y vertical; y no motiva a los estudiantes a sentir gusto por las matemáticas.
- 2) El estudiante: es perezoso, no tiene las bases suficientes, tiene baja competencia matemática que se refleja en su baja capacidad de formalización; a los estudiantes no les gustan las matemáticas.
- 3) Las matemáticas: son el “coco” del colegio; no hay conexión entre las matemáticas y la realidad.

Sin embargo, otro 35% de respuestas, dadas por rectores de ocho de los quince colegios seleccionados, asociaron la problemática con factores que son vistos como parte de la estructura académica, administrativa y social de la institución escolar. Aquí sobresalen aspectos como:

- 1) El trabajo del grupo de profesores de matemáticas: en el colegio es difícil lograr una coordinación de los profesores en el área y una unificación de criterios que permita mantener niveles similares entre los profesores. Además es difícil llevar un proyecto institucional al grupo de profesores para que se ponga en práctica.
- 2) La dificultad para tener profesores especializados: la disponibilidad de profesores idóneos y su estabilidad en la institución causa problemas al interior de la institución. También hay problemas con el nombramiento oficial de maestros.

Ningún rector mencionó, dentro de su visión de la problemática de las matemáticas en su colegio, factores asociados con la problemática como la expresión de un sistema institucional interconectado en el que los directivos perciben que ellos juegan un papel tanto académico, como administrativo y social.

Estos resultados sugieren que la visión del rector acerca de la problemática de las matemáticas al interior de la institución que dirige es muy limitada y no tiene claridad sobre cómo puede influir de manera sustancial en lo que sucede en ella. Además, esta visión limitada influye en que su relación con los otros actores involucrados en la problemática sea débil.

En el caso de su relación con el coordinador del grupo de profesores de matemáticas y, en especial, en la manera como el rector promueve el liderazgo del coordinador, se encontró que no hay una relación de toma de decisiones conjunta y tampoco una actitud de seguimiento y apoyo por parte del rector a las labores del coordinador. La mayoría de las respuestas (50%) muestran que el rector delega la toma de decisiones en forma irre-

flexiva al coordinador del grupo de profesores —i. e., delega sin una conciencia plena de las implicaciones que eso conlleva y sin justificaciones elaboradas para hacerlo ni estrategias para seguirle el rastro a las decisiones que toma el coordinador. Según 9.09% de las respuestas obtenidas, el rector impone sus decisiones al coordinador y en 33.3% restante hay una negociación para la toma de decisiones entre el rector y el coordinador del grupo de profesores con respecto a algunos puntos relevantes del funcionamiento del departamento. Por otro lado, se observó que hay muy poco seguimiento y apoyo del rector a la labor del coordinador. En 53.84% de los casos se encontró un apoyo y seguimiento casi nulos, en 15.38% algo de seguimiento y apoyo y en 30.76% restante bastante apoyo y seguimiento.

Es bastante interesante ver cómo hay una relación entre la visión del rector acerca de la problemática de las matemáticas, el tipo de relación que existe entre el rector y el coordinador en la toma de decisiones del departamento y el apoyo y seguimiento que da el rector al coordinador en la ejecución de las tareas que resultan de esas decisiones. En los colegios donde el rector tiene una posición un poco más clara acerca de su posibilidad de influir en la problemática como líder de la institución, hay una relación más cercana entre rector y coordinador, y también el rector ofrece al coordinador los medios necesarios para que implemente las acciones correspondientes a las decisiones tomadas conjuntamente. Pero también es de aclarar que esta situación se da en aproximadamente cuatro de los trece colegios participantes; en el resto no existe esta articulación.

Liderazgo del coordinador del grupo de profesores

La visión del coordinador del grupo de profesores de matemáticas sobre la problemática de las matemáticas escolares está centrada en la identificación de factores individuales y aislados (41.32% de los casos). Algunos reconocen que la problemática se asocia con factores relacionados dentro de una estructura académica institucional (36.36%) y tan sólo 9.09% reconoce que la problemática es expresión de una serie de factores institucionales interrelacionados.

El predominio de este tipo de visión se vincula con el hecho de que la mayoría (81.81%) de los coordinadores del grupo de profesores de matemáticas asume una función puramente administrativa que consiste en ser el transmisor de las decisiones de la rectoría o de la administración general del colegio. A pesar de este hecho, algunos coordinadores (27.27%) ejercen una función académica que consiste en la proposición de actividades de intercambio profesional entre los profesores del área a propósito de temas de enseñanza de las matemáticas.

Interacción profesional entre profesores

Al preguntar a los profesores participantes en PRIME I sobre aspectos relacionados con la interacción que sostienen en sus colegios con los demás

profesores del área en torno a asuntos propios de la educación matemática se encuentra que tal interacción es muy débil. En una proporción considerable de colegios (53.33%) se llevan a cabo reuniones de área en las que no se tratan aspectos relacionados con la enseñanza o aprendizaje de las matemáticas; en cambio, se abordan temas de carácter puramente administrativo — e. g., informes de comité, problemas disciplinarios de los estudiantes, actividades extracurriculares. etc. Por otra parte, se presenta alguna comunicación entre los profesores, pero ésta no propicia un espacio para comentar sus experiencias de aula y para desarrollar trabajos conjuntos. No existe un líder que promueva un trabajo serio y sistemático del área.

En los otros colegios (33.33%) ni siquiera existe un espacio institucionalizado ni programado, donde los profesores puedan intercambiar ideas y comentar experiencias relacionadas con su práctica docente. Eventualmente se reúnen cuando se presenta alguna necesidad inmediata de hacerlo. La comunicación entre los profesores es escasa y no existen trabajos que sean el resultado de un esfuerzo conjunto de los profesores.

Finalmente, en una pequeña proporción de colegios (13.33%) se cuenta con un espacio institucionalizado, periódico y programado, para realizar las reuniones de área. En estas reuniones se tratan aspectos que tienden más a la discusión de aspectos académicos que administrativos — e. g., la mortalidad académica de los estudiantes, el programa curricular de los cursos y la manera de dictar un tema. En estos colegios se presenta una comunicación entre profesores tanto en la reunión de área como fuera de ésta, en los descansos y a la entrada de la jornada laboral, y los profesores adelantan pequeños proyectos de área que son presentados a los colegas. Además, existe un líder que promueve los proyectos de área y lleva un seguimiento de los mismos.

Sistema de creencias y cuestionamiento del profesor

La información recogida sugiere que los profesores comparten una visión que oscila entre instrumentalista y platonista acerca de la naturaleza de las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. De forma muy simplificada se pueden caracterizar estos dos tipos de profesores así: el profesor instrumentalista ve las matemáticas como un conjunto de verdades y reglas asociadas con la autoridad; la enseñanza como la transmisión de conocimiento y el desarrollo de destrezas; y el aprendizaje como un proceso de recepción de conocimiento a través de la repetición, la memorización y la mecanización. El profesor platonista ve las matemáticas como un cuerpo estructurado de conocimiento puro; la enseñanza como un proceso mediante el cual el profesor explica, motiva y transmite las estructuras matemáticas al estudiante; y el aprendizaje como el proceso mediante el cual el estudiante comprende las estructuras matemáticas y su aplicación (Gómez, C. y Valero, 1995, p. 144). Para dar cuenta del sistema de creencias de los profesores, a continuación intentamos concretar someramente algunas de las creencias sobre

las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, y el grado de cuestionamiento de los profesores sobre ellas.

1) Creencias acerca de la naturaleza de las matemáticas: como análisis previo al diseño de la secuencia de actividades que los profesores debían implementar con el propósito de abordar un error y una dificultad específica de sus estudiantes en el aprendizaje de un tópico específico del contenido matemático del curso que los profesores habían escogido para trabajar, ellos debían realizar un análisis sobre tres dimensiones relacionadas con el tópico seleccionado:

- la dimensión matemática, es decir, el contenido matemático implicado en el tema (conceptos básicos, relaciones entre ellos, procedimientos asociados y formas usuales de representación de dicho conocimiento);
- la dimensión cognitiva, es decir, el proceso cognitivo que requiere la comprensión del tema por parte del estudiante (conceptos prerrequisitos, relación entre esos conceptos y el tema por aprender, y, errores típicos **propios** del tema y dificultades² asociadas);
- la dimensión didáctica, es decir, el proceso de enseñanza del tema (forma usual de presentar el tema para su enseñanza y relación hipotética entre esa forma de presentación y los errores y dificultades percibidos en los estudiantes).

Los profesores disponían de tres formatos diseñados por los investigadores, uno para cada dimensión, donde se les sugería realizar el análisis de cada una de estas dimensiones del tópico seleccionado en sus proyectos. Al examinar el trabajo hecho en el formato de análisis de aspectos del aprendizaje se observa que de las respuestas dadas a la pregunta cuáles son los conocimientos prerrequisitos para aprender el tema, 20.51% se refieren a conceptos, 2.56% a estructuras conceptuales, 15.38% a destrezas y 61.53% se refieren a temas generales. Es de destacar la baja o nula proporción de respuestas en las que se mencionan las estructuras conceptuales, los razonamientos o las estrategias como prerrequisitos relevantes para el aprendizaje. Las respuestas que se refieren a temas generales no se consideran como alusivas a estructuras conceptuales sino más bien como respuestas imprecisas y esa falta de precisión se

2. Entendemos en este proyecto que los errores típicos cometidos por los estudiantes en relación con un tema matemático pueden tener causas de diversa índole. Por ejemplo, puede tratarse de causas relacionadas con la naturaleza misma del conocimiento matemático (epistemológicas), con la forma en que se presenta y enseña el conocimiento a los estudiantes (didácticas) y con la comprensión que tienen los estudiantes para enfrentarse al nuevo conocimiento (ontogénicas). Las dificultades a las que nos referimos en este proyecto tienen que ver con la comprensión del estudiante.

interpreta así: los profesores consideran el conocimiento matemático como un conjunto de conceptos que reunidos constituyen grandes temas y, por tanto, no lo ven como una red de conceptos en la que son tan importantes los nodos como las relaciones mismas. Por otro lado, ven el conocimiento procedimental, fundamentalmente, constituido por destrezas, es decir, por procedimientos donde la forma de “hacer matemáticas” es seguir una secuencia rutinaria de pasos; no consideran, por ejemplo, procedimientos más elaborados donde se pongan en juego secuencias argumentativas o estrategias donde se requiera, además del manejo de las destrezas y el razonamiento, una dosis de creatividad.

- 2) Creencias acerca de la enseñanza de las matemáticas: con relación a la pregunta sobre cuáles son las actividades típicas que el profesor realiza en una hora de clase, la información recolectada señala que la mayoría de las respuestas dadas por los profesores se relacionan con actividades propias del desarrollo de la clase (72.7%), otras con las actividades de introducción (23.3%) y muy pocas con actividades de cierre (4%). En estas actividades de desarrollo, predomina una interacción controlada por el profesor (56% del total de respuestas) a través de actividades como la presentación del contenido (18%), resolución de ejercicios individuales propuestos por el profesor (16%) y resolución de dudas de los estudiantes por parte del profesor (12%). En actividades guiadas por el profesor, la introducción a la clase realizada a través de una motivación del profesor ocupa una proporción importante del total de respuestas (12%). En las actividades donde hay una interacción entre profesor y estudiante, las actividades centrales son aquellas donde hay un papel activo del profesor, como son la presentación de contenido y la resolución de dudas. Sin embargo, las actividades grupales que se realizan por iniciativa del profesor ocupan una proporción grande de respuestas (3% de 12% sobre el total de respuestas). Las actividades centradas en los estudiantes tan sólo corresponden a 4% del total de respuestas. Y las respuestas imprecisas son 3.3% del total.

Esta información sugiere que la mayoría de los profesores comparte una visión instrumentalista de la enseñanza, donde lo importante es la transmisión que hace el profesor de los contenidos y el trabajo mecánico que realizan los estudiantes individualmente para ejercitarse en la solución de ejercicios. Pocos profesores consideran su papel como el de guía y orientador que promueve la participación de los estudiantes. Esto se refleja en la falta de respuestas donde se indique la realización de actividades grupales desarrolladas totalmente por los estudiantes. Algo bastante llamativo es que frente a la pregunta formulada, donde se esperaban respuestas más centradas en las actividades que él realiza (e. g., presentar teoría, proponer problemas a los estudiantes, coordinar discusiones, etc.), los profesores contestaron describiendo una secuencia

de clase, donde en realidad se mencionan actividades generales que hacen parte de la secuencia y no las acciones específicas que realiza el profesor. Además, la mayoría de los profesores claramente habla de una secuencia conformada por: revisión del tema anterior – presentación del nuevo tema – ejercicios modelo – resolución de dudas – refuerzo. Esta secuencia muestra lo que es importante para ellos en la enseñanza: tener seguridad de que los estudiantes han “entendido” al encontrar que no tienen dudas, “enseñar” la teoría matemática a los estudiantes, “mecanizar” y “reforzar” el aprendizaje por medio de ejercicios tipo que todos realizan individualmente, y volver a preguntar si se entendió lo que se acabó de decir y hacer.

El tipo de actividades que realiza el profesor durante una hora de clase también se pudo observar a través de la descripción de la forma usual como presenta un determinado tema. La información recogida corrobora los resultados encontrados con el otro instrumento. Cabe destacar que 71% de las respuestas se refieren a actividades donde la interacción está centrada en el profesor, en tanto que sólo 8% se refieren a actividades centradas en el estudiante. Además de las actividades en las que la interacción se centra en el profesor, 71% se refieren a exposición de temas, y del total de respuestas, 29.16% corresponden a exposición del profesor.

En resumen, la visión de lo que puede pasar en clase durante la enseñanza —deducida de lo que expresan cuando se les pregunta sobre sus actividades típicas en clase y a partir del diseño de una secuencia de actividades— se reduce a la secuencia general mencionada anteriormente. Muy pocas respuestas dan detalles que permitan imaginar cómo se realiza la clase. Quizás esa falta de detalle, esa dificultad para especificar cuestiones, no necesariamente refleja que la enseñanza sea pobre (en términos de la cantidad de actividades y decisiones que los profesores hacen al enseñar) sino más bien que los profesores no tienen desarrollado un nivel alto de conciencia de lo que es su actividad y toman decisiones sobre su práctica docente de una manera no profesional (en el sentido de que las decisiones se toman de manera asistemática y con base exclusivamente en la intuición). También puede ser reflejo de que ven que hay una única manera de hacer las cosas, que es justamente la que ellos tienen.

- 3) Creencias acerca del aprendizaje de las matemáticas: la información obtenida a partir de las respuestas de los profesores a la pregunta sobre cuáles son las actividades típicas que sus estudiantes realizan durante una hora de clase muestra que 52.7% de las respuestas dadas por los profesores tiene que ver con actividades cognitivas centradas en el profesor, como por ejemplo, preguntarle a él para resolver dudas, desarrollar el trabajo propuesto por él o atender a sus explicaciones. 33% de las

respuestas evidencia la consideración de actividades cognitivas realizadas por los estudiantes y centradas en ellos, como son presentar y corregir tareas, discutir, trabajar en grupo, leer y analizar textos, comentar y escuchar a otros, pasar al tablero, jugar y solucionar problemas. En total, hay 85.7% de respuestas que se refieren a actividades cognitivas.

Es llamativo encontrar que hay 13.4% de respuestas de los profesores que identifican actividades no cognitivas centradas en el estudiante como actividades que el estudiante realiza dentro de su “aprendizaje”. Son bastante curiosas las respuestas donde se menciona lo que el estudiante no hace o hace mal según el juicio del profesor, por ejemplo, “los estudiantes hablan o molestan” o “no hacen nada”. En cuanto a actividades no cognitivas centradas en el profesor tan sólo hubo una respuesta que indica la revisión de los cuadernos por parte del profesor. Cabe anotar que en total, 53.6% de las respuestas de los profesores presenta actividades centradas en el profesor y 46.4% actividades centradas en el estudiante.

La información recolectada sugiere que el profesor no diferencia claramente entre lo que él hace como parte de su papel de “enseñante” y lo que es propio que hagan los estudiantes en su papel de “aprendices”. Además, el énfasis en el profesor refleja una visión particular del proceso de aprendizaje donde él domina las interacciones y controla lo que sucede en los procesos que realiza el estudiante.

Una buena proporción de las respuestas de los profesores al formato de análisis didáctico muestra que las actividades privilegiadas por los profesores como medio para lograr el aprendizaje, involucran a los estudiantes de manera muy pasiva: ellos deben atender las explicaciones del profesor, responder las preguntas que el profesor formula, darse cuenta de los puntos que el profesor muestra y destaca, repetir los procedimientos que el profesor expone, y ejercitarse. Una proporción de respuestas importante hace pensar que los profesores ven el proceso de comprender un tema matemático como un proceso de dar y recibir bajo unas ciertas condiciones que se podría describir de la siguiente manera: si en clase se han estudiado los temas que el profesor considera prerequisites para entender un cierto contenido y el profesor explica claramente dicho contenido y el estudiante atiende, entonces, de manera natural, el estudiante debe comprenderlo.

- 4) Cuestionamiento sobre las creencias: para obtener información con respecto al grado de cuestionamiento de los profesores se les formuló la siguiente pregunta:

Probablemente, cada uno de ustedes hace cosas diferentes dentro de su salón de clase y motiva a que sus estudiantes se comporten de una manera determinada. ¿Qué razones, además de las relacionadas con

la personalidad del profesor, explican el hecho de que existan esas diferencias?

En una buena proporción de respuestas (51.7%) se identificaron los factores institucionales como explicadores de las diferencias. 20.7% de las respuestas se centró en aspectos relacionados con el estudiante y con el profesor, y 6.9% con las matemáticas. Esto sugiere que los profesores no se reconocen como agentes involucrados directamente en el problema, sino que creen que el problema es generado por otros factores externos a ellos mismos como por ejemplo, tamaño del grupo, horarios, profesores de cursos anteriores, etc.

Compromiso del profesor

Según las respuestas de los profesores a preguntas relacionadas con la preparación de clase, se percibe que 49% de los profesores le da gran importancia a la preparación de clase, es decir, gasta un tiempo representativo en esta tarea. Describen su trabajo usando una o varias de las siguientes expresiones: “preparo clase en la casa, cada día de la semana”, “tengo un cuaderno para la preparación de clases”, “miro lo que voy a decir, cómo lo voy a decir y qué ejercicios son los adecuados”, “estudio el tema, no sólo en el texto guía, preparo ejercicios de varios libros”, “los sábados preparo lo de toda la semana”, “dedico aproximadamente cinco horas para este trabajo y tengo un cuaderno para las preparaciones”.

De otra parte, 43% le da alguna importancia a la preparación de clase, es decir, dedica algún tiempo a ésta. Dice que preparar es importante y describen lo que hacen de una o varias de las siguientes formas: “chequeo en dónde voy”, “leo el tema y miro los ejercicios”, “preparo por bloques, al principio del año planeamos los bloques, entonces ya está todo listo, no es sino escoger las actividades”, “escojo las actividades de clase”.

Finalmente, 8% restante no le da importancia a la preparación de clase y se justifican con argumentos como los siguientes: “sé como trabaja cada alumno y la clase la acomodo a las preguntas que ellos hacen”, “generalmente recuerdo lo del trabajo de antes”, “preparar clase a veces no funciona porque se encuentra uno con unos imprevistos”, preparar clase es encasillarse y obligar al alumno a trabajar dentro de un modelo que el profesor ha preparado”, otros simplemente expresan que sentarse a preparar clase, como tal, no sucede.

Estado final

Roles del rector

La visión del rector con respecto a la problemática de las matemáticas en su institución tuvo una leve modificación. Algunas de las respuestas hablan de factores aislados como manifestación de la problemática (38.46%). Una

proporción igual de respuestas considera que la problemática es el resultado de factores relacionados dentro de la estructura administrativa de la institución. Y, 23.07% de respuestas identificó la problemática como la expresión de un sistema institucional interconectado en el que el rector juega un papel tanto académico, como administrativo y social. Estos resultados difieren un poco en lo que se encontró en el estado inicial, sobre todo en lo concerniente al hallazgo de evidencia que sustenta la adopción de algunos de los rectores de esta visión institucional de las matemáticas escolares, evidencia que no se presentó anteriormente.

Esto muestra que el rector pudo darse cuenta de su papel como persona que sí puede ejercer un liderazgo en lo que toca a algunos de los procesos de la enseñanza de las matemáticas dentro de la institución. En los casos donde el rector se involucró en la realización del proyecto de investigación-acción, el rector pudo adquirir una visión distinta a la que tenía al inicio del proyecto. Sin embargo, en aquellos rectores que no se involucraron en la exploración de la problemática de las matemáticas en el colegio, no hubo un cambio en su percepción acerca de la problemática. De ahí que se haya mantenido, en todo caso, un alto porcentaje de respuestas en las que la problemática se seguía viendo como la manifestación de factores individuales y aislados.

Al observar lo sucedido con respecto a qué tanto el rector fomenta el liderazgo del coordinador del grupo de profesores se encontró que hubo una pequeña modificación. Los procesos conjuntos de toma de decisiones ahora representan 45.5% de las respuestas; tan sólo 9.05% de respuestas muestran que se siguió conservando un manejo impositivo de las decisiones, y en 45.5% de los casos se mantuvo una delegación irreflexiva de la toma de decisiones al coordinador del grupo de profesores. También puede decirse que en los casos de colegios cuyo rector comenzó a establecer una relación más cercana con el coordinador del grupo de profesores, hubo más apoyo y seguimiento a las labores del coordinador (38.46%). En los casos donde se seguían imponiendo las decisiones por parte del rector o donde había delegación irreflexiva, se mantuvo un apoyo nulo (esto en 38.46% de los casos) o se dio muy poco apoyo por parte del rector (23.07% de los casos).

Estos resultados muestran que si bien hubo unas modificaciones que indican en algunos colegios una situación más deseable donde el rector tiene una visión de la problemática desde una perspectiva institucional y además estrecha su relación con el coordinador tanto en la toma de decisiones como en el seguimiento y apoyo que realiza a la ejecución de tales decisiones, también hubo varios casos donde la situación no presentó modificaciones considerables.

Liderazgo del coordinador del grupo de profesores

Se observaron algunas modificaciones con respecto a la visión del coordinador del grupo de profesores sobre la problemática de las matemáticas en el colegio. La mayoría (72.72%) de los coordinadores identificó la problemática como la manifestación de factores relacionados dentro de la estructura administrativa del colegio. Otro grupo de coordinadores tiene una visión o bien como factores individuales o como factores del sistema institucional (27.27% para cada uno). En comparación con los resultados encontrados en el estado inicial, hubo un desplazamiento de algunos coordinadores que antes tenían una visión de factores aislados a las otras visiones.

Este hecho se asocia con un cambio en las actividades que el coordinador propone al grupo de profesores que tiene a su cargo. Hubo un aumento en la proporción de coordinadores que realizan actividades académicas y no sólo administrativas. Sin embargo se sigue manteniendo un porcentaje importante (54.54%) de coordinadores que siguen ejerciendo una función puramente administrativa.

Interacción profesional entre profesores

Se percibieron algunas modificaciones con relación a la interacción profesional de los profesores en sus colegios. En un porcentaje mayor (41.66%) los profesores tomaron conciencia de la importancia de contar con un espacio y unas condiciones propicias para la interacción con sus colegas, y es así como se presentó una mayor comunicación de sus experiencias y un mejor ambiente para trabajar aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas al interior de su colegio

Otro grupo de profesores (25%) no modificó sus condiciones en el colegio, de tal manera que favoreciera una mejor interacción profesional, sin embargo uno de los aportes importantes a la reunión de área fue la socialización del proyecto PRIME, pues sirvió de referencia y de ejemplo de lo que se podría trabajar en ella. Cabe mencionar también, que el hecho de que no se haya modificado la situación en estos colegios, también tiene que ver con el desconocimiento por parte de los profesores acerca de lo que podrían realizar en el área y que les aportaría a su práctica docente.

Finalmente, 33.33% de los colegios ni siquiera tomó conciencia de la importancia de contar con un espacio propicio para la interacción entre profesores y de los efectos que esta interacción puede tener en su práctica docente, y por tanto, no se abrió ningún espacio para generarla.

Sistema de creencias y cuestionamiento del profesor

Como es bien sabido en la literatura relacionada con las creencias del profesor, el cambio en el sistema de creencias es un proceso lento que requiere de una serie de condiciones externas e internas al sujeto, que no es posible lograr en un lapso tan corto como el tiempo que duró el proyecto PRIME I.

Por tanto, sería iluso pensar que la experiencia vivida hubiera generado cambios en el sistema de creencias y que éstos fueran permanentes. Sin embargo, la hipótesis del proyecto es que la estrategia de desarrollo profesional propuesta permite iniciar un proceso de cuestionamiento sobre las creencias de los profesores.

- 1) Creencias acerca de la naturaleza de las matemáticas: al examinar el trabajo realizado por los profesores para elaborar el formato de análisis cognitivo se observa que de las respuestas dadas a la pregunta cuáles son los conocimientos prerrequisitos para aprender el tema, 26.53% se refieren a conceptos, 2.04% a estructuras conceptuales, 26.53% a destrezas, 2.04% a razonamiento y 42.85% son respuestas consideradas imprecisas por cuanto son temas generales. Al comparar estos porcentajes con los del estado inicial se ve una pequeña reducción en la proporción de respuestas imprecisas y en cambio un aumento en las respuestas que establecen destrezas como conocimientos prerrequisitos relevantes para el aprendizaje; sin embargo, la proporción de respuestas imprecisas sigue siendo muy alta. Esa situación parece indicar que el trabajo de los profesores en torno a la estructura matemática fue deficiente, faltó precisar más conceptos asociados con el asunto.
- 2) Creencias acerca de la enseñanza de las matemáticas: al observar las respuestas de los profesores se encuentra que la mayoría se refiere a actividades propias del desarrollo de la clase (74.6%). De las respuestas referidas a actividades del desarrollo de la clase hay 39.4% que reflejan una interacción del profesor con los estudiantes, 28.2% muestran la realización de actividades centradas en el profesor y tan sólo 7% de actividades de enseñanza centradas en los estudiantes. Si se discriminan las respuestas de acuerdo con el tipo de actividad realizada, se observa que 25.4% de las respuestas se refieren a actividades de presentación del contenido por parte del profesor (16.9%) y un poco por parte de los estudiantes en interacción con el profesor (7%). En segundo lugar, se encuentran las actividades que tienen que ver con resolución de dudas e inquietudes. La mayoría de estas actividades se realiza en intercambio entre el profesor y los estudiantes (9.9%). Otro tipo de actividades que ocupa un porcentaje importante de las respuestas es el de actividades grupales (15.5%), la mayoría realizadas en coordinación entre profesor y estudiantes (14.1%). En cuanto a las actividades introductorias a la clase (22.5%), predominan las respuestas que indican actividades centradas en el profesor, como son la motivación (9.9%) y en segundo lugar la revisión de la tarea y el llamado a lista o verificación de asistencia (cada una con 5.6%). Hay una mínima cantidad de respuestas que indican una interacción entre el profesor y los estudiantes en esta etapa introductoria de la clase (1.4%). Asimismo, hay muy pocas respuestas que indican la realización de actividades de cierre. Además, de estas pocas,

todas están centradas en el profesor (2.8%). Es de notar que los profesores nuevamente interpretaron que la pregunta que se les hacía se refería a la descripción de la secuencia de clase. Todos contestaron lo mismo y no hubo ninguno que enfocara la pregunta por otro lado o que hiciera otro tipo de comentarios.

Se observa un leve cambio en las respuestas que indican actividades propias del desarrollo de la clase (de 72.7% a 74.6%). Este cambio parece no ser significativo, lo cual indica que los profesores siguen considerando que esta secuencia introducción - desarrollo - cierre en las actividades de enseñanza es normal. En segundo lugar, si se pueden observar algunos desplazamientos en los porcentajes de respuestas que se relacionan con actividades específicas de cada grupo de actividades. Dentro del grupo de actividades de introducción hubo una variación que se manifiesta en el aumento de actividades centradas en el profesor (de 16.7% a 21.1%) y en la disminución de actividades donde está presente una interacción profesor-estudiante (de 4% a 1.4%). En cuanto a las actividades de desarrollo, hubo un aumento considerable en el porcentaje de respuestas que indican una interacción entre profesor y estudiantes (de 12% a 39.4%) y, por lo tanto, una disminución en las actividades puramente centradas en el profesor (de 56% a 28.2%). El porcentaje de respuestas que indican presentación del contenido de la clase por parte del profesor tuvo una leve variación que parece no ser significativa (de 18% a 16.9%). En las actividades que muestran una interacción entre profesor y estudiantes, hay un aumento considerable en el porcentaje de respuestas que indican actividades grupales (de 3.3% a 14.1%), en la solución de dudas (de 2% a 9.9%) y en la presentación de contenido (de 2.7% a 7%). Los cambios anteriores parecen sugerir que hubo una modificación en los profesores en cuanto a lo que ellos dicen ver como actividades propias de su enseñanza. El mencionar actividades donde los estudiantes están más presentes significa que hay una mayor conciencia de la importancia de ellos como eje central del proceso de enseñanza. Esto, de acuerdo con lo indicado anteriormente puede significar que hubo un desplazamiento hacia una visión más constructivista de la enseñanza de las matemáticas.

Hay dudas con respecto a la pertinencia de la pregunta formulada para lo que se deseaba “medir” con ella. Si la pregunta esperaba respuestas muy distintas a las que se obtuvieron en las dos ocasiones, hay una duda sobre la pregunta misma. Ahora bien, si se asume, como se hizo anteriormente, que la respuesta justamente refleja lo que para esos profesores es la enseñanza, una receta y un algoritmo predeterminado, entonces los resultados tienen un poco más de sentido, pero en todo caso la conclusión no puede ser tan contundente porque, si el cambio hubiese sido un poco más fuerte, tal vez los profesores en la segunda respuesta a la

pregunta, hubieran podido contestar cosas diferentes. Así que, aunque sí parece haber evidencia para afirmar que se dio una modificación en la visión de los profesores con respecto a lo que es la enseñanza de las matemáticas, ésta fue leve.

Por otro lado, el tipo de actividades de enseñanza, observado a través de la descripción del diseño hecho por los profesores durante el proyecto PRIME I, muestra que 19% de las respuestas se refieren a actividades donde la interacción está centrada en el profesor, en tanto que 37% se refieren a actividades centradas en el estudiante y 44% se refieren a actividades donde la interacción está repartida entre el profesor y el estudiante. Además, de las actividades en las que la interacción se centra en el profesor sólo 33% se refieren a exposición de temas, y del total de respuestas 6.25% corresponden a exposición del profesor. Al comparar estos porcentajes con los del estado inicial se ven cambios significativos en lo correspondientes a la interacción entre profesor y los estudiantes y también en lo correspondiente a exposición del profesor. Sin embargo, estos cambios fuertes no evidencian cambios en las creencias de los profesores, ni tampoco en su práctica, son sólo índices de la posibilidad que tienen los profesores de ver y hacer su enseñanza de manera distinta si se crean oportunidades apropiadas y suficientemente interesantes para ellos.

- 3) Creencias acerca del aprendizaje de las matemáticas: con respecto a la pregunta sobre el aprendizaje, el porcentaje de respuestas que indica actividades cognitivas centradas en el profesor y en el estudiantes es el mismo (34.2%). Con respecto a las actividades cognitivas centradas en el profesor, se encontraron respuestas como “los estudiantes preguntan al profesor” o “atienden a sus explicaciones”. Con respecto a las actividades centradas en el estudiantes, se encontraron respuestas como “los estudiantes trabajan” o “participan”. En relación con las actividades no cognitivas, se encontró 7.6% de respuestas relacionadas con actividades no cognitivas centradas en el profesor y 24.1% de respuestas que indican actividades no cognitivas de los estudiantes. En esta categoría se encontraron respuestas como “los estudiantes se ubican en el salón, preparan sus materiales de trabajo, hablan de cosas que no son de la clase y molestan”.

Se puede observar que hubo una disminución significativa en cuanto al porcentaje de respuestas que se refiere a actividades cognitivas centradas en el profesor (de 52.7% a 34.2%). Pero al contrario de lo que podría esperarse, que hubiese un aumento en las respuestas relacionadas con actividades cognitivas de los estudiantes, se presentó un aumento en las actividades no cognitivas centradas en los estudiantes (de 13.4% a 24.1%). El porcentaje de respuestas en la categoría de actividades cognitivas centradas en el estudiante se mantuvo similar (33% y 34.2% res-

pectivamente para cada una de las veces en que se aplicó la prueba). Por otro lado, también hubo un aumento en las respuestas que indicaban actividades no cognitivas centradas en el profesor (de 0.9% a 7.6%). Estos resultados sugieren que no hay evidencia para afirmar que se presentó un cambio en la visión de los profesores con respecto a lo que es el aprendizaje de los estudiantes. Es sorprendente encontrar respuestas que, esta vez en mayor proporción, indican que el profesor no tiene claro qué significa el aprendizaje ya que identifica como actividades de aprendizaje un tipo de acciones del estudiante que poco o nada tiene que ver con el desarrollo de procesos cognitivos.

Este resultado parece estar en contradicción con los resultados de la pregunta anterior sobre la enseñanza, ya que si bien para ésta se afirmaba que había una aparente modificación del profesor con respecto al estudiante como elemento central de la enseñanza, estos resultados parecen indicar que el profesor en realidad no comprende lo que le sucede al estudiante en su aprendizaje.

Las respuestas de los profesores al formato de análisis didáctico sugieren que no hay evidencia para afirmar que se haya presentado un cambio en la visión que tienen con respecto a lo que es el aprendizaje de los estudiantes.

- 4) Cuestionamiento sobre las creencias: las respuestas a la pregunta sobre las posibles razones que explican las diferencias de prácticas docentes de dos profesores mostraron que hubo 37.7% de explicaciones asociadas al profesor, 31.2% de razones que indicaba otro tipo de factores no considerados anteriormente, como la influencia de los asesores de “una empresa docente”, el trabajo colectivo con el compañero de investigación, la falta de tiempo o incluso respuestas que en realidad no contestaban a la pregunta formulada. Otro porcentaje considerable fue el encontrado a respuestas donde el estudiante y sus comportamientos explican el desarrollo de la actividad (24.5%). Y en una proporción bastante menor se identificaron factores institucionales y de las matemáticas mismas como explicación (3.8%). Estos resultados sugieren que los profesores sí se reconocieron como los responsables principales de que haya o no funcionado la actividad que diseñaron. Al comparar los resultados de los dos semestres se encuentran algunas diferencias. En primer lugar aumentó la proporción de respuestas de la categoría del profesor (de 20.7% a 37.7%). Hubo también un leve aumento (de 20.7 a 24.5%) en la categoría de factores asociados con los estudiantes. Se observó una disminución notable en los factores relacionados con la institución (de 51.7% a 3.8%); y por el contrario un aumento en la categoría de otros factores (de 0% a 31.2%). Estos resultados muestran que los profesores se reconocen a sí mismos como factor que interviene fuertemente en lo que sucede dentro del salón de clase.

Vale la pena destacar dos hechos que ayudan a justificar la afirmación de que, por lo menos, se inició un proceso de cuestionamiento en los profesores por razón de la estrategia de desarrollo profesional. En primer lugar, los profesores hicieron conciencia de aspectos muy importantes para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, entre los cuales se pueden mencionar:

- la existencia de los dos tipos de conocimiento matemático (el conceptual y el procedimental) y la relación que es posible establecer entre ellos,
- la existencia de los diferentes sistemas de representación y los beneficios que, para la comprensión, tiene su utilización,
- la complejidad (en términos de las operaciones mentales que se ponen en juego) que hay detrás de una tarea de aprendizaje,
- la relación que puede haber entre los errores de los estudiantes y la enseñanza.

Aunque esa conciencia no se traduzca necesariamente en un cambio de creencias, ni siquiera en un cambio de práctica, es un hecho que los profesores vivieron una experiencia innovadora que se constituye en un marco de referencia que presenta una visión alternativa de la enseñanza de las matemáticas.

En segundo lugar, teniendo en cuenta la evaluación que los profesores hicieron de la estrategia de desarrollo profesional en la que se involucraron, hay una gran cantidad de respuestas que indican que la experiencia vivida propició un ambiente favorable para la reflexión acerca de temas que ellos consideran de vital importancia para su actividad. Algunos casos que apoyan lo dicho son los siguientes:

[Los seminarios] Me aportó [aportaron] cosas importantes: cambió el estilo del trabajo en el aula, la visión de otras perspectivas de trabajo, ver que también como docente me equivoqué al considerar que el estudiante sabe todo.

[Los seminarios me aportaron] El espacio para hacer una reflexión sobre mi trabajo y pensar más a fondo qué es lo que les pasa a mis alumnos cuando yo les enseño y para sistematizar muchas ideas que tenía pero sueltas.

Los temas en matemáticas nos parecen sencillos y pensamos que nuestros alumnos los están entendiendo. El proyecto nos enseña a abordar dificultades en forma elemental, aunque requiere preparación.

Compromiso del profesor

Para el estado final, los cambios encontrados no son muy significativos. Sin embargo, la participación de los profesores en el proyecto les dio un nuevo significado para la preparación de clase: al finalizar la experiencia, preparar clase no sólo se refería a la lista de temas y ejercicios que se van a proponer a los estudiantes, sino que también incluía un análisis desde varios puntos de vista (el matemático, el cognitivo y el didáctico) y tenían siempre presente el logro de una mejor comprensión del estudiante. Los profesores comentaron que el tipo de actividades como las que hicieron alrededor del proyecto fueron muy valiosas sobre todo en lo que tiene que ver con los logros de los estudiantes. Sin embargo, este tipo de actividades requiere de mucho tiempo y dedicación, compromiso y disposición, aspectos que no siempre se favorecen en el colegio donde trabajan.

INFLUENCIA DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO PROFESIONAL EN ASPECTOS DEL SIEM

A continuación se presenta una reflexión sobre distintos aspectos tanto de la estrategia misma como del SIEM que pretende explicar la manera como la estrategia de desarrollo profesional realizada con los directivos y profesores de los colegios participantes influyó en lo sucedido en los colegios.

Características de la estrategia

Varias características propias de la estrategia de desarrollo profesional implementada pudieron influir para que en unos casos (los casos de los siete colegios que se involucraron completamente y finalizaron el proyecto a cabalidad) se haya presentado una dinamización del SIEM hacia un estado final que tiende a favorecer una mejor calidad de la enseñanza de las matemáticas en el colegio. Estas mismas características pudieron contribuir a que en otros casos no se haya logrado una alteración de los elementos y las relaciones estructurales o ni siquiera se haya logrado entrar al sistema (este es el caso de los dos colegios que se retiraron por completo). Estas características son de dos tipos y se exponen a continuación.

La naturaleza de la estrategia

La tarea que se les propuso realizar a directivos y profesores fue una influencia externa que pudo perturbar varios subsistemas del Sistema Institucional de la Educación Matemática en algunos de los colegios y personas participantes en PRIME I.

Para el rector que se involucró plenamente en el proyecto, realizar una investigación-acción fue una tarea que puso en juego su liderazgo en la medida en que le exigió, entre otras cosas: tomar decisiones que tenían que

ver con el funcionamiento de una parte del colegio que dirigen; buscar maneras de sacar adelante un proyecto en el que la institución y él mismo se habían comprometido; y, buscar maneras de potenciar el liderazgo del coordinador del grupo de profesores de matemáticas para que él, a su vez, encontrara cómo generar un ambiente y una dinámica de trabajo en el grupo de profesores en la que fuera posible la participación y la colaboración de todos tanto en el proyecto de directivos como en el de los dos profesores participantes en PRIME I. Para el coordinador que participó a cabalidad en el proyecto interactuando de manera especial con el rector en torno al funcionamiento del área que tiene a su cargo, desarrollar un proyecto de investigación-acción fue una tarea que puso en juego su liderazgo en la medida en que le exigió darse cuenta de la complejidad que hay en la activación profesional del grupo de profesores que coordina y realizar acciones para liderar los procesos de intercambio y desarrollo profesional y de diseño curricular. Para el profesor que participó en el proceso total, desarrollar un proyecto de investigación-acción centrado en un problema específico de enseñanza o aprendizaje fue una tarea que puso en juego su conocimiento profesional y sus creencias en la medida en que le exigió comprender algo de los múltiples factores que intervienen en su ejercicio docente y cuestionarse acerca de la manera como usualmente realiza su práctica docente.

La realización de tal tipo de trabajo pudo influir en el liderazgo del rector y del coordinador debido, también, a que les reveló un enfoque y una metodología apropiada para lidiar con las situaciones que deben enfrentar a diario en su cargo. La investigación-acción es una herramienta de la cual los directivos y profesores se apropian fácilmente como manera de organizar y sistematizar un poco más su acción cotidiana. Para ambos es una metodología sencilla que permite diseñar proyectos que pueden llevarse a cabo por completo. A pesar de esta ventaja, para otros la presentación de un esquema de indagación que no concuerda con sus preconcepciones del formalismo de la investigación es un obstáculo para involucrarse en el proceso. Este pudo ser el obstáculo de un profesor que ya realizaba algún tipo de trabajo de indagación y esperaba una formación más formal.

Por otra parte, la investigación-acción requiere de la conformación de un grupo de investigación para la realización conjunta del proyecto. La socialización de los procesos y el apoyo de los compañeros en el mismo es un factor importante para la puesta en práctica de los planes de acción y la validación de los resultados. En el proyecto se constituyeron varios subgrupos: uno conformado por las parejas de profesores de cada colegio, uno por las parejas de directivos de cada colegio, otro por los cuatro participantes de cada colegio, otro por todos los profesores de los colegios y otro por los directivos. Los principales efectos de este trabajo colectivo fueron:

- los rectores y coordinadores pudieron conformar un equipo de trabajo que permitió un desarrollo de las funciones académicas de ambos;
- los profesores de cada colegio tuvieron la oportunidad de intercambiar sus ideas y experiencias no sólo con su compañero, sino también con los otros colegas del departamento de matemáticas.

En los casos en que los dos grupos de investigación de cada colegio se fortalecieron e intercambiaron sus experiencias, se dio una expansión de esta actitud de trabajo colectivo dentro del resto de profesores que hacen parte de la institución. En este sentido, la estrategia perturbó no sólo los elementos y relaciones estructurales, sino también los otros elementos, en especial los de la cultura profesional, como son el diseño curricular y el desarrollo profesional.

Las condiciones de manejo de la estrategia

Existe otra serie de factores que se relacionan con la manera misma como el grupo de coordinadores de “una empresa docente” manejó la realización y puesta en práctica del diseño de la estrategia. Estos factores son importantes de resaltar no sólo por los efectos positivos o negativos que pudieron tener en el SIEM de los colegios, sino porque son los factores que de manera más fuerte influyen la replicabilidad de la estrategia por parte de otro grupo de investigadores-profesores universitarios.

En primer lugar, se puede citar el estilo de administración. Una de las características fundamentales fue la organización detallada de los intercambios con los participantes en las distintas componentes de la estrategia, la puntualidad para el inicio de las reuniones y el cumplimiento de las citas, y la abundancia y presentación de los materiales de trabajo. Estos rasgos están favorecidos por el estilo de trabajo de “una empresa docente” y por las facilidades de una institución privada como la Universidad de los Andes; son rasgos que dejan ver a los participantes la importancia del proyecto para los coordinadores y para las entidades financiadoras que invierten sus recursos en ellos. Esto genera en los participantes un compromiso para tratar de sacar adelante sus proyectos.

Sin embargo, también la excesiva rigidez de la organización hizo que se asumieran posiciones bastante exigentes con los participantes en cuanto al cumplimiento del horario de los seminarios, de las citas y de la entrega de los reportes y documentos de avance. Si bien esto pudo ser el mecanismo de control para muchos, también fue motivo para que otros se sintieran demasiado presionados y quisieran retirarse del proyecto.

En segundo lugar, se puede considerar la forma de interacción de los coordinadores con los participantes caracterizada por el constante seguimiento a los proyectos. Esto se manifestó en una actitud de motivación per-

manente, de aviso previo sobre las reuniones y tareas para las reuniones y de indagación sobre la falta de asistencia a reuniones o citas. Para muchos de los casos de colegios que en algún momento tuvieron dificultades, esta actitud ayudó a no desfallecer y a seguir adelante. Lo complicado de asumir esta actitud está en los costos de tiempo que implica y en el esfuerzo alto que hay que hacer para lograr un compromiso de los participantes con el proyecto.

Las condiciones del SIEM

La mayor o menor influencia de la estrategia en el SIEM de los colegios participantes depende en buena medida de la serie de factores propios del sistema escolar y de los valores que toma cada uno de los elementos y relaciones del SIEM en cada institución. El esquema de la Figura N° 3 representa algunas de estas restricciones en cuanto a los factores externos a la institución que afectan al sistema, a algunos de los elementos y sus interrelaciones como son los roles de los directivos, tanto del rector como del coordinador del grupo de profesores, las características de la cultura profesional del grupo de profesores y las visiones de los profesores.



Figura N° 3. Interrelación entre algunos factores del SIEM

Los factores externos

Una posición que se ha mantenido en el proyecto PRIME es que, a pesar de los grandes condicionantes que el sistema educativo impone al funcionamiento de los colegios en cuanto a sus recursos, condiciones de los profesores y demás restricciones que imposibilitan el desarrollo de procesos educativos de calidad, es posible trabajar con los colegios para lograr mejoras sus condiciones. Sin embargo, el hecho de que no se mencionen no quieren decir que se ignoren porque son factores que pesan bastante en la ejecución de una estrategia de desarrollo profesional como la propuesta. Vale la pena mencionar dos de estas grandes restricciones, que tienen que ver con el ofrecimiento de una infraestructura para el proceso de cambio educativo y con los recursos disponibles en las instituciones para ese proceso.

En este momento se ha abierto un marco legal para que se pueda dar un cambio en el sistema educativo colombiano. Si bien los PEI han sido el inicio de ese cambio en la mayoría de los colegios, no es claro cómo se esté brindando un apoyo concreto a los colegios para que pueda haber una aplicación real de la legislación y las propuestas de cambio. Lo que se ha observado en los colegios participantes es que no hay una preparación real ni de los directivos ni de los profesores para llevar a la práctica las propuestas de la Ley General de Educación. PRIME I, como un esquema de desarrollo profesional, ofrece una propuesta concreta para generar una dinámica de cambio en los colegios que permita disminuir la brecha entre la teoría y la práctica.

En los colegios participantes se ha notado una deficiencia muy grande en sus recursos humanos y financieros, que se convierte en una incapacidad de las instituciones para tener las condiciones mínimas adecuadas para el trabajo. La falta de materiales, el exceso de trabajo para los profesores, la ausencia misma de profesores en los colegios son factores que obstaculizan el ejercicio de una labor docente de calidad. El gran cuestionamiento es que por más dinero que se invierta en capacitación, si finalmente el profesor no cuenta con las condiciones mínimas aceptables para su trabajo, entonces no se puede pretender que haya un cambio verdadero y sólido.

La institución educativa

No se puede ignorar el hecho de que existe una interacción y una mutua dependencia entre lo que pasa en el sistema educativo como un todo y lo que pasa en las instituciones educativas. Si bien es importante que haya un espacio de cambio en el sistema dado por el cambio de legislación, es sumamente importante que se adelanten acciones concretas en los colegios para transformar la educación.

En el ámbito de las instituciones educativas, lo más importante de resaltar es el problema de la inestabilidad de la organización escolar. Por un lado, el hecho de que los colegios oficiales (e incluso los privados) no ten-

gan una estabilidad grande en su cuerpo de directivos y de docentes genera la falta de continuidad en la realización de proyectos. Por otro lado, el mismo sistema de nombramiento de los profesores y directivos se hace sin criterios determinados, lo cual genera una situación de poco compromiso de los profesores y directivos con la institución. Si no se emprenden labores decididas para ganar estabilidad en el sistema institucional, las iniciativas de cambio tampoco serán exitosas pues no se puede asegurar continuidad en los proyectos y planes iniciados.

Los elementos del SIEM

1) Directivos

Con respecto a los directivos se ha observado que existen varios puntos claves que explican el mayor o menor funcionamiento de la estrategia en los colegios participantes. En primer lugar, se ha notado que en la mayoría de los casos los rectores no poseen herramientas suficientes para ejercer su función de la mejor manera posible. La labor del rector es muy compleja no sólo por el manejo administrativo de los planteles, sino también por el liderazgo académico que debe asumir. Frente a lo último, los rectores tienen limitaciones en emprender una acción reflexiva y sistemática para abordar las problemáticas del colegio en las diversas áreas. Y con el coordinador del grupo de profesores de matemáticas, además de suceder algo similar, hay problemas de relación con sus colegas debido a factores externos como el nombramiento de un coordinador por parte de la Secretaría de Educación o por disputas entre él y sus compañeros.

Otro factor que atañe a ambos directivos es el manejo del poder que se hace dentro de la institución. En algunos casos la idea de que el colegio oficial no es de nadie genera una falta de liderazgo y un debilitamiento del poder del rector para poder guiar el colegio hacia el logro de unas metas institucionales. En otros casos, la inexistencia de una cultura de concertación y la imposición de un poder superior sobre otros causa situaciones de conflicto donde las dos o más partes involucradas se niegan a ceder. Este conflicto desemboca en la obstaculización de los proyectos que se emprenden y en el abandono de los mismos.

La existencia de directivos con características de líderes en algunos colegios hizo que el trabajo en ellos se llevara a cabo por completo. En algunos colegios donde el rector no se involucró o donde el coordinador no dinamizó lo suficiente al grupo de profesores, los resultados no fueron tan sólidos como en los anteriores.

2) El grupo de profesores

En el grupo de profesores del colegio y en especial de la cultura profesional que ellos comparten es importante resaltar cómo la existencia de condiciones para la interacción entre profesores aumenta el impacto de la estrategia. Estas condiciones tiene que ver con los espacios que se creen tanto por

acción del coordinador del grupo de profesores como ejercicio de su liderazgo, como por participación de los profesores como individuos que hacen parte de un grupo de profesionales. Se observó que en los colegios donde se dio la apertura del espacio de interacción, el proyecto tuvo una mayor influencia. Mientras que en otros colegios donde se cerró bien por conflictos generados entre directivos y profesores, o entre los profesores mismos, o por deficiencias en el compromiso de los profesores con su práctica, hubo problemas incluso con la culminación misma del proyecto.

3) Los profesores

Con respecto a los profesores hay varios puntos claves que señalar. Una gran dificultad con la que se estrella el esquema de formación profesional es la confrontación entre las expectativas de los profesores con respecto al trabajo que van a realizar en la Universidad en el proyecto PRIME I y lo que se les ofrece. Los profesores esperan cursos donde se les transmita información y para nada esperan que se les proponga trabajar y se les cuestionen. Además, captar y entender realmente el sentido de la actividad que deben realizar no es fácil, pues va en contra de su experiencia de formación a través de la recepción pasiva de información. Este punto resalta el hecho de que si bien los profesores en determinado momento pueden hablar de “constructivismo”, en realidad sus comportamientos no reflejan su comprensión, convicción y creencia en él. También, se observa una clara deficiencia tanto en el conocimiento matemático como didáctico de los profesores.

Asociado con esto está el hecho de la poca disponibilidad de muchos profesores a ser cuestionados. Para muchos de los profesores que se retiraron del proyecto, la actitud cuestionadora tanto de las actividades propuestas como de los intercambios con los coordinadores influyó en que se sintieran agredidos y decidieran retirarse del proyecto. Sin embargo, esta misma característica fue la clave del éxito en los profesores que terminaron exitosamente el proyecto.

REFORMULACIÓN DEL MODELO DEL SISTEMA INSTITUCIONAL DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

En este capítulo se presenta la segunda versión del modelo del Sistema Institucional de la Educación Matemática. Esta reformulación es el resultado de la experiencia de investigación sobre los diversos subsistemas que lo componen. Se explicita el proceso de investigación que llevó a la reformulación del modelo, se establece el significado que damos a cada uno de los elementos relevantes del sistema, las características que deberían satisfacer estos elementos para tener un funcionamiento apropiado tanto en lo individual como en su relación con los demás elementos del sistema y los factores asociados de manera más fuerte con los elementos. Presentamos una visión de lo que debería ser la dinámica del sistema para que éste pueda alcanzar su objetivo principal: una formación matemática de calidad para sus estudiantes. Para terminar, formulamos unas reflexiones generales sobre el proceso de reformulación del modelo.

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS DEL PROCESO DE REFORMULACIÓN DEL MODELO DEL SIEM

Como se mencionó en el tercer capítulo (ver p. 51), el proyecto que se describe en este libro estuvo basado, desde el punto de vista teórico, en un modelo del SIEM. Este modelo se construyó con base en la experiencia del proyecto MEN-EMA. De la misma forma, y como etapa final del proyecto PRIME I, hemos construido una nueva versión de este modelo. En esta sección presentamos el esquema metodológico que utilizamos para la construcción de estos dos modelos, describimos el papel que éstos jugaron en nuestra investigación y discutimos acerca de la relación que se dio entre la práctica (vista a partir de nuestra interacción con los actores pertenecientes a las instituciones participantes en el esquema de desarrollo profesional) y la teoría (vista como la construcción de modelos del SIEM).

Esquema de investigación hermenéutica

La construcción de la primera versión del modelo del SIEM (Perry et al., 1996a, pp. 19-24) fue un proceso complejo en el que participamos tres de los investigadores que conforman el equipo actual de esta investigación. Nos basamos en un esquema iterativo de producción de modelos previos que eran discutidos en medio de un diálogo crítico con base en la interpretación de la experiencia que habíamos vivido con los participantes en el proceso de desarrollo profesional. En cada interacción buscábamos una

mejor y más amplia comprensión de la realidad. De esta forma, en una etapa del proceso teníamos una propuesta de modelo que era puesto a prueba a partir de nuestra interpretación de la realidad. La discusión crítica que se producía con motivo de la adecuación del modelo a nuestras interpretaciones daba lugar a nuevas ideas acerca de las características fundamentales de la realidad que deseábamos comprender y modelar. Con base en estas ideas, en la discusión sobre diferentes visiones de la realidad y en una actitud de búsqueda objetiva de consenso dentro de un diálogo crítico, producíamos una nueva versión del modelo. En este punto iniciábamos otra iteración del proceso.

Este esquema de trabajo presenta varias similitudes con el tipo de investigación hermenéutica propuesta por Addison (1992, p. 124):

La investigación hermenéutica fundamentalmente es una aproximación muy bien desarrollada y potente a preguntas de investigación que involucran procesos sociales complejos. Ella tiene en cuenta las preocupaciones del investigador y de los participantes. Ella busca descubrir y describir las condiciones significativas, los significados y las prácticas que contribuyen al problema en cuestión. Tiene en cuenta los valores, las actitudes, las creencias y las prácticas del investigador. Puede describir interpretaciones coherentes de las prácticas cotidianas de los participantes.

La investigación hermenéutica es un procedimiento necesariamente circular en el que se busca lograr una comprensión a partir de algo aparentemente ininteligible: se pasa de una inmersión inicial en la práctica de los participantes a una primera comprensión de estas prácticas. Al hacer explícita esta comprensión es posible asignar una nueva interpretación de la realidad que puede ser utilizada para generar una comprensión más profunda de ésta (p. 116). En resumen, se da un proceso iterativo que pasa de comprensión a interpretación. Esta interpretación da lugar a una más profunda comprensión que, a su vez, permite producir una interpretación más amplia.

Este tipo de investigación hermenéutica tiene similitudes con la metodología utilizada por Schoenfeld et al. (1993) para analizar problemas de aprendizaje desde un punto de vista micro-genético. Ellos han adoptado el término *argumentación competitiva* para designar el proceso de discusión en el que varios investigadores, teniendo interpretaciones diferentes y partiendo de una evidencia que en algunos casos es contradictoria, buscan llegar a un consenso sobre una explicación coherente de esta evidencia. Pensamos que la estrategia metodológica que hemos utilizado se puede describir también en estos términos, teniendo en cuenta, como lo hacen Schoenfeld y colaboradores, que las explicaciones que se den a la evidencia deben ser coherentes tanto a nivel local (datos y hechos que se refieren a eventos particulares), como a nivel global (la relación entre estos eventos dentro del marco general de la problemática objeto de estudio).

Proceso de investigación en MEN-EMA y PRIME I

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto PRIME I es la segunda fase de un programa de investigación más amplio. El proyecto MEN-EMA fue la primera fase. Por lo tanto, el diseño y la ejecución de PRIME I dependió directamente del trabajo realizado y los resultados obtenidos en MEN-EMA (ver p. 57).

Proceso en MEN-EMA

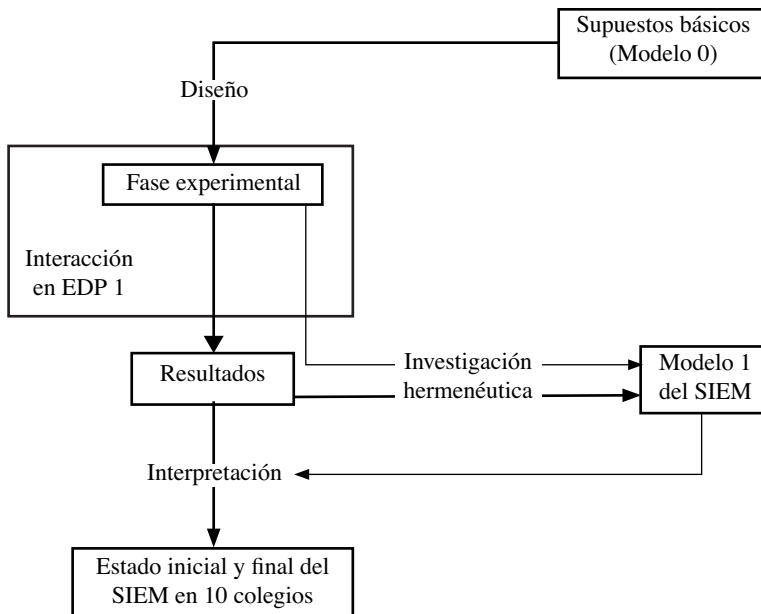


Figura N° 4. Proceso de investigación en MEN-EMA

MEN-EMA fue un proyecto exploratorio. En este sentido, no tenía una base conceptual plenamente definida y sus esquemas metodológicos eran de carácter general. Con este proyecto queríamos aproximarnos a una problemática evidente sobre la que no se conocía mucho en nuestro medio. Para hacerlo, partimos de unos supuestos básicos acerca de la realidad objeto de estudio. Estos supuestos básicos contenían ya, la intuición de que era necesario aproximarse a la problemática desde el punto de vista del enfoque sistémico y partían de una visión intuitiva de los principales elementos y relaciones del sistema asociado con la problemática. Esto se evidenció, por ejemplo, en el énfasis que se hizo dentro de este proyecto en el aspecto institucional de la problemática de las matemáticas escolares y el requisito que se impuso acerca de la participación de los directivos en el

esquema de desarrollo profesional. Con base en estos supuestos básicos, que se podrían llamar *Modelo 0*, diseñamos algunos esquemas generales para la *fase experimental* del proyecto en la que recogimos, codificamos y analizamos una gran cantidad de información que obtuvimos con motivo de la interacción con directivos y profesores a lo largo de la realización del esquema de desarrollo profesional (*EDP 1*). De esta forma obtuvimos unos *resultados* que, de alguna manera, nos decían algo acerca de la realidad que estábamos explorando. Sin embargo, con base en estos resultados y en la experiencia que vivió cada uno de los investigadores, construimos, siguiendo el esquema metodológico de investigación hermenéutica, el primer modelo del SIEM, *Modelo 1*. Una vez construido este modelo, nos dimos cuenta de que era posible interpretar los resultados obtenidos en la fase experimental a partir de este modelo. De esta forma obtuvimos una manera de describir el *estado inicial* y el *estado final* del sistema. El proceso en MEN-EMA se describe en la Figura N° 4.

Proceso en PRIME I

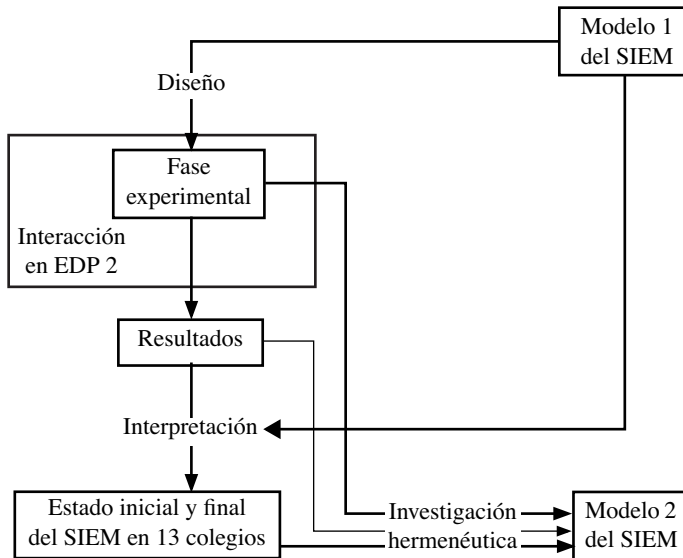


Figura N° 5. Proceso de investigación en PRIME I

El proceso en PRIME I fue similar al de MEN-EMA, con algunas excepciones. Por un lado, este no era un proyecto de exploración. En este sentido, en cambio de partir de una visión “intuitiva” de la realidad, basamos la aproximación conceptual del proyecto en el *Modelo 1*, obtenido en MEN-EMA. De la misma forma, gracias a que teníamos a disposición este

modelo, pudimos definir con mucha mayor claridad la problemática que nos interesaba e identificamos con gran detalle los instrumentos de observación, recolección, codificación y análisis de la información. Además, no reformulamos el modelo dentro del mismo proceso. Utilizamos el modelo 1 para interpretar los *resultados* y obtener una descripción de los *estados inicial y final* del sistema en los colegios que llegaron hasta el final de la implementación de la estrategia de desarrollo profesional. Finalmente, con base en los resultados obtenidos, en la descripción de los estados inicial y final y, de nuevo, siguiendo los esquemas de la investigación hermenéutica, construimos una nueva versión del modelo, el *Modelo 2*, que será presentada en este capítulo. Este nuevo modelo nos servirá para otras investigaciones en el futuro. La Figura N° 5 describe el proceso en PRIME I.

SEGUNDA VERSIÓN DEL MODELO DEL SIEM

Como se ha dicho anteriormente, la segunda versión del modelo del SIEM se ha basado en la experiencia investigativa del proyecto PRIME I descrita en este libro. Esta incluye como sus componentes: el profesor con sus procesos y estructuras de pensamiento; la cultura profesional del grupo de profesores de matemáticas reflejada en el diseño curricular, la cualificación y la interacción; y el liderazgo de los directivos en relación con la educación matemática. El esquema de la Figura N° 6 presenta una visión general del modelo. Se ha cambiado el orden de presentación de los subsistemas del SIEM (ver Figura N° 2 en la p. 51), colocando a la izquierda —inicio de la lectura— la componente del profesor pues es este sub-sistema el que está conectado más directamente con el problema central al que pretende aportar PRIME a largo plazo: la calidad de la formación matemática del estudiante. Con este nuevo orden en la presentación de las componentes del SIEM, es probable que sea más fácil comprender el papel de los nueve elementos que hemos considerado como relevantes en el funcionamiento del sistema.

Las componentes del modelo

A continuación se explicitará nuestra visión acerca del funcionamiento de la educación matemática en la institución escolar. Para cada uno de los elementos relevantes del sistema concretamos su significado, las características que debe tener el elemento en una situación propicia para que el sistema logre su fin último, y los factores externos de los cuales depende más directamente el desarrollo y buen funcionamiento de los elementos. Para terminar, se presenta una descripción de la dinámica que debería tener el sistema en un estado ideal.

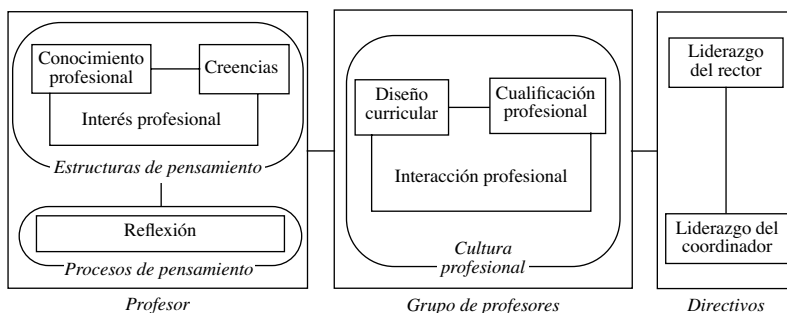


Figura N° 6. Segunda versión del modelo del SIEM

El profesor

En la actualidad, la investigación sobre el profesor y la enseñanza de las matemáticas reconoce ampliamente que el comportamiento del profesor en relación con la enseñanza depende en buena medida de sus estructuras y procesos de pensamiento (Ernest, 1989a; Fennema, Carpenter y Peterson, 1989; Llinares, 1995).

Las *estructuras de pensamiento* del profesor hacen referencia al “permanente, pero siempre cambiante y creciente cuerpo de conocimiento, creencias y actitudes almacenados como esquemas en la mente del profesor.” (Ernest, 1989a, p. 15). En el modelo del SIEM, se consideran como estructuras de pensamiento relevantes: el conocimiento profesional, las creencias sobre qué son las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje; y el interés del profesor como actitud hacia su práctica y desarrollo profesional.

Los *procesos de pensamiento* del profesor hacen referencia principalmente a la reflexión y el autocuestionamiento asociados con los diferentes momentos de la práctica: antes, durante y después de ella.

Conocimiento profesional

Para conceptualizar este elemento utilizamos el modelo que Fennema y Franke (1992, pp. 162-163) presentan para el conocimiento del profesor en un contexto específico. El *conocimiento profesional*¹ del profesor es un sistema extenso que funciona de forma integrada y por tanto es difícil aislar cada una de sus componentes; es el conocimiento que el profesor pone en juego cuando ejerce la profesión de enseñar un determinado contenido en un contexto específico. Integra conocimiento de contenido matemático, conocimiento de pedagogía y conocimiento de las cogniciones de los estudiantes; además, no se puede desvincular de las creencias del profesor acerca de la naturaleza de las matemáticas, de su enseñanza y aprendizaje.

1. En el artículo mencionado, las autoras se refieren al “conocimiento del profesor” y no al “conocimiento profesional del profesor”.

Contenido matemático. Incluye el conocimiento de conceptos, procedimientos y procesos de resolución de problemas del dominio en el que el profesor enseña y de dominios de contenido relacionado. Incluye conocimiento de los conceptos subyacentes a los procedimientos, las interrelaciones entre dichos conceptos, y cómo los procesos y los conceptos se utilizan en diversos tipos de problemas. Además, es muy importante la forma como está organizado el conocimiento matemático pues indica el conocimiento del profesor sobre relaciones entre ideas matemáticas.

Conocimiento pedagógico. Incluye conocimiento de los procedimientos de enseñanza tales como estrategias efectivas de planeación, rutinas de clase, técnicas de manejo de comportamientos, procedimientos de organización de clase y técnicas de motivación.

Conocimiento sobre la cognición de los estudiantes. Incluye conocimiento sobre cómo piensan y aprenden los estudiantes, en particular, contenidos matemáticos específicos. Esto incluye conocimiento sobre cómo los estudiantes aprenden los temas tratados, comprensión sobre los procesos que los estudiantes emplean y los éxitos y las dificultades que pueden ocurrir.

El conocimiento profesional del profesor es situado, es decir, depende del contexto en el que se da la enseñanza. El contexto es “la estructura que define las componentes de conocimiento y creencias que entran en juego. Dentro de un contexto dado, el conocimiento de contenido de los profesores interactúa con el conocimiento de pedagogía y de las cogniciones de los estudiantes y se combina con las creencias para crear un conjunto único de conocimiento que dirige el comportamiento del profesor en la clase (Fennema y Franke, 1992, p. 162).

El conocimiento profesional es dinámico, evoluciona a través de la enseñanza, basado en el conocimiento pedagógico, a través de la interacción que el profesor tiene en la clase con el contenido matemático y sus estudiantes y mediante la reflexión sobre su práctica. Las investigadoras explican de la siguiente manera cómo evoluciona el conocimiento: si cambia el contexto de enseñanza, también cambia el conocimiento al que debe recurrir el profesor; el grado de cambio de tal conocimiento depende del conocimiento base del profesor, de su complejidad, de sus interconexiones, y la especificidad del conocimiento disponible. Si el conocimiento específico para el nuevo contexto no está disponible, entonces el profesor tendrá que emplear conocimiento más general que sea relevante a una diversidad de situaciones o en todo caso, usar el conocimiento que tenga más próximo a la situación. Cuando se trae conocimiento a una nueva situación, éste se puede adaptar y almacenar como nuevo conocimiento ahora relevante para la situación (Fennema y Franke, 1992, p. 163).

Entre los factores que se asocian más estrechamente con el conocimiento profesional del profesor se pueden citar:

Conocimiento de los dominios. La riqueza y organización del conocimiento de cada uno de los dominios que integran el conocimiento profesional del profesor, lo mismo que las relaciones entre conocimiento de los diferentes dominios son factores de los que depende el conocimiento profesional del profesor. Hacemos alusión específicamente a que el conocimiento matemático del profesor debe ser una red ricamente conectada de conceptos y procedimientos cuya estructura refleje la de las matemáticas, el conocimiento de pedagogía debe incluir conceptos claves para la educación matemática lo mismo que teorías coherentes de aprendizaje y enseñanza, el conocimiento acerca de las cogniciones de los estudiantes debe estar informado por resultados de la investigación en el campo.

Experiencia profesional. Ya que el conocimiento profesional del profesor se desarrolla y evoluciona en estrecha relación con el contexto en el que sucede su enseñanza, entonces, la riqueza, diversidad y sistematicidad de las experiencias profesionales en las que se involucra el profesor influyen su conocimiento profesional. Por ejemplo, las experiencias que el profesor construye deliberadamente en el salón de clase para comprender mejor su práctica y para mejorar aspectos de la enseñanza y el aprendizaje de tópicos específicos se pueden constituir en fuente que nutre el conocimiento profesional: explorar aspectos oscuros, detectar patrones y regularidades, poner a prueba hipótesis, implementar innovaciones y evaluar sus resultados, etc. son todas ellas experiencias que contribuyen a enriquecer el conocimiento profesional. Fuera del salón de clase, la interacción con sus colegas y la aproximación a los resultados de investigación acerca de la enseñanza y el aprendizaje de tópicos específicos que el profesor debe enseñar en sus clases también son experiencias que pueden enriquecer y cuestionar el conocimiento profesional del profesor.

Creencias del profesor

Las *creencias* del profesor hacen parte de sus estructuras cognitivas. Lo mismo que el conocimiento y las actitudes, los esquemas en los que se almacenan las creencias son “fuentes de los constructos, las relaciones, los procedimientos y las estrategias a través de los cuales operan los procesos de pensamiento” (Ernest, 1989a), es decir, proporcionan el contenido a los procesos de pensamiento. Las creencias junto con las concepciones, valores e ideología del profesor acerca de la naturaleza de las matemáticas, de la enseñanza y el aprendizaje de las mismas, constituyen la visión del profesor en relación con dichos asuntos.

Las creencias del profesor ejercen un gran impacto en la enseñanza de la materia en la medida en que influyen en las decisiones del profesor sobre

los contenidos que enseña, los énfasis que hace, los métodos que emplea para enseñar, las sugerencias que da a sus estudiantes acerca de la forma como deben estudiar, entre otros (Thompson, 1992; Ernest, 1989b). En particular, consideramos:

- las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas como un todo, lo que se refiere a las visiones que tienen los profesores acerca de lo que son las matemáticas;
- las creencias sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, lo que se refiere al tipo y rango de acciones y a las actividades de clase que contribuyen al enfoque personal del profesor en la enseñanza. También incluyen el modelo mental que tiene el profesor acerca de cómo se da el aprendizaje en sus alumnos.

A pesar de que es difícil distinguir creencia de conocimiento, hay ciertas características que muestran que la naturaleza de ambas estructuras es diferente. Thompson (1992, p. 129) destaca dos de tales diferencias:

- las creencias se pueden sostener con varios grados de convicción mientras que en el conocimiento no está presente esa dimensión de variación;
- las creencias no son consensuales, es decir, puede haber creencias diferentes sobre algo y por tanto, discusión sobre lo que se cree, mientras que con el conocimiento se asocia la verdad o certeza; el conocimiento debe presentar criterios que encierran cánones de evidencia, las creencias son mantenidas o justificadas por razones que no cumplen estos criterios, no hay acuerdo sobre cómo tienen que ser evaluadas o juzgadas.

La noción de “sistema de creencias” es útil para explorar y describir cómo están organizadas las creencias del profesor. Al respecto, Green (1971, citado por Thompson, 1992, p. 130) alude a tres dimensiones a través de las cuales se pueden caracterizar las creencias de un profesor:

- los sistemas de creencias tienen estructura cuasi-lógica, lo que quiere decir que hay unas creencias primarias y otras derivadas que se relacionan entre sí de la misma manera como se relacionan las razones con las conclusiones; una creencia no se mantiene en independencia de las demás creencias;
- según el grado de convicción con que se sostiene una creencia (fuerza psicológica), ésta puede ser central —la de mayor fuerza— o periférica —susceptible de examen o de cambio;
- las creencias conforman conglomerados, más o menos aislados de los otros conglomerados y protegidos de cualquier interrela-

ción con otros conjuntos de creencias, situación que hace posible tener conjuntos de creencias conflictivos.

Más que establecer características que deberían tener las creencias o los sistemas de creencias del profesor, interesa establecer cuál podría ser una actitud deseable del profesor frente a sus creencias:

- el profesor debería tomar conciencia de las creencias que sustentan su práctica de enseñanza;
- el profesor debería tener conciencia de que hay otras visiones alternativas, diferentes a las suyas, que sustentan prácticas diferentes;
- el profesor debería confrontar sus creencias con otras posibles y con el conocimiento aceptado como válido de manera que ellas se vayan reelaborando hacia aquél.

Las creencias del profesor dependen de factores tales como:

Experiencia previa. La experiencia del profesor, primero como estudiante, y luego como profesor miembro de una institución es un factor importante en sus creencias acerca de lo que son las matemáticas, cómo se aprenden y cómo se deben enseñar.

Conocimiento de los diferentes dominios. Las creencias se pueden ver como conocimiento muy poco elaborado al que recurre el profesor en ausencia de un conocimiento que se apoye en la evidencia, en la investigación. En la medida en que el profesor posea un conocimiento profundo y rico que le permita comprender, explicar y mejorar su práctica deliberadamente, tendrá menos creencias.

Interés profesional del profesor

El *interés profesional* del profesor es su actitud hacia la profesión que ejerce, lo que incluye no sólo a la práctica docente sino también al desarrollo profesional. Se puede ver como un continuo, en uno de cuyos extremos se da la inercia, la conformidad plena con lo que se hace y se sabe, y en el otro, se da un afán de búsqueda, de movimiento, hay inconformidad con lo que se hace y se sabe.

Hay varios factores asociados con la calidad del interés profesional del profesor:

Visión y conocimiento. De la visión y conocimiento del profesor acerca de diversos asuntos (e. g., qué es la educación matemática como disciplina científica y qué puede aportar a la enseñanza, qué significa ser miembro de una comunidad de profesionales, etc.) relacionados con la enseñanza como

profesión depende su interés profesional. En la medida en que ve la enseñanza como una ocupación que le permite desarrollarse en lo personal y en lo profesional porque es una actividad cuyo ejercicio requiere tanto de la creatividad como de un conocimiento especializado, el profesor desarrollará una actitud de interés hacia actividades propias de un profesional: leer sobre tópicos de interés para su profesión, participar en encuentros de profesores donde se puede conocer el trabajo de los miembros de la comunidad, indagar sistemática y metódicamente aspectos de su práctica, informar a la comunidad acerca de los proyectos en los que participa y los resultados logrados, etc.

Motivación interna. Hace referencia a la motivación que el mismo profesor construye con base en su apreciación de los resultados que logra su trabajo con sus estudiantes y como miembro de la comunidad educativa.

Motivación externa. Hace referencia a la motivación generada por el ambiente de trabajo en la institución. Unas metas claras, un equipo de profesores que trabaja colegiadamente en asuntos relevantes para la enseñanza, unas directivas que apoyan el trabajo y las iniciativas de los profesores, dan oportunidades para su potenciación y desarrollo profesional y hacen seguimiento al trabajo de los profesores, dándoles oportunamente realimentación, son algunas de las condiciones que al articularse definen un contexto de trabajo propicio para una práctica no rutinaria en la que es legítimo ensayar nuevas propuestas sin temor al fracaso y en el que se ve como natural que los profesores estén en continuo aprendizaje. Un ambiente tal de trabajo en el que se eleva la autoestima de los profesores y además se impulsa su desarrollo profesional genera una actitud positiva hacia la práctica docente.

Reflexión acerca de su práctica docente

La *reflexión* del profesor acerca de su práctica es el proceso de pensamiento que sustenta los juicios que hace y las decisiones que toma en relación con los diversos aspectos que constituyen su práctica.

El pensamiento reflexivo o, simplemente, la reflexión surge por alguna perplejidad, una confusión, una duda, y comienza a fluir cuando hay algún movimiento para comenzar a considerar cuidadosamente la cuestión —i. e., elaborar algún plan tentativo, pensar en alguna teoría que pueda dar cuenta de las peculiaridades del asunto, considerar alguna solución para el problema. En esta primera fase del pensamiento reflexivo, la información que se tiene a mano no puede dar la solución, sólo insinuar sugerencias. Estas sugerencias surgen de la experiencia anterior y del bagaje de conocimiento que posee el sujeto. Pero no es suficiente la existencia de algo que evoque el pensamiento reflexivo o de las fuentes que lo desencadenen. Es necesario que la persona sea suficientemente crítica con las ideas que le surgen; para

llegar a una conclusión debe sopesar los fundamentos de los que se deriva, debe hacer un proceso de indagación completo sin dejar de lado consideraciones claves (Dewey, 1933, pp. 15-16).

Un aspecto inherente a la reflexión que, sin duda, ayuda a su conceptualización es el momento en el que se da la reflexión. Killion y Todnem (1991, citado en Brubacher et al., 1994, pp. 19-20) distinguen entre:

- reflexión-en-la-acción, se hace durante la práctica como reacción a un incidente específico;
- reflexión-sobre-la-acción, se hace después de la ocurrencia de un incidente y es de naturaleza reactiva;
- reflexión-para-la-acción, se hace para guiar la acción futura, por tanto a diferencia de las otras dos es preactiva.

La respuesta que un profesor da a los asuntos de su práctica de acuerdo con la reflexión que hace sobre ellos se puede ubicar en un *continuo de reflexividad*. Al respecto, Mason (1997, pp. 87-88) distingue tres tipos de profesor. En primer lugar, describe al profesor que tiene muy poca conciencia de sus acciones como aquel que realiza su labor docente ocupándose principalmente de los asuntos que le van surgiendo momento-a-momento y, por tanto, ejerce su quehacer docente de manera rutinaria, siguiendo hábitos formados de tiempo atrás. Bajo este grado de conciencia acerca de la propia práctica, el profesor ha notado algo de manera vaga y, así, es capaz de reconocerlo cuando alguien lo menciona o habla de ello, pero él mismo no puede iniciar la mención, ni tampoco puede participar activamente de una discusión estructurada, al respecto. En segundo lugar, describe al profesor que realiza una práctica reflexiva como aquel que además de llevar a cabo su labor docente, es consciente de ella, situación que se refleja, por ejemplo, en que presta atención a sus patrones de comportamiento y a sus sentimientos de inconformidad o satisfacción frente a su propia práctica; busca intencionadamente maneras alternativas de actuar o responder, las ensaya y las evalúa informalmente, y tiene la energía necesaria para mantener, sin desfallecer, este tipo de comportamiento frente a su práctica. Bajo este grado de conciencia acerca de la propia práctica, el profesor ha notado algo y lo ha delimitado claramente y, así, es capaz de iniciar la mención de ello y sostener alguna discusión al respecto. En tercer lugar, describe al profesor que realiza una práctica guiada por una actitud investigativa como aquel que no sólo es consciente de sus acciones sino también de su conciencia-en-la-acción, lo que se evidencia, por ejemplo, en que el profesor registra situaciones especiales de su práctica de tal manera que puede retomar esos incidentes para analizarlos, y utiliza dichos registros para ubicar temas o hilos conductores que le permitan delinear asuntos generales de su interés particular o para articularlos y estructurarlos; también se compromete en la búsqueda de formas para interactuar con sus colegas en torno a sus experiencias docentes y se in-

volucra con ellos para evaluar críticamente los intentos de innovación. Bajo este grado de conciencia sobre la propia práctica, el profesor ha registrado y estructurado detalles relevantes del incidente y, así, es capaz de hacer una descripción breve pero vívida de tal incidente.

La calidad de la reflexión del profesor depende principalmente de su experiencia y el conocimiento. Como fuentes de donde se extraen las sugerencias o ideas a partir de las cuales se inicia el pensamiento reflexivo, la experiencia y el conocimiento relacionados con el asunto que centra la reflexión, son factores que determinan la calidad de ésta. En particular, el conocimiento y la experiencia del profesor para reflexionar son factores importantes en la reflexión: establecer alternativas, establecer cualidades y defectos de ellas, establecer criterios de comparación, comparar alternativas, derivar consecuencias de premisas dadas, combinar lógicamente los resultados parciales para llegar a una conclusión final, etc. son acciones cuyo ejercicio requiere una habilidad que es necesario desarrollar intencional y sistemáticamente.

El grupo de profesores de matemáticas

Del SIEM, no sólo hace parte el profesor como individuo. El grupo de profesores de matemáticas de la institución como colectividad que comparte el sitio de trabajo y por tanto determina y es determinado por la cultura profesional, también es una componente importante del SIEM.

Definir el término cultura profesional requiere que se miren dos nociones: *cultura* y *profesionalidad*. La primera se refiere a la construcción colectiva —sutil, tácita y rara vez examinada por quienes viven en ella— que incluye (Hyde et al., 1994, pp. 49-50):

- las creencias, ideas, concepciones y supuestos del grupo humano que la construye y al que afecta,
- las normas y patrones que rigen el comportamiento de ese grupo,
- los comportamientos mismos, que son expresión de los dos anteriores, y que hacen referencia a las relaciones interpersonales, las rutinas organizacionales, y las prácticas diarias.

La segunda se refiere a las características del comportamiento de una persona por motivo de ejercer una ocupación que (Marcelo, 1989, p. 10):

- desempeña una función social;
- requiere de un grado de destreza considerable que se muestra en situaciones no rutinarias como emitir juicios y tomar decisiones informadas con relación a las tareas propias de la ocupación;

- necesita de un cuerpo sistemático de conocimientos especializados que se adquieren a partir de una formación académica, de la actualización permanente y de la experiencia laboral;
- exige un estilo de trabajo colegiado que implica interactuar con otros miembros de la misma ocupación.

La definición de *cultura profesional*, entonces, provendría de especificar las creencias, normas y comportamientos propios de un grupo humano de profesionales. Sin embargo, deseamos limitar esta definición para referirnos a las prácticas y formas de relacionarse que comparte el grupo de profesores de matemáticas con respecto a la enseñanza de las matemáticas. Estas prácticas y formas de relacionarse se reflejan en unos productos Lerman (1994, citado en Barton, 1996, p. 1037), algunos de los cuales se materializan en objetos tangibles como, por ejemplo, escritos curriculares y materiales de enseñanza; otros se convierten en estados intangibles como el ambiente de confianza entre los profesores del grupo para trabajar en equipo, el aumento de su conocimiento profesional o el aumento de su autoestima.

Las prácticas de la cultura profesional que están más estrechamente asociadas —aunque de forma indirecta— con la calidad de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la institución escolar son el diseño curricular y la cualificación profesional; y la forma de relación más relevante para el asunto mencionado es la interacción profesional.

Diseño curricular

El *currículo* puede definirse como el conjunto coherente de visiones y supuestos que sustentan tanto las decisiones que se toman como las acciones concretas que se ejecutan en la educación (Stenhouse, 1991). Estas visiones y supuestos se ubican en tres niveles interconectados que son (Rico, 1997, pp. 386-408):

- el *nivel macro o social* donde intervienen los factores sociales, políticos, económicos y culturales que definen las visiones, valores y tradiciones sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje, y también las necesidades y expectativas de la formación matemática de los ciudadanos;
- el *nivel intermedio* en el que se ubica la institución educativa como espacio donde se encuentran elementos como las concepciones institucionales acerca del profesor, el estudiante y las matemáticas como saber cultural y saber a enseñar;
- y el *nivel micro o didáctico* donde se relacionan el profesor con sus conocimientos y creencias, y el estudiante en la construcción del conocimiento matemático, a través del desarrollo de un currículo.

La serie de visiones y supuestos con respecto a los elementos propios de cada uno de estos niveles se concreta en un *diseño curricular*. El diseño curricular, como construcción colectiva en la que intervienen tanto los lineamientos institucionales como los del grupo de profesores, define el espacio compartido de valores, ideas, significados, conocimientos y creencias acerca de lo que son las matemáticas, cómo se enseñan y cómo se aprenden; los métodos de enseñanza; y la organización, funcionamiento y finalidad del área de matemáticas. Esta práctica produce un “plan operativo de enseñanza que explica en detalle qué deben saber los alumnos de matemáticas, cómo deben alcanzar las metas curriculares identificadas, qué deben hacer los profesores para ayudarles a desarrollar sus conocimientos matemáticos y el contexto en el que tiene lugar el aprendizaje y la enseñanza” (Romberg, 1991, p. 324).

El proceso de diseño curricular debe cumplir con las siguientes condiciones:

- en él deben tener una participación efectiva todos los profesores del área y directivos;
- en él se deben considerar las necesidades y posibilidades de la comunidad educativa (se debe tener en cuenta la cultura y el contexto de los estudiantes)²;
- debe guardar una coherencia con los lineamientos generales del currículo común colombiano, con el PEI y con el proyecto del área;
- debe ser un proceso reflexivo e informado en el que se utilice la información que, por medio de la evaluación de las acciones de su desarrollo, se puede obtener acerca de sus aciertos y desaciertos.

La calidad del diseño curricular como proceso colectivo del grupo de profesores depende de varios factores:

El contexto legal. La obligatoriedad de la elaboración del proyecto educativo institucional, la descentralización curricular —esquemas promulgados por la Ley General de Educación de 1994— y la promoción automática junto con los nuevos criterios de evaluación son factores que inciden en el

2. Al respecto Clarke et al. (1997, pp. 1208-1209) señala que los currículos de matemáticas —las experiencias que ocurren en las clases de matemáticas— de muchos países del mundo son tan similares que no reflejan la diversidad de culturas ni de contextos, situación que no es coherente con el supuesto de que la educación es un vehículo para la transmisión de la cultura y la identidad. Aunque explica tal similitud por la influencia de dos áreas — el contenido común proveniente de la cultura de la educación matemática y la influencia externa común que está más allá de los colegios y los sistemas educativos— sugiere que debe haber menos adhesión al contenido derivado de la cultura de las matemáticas y más atención a las necesidades locales y al contexto.

diseño curricular como práctica colectiva de la institución en la medida en que, por una parte, enfatizan y legitiman el papel activo y reflexivo del profesor en la enseñanza y por otro, imponen una serie de tareas a realizar.

Recursos disponibles. Involucrarse en el proceso de diseño curricular de las matemáticas de la institución requiere tiempo para leer y reflexionar individualmente; para compartir lecturas, discusiones y elaboración de documentos con los colegas; y para adelantar proyectos en la comunidad educativa en busca de información relevante a la hora de establecer el diseño curricular. Por otra parte, es necesario contar con recursos bibliográficos actualizados que ubiquen a los profesores en las tendencias actuales de la educación matemática, ayuden a comprender la complejidad del diseño y desarrollo curricular, y den pautas e iluminen el camino a recorrer en la construcción del currículo.

Visiones. De las visiones de los directivos docentes —en particular, del rector y del coordinador del grupo de profesores de matemáticas— y de los profesores de matemáticas acerca de temas asociados con el currículo depende cómo se lleva a cabo la práctica del diseño curricular. Se incluyen:

- la visión de directivos y profesores acerca de lo que es el diseño curricular —proceso o resultado—; de su carácter —definitivo o provisional—; de su relación con lo que sucede en la clase de cada profesor; de su relación con e influencia sobre las creencias y conocimiento de los profesores, entre otras cosas;
- la visión de directivos y profesores acerca de su propia competencia y la de sus colegas para iniciar, impulsar y sostener el proceso de diseño curricular como una práctica vital del área de matemáticas de la institución;

Conocimiento. El conocimiento del coordinador del grupo de profesores de matemáticas y el de los profesores del grupo son factores asociados con el éxito del proceso de diseño curricular. Sobre el conocimiento del coordinador para liderar el proceso curricular ya se habló anteriormente. Para una participación activa en el diseño curricular, en la que pueda hacer propuestas y sustentarlas, lo mismo que comentar y criticar las propuestas de sus colegas, en una discusión académica, el profesor requiere conocimiento comprensivo de las matemáticas escolares, conocimiento de contenido pedagógico y conocimiento sobre el currículo de matemáticas; cuando tratemos los elementos del modelo relacionados con el profesor como individuo se entrará en más detalla acerca del conocimiento que requiere.

Cualificación profesional

La *cualificación profesional* es una práctica de la cultura del grupo de profesores de matemáticas de la institución cuya meta debe ser la consolida-

ción del grupo como una comunidad de profesionales; esto implica llegar a compartir un conocimiento especializado propio de la profesión y además llegar a compartir visiones, valores y prácticas en relación con tal conocimiento y la forma como se adquiere y se utiliza dentro de la práctica docente. La cualificación profesional debe cumplir las siguientes características:

- Debe ser un asunto que concierne fundamentalmente a la institución pues de la cualificación de los profesores depende su actuación y de su enseñanza depende la calidad de la formación matemática que los estudiantes logran. Por tanto, la institución debe abrir espacios para tal práctica, crear condiciones en las que sea necesaria y legítima la cualificación profesional de los profesores, impulsar la participación de los profesores en tal práctica, y apoyar y reconocer el proceso de desarrollo profesional tanto de las personas como del grupo.
- Debe ser una práctica intencionada —con objetivos claros—, realizada sistemáticamente —como parte de la actividad laboral del profesor—, centrada en asuntos vitales para la actividad profesional del profesor y relacionada con su práctica docente, en la que se dé una participación activa a todos los miembros del grupo —promoviendo el liderazgo de todos y cada uno.
- Debe percibirse como oportunidades que benefician tanto al grupo como a sus miembros pues, por un lado, los productos de esta práctica contribuyen a abordar y a solucionar problemas reales de la enseñanza de las matemáticas en la institución y, por otro lado, al afectar el conocimiento y creencias de las personas del grupo, haciéndolas más competentes en su campo laboral, se pueden iniciar procesos de negociación que lleven a la consolidación y el enriquecimiento del complejo de creencias y conocimientos que constituyen el fundamento de la cultura profesional del grupo.

La cualificación profesional así entendida encuentra sentido en diversidad de circunstancias: al abordar una situación específica del quehacer docente; al involucrarse como equipo en un proceso de diseño curricular; al participar en prácticas propias de la comunidad nacional de docentes, en la que se inscribe, tales como la asistencia a eventos, la comunicación de experiencias de trabajo a sus colegas, etcétera. Además, se puede y se debe llevar a cabo de diversas formas; algunas de ellas son:

- *Comprensión de temas claves.* Lectura, reflexión, discusión y elaboración de documento de resumen crítico sobre temas fundamentales de la educación matemática.

- *Contacto con la comunidad de profesores de matemáticas.* Participación en eventos en los que se accede no sólo al conocimiento especializado sino a las prácticas de la comunidad; lectura de revistas especializadas, etc.
- *Desarrollo del equipo guiado individualmente.* El proceso consiste en la identificación de una necesidad o interés, el desarrollo de un plan para satisfacer la necesidad o el interés, la implementación de la actividad de aprendizaje planeada y la evaluación del resultado (Sparks y Loucks-Horsley, 1990, p. 236). Aunque este esquema se ha utilizado principalmente para promover el desarrollo a nivel individual —haciendo énfasis en las necesidades e intereses propios de la persona— se pueden hacer variaciones de manera que la actividad permita la participación de todos los miembros del grupo. Una posible variación consiste en que cada profesor desarrolle su propio proyecto con la colaboración informal de sus colegas y al final haya una presentación de cada uno de los proyectos para recibir comentarios de parte de los colegas.
- *Observación y valoración.* El proceso consiste en una conversación previa a la observación, una observación enfocada en algún determinado aspecto, el análisis de la información, una conversación después de la observación y la evaluación de la observación y del proceso de evaluación mismo (Sparks y Loucks-Horsley, 1990, p. 238).
- *Participación en un proceso de desarrollo o mejoramiento*³. El proceso consiste en la identificación de un problema o una necesidad, el desarrollo de un plan de acción, la adquisición de conocimiento o habilidades que se requieren para implementar el plan, la ejecución del plan, y la evaluación del resultado (Sparks y Loucks-Horsley, 1990, p. 240).
- *Indagación.* El proceso consiste en la identificación de un problema, la recolección de información, el análisis y la interpretación de la información, la implementación de cambios basados en las interpretaciones, y la evaluación de los efectos de la intervención ((Sparks y Loucks-Horsley, 1990, p. 244).

La calidad de la cualificación profesional como proceso colectivo del grupo de profesores depende de varios factores:

3. El proceso sugerido por este modelo y el siguiente usualmente son apoyados por programas de desarrollo profesional a cargo de investigadores o formadores de profesores con experiencia en el asunto.

Recursos disponibles. Involucrarse en el proceso de cualificación profesional requiere tiempo para las diferentes actividades a través de las cuales se lleva a cabo dicho proceso. Por otra parte, es necesario contar con recursos bibliográficos actualizados.

Apoyo externo. Según el tipo de actividades que se desarrollen como parte de la cualificación, los profesores pueden requerir apoyo externo como por ejemplo la asesoría de expertos o la participación en seminarios-talleres no tradicionales sobre temas especializados.

Visiones. Son relevantes las siguientes:

- la visión de directivos (rector y coordinador) sobre lo que es la cualificación, cómo se puede llevar a cabo, qué fines se persiguen con ella, cómo puede afectar la práctica en el salón de clase y sus resultados, porque de esa visión depende parcialmente las oportunidades y condiciones que el colegio brinde para la cualificación (tiempo, espacio, ambiente, tipo de actividades que ofrece y posibilidades de acción que abre);
- la visión de los profesores sobre lo que es la cualificación, cómo se puede llevar a cabo, qué fines se persiguen con ella, qué pueden esperar de ella con relación a su práctica en el salón de clase; de esa visión depende la forma como los profesores aprovechen las oportunidades, los riesgos que estén dispuestos a tomar y también dependen las exigencias que hagan al respecto al colegio.

Conocimiento. Son relevantes los siguientes:

- el conocimiento de los directivos acerca del tema para que ellos puedan aportar a los profesores herramientas que les ayuden a concretar su cualificación —e. g., la metodología de investigación-acción, recursos bibliográficos—; y además, puedan liderar el desarrollo y la evolución de esa práctica;
- el conocimiento especializado de los profesores puede hacer evidente y sentida la necesidad de cualificación, y también puede facilitarla o no.

Interacción profesional

La *interacción profesional* se define como todo tipo de intercambio entre los miembros del grupo de profesores de matemáticas por razón de ejercer la enseñanza de las matemáticas como profesión. Son varios los aspectos que contribuyen a concretar la interacción: surge por iniciativa de alguien, tiene algún propósito, se da en un espacio y un tiempo, ocurre de alguna forma, quienes la llevan a cabo juegan un determinado papel, tiene un con-

tenido y tiene un resultado. Así entendida la interacción, pero considerando sólo algunos de los aspectos, ésta puede tomar varios valores entre los cuales podemos citar los siguientes:

Propósito de la interacción. Toda interacción tiene un propósito que puede ser más o menos formal y puede ser o no explícito. Algunas de las motivaciones para la interacción son las siguientes:

- promover el desarrollo del juicio crítico de los profesores;
- favorecer el desarrollo profesional de los profesores;
- apoyar y recibir apoyo en el desempeño de la práctica docente;
- consolidar y enriquecer la cultura profesional en los elementos que la fundamentan —creencias y conocimientos del grupo—, en los elementos que rigen su funcionamiento —normas del grupo—, y en los comportamientos del grupo que la evidencian —prácticas.

Forma y contenido de la interacción. Se pueden mencionar muchas variaciones de la forma y contenido que centra la interacción de los profesores. Algunas de ellas son:

- someter algún trabajo (propuestas y desarrollos de propuestas) a la crítica de los colegas y tener comentarios y sugerencias de parte de ellos;
- consultar o atender consultas sobre asuntos relacionados con la enseñanza o aprendizaje de un determinado tema de un curso;
- trabajar colaborativa y colegiadamente en diseño curricular (planeación, diseño de materiales, etc.);
- trabajar colaborativa y colegiadamente en el ámbito del salón de clase (visita y valoración de desarrollo curricular en el salón de clase);
- hacer explícitas ideas, opiniones, interpretaciones y creencias de los profesores acerca de asuntos específicos, discutir sobre ellas, y tomar posición frente a ellas como grupo;
- leer y discutir sobre temas de interés común.

Espacio y tiempo en el que ocurre. Los intercambios se pueden llevar a cabo tanto en espacios y tiempos institucionalizados para ello (e. g., reunión de área, reunión programada por el colegio para tratar temas de índole pedagógica, etc.) como en otros espacios y tiempos que se abren eventualmente (e. g., descanso de los profesores, espacios en los que los profesores no tienen que atender algún curso, encuentro fuera del colegio, etc.).

Al considerar los aspectos que utiliza Hargreaves (1994, pp. 192-196) para caracterizar y comparar las relaciones de trabajo de los profesores en dos tipos de culturas, establecemos que la interacción profesional debe tener las siguientes características:

- deben existir condiciones (i. e., espacios y tiempos libres) que permitan la interacción espontánea; pero, también deben existir condiciones (i. e., espacios y tiempos establecidos) para una interacción regulada por el mismo grupo bajo el liderazgo del coordinador. Así, es posible dar participación efectiva a los miembros del grupo, a la vez que no se deja al azar la evolución de la interacción entre sus miembros; además, es deseable que haya una relación dialéctica entre la interacción espontánea y la regulada, en el sentido de que cada una de ellas puede alimentar y, por tanto, ser alimentada por la otra;
- en casos en los que la interacción sea regulada y la participación de los profesores pudiera no ser voluntaria inicialmente, es deseable la negociación de manera que los profesores se involucren en la interacción con un mínimo de interés; además, según que la regulación sea clara y explícita e incluya actividades de seguimiento y realimentación oportuna a los miembros del grupo se podrá generar un ambiente de motivación y compromiso de parte de ellos;
- la interacción regulada debe estar principalmente orientada por las necesidades, intereses y exigencias que imponen al grupo de profesores tanto el proceso curricular del área como la cualificación profesional; así, la interacción es la condición sin la cual dichas prácticas no son posibles. La interacción espontánea estará orientada por iniciativas particulares con las que se quieran comprometer algunos profesores;
- los resultados de la interacción regulada deben ser, en alguna medida, predecibles. Es deseable que haya productos concretos que se puedan utilizar en la práctica y evaluar de manera que además de beneficiar la enseñanza y el aprendizaje, ayuden a crear una sensación de continuidad en el trabajo del grupo de profesores.

La interacción profesional en el grupo de profesores de matemáticas depende de varios factores:

Recursos disponibles. La interacción se da en el tiempo y en el espacio, así que ellos son dos factores que la condicionan; en particular, la duración y la

frecuencia de la interacción lo mismo que la comodidad y los recursos con los que se cuenten influyen el intercambio entre profesores.

Ambiente de trabajo. La necesidad de interactuar que surge por el hecho de enfrentar problemas comunes a los que se debe dar solución y el apoyo logístico y académico dado a los profesores para que respondan a las situaciones son dos factores claves en la interacción de los profesores.

Visiones. Son relevantes las siguientes:

- la visión del profesor acerca del significado de un comportamiento profesional, en términos de cómo es que se trabaja con los colegas, de dónde proviene el conocimiento práctico y de la utilidad que tiene la interacción con los demás, determina su forma de relacionarse con sus colegas;
- qué tan legítimo sea visto el trabajo colaborativo y colegiado en la institución por directivos y profesores influye en la confianza que los profesores pueden tener para interactuar y en el intercambio que efectivamente realizan; de igual manera para qué y por qué se interactúa son factores que influyen la disposición al intercambio pues, por lo general, éste implica un trabajo adicional y conlleva unos riesgos que son incómodos de tomar a menos que tenga un significado práctico valioso;
- la visión de los directivos acerca de la interacción profesional condiciona en cierta medida el apoyo que dan a este elemento de la cultura del grupo.

Conocimientos. Interesa destacar lo siguiente:

- La interacción del grupo de profesores concretada a través de la participación de sus miembros en la propuesta y desarrollo de actividades depende en gran medida de su conocimiento especializado en didáctica de las matemáticas, porque éste se constituye en una base para la proposición y guía de tareas que fomenten la interacción. Por otro lado, la experiencia que tengan para participar en actividades afines también influye en la interacción en la medida en que ofrece un saber-hacer y una seguridad para ejercer un papel activo en dicho intercambio.

Los directivos

Como se está considerando la problemática de las matemáticas escolares desde la perspectiva de la institución educativa es entonces natural que la otra componente del sistema sea la de directivos-docentes en la que se incluyen tanto el rector como el coordinador del grupo de profesores de matemáticas.

Liderazgo del rector

El *liderazgo del rector* es la habilidad que él tiene para poner en funcionamiento la institución escolar —de la que es cabeza— en busca de las metas que ésta se ha propuesto, lo mismo que la habilidad para generar un ambiente institucional en el que el seguimiento y evaluación de dicho funcionamiento se tengan como actividades imprescindibles, legítimas y benéficas para la marcha exitosa de la institución. Todo lo anterior incluye, en especial, la habilidad del rector para *potenciar* el liderazgo de los otros directivos docentes y de los profesores mismos. Tal potenciación consiste en ayudar a los demás para que alcancen un conjunto de metas negociadas y compartidas, a través de la creación de condiciones favorables para que esas personas enriquezcan su desempeño tanto individual como colectivo (Blase y Blase, 1994, p. 9).

Estas habilidades dependen en esencia de dos factores, a saber, las visiones y el conocimiento del rector acerca de la institución y de su manejo.

Visiones. Con respecto a la problemática de las matemáticas escolares, es relevante la serie de visiones —conjunto de ideas que una persona ha logrado construir a través de su experiencia, acerca de un objeto de la realidad— que el rector posee sobre la institución que maneja y sobre los elementos que la componen. Se incluyen:

- la visión del rector acerca de la institución como un todo y del funcionamiento de las diversas áreas como equipos de profesionales, en especial, el del grupo de profesores de matemática;
- la visión del rector acerca de las matemáticas, de la formación matemática de los estudiantes de su institución y del papel de los profesores de matemáticas en esa formación;
- la visión del rector acerca de la problemática general que conlleva el liderazgo: qué es, cómo se ejerce, cómo se promueve en otros, en especial, en el resto de los directivos docentes y de los profesores, y qué dificultades surgen a raíz de su promoción.

Conocimiento. El liderazgo del rector se apoya en una serie de conocimientos que él posee sobre las diversas dimensiones que implica su papel como directivo principal de una institución escolar. Estos conocimientos pueden ser de dos tipos: conceptual y procedimental. El conocimiento conceptual que posee el rector se constituye en herramienta para comprender el medio en el que actúa y tener iniciativas de su manejo. Como mínimo es necesario que el conocimiento conceptual del profesor abarque los temas de:

- Política educativa: el rector debe conocer el marco legal, nacional y local, en el que se inscribe la institución. Este conocimiento le permite identificar las restricciones y oportunidades de

su colegio dentro del sistema educativo al que pertenece. Debe estar al tanto de los procesos de planeación y ejecución que el entorno demanda, como son el planteamiento de un Proyecto Educativo Institucional —PEI—, el desarrollo de sistemas de evaluación basados en la valoración cualitativa de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, la implementación de un currículo autónomo que cumpla con los niveles de logro establecidos en las políticas educativas nacionales, departamentales y locales, la conformación y funcionamiento del gobierno escolar y la participación de los miembros de la comunidad educativa, entre otros.

- **Administración y gestión educativa:** el rector tiene que conocer la naturaleza del manejo de una organización de carácter académico con miras a establecer lineamientos de acción acordes con ese carácter particular. Debe igualmente poder ocuparse por igual de la dimensión puramente administrativa de la institución, y de la dimensión de la gestión pedagógica. Además, el rector debe conocer diferentes tipos de administración y gestión asociados con concepciones diferentes de liderazgo y conocer sus características para poder ubicarse en algunas de ellas (Herman y Herman, 1994). Conviene que el rector profundice en estilos de administración y liderazgo transformativo y facilitador, como lo describe la literatura acerca del cambio educativo (Goldring y Rallis, 1993; Conley y Goldman, 1994).
- **Currículo:** el rector debe manejar una conceptualización amplia del currículo como un conjunto de visiones y decisiones que sustentan las acciones educativas que se adelantan en el colegio. Sin esta conceptualización el rector no será tan eficiente en liderar el proceso de diseño, implantación y evaluación del currículo de su institución, es decir, en llevar a cabo la descentralización curricular en su colegio. Junto con esto debe vigilar que haya una coherencia en las distintas instancias del currículo para el logro de las metas de formación del estudiante propuestas en el PEI.
- **La problemática de las matemáticas en su institución:** el rector debe conocer los indicadores de la problemática en su colegio, debe poder identificar los factores que de manera más fuerte inciden en ella y la forma como éstos se relacionan, y debe poder determinar la influencia de los factores y sus relaciones en la formación matemática de los estudiantes de su institución. Así, el rector podrá asumir una posición concreta frente a la problemática y a sus alternativas de solución.

El conocimiento procedimental es la serie de conocimientos que el rector domina como herramientas efectivas para *actuar* en la institución. Dichas herramientas son:

- La planeación estratégica: el rector debe estar en capacidad de guiar y liderar un proceso colectivo para determinar cuáles son las metas de la institución y para delinear los cursos estratégicos de acción para el logro de dichas metas. En especial, debe manejar los procedimientos para la formulación, desarrollo, evaluación y reformulación del PEI.
- El manejo de grupos: el rector debe tener la capacidad de involucrar efectivamente a los miembros de la institución en las actividades que en ella se emprendan. Además debe poseer la capacidad para abordar los conflictos y tensiones que surjan en el funcionamiento institucional. La promoción de las relaciones armónicas y de colaboración profesional son tareas indispensables del rector.
- El manejo de la toma de decisiones: el rector necesita conocer cómo propiciar y aprovechar situaciones para la toma colectiva de decisiones. Debe además poder conducir este proceso eficientemente para llegar de manera ágil y consensual a la mejor decisión entre muchas alternativas posibles, analizando los riesgos y ventajas de distintas opciones de decisión frente a un problema.
- Métodos y técnicas de investigación educativa: el rector debe estar en capacidad de realizar pequeñas indagaciones sistemáticas y metódicas que conduzcan a obtener información objetiva acerca de los procesos institucionales. Esta información debe poder utilizarla como base para los procesos de planeación y toma de decisiones en la institución. Igualmente, debe estar en capacidad de promover esta misma capacidad y conocimientos en sus directivos docentes y profesores.

Liderazgo del coordinador del grupo de profesores de matemáticas

El *liderazgo del coordinador* del grupo de profesores de matemáticas⁴ es la habilidad que éste tiene para dirigir, impulsar y evaluar el funcionamiento del área de matemáticas de la institución de acuerdo con las metas de formación matemática de los estudiantes acordadas en el área y relacionadas estrechamente con las metas generales de formación establecidas en el PEI. Puesto que el funcionamiento del área depende en buena medida de lo que los profesores realicen como grupo, el liderazgo del coordinador se con-

4. Es la persona de la institución que tiene a su cargo el funcionamiento del área de matemáticas. En particular, guía y coordina el trabajo del grupo de profesores y hace seguimiento al trabajo de los profesores como individuos.

creta entonces a través de la proposición y ejecución de acciones dentro de la cultura que el grupo de profesores ha construido en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Por otro lado, lograr el compromiso efectivo de los profesores para el funcionamiento coordinado del área y en particular para la realización de tareas de interés común requiere de un liderazgo facilitador de parte del coordinador del grupo, quien además de generar situaciones en las que los miembros puedan construir un sentimiento de pertenencia al grupo, debe ocuparse de establecer condiciones propicias para que el compromiso ocurra.

El liderazgo del coordinador del grupo de profesores de matemáticas depende de sus visiones y sus conocimientos acerca de varios asuntos.

Visiones. El liderazgo del coordinador depende de las visiones que tenga con respecto a:

- la naturaleza de las matemáticas, de su enseñanza y aprendizaje;
- la naturaleza del trabajo del grupo de profesores —un arte, un oficio, una profesión, etc.;
- la problemática de las matemáticas en el área, sus factores constitutivos, su influencia en la formación matemática de los estudiantes, y las alternativas de solución a ella;
- su liderazgo como dinamizador del grupo de profesores de matemáticas, las implicaciones de su papel facilitador con respecto a sus colegas, y las dificultades que ese papel conlleva en el ejercicio de su labor.

Conocimiento. Los conocimientos *conceptuales* del coordinador del grupo de profesores de matemáticas de los cuales depende su liderazgo son:

- Currículo de matemáticas: el coordinador debe poseer una conceptualización acerca del significado del currículo de matemáticas, del proceso de su construcción y de la participación del grupo de profesores en su diseño, implementación y evaluación. También debe tener una claridad sobre la conexión entre el PEI, el proyecto del área de matemáticas y el diseño particular del currículo para la secuencia de la formación matemática de los estudiantes a lo largo de los diferentes grados escolares. De esta manera el coordinador podrá guiar la construcción colectiva del proceso curricular de matemáticas en la institución.
- Contenido matemático y de educación matemática: el coordinador debe poseer un conocimiento aceptable de los objetos matemáticos transpuestos que son centrales en la enseñanza de las matemáticas escolares. Este conocimiento le permite entrar en un diálogo crítico con los profesores a quienes coordina en el

diseño y desarrollo curricular para los diferentes niveles o grados, le aporta elementos para valorar situaciones concretas de enseñanza y aprendizaje y proponer alternativas. Por otro lado, el coordinador debe poseer un conocimiento general de la educación matemática como disciplina científica que ha construido una serie de saberes útiles para la labor del profesor de matemáticas. Debe conocer alguna literatura básica sobre los aspectos centrales de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Este conocimiento le ayuda a comprender la complejidad involucrada en los procesos de enseñanza y aprendizaje y le da elementos para hacer propuestas de trabajo en el grupo y para adelantar acciones como parte de su liderazgo.

- Administración y gestión académica: el coordinador debe manejar unas nociones básicas acerca de los procesos de planeación y administración educativas para construir una visión rica de su función como directivo y tener un comportamiento apropiado a esa visión. Por lo general esta persona no es un “directivo docente”⁵ que tenga una formación como tal, sino que es uno de los profesores del colegio a quien se le ha asignado un tiempo de trabajo administrativo. Dado que las características profesionales del coordinador del grupo de profesores de matemáticas no siempre son administrativas, conviene que esa persona adquiera la mínima formación necesaria en el campo para desempeñarse de manera apropiada.

Y con respecto a los conocimientos *procedimentales*, el coordinador debe poseer un conocimiento sobre:

- Planeación estratégica: el coordinador del grupo de profesores de matemáticas debe poseer la capacidad para involucrar a sus colegas en la formulación de planes de acción en el área. También debe contar con las herramientas para poder ejecutar efectivamente y evaluar el cumplimiento de tales planes. Su papel como líder y guía de la planeación curricular de matemáticas en la institución es fundamental.
- Conocimientos sobre investigación e innovación curricular: el coordinador debe estar en capacidad de formular pequeños problemas de investigación que surjan en el trabajo de desarrollo curricular, de tal manera que pueda conducir él mismo y guiar a sus colegas a llevar a cabo indagaciones sistemáticas sobre tales

5. En el caso de colegios oficiales, sólo si el coordinador del grupo de profesores de matemáticas es el coordinador académico, se trata de un directivo docente, en otros casos se trata de un profesor.

problemas. Debe poder generar en los profesores reflexiones sustentadas con datos empíricos sobre la manera como están desarrollando el currículo, de tal forma que puedan iniciar procesos estables de innovación.

- Manejo de grupos: el coordinador debe poseer las herramientas necesarias para el establecimiento de unas relaciones armónicas, profesionales y colegiadas entre los miembros del grupo de profesores de matemáticas. Además debe estar en capacidad de resolver y manejar los conflictos que surjan, para evitar la obstaculización de las labores dentro del área. Con estas herramientas, el coordinador debe velar por el establecimiento de condiciones favorables para el intercambio profesional de los profesores.

El liderazgo del coordinador del grupo de profesores de matemáticas funciona dentro del contexto de la organización institucional. Ese contexto puede imponer restricciones y limitaciones al ejercicio de tal liderazgo. Ellas condicionan la *legitimidad*⁶ que adquiere el coordinador frente a los profesores. Dicha legitimidad depende del estatus del coordinador en la estructura organizacional de la institución. Ese estatus se relaciona con dos aspectos: cuál es la formalidad del cargo que ocupa y quién nombra a la persona en el cargo.

Formalidad del cargo. La denominación genérica “coordinador del grupo de profesores de matemáticas” en la realidad de las instituciones educativas colombianas se puede referir a cualquiera de los cargos siguientes:

- Coordinador académico: es la persona que se encarga de la coordinación de todos los profesores del colegio. Es la responsable de dar información directa acerca del funcionamiento de todas las áreas y sus profesores al rector o al consejo académico de la institución.
- Jefe del área de ciencias: es la persona que coordina y hace el seguimiento de la labor de los profesores de física, química, ciencias biológicas y matemáticas, en conjunto. Esta persona rinde informes al coordinador académico —y éste a su vez al rector—, o al rector directamente o al consejo académico.
- Jefe del departamento de matemáticas: es el encargado de coordinar las labores de los profesores de matemáticas del colegio, únicamente. Esta persona se relaciona, para informar sobre

6. El término *legitimidad* tiene una implicación política dentro de la institución; se refiere a las bases que sustentan el poder de una persona para realizar una propuesta y reclamar “obediencia” por parte de aquellos a quienes afecta (King, 1983, p.58).

dichos profesores, con el coordinador académico, o con el rector directamente o con el consejo académico.

Nombramiento en el cargo. La decisión de ubicar a una persona en los cargos mencionados puede provenir de diversas fuentes, a saber:

- De una autoridad externa a la institución: este es el caso de los coordinadores académicos de los colegios oficiales, que son nombrados por la secretaría de educación respectiva. Estas personas por lo general no hacen parte de la institución, sino que llegan a ella una vez son nombradas.
- Del rector o del consejo directivo: en muchos casos o bien el rector o el consejo directivo nombran en el cargo, según sus criterios, a una persona. Esta puede ser la situación de la mayoría de los directivos en colegios privados.
- Del consejo académico: en una toma de decisiones que involucra a más personas de la comunidad académica de la institución se puede nombrar a una persona de la misma en cualquiera de estos cargos.
- Del grupo de profesores de matemáticas o ciencias: como resultado de un consenso entre los profesores que hacen parte o bien del departamento de matemáticas o del área de ciencias se selecciona a una persona que ejercerá el cargo directivo. Este nombramiento es ratificado por una instancia superior.

LA DINÁMICA DEL SISTEMA

En lo que sigue se expone cómo vemos la dinámica del funcionamiento de las matemáticas escolares al interior de la institución, requerida para generar condiciones apropiadas para que el sistema pueda responder exitosamente a las demandas de cambio para mejorar la calidad de la formación matemática que la institución da a sus estudiantes (ver Figura N° 7).

En relación directa y estrecha, la formación matemática de los estudiantes de una institución depende de la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en los que aquéllos se involucran. Centrando la atención en la práctica docente del profesor vemos que está influida principalmente por el conocimiento profesional del profesor y su pensamiento reflexivo. Del conocimiento profesional depende en gran medida lo que sucede en el salón de clase. Es este conocimiento el que incide en las decisiones del profesor acerca de los contenidos que debe enseñar, en las formas variadas y ricas en representaciones y relaciones que utiliza para presentar los contenidos a los estudiantes para que ellos los comprendan y aprendan, en las estrategias utilizadas por el profesor para generar una rica interacción con

sus estudiantes y entre ellos. También le permite identificar y abordar con fundamento los problemas de aprendizaje de sus estudiantes, etc. Por su parte, el pensamiento reflexivo incide en la calidad de la práctica docente pues despierta la conciencia del profesor acerca de los problemas que enfrenta y de su responsabilidad en ellos y le permite abordarlos y darles solución de una manera racional (e. g., hacer juicios y plantear hipótesis, proponer diferentes alternativas de solución, compararlas, tomar decisiones fundamentadas, evaluar los resultados de la implementación de alternativas de solución, etc.).

La reflexión es un proceso de pensamiento que no se da espontáneamente y que, según el grado de cuestionamiento y de autocrítica, puede ser difícil y doloroso. Ver la importancia y el sentido que tiene involucrarse en un proceso de reflexión acerca de la propia práctica requiere del interés profesional como condición necesaria para que el profesor se disponga positivamente hacia dicho proceso. Las diversas actividades propias del comportamiento profesional (e. g., hacer lecturas especializadas, fundamentar las decisiones sobre el conocimiento especializado, interactuar colegiadamente, conocer el trabajo de otros colegas, dar a conocer el propio, etc.) que son reflejo del interés profesional, involucran al profesor en un ambiente rico de experiencias en el que el profesor puede ampliar sus perspectivas; esta situación encausa e impulsa la reflexión del profesor acerca de su práctica.

Una reflexión que considere qué se hace en la práctica, cómo, por qué y de qué maneras se pueden hacer cambios tendientes a mejorar tanto la práctica como sus resultados, contribuye a que el profesor se haga consciente del conocimiento que posee y que fundamenta sus decisiones; en particular, puede identificar sus creencias acerca de la naturaleza de las matemáticas, de cómo se deben aprender y cómo se deben enseñar. Estas creencias pueden ser cuestionadas a través de la reflexión del profesor en contextos que le permitan confrontarlas con las de sus colegas y con el conocimiento científico. El diseño curricular como práctica colectiva institucionalizada cuyo propósito principal es construir una visión coherente y rica de lo que debe ser la formación matemática del estudiante y de las formas como se puede lograr, es de manera natural el contexto más apropiado para promover la reflexión del profesor. La reflexión que haga el profesor al participar en el diseño curricular y en la cualificación profesional aporta elementos que ayudan al cuestionamiento de las propias creencias y a que ellas se transformen en conocimiento científicamente aceptado.

En un nivel ya no individual sino institucional, la práctica del profesor se ve influida de manera indirecta por prácticas y formas de organización social que inciden sobre las estructuras y los procesos de pensamiento del profesor.

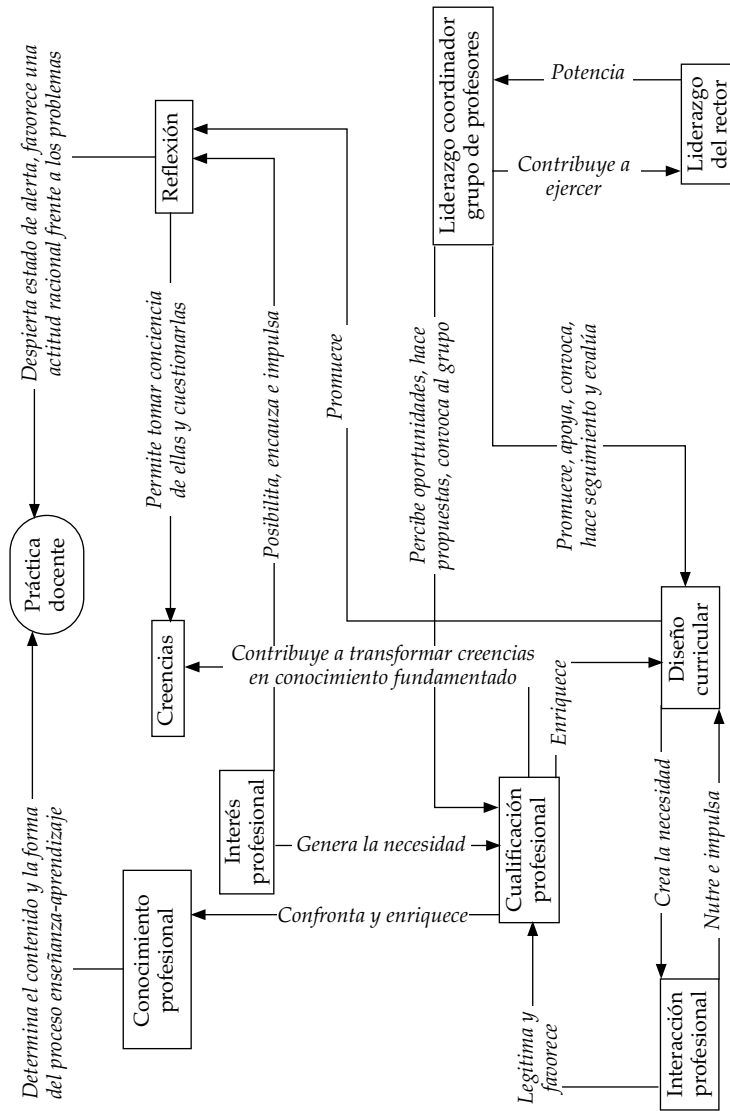


Figura NÓ 7. Dinámica del SIEM en un estado ideal

El interés profesional reflejado en la actitud positiva que tiene el profesor hacia las actividades propias de su profesión le permite continuamente identificar sus deficiencias, carencias, inquietudes, limitaciones en el conocimiento que requiere para una enseñanza de calidad y lo motiva a tomar decisiones y a realizar acciones para mejorar tal condición, es decir para participar activa y conscientemente en las oportunidades de cualificación profesional que ofrezca la institución. La cualificación apoya, fortalece y cuestiona los asuntos relacionados no sólo con el conocimiento sino también con toda la actividad profesional del profesor.

La cualificación brinda herramientas conceptuales y metodológicas que permiten enriquecer el conocimiento base del conocimiento profesional del profesor (e. g., conocimiento de diferentes posturas frente a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, conocimiento e implementación de herramientas de innovación e investigación en el aula, conocimiento de metodologías para adelantar indagación en su aula, etc.). Dado el carácter institucional de la cualificación profesional, ésta alimenta e impulsa el trabajo que realiza el grupo de profesores del colegio en relación con el diseño curricular.

Dado que el propósito del diseño curricular es construir una visión institucional de lo que es la formación matemática que debe promoverse en el colegio se requiere una dinámica de trabajo entre quienes participan en tal construcción y además se rigen por ella. Tal dinámica impone que los profesores discutan alrededor de temas curriculares, realicen colaborativamente procesos de innovación, informen acerca de los proyectos en los que están involucrados, etc.; es decir, el diseño curricular requiere de una interacción profesional fuerte, intencional y sistemática entre los profesores de matemáticas de la institución. Las diferencias individuales de los profesores en visión, conocimiento y experiencia, bajo una interacción en la que los asuntos no son de una sola persona sino del grupo, nutren e impulsan el diseño curricular: surgen ideas diferentes para discutir, propuestas que comparar, etc. Por otro lado, cuando los profesores interactúan sistemáticamente en torno a asuntos relacionados con su práctica se dan cuenta de que los problemas que enfrentan no son exclusivos de ellos, se dan cuenta de sus propias deficiencias de conocimiento y de las de sus colegas, se hacen conscientes de la necesidad y la posibilidad de seguir aprendiendo como parte del ejercicio de su profesión, construyen una visión amplia de lo que es la cualificación profesional y cómo se puede desarrollar. De esta manera, la interacción profesional legítima y favorece la cualificación profesional.

La calidad de las prácticas de la cultura profesional del grupo de profesores, que influyen indirectamente en la práctica docente del profesor como individuo, requieren del apoyo logístico y académico de la institución a través de los directivos. En particular, el liderazgo del coordinador del grupo de profesores de matemáticas influye significativamente en la cualificación de los profesores en la medida en que es él quien de manera natural, por

razón de su cargo, percibe oportunidades para la cualificación, hace propuestas, convoca al grupo, etc. También del liderazgo del coordinador depende la calidad del diseño curricular como construcción colectiva por cuanto es él quien debe promover, apoyar, convocar, hacerle seguimiento y evaluar dicho proceso y sus resultados.

El liderazgo del coordinador para promover el desarrollo y enriquecimiento de la cultura profesional del grupo de profesores de matemáticas está mediado por el liderazgo del rector. Es el rector quien por su cargo dentro de la institución puede potenciar al coordinador proporcionándole los recursos (e. g., espacios de trabajo, recursos bibliográficos y técnicos, apoyo administrativo y académico, etc.) y la autonomía necesaria para que pueda ejercer su papel de líder. Es a través del coordinador como el rector se informa y actúa sobre el estado de las matemáticas en la institución: construye una visión de los problemas específicos del área, de las soluciones que se intentan, de las necesidades de cualificación, etc.; por eso, el liderazgo del coordinador contribuye a que el rector ejerza su liderazgo sobre el área de matemáticas

UNA REFLEXIÓN FINAL

Finalmente, después del proceso de investigación en el proyecto, llegamos a construir una nueva versión del modelo del SIEM. La reconstrucción del modelo en sí misma es un resultado importante para el estudio de la realidad de las instituciones escolares y aporta una información relevante para las instituciones y/o grupos que quieran realizar investigaciones similares, en tanto que permite una mejor comprensión de la problemática abordada y se convierte en una herramienta conceptual potente para tal fin.

De otra parte los resultados encontrados nos dan indicios de que la problemática que abordamos sigue siendo tan compleja que se evidencia la necesidad de realizar estudios posteriores a más largo plazo y con una mayor presencia en la realidad de las instituciones escolares. Somos conscientes de las limitaciones en cuanto al alcance de los resultados en la medida en que éstos estuvieron sujetos, en la mayoría de los casos, a la percepción que los profesores tenían sobre la realidad en sus instituciones lo cual no implica necesariamente que esa fuera la realidad.

A pesar de haber realizado un estudio detallado de la problemática consideramos que aún quedan varios aspectos por explorar y varias preguntas por responder, que pueden dar origen a nuevos proyectos de investigación. De hecho hemos pensado en darle continuidad al proyecto PRIME I (conservando la idea del objetivo a largo plazo del gran proyecto PRIME) en un trabajo colaborativo con otras instituciones o grupos que estén interesados en el problema de estudio, con la intención de implementar la estrategia de desarrollo profesional y estudiar la problemática teniendo como escenario

la estrategia. Con esta intención convocamos a varias instituciones universitarias y grupos de investigación interesados en el tema para llevar a cabo la idea, y a pesar de que finalmente sólo un grupo logró establecer y desarrollar una agenda de trabajo conjunta y a pesar de que de esa interacción no se concretó en nada específico, consideramos que valdría la pena seguir indagando acerca de la problemática. En este sentido el grupo de investigadores de una empresa docente, ha querido darle continuidad al trabajo realizado en PRIME I y es así como ha diseñado una nueva propuesta de investigación en la que el objeto de estudio es la reflexión del profesor acerca de aspectos relacionados con su práctica.

REFERENCIAS

- Addison, R. D. (1992). Grounded hermeneutic research. En B. F. Crabtree y W. L. Miller (Eds.), *Doing qualitative research*. Thousand Oaks: Sage.
- Agudelo, C. (1996). Improving mathematics education in Colombian schools: 'Mathematics for all'. *International Journal of Educational Development*, 16, 1, 15-26.
- Aldana, E. et al. (1994). *Colombia: al filo de la oportunidad. Informe conjunto de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo*. Bogotá: MEN.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9, 3.
- Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En P. Gómez (Ed.), *Ingeniería didáctica en educación matemática* (pp. 33-59). México: una empresa docente y Grupo Editorial Iberoamérica.
- Barton, B. (1996). Antropological perspectives on mathematics and mathematics education. En A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematical Education* (pp. 1035-1054). Dordrecht: Kluwer.
- Beaton, A., Mullis, I., Martin, M., González, E., Kelly, D. y Smith, T. (1996). *Mathematics achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Boston: TIMSS International Study Center - Boston College.
- Bernal, G. y Lleras, G. (1995). Algunos factores relevantes en el desempeño académico en matemáticas de estudiantes de primer semestre de la E.C.I. *Revista EMA*, 1, 28-33.
- Blase, J. y Blase, R. (1994). *Empowering teachers. What successful principals do*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Boero, P., Dapueto, C. y Parenti, L. (1996). Didactics of mathematics and the professional knowledge of teachers. En A. Bishop et al. (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 1097-1121). Dordrecht: Kluwer.
- Brubacher, J., Case, C. y Reagan, T. (1994). *Becoming a reflective educator. How to build a culture of inquiry in the schools*. California: Corwin Press, Inc.
- Carpenter, T., Fennema, E. y Franke, M. (1997). Instrucción Guiada Cognitivamente: una base de conocimiento para la reforma de la enseñanza de matemáticas en primaria. *Revista EMA*, 3, 3-32.
- Castro, M., Perry, P., Valero, P., Gómez, P. y Agudelo, C. (1997). La interacción profesional como elemento dinamizador en el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas. En R. Farfán (Ed.), *Resúmenes de la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa* (p. 74). Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

- Clarke, B., Clarke, D. y Sullivan, P. (1997). The mathematics teacher and curriculum development. En A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 1207-1233). Dordrecht: Kluwer.
- Clarke, D. (1994). Ten key principles from research for the professional development of mathematics teachers. En D. Aichele y A. Coxford (Eds.), *Professional Development for Teachers of Mathematics. 1994 Yearbook* (pp. 37-47). Reston, Va.: NCTM.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E. y McNeal, B. (1992). Characteristics of classroom mathematics traditions: An interactional analysis. *American Educational Research Journal*, 29, 573-604.
- Cockcroft, W. H. (1982). *Mathematics Counts*. Londres: HMSO.
- Colás, P. y Buendía, L. (1992). *Investigación Educativa*. Sevilla: Ediciones Alfar.
- Conley, D. y Goldman, P. (1994). Ten propositions for facilitative leadership. En J. Murphy y K. Louis (Eds.), *Reshaping the principalship: insights from transformational reform efforts* (pp. 237-262). California: Corwin Press, Inc.
- Crawford, K. y Adler, J. (1996). Teachers as researchers in mathematics education. En A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (vol. 4, pp. 1187-1205). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Departamento Nacional de Planeación (1991). Plan de apertura educativa 1991-1994. *Educación y Cultura*, 23, 15-24.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: D. C. Heath and Company.
- Ellerton, N. (1997). Problematising mathematics education research. *Mathematics Education Research Journal*, 9, 1, 1-4.
- Ernest, P. (1989a). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model. *Journal of Education for Teaching*, 15, 13-33.
- Ernest, P. (1989b). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. En P. Ernest (Ed.), *Mathematics Teaching: The State of the Art*. Londres: The Falmer Press.
- Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. London: The Falmer Press.
- Fasheh, M. (1997). Mathematics, culture and authority. En A. Powell y M. Frankenstein (Eds.), *Challenging Eurocentrism in Mathematics Education* (pp. 273-290). New York: SUNY.
- Fennema, E., Carpenter, T. y Peterson, P. (1989). Learning mathematics with understanding: Cognitively guided instruction. En J. Brophy (Ed.), *Advances in Research on Teaching* (pp. 195-221). Greenwich, CT: JAI Press.
- Fennema, E. y Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 147-164). New York: Macmillan.

- Fernández, F. (1995). Proyecto Brecha. *Revista EMA*, 1, 25-27.
- Furtwengler, W. J. y Hurst, D. (1992). *Leadership for School Quality -Personal Challenge, the Missing Factor*. Ponencia presentada en el Encuentro Anual de American Educational Research Association (San Francisco, CA, abril 20-24, 1992).
- García, G. (1996). Reformas en la enseñanza de las matemáticas escolares: perspectivas para su desarrollo. *Revista EMA*, 1, 195-206.
- Gibaja, R. (1988). Acerca del debate metodológico en la investigación educacional. *La Educación. Revista Interamericana de Desarrollo Educativo*. Washington: Departamento de Asuntos Educativos, Secretaría General de la OEA.
- Goldring, E. y Rallis, S. (1993). *Principals of dynamics schools: taking charge of change*. California: Corwin Press, Inc.
- Gómez, C. y Valero, P. (1995). Calculadoras gráficas y precálculo: el impacto en las creencias del profesor. En P. Gómez et al., *Aportes de "una empresa docente" a la IX CIAEM* (pp. 141-162). Bogotá: una empresa docente.
- Gómez, P. (1995). Riesgos de la innovación curricular en matemáticas. *Revista EMA*, 1, 97-114.
- Gómez, P. y Perry, P. (1994). *Proyecto MEN-EMA. Una investigación sobre la problemática de las matemáticas en los colegios oficiales del Distrito Capital*. Informe final del proyecto.
- Gómez, P. y Perry, P. (Eds.) (1996). *La problemática de las matemáticas escolares. Un reto para directivos y profesores*. México: una empresa docente y Grupo Editorial Iberoamérica.
- Gómez, P. y Valero, P. (1995). La potenciación del Sistema de Educación Matemática en Colombia. En P. Gómez et al., *Aportes de "una empresa docente" a la IX CIAEM* (pp. 1-9). Bogotá: una empresa docente.
- Good, T. y Brophy, J. (1986). Schools effects. En M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3a edición, pp. 570-602). New York: Macmillan.
- Gregg, J. (1995). The tensions and contradictions of the school mathematics tradition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25, 442-466.
- Hargreaves, A. (1994). *Changing teachers, changing times: teachers' work and culture in the postmodern age*. New York: Teachers College Press.
- Herman, J. J. y Herman, J. L. (1994). *Making change happen: practical planning for school leaders*. California: Corwin Press, Inc.
- Hyde, A., Ormiston, M. y Hyde, P. (1994). Building professional development into the culture of schools. En D. Aichele y A. Coxford (Eds.), *Professional Development for Teachers of Mathematics. 1994 Yearbook*. Reston, Va.: NCTM.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1992). *Cómo planificar la investigación acción*. Barcelona: Editorial Laertes.

- Kilpatrick, J. (1995). Investigación en educación matemática: su historia y algunos temas de actualidad. En J. Kilpatrick, L. Rico y P. Gómez (Eds.), *Educación matemática* (pp. 1-18). México: una empresa docente y Grupo Editorial Iberoamérica.
- Kilpatrick, J. (1996). Valoración de la investigación en didáctica de las matemáticas: más allá del valor aparente. En L. Puig y J. Calderón (Eds.), *Investigación y didáctica de las matemáticas* (pp. 31-48). Madrid: Visor - MEC.
- King, R. (1983). *The sociology of school organization*. London: Methuen.
- Koehler, M. S. y Grouws, D. (1992). Mathematics teaching practices and their effects. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 115-126). New York: Macmillan.
- Leithwood, K. et al. (Eds.) (1996). *International Handbook of Educational Leadership and Administration*. Dordrecht: Kluwer.
- Lerman, S. (1994). Changing focus in the mathematics classroom. En S. Lerman (Ed.), *Cultural Perspectives on the Mathematics Classroom, Mathematics Education Library* (vol. 14, pp. 191-213). Dordrecht: Kluwer.
- Llinares, S. (1995). *Conocimiento profesional del profesor de matemáticas: conocimiento, creencias y contexto en relación a la noción de función*. Ponencia presentada en el IV Encontro de Investigaçao em Educaçao Matemática, Portugal.
- Llinares, S. y Sánchez, M.V. (1990). El conocimiento profesional del profesor y la enseñanza de las matemáticas. En S. Llinares y M. V. Sánchez (Eds.), *Teoría y práctica en educación matemática* (pp. 63-115). Sevilla: Ediciones Alfar.
- Llinás, R. (1994). Ciencia, educación y desarrollo: Colombia en el siglo XXI. En Aldana, E. et al., *Colombia: al filo de la oportunidad* (pp. 9-31). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Marcelo, C. (1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona: CEAC.
- Marcelo, C. (1989). *Introducción a la formación del profesorado. Teoría y métodos*. España: Editorial Universidad de Sevilla.
- Mason, J. (1997). Recognising a possibility to act. En V. Zack, J. Mousley y C. Breen, *Developing practice: Teachers' inquiry and educational change* (pp. 87-101). Australia: University of Deakin.
- McLaughlin, M. W. y Talbert, J. E. (1990). The contexts in question: the secondary school workplace. En M.W. McLaughlin, J. E. Talbert y N. Bascia (Eds.), *The Contexts of Teaching in Secondary Schools*. New York: Teachers College Press.
- MEN (1990). *Marco general de matemáticas. Propuesta de programa curricular para educación básica secundaria*. Bogotá: MEN - Dirección General de Capacitación y Perfeccionamiento Docente.
- MEN (1991). *Marco general de matemáticas. Propuesta de programa curricular para noveno grado*. Bogotá: MEN - Dirección General de Capacitación y Perfeccionamiento Docente.

- MEN (1992). *Sistema Nacional de Evaluación de la Calidad de la Educación. Primeros resultados: matemáticas y lenguaje en la básica primaria*. Bogotá: MEN.
- MEN (1995). *Ley general de educación. El salto educativo*. Serie Documentos Especiales. Bogotá: Empresa Editorial Universidad Nacional.
- Mousley, J. (1997). An introduction: teachers' inquiry. En V. Zack, J. Mousley y C. Breen (Eds.), *Developing practice: Teachers' inquiry and educational change* (pp. 1-10). Victoria: Deakin University.
- Murillo, F. (1995). Una nueva Ley de Educación en un nuevo país. En *Educación y Cultura. Memorias del Segundo Congreso Pedagógico Nacional*, 36-37, 52-59.
- NCTM (1980). *Agenda for Action*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM (1991a). *Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales".
- NCTM (1991b). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Noddings, N. (1992). Professionalization and mathematics teaching. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 197-208). New York: Macmillan.
- Novak, J. (1990). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Peluso, T., Becker, J. y Pence, B. (1996). Extending the educational conversation: Administrators' views of staff development. En L. Puig y A. Gutiérrez (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 4, pp. 115-122). Valencia: Universidad de Valencia.
- Perry, P. (Ed.) (1998). *Experiencias de desarrollo profesional en matemáticas. Un apoyo para la reforma en la escuela secundaria*. Bogotá: una empresa docente.
- Perry, P., Valero, P. y Gómez, P. (1995). Proyecto MEN-EMA: exploración de la problemática de las matemáticas escolares en colegios oficiales de Bogotá. En P. Gómez et al., *Aportes de "una empresa docente" a la IX CIAEM* (pp. 19-44). Bogotá: una empresa docente.
- Perry, P., Valero, P. y Gómez, P. (1996a). La problemática de las matemáticas escolares desde una perspectiva institucional. En P. Gómez y P. Perry (Eds.), *La problemática de las matemáticas escolares. Un reto para directivos y profesores* (pp. 3-54). México: una empresa docente - Grupo Editorial Iberoamérica.
- Perry, P., Gómez, P. y Valero, P. (1996b). The teaching of mathematics from within the school. Teachers and principals as researchers. En L. Puig y A. Gutiérrez, (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 4, pp. 123-130). Valencia: Universidad de Valencia.

- Perry, P., Valero, P., Castro, M., Gómez, P. y Agudelo, C. (1996c). *Reporte de investigación del proyecto PRIME I*. Disertación no publicada, “una empresa docente” - Bogotá.
- Perry, P., Castro, M., Valero, P., Gómez, P. y Agudelo, C. (1997). A look at teachers’ professional knowledge through the analysis of classroom activities. En E. Pehkonen (Ed.), *Proceedings of the 21th. Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 1, p. 257). Lahti: Universidad de Helsinki.
- Pourtois, J.P. y Desmet, H. (1992). *Epistemología e instrumentación en ciencias humanas*. Barcelona: Editorial Herder.
- Rico, L. (1990). Diseño curricular en Educación Matemática: una perspectiva cultural. En S. Llinares y M. V. Sánchez (Eds.), *Teoría y práctica en educación matemática*. Sevilla: Ediciones Alfar.
- Rico, L. (1997). Dimensiones y componentes de la noción de currículo. En L. Rico (Ed.), *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria* (pp. 377-435). Madrid: Síntesis.
- Rocher, G. (1978). *Introducción a la sociología general*. Barcelona: Herder.
- Romberg, T. (1988). Can teachers be professionals? En D. Grouws, T. J. Cooney y D. Jones (Eds.), *Perspectives on Research on Effective Mathematics Teaching* (vol. I, pp. 224-244). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics; Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Romberg, T. (1991). Características problemáticas del currículo escolar de matemáticas. *Revista de Educación*, 294, 323-406.
- Romberg, T. (1992). Perspectives on Scholarship and Research Methods. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 49-64). New York: Macmillan.
- Rosenholtz, S. (1991). *Teachers’ workplace. The social organization of schools*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Sánchez, M. y Mompotes, A. (1996). Colombia se rajó en ciencias. *El Tiempo*, diciembre 2 de 1996, p. 16A.
- Schoenfeld, A., Smith, J. y Arcavi, A. (1990). Learning: the microgenetic analysis of one student’s evolving understanding of a complex subject matter domain. En R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology*. New Jersey: Hillsdale.
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, meta-cognition, and sense making in mathematics. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.
- Skovsmose, O. (1994). *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Sparks, D. y Loucks-Horsley, S. (1990). Models of staff development. En W. R. Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 234-250). New York: Macmillan.
- Stenhouse, L. (1975). *An introduction to curriculum research and development*. London: Heinemann.
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Ediciones Morata, S. A.
- Thompson, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan.
- Valero, P. (1997). A day to be true. Mathematics education for democracy in Colombia. *Chreods, 11*, 49-61.
- Valero, P., Gómez, P. y Perry, P. (1997a). School mathematics improvement: Administrators and teachers as researchers. En V. Zacks, J. Mousley y C. Breen (Eds.), *Developing practice: teachers' inquiry and educational change* (pp. 113-121). Geelong, Australia: CSMEE; Universidad de Deakin.
- Valero, P., Gómez, P., Perry, P., Castro, M. y Agudelo, C. (1997b). School structure influence on administrators' actions upon mathematics staff development in schools. En E. Pehkonen (Ed.), *Proceedings of the 21th. Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 1, p. 266). Lahti: Universidad de Helsinki.
- Valero, P., Perry, P., Castro, M., Gómez, P. y Agudelo, C. (1998). Desarrollo profesional de directivos y profesores: motor de la reforma de las matemáticas escolares. En P. Perry (Ed.), *Experiencias de desarrollo profesional en matemáticas. Un apoyo para la reforma en la escuela secundaria* (pp. 3-38). Bogotá: "una empresa docente".
- Valero, P., Perry, P. y Gómez, P. (1996). Educación matemática en secundaria y desarrollo profesional. Una visión institucional. *Revista Educación y Cultura, 40*, 42-47.
- Vasco, C. (1984). El nuevo programa de matemáticas paso a paso. *El Educador, 1*, 10-14.
- Vasco, C. (1990). Tres estilos de trabajo en las ciencias sociales (Comentarios a propósito del artículo Conocimiento e interés de Jurgen Habermas). Documentos ocasionales, 54, septiembre de 1990. Bogotá: CINEP, 2º edición.
- Woody, R., La Voie, J. y Epps, S. (1992). *School Psychology. A developmental and social systems approach*. Boston: Allyn and Bacon.