

**Un estudio de la formación profesional
de docentes de matemática a través
de investigación-acción¹**
*A study of professional development for teachers
of mathematics through action research*

Yolanda SERRES VOISIN²

Universidad Central de Venezuela

serresy@ucv.ve

Recibido: 15/11/2006

Aprobado: 30/4/2007

¹ Este trabajo ha sido financiado por el CDCH-UCV, como Proyecto Individual de código PI 08-11-5330-2003.

² Licenciada en Educación, mención Matemáticas por la Universidad Central de Venezuela. Magíster en Psicología Cognitiva por la Universidad Católica «Andrés Bello». Candidata doctoral en el Programa de Matemática Educativa del Instituto Politécnico Nacional de México. Profesora Agregada, Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Investigadora acreditada en el Programa de Promoción al Investigador, Nivel I. Miembro de la Asociación Venezolana de Educación Matemática. Co-directora de la Revista *Enseñanza de la Matemática*, publicación oficial de AsoVEMat, entre 2000 y 2005.

RESUMEN

Este artículo analiza un programa de formación docente de profesores de matemática utilizando el paradigma de investigación-acción. Se trabajó con el subprograma de actualización docente denominado *Samuel Robinson va al Liceo*, llevado a cabo por la Universidad Central de Venezuela. Las fuentes de información utilizadas fueron el diario de campo, los perfiles de los docentes y las entrevistas, analizándose a través del método de triangulación. Se logró sensibilizar y capacitar a los docentes por medio de discusiones sobre aspectos centrales de la didáctica de la matemática, sin embargo no se logró mejorar sus prácticas, debido al diseño original del programa que integra equipos de distintas áreas, y a la falta de seguimiento del trabajo en los liceos. Se recomienda integrar los equipos por área y hacer seguimiento del programa en los liceos.

Palabras clave: Formación de docentes de matemática, investigación-acción, actualización de docentes, Programa Samuel Robinson.

ABSTRACT

This paper analyzes a professional development program for mathematics teachers through action research. The program analyzed was the *Samuel Robinson va al Liceo* that belongs to the *Universidad Central de Venezuela*. The information was obtained using field diaries, teachers profiles and interviews that were analyzed using a triangulation method. It was possible to begin an awareness process by having conversations on key pedagogical issues of mathematics education. However, the program did not improve teachers' practices because the original design of the program included different area teams as well as because of the lack of follow up in the high schools. It is recommended the integration of area teams and a follow up of the program in the high schools.

Key words: Math education, action research, teacher ongoing education, Samuel Robinson program.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto de la investigación

La Universidad Central de Venezuela lleva a cabo desde 1997 el Programa Samuel Robinson, programa piloto de intervención social y de investigación-acción cuyo objetivo original era contribuir a la democratización de las oportunidades de estudio en esta universidad, a través de un proceso de admisión integral de estudiantes de estratos sociales de bajos recursos (Secretaría UCV, 2000). Dentro de este programa, en 1998 nace el programa de actualización docente denominado *Samuel Robinson va al Liceo* (SRL) con el propósito de aumentar el impacto en la población con que se trabaja, incidiendo en el perfil del docente que forma a los estudiantes que ingresaban al Programa Samuel Robinson (Secretaría UCV, 2003). Según la Secretaría de la Universidad Central de Venezuela (2000) los objetivos del SRL son: 1. Conformar equipos líderes de docentes en cada liceo participante y desarrollar con ellos un programa de sensibilización, capacitación y actualización docente. 2. Propiciar la creación de Centros de Reflexión y Actualización del Profesorado (CRAP) en cada liceo participante. 3. Desarrollar un sistema de formación permanente para los docentes de los liceos adscritos. 4. Establecer planes de acción y redes escolares de trabajo con el personal directivo de los liceos.

Para Amaro (2003a) el Programa SRL ofrece capacitación y entrenamiento a docentes de Educación Media, Diversificada y Profesional (EMDP) de cada uno de los liceos participantes, quienes a su vez conforman los equipos líderes en sus respectivas instituciones. A través de la preparación y constitución de estos equipos líderes se promueve la creación de los CRAP, que a su vez promueven la práctica docente reflexiva en un espacio que favorece el cambio actitudinal y la revisión de concepciones arraigadas en la práctica cotidiana. Para el caso de los docentes de matemática, se busca promover la reflexión de las concepciones sobre esta materia, su didáctica y su aprendizaje. El programa de sensibilización, capacitación y actualización se desarrolla a través de cursos entre los que se encuentra el curso de Investigación Didáctica, eje del programa, y los cursos de didácticas especiales. El curso de Investigación Didáctica tiene

como propósito promover en los docentes la reflexión compartida sobre la práctica pedagógica concebida como campo de conocimiento y la construcción colectiva de propuestas que contribuyan a su mejora, transformación y potenciación (Amaro, 2003b). El objetivo de los cursos de didácticas especiales es la actualización de contenidos por disciplina y el desarrollo de estrategias para abordar esos contenidos en el aula; el de didáctica de la matemática específicamente se plantea lo siguiente: a) discutir contenidos y estrategias de la enseñanza de la matemática; b) presentar modalidades de motivación y procesamiento de información matemática; c) mostrar estilos de reconstrucción del conocimiento-pensamiento matemático.

1.2. El problema de investigación

En función de que el curso de didáctica de la matemática incorpore los conocimientos prácticos del grupo de docentes (Amaro, 2003b) y desarrolle conocimientos centrales de la enseñanza de la matemática (Schwan, 2001), luego de presentar a los docentes los objetivos generales se hicieron algunos ajustes para seleccionar los contenidos específicos a tratar, escogiéndose éstos de los programas oficiales de matemática. En particular, se abordaron los temas de álgebra y trigonometría vinculados con: a) cognición y metacognición en el aprendizaje de la matemática; b) estrategias de enseñanza y de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos; c) motivación y actitudes hacia el aprendizaje de la matemática.

Los docentes participantes muestran un cambio de actitud, lo que se evidencia a través de las reflexiones y las inquietudes que plantean; también desarrollan habilidades para procesar información sobre investigación educativa relacionada con sus prácticas (Amaro, 2003b). Sin embargo, en lo que se refiere a la didáctica de la matemática, estos logros no se han traducido en una mejora significativa de sus prácticas, ni en una mejora del rendimiento matemático de los estudiantes (Serres, 2004). Esto ha sido así debido a que las discusiones suelen centrarse en lo que no hacen los estudiantes, lo que no hacen los docentes de los grados anteriores y las malas condiciones socio-económicas, tanto de los estudiantes como de los propios docentes. Los temas

que les interesa discutir a los docentes son estrategias generales, y muy poco se discute sobre dificultades del aprendizaje de la matemática, sobre diseño, implementación y evaluación de nuevas estrategias de enseñanza de un contenido particular de la matemática. Esta situación se considera una dificultad para el programa dirigido específicamente a docentes de matemática, ya que no es a través del uso de estrategias generales que los docentes de matemática desarrollarán destrezas de razonamiento y de comunicación, sino que deben revisar profundamente lo que piensan sobre lo que significa saber y comprender la matemática, el tipo de tareas en las cuales los estudiantes deben estar involucrados y el papel que ellos juegan en el aula (Ball y Cohen, 1999; Schwan, 2001). Por lo anterior, esta investigación se planteó estudiar el programa de actualización *Samuel Robinson va al Liceo*, particularmente cómo el programa logra su objetivo de actualizar a los docentes de matemática.

1.3. Marco teórico

En este trabajo se denomina actualización o formación docente a un conjunto de actividades sistematizadas en las cuales los docentes tienen la oportunidad de reflexionar, explicar, discutir y actuar sobre el proceso de aprendizaje de sus estudiantes y sobre el proceso de enseñanza que ellos llevan a cabo. En este sentido, el *objetivo de los programas de formación* debe ser capacitar a los docentes para que puedan dar razones que avalen sus acciones educativas (Liston y Zeichner, 1993). Si bien los docentes pueden construir sus razonamientos educativos con conocimientos teóricos de distintas fuentes, Schwan (2001) plantea que los docentes de matemática tienen la oportunidad de desarrollar *conocimientos* centrales de la enseñanza involucrándose en actividades que están en el corazón del trabajo diario de un docente, desarrollando así conocimientos a través del análisis de situaciones reales. La formación docente debe entonces relacionar las *prácticas docentes* con los conocimientos que ya tienen éstos, de manera de lograr aprendizajes educativos significativos. Schwan (2001) sostiene que el trabajo de los docentes es cíclico y el ciclo se compone de:

- La planificación de la instrucción, donde el docente decide qué conocimientos matemáticos quiere que aprendan los estudiantes, determina

la prioridad de los conocimientos y experiencias en la cual los estudiantes puedan construir nuevos conocimientos.

- La enseñanza, donde lleva a cabo el plan que ha desarrollado. Durante la enseñanza el docente puede enlazar las actividades y tareas de los y las estudiantes, hacer las correcciones que sean necesarias para ajustarse a las necesidades de los estudiantes y evaluar formal e informalmente qué están aprendiendo los estudiantes.
- La reflexión. Durante este proceso los docentes pueden considerar el nivel y tipo de pensamiento al cual la mayoría de los estudiantes apostaron durante la lección y qué hicieron y dijeron los estudiantes que sugiriera la comprensión de las ideas matemáticas importantes.

Las *prácticas docentes* son continuas y cíclicas porque se llevan a cabo antes, durante y después del trabajo en aula con los estudiantes. Antes del trabajo en aula y a través de un proceso de reflexión teórica el docente debe diseñar un plan de clase basado en: a) un objetivo educativo que tienda al desarrollo del pensamiento matemático como un todo e integre los contenidos matemáticos con la realidad y con otras áreas del conocimiento; b) conocimientos sobre el tema que espera que aprendan sus estudiantes, que integre varios objetivos de los programas de matemáticas; que busque desarrollar el pensamiento matemático; c) conocimientos pedagógicos particulares para el tema abordado que permitan desarrollar distintas estrategias generales de enseñanza y de matemáticas en particular; d) conocimiento sobre cómo aprenden los estudiantes, dónde deben ser considerados aspectos del aprendizaje de la matemática tal como la influencia de la afectividad; e) conocimiento de la dinámica del grupo y del contexto social donde se desarrolla la práctica.

Durante el trabajo en el aula con los y las estudiantes, es posible que el docente deba adaptar, improvisar y experimentar nuevas estrategias, relacionar el tema tratado con otros distintos y desconocidos, tomar decisiones para controlar la dinámica del grupo y conducirlo hacia el logro de los objetivos. Por ello, durante la clase el docente debe mantenerse en un estado de alerta

que le permita incorporar nuevos aprendizajes a su formación. Luego de la clase, el docente debe estar en capacidad de reflexionar y explicar las situaciones surgidas en el aula con los estudiantes y de discutir con sus colegas los resultados para identificar éxitos y fracasos y evaluar dónde hay que hacer mejoras. Por lo anterior, un programa de formación docente que pretenda lograr el desarrollo de estas prácticas debe comenzar propiciando la reflexión. Para ello, se puede hacer uso de los portafolios, pues éstos respaldan el desarrollo profesional en muchos aspectos significativos (Danielson y Abrutyn, 1999). Los portafolios son instrumentos para explorar ideas, compartir progresos y planificar en conjunto con los colegas, trabajo que requiere tiempo y compromiso. En cuanto al trabajo en aula, el uso del portafolio puede ser para documentar una amplia gama de actividades de aprendizaje, las cuales pueden variarse lo suficiente para generar un mayor desempeño estudiantil. Para muchos docentes esto representa un cambio de enfoque que les exige reflexionar sobre las actividades de aprendizaje y que quizás los lleve a consultar a otras personas y a buscar recursos profesionales de apoyo (Danielson y Abrutyn, 1999).

A través de la reflexión y la explicación, los docentes construyen sus *conocimientos educativos*. Investigaciones recientes sobre formación de docentes de matemáticas plantean que algunos tipos de conocimiento proporcionan un fundamento más eficaz que otros a la reflexión crítica, y que puede bastar con atender a los tipos de saberes que los docentes poseen y utilizan en su trabajo, como son: a) una serie de destrezas para la conducción del grupo; b) saberes contextuales; c) saberes profesionales, sobre las estrategias de enseñanza y sobre el currículum (Eslava y Valdez, 2004). Valdez (2001) encontró que los docentes de matemáticas construyen *conocimientos educativos* en dos niveles. En cuanto al conocimiento matemático, los docentes tienen inseguridad en su formación matemática y una vez salvada ésta dirigen su atención hacia el conocimiento didáctico. Además, los docentes se aproximan a los saberes manifestando una prevalencia de la vivencia personal, la experiencia empírica por encima de lo conceptual y el manejo de la información que se intercambia. Se divaga, hay poca concentración en el objeto de estudio y, por último, hay una fijación en aspectos específicos que hacen que se pierda el esquema general. Agrega además Valdez (2001) que en la tradición

magisterial mexicana se ha privilegiado el discurso retórico por encima del cambio procedimental.

Según Ball y Cohen (1999), los *conocimientos* que necesitan tener los docentes son: a) los contenidos que enseña, en diferentes formas a como ellos lo aprendieron como estudiantes, por ejemplo necesitan saber significados y conexiones; b) acerca de los aprendices, qué les gusta, qué encuentran interesante y con qué tienen problemas en cada dominio en particular; c) acerca del conocimiento estudiantil, necesitan conectarse con los estudiantes, esperar que todos sus estudiantes aprendan; d) pedagogía, para conectar a sus estudiantes con los contenidos en forma efectiva. Los conocimientos pedagógicos de los docentes incluyen las formas de representación de las ideas, las analogías, los ejemplos, las explicaciones y las demostraciones, es decir, las formas de representar y formular los temas para hacerlos comprensibles a los otros (Steinbring, 1998).

Luego de la reflexión y la explicación, el docente discute tanto con sus colegas de área como con los colegas del mismo nivel educativo donde enseña. Compartir sus ideas, expectativas y conocimientos educativos fortalece, tanto sus mismas acciones, como el aprendizaje de sus estudiantes y el proyecto educativo de la institución. En la búsqueda del éxito de un programa de formación docente hay que mantener el ciclo y la continuidad de la reflexión y de las discusiones, por lo cual es necesario que la *organización del programa* conjuntamente con las instituciones educativas coordine espacios de trabajo de los docentes que les permitan compartir y coordinar acciones educativas en conjunto. De esta forma los docentes se mantienen estudiando, se mejora el aprendizaje de los estudiantes y se fortalece el proyecto educativo de las instituciones.

En este sentido, Imbernón (2001) considera que el enfoque de formación de docentes adecuado es aquel que se basa en un colectivo que entra en un proceso donde prima la reflexión deliberativa y la investigación-acción. Esta formación, basada en colaboración entre iguales, se define como formación del centro. Daniels (1998) también propone la creación de los Grupos de Apoyo entre Profesores, donde el trabajo se caracteriza por ser un ciclo de resolución de problemas: los profesores definen los problemas, consideran

posibles alternativas, prueban estrategias prácticas y reciben supervisión a través de reuniones de seguimiento.

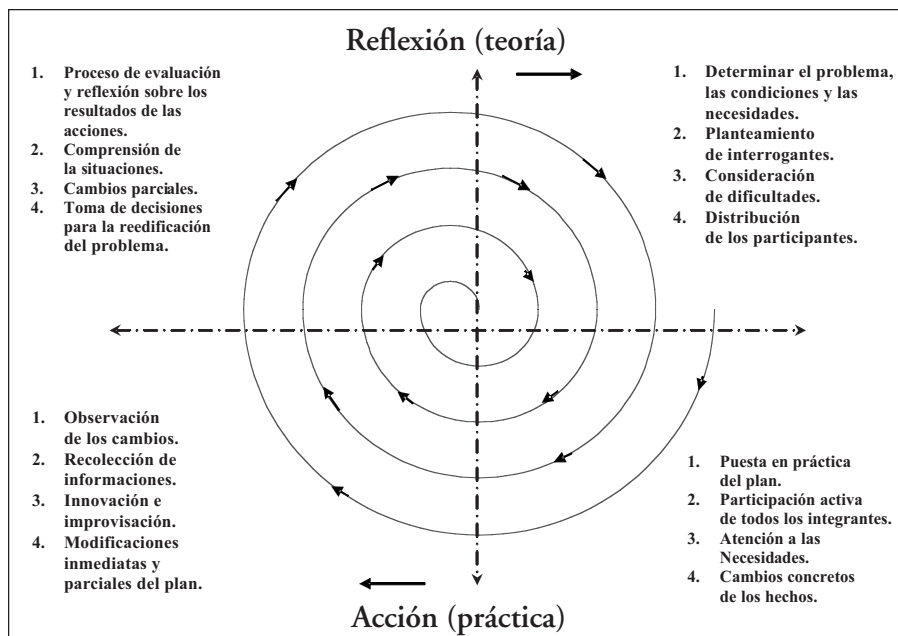
Mauri y Vilarrubias (2001), argumentando a favor de la formación docente en centros, afirman que es difícil de valorar lo que un docente «participante» tiene posibilidad de transferir a su propio centro, por lo cual discuten el valor de la formación individual, considerando que contribuye escasamente a que la línea pedagógica de un centro gane progresivamente en coherencia. Los docentes participan en actividades de formación de modo individual y voluntario, pero la calidad educativa se desarrolla gracias a los esfuerzos de algunos centros que orientan su actividad a la definición y concreción de una línea pedagógica coherente con sus planteamientos.

2. METODOLOGÍA

Para investigar cómo se desarrolla un programa de formación docente hay que investigar *con los* docentes, no *sobre los* docentes, pues una investigación educativa que ignora el carácter mediacional del docente como variable sistemáticamente independiente está utilizando un diseño no-válido, en términos estrictos de validez intrínseca, pues no se investiga lo que se dice que se quiere investigar, la realidad de la educación, ya que el docente es un foco generador de variables nuevas (Fernández, 2000). Para investigar *con los docentes* este trabajo utilizó el paradigma de investigación-acción (IA), pues este paradigma reúne tres características fundamentales: es democrático, es participativo y es colaborativo (Carr y Kemmis, 1988).

El diseño del SRL promueve la reflexión, la participación e involucra a los docentes en los cambios educativos necesarios para mejorar la calidad de la educación que imparten en sus instituciones (Serres, 2005), lo cual permite estudiar el programa a través de la investigación-acción. Las unidades de análisis estudiadas fueron el curso de didáctica de la matemática, uno de los Centros de Reflexión y Actualización del Profesorado creado durante el programa, y el proceso de formación de uno de los docentes participantes en el programa. El esquema general de investigación-acción que se siguió fue el de Mora (2002), representado en el gráfico N° 1 a continuación.

GRÁFICO N° 1
ESQUEMA GENERAL DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN



La primera fase, de *detección del problema* de este estudio, abarca el problema, su contexto y el marco teórico utilizado para explicar el abordaje del problema. La segunda fase, de *atención de las necesidades*, y la tercera fase, de *observación de los cambios*, se plantean en el análisis de los casos estudiados. La cuarta fase, de *evaluación y reflexión*, se presenta en las conclusiones de la investigación. Según Elliott (2000), algunas de las técnicas y métodos para conseguir pruebas en la fase de detección del problema de la investigación-acción son: a) los diarios, llevados de forma permanente; b) los perfiles, los cuales proporcionan una visión de una situación o persona durante un período de tiempo; c) el análisis de documentos como programas, planes de evaluación, pruebas, tareas, libros de texto, diseños de actividades; d) datos fotográficos de los docentes mientras trabajan, de la distribución física del aula y de su organización social; e) grabaciones de audio y vídeo; f) transcripciones de las

clases grabadas; g) las entrevistas; h) la triangulación de información; i) los informes analíticos. Todas estas técnicas y métodos pretenden abarcar la práctica educativa desde su complejidad y a todas las personas involucradas, de manera de mejorar la calidad de la educación a través de la transformación de reflexiones en acciones, desde y para los docentes. En el análisis que se presenta a continuación se utilizaron: el diario de campo, los perfiles de los docentes de los liceos, las grabaciones de audio, las entrevistas a los docentes, los informes analíticos y la triangulación de la información.

El *diario de campo* de la investigadora jugó el papel de instrumento principal de recolección de la información. Se llevó en dos instancias diferentes: 1. En el curso de didáctica de la matemática, a través del relato sistemático acerca de qué se iba a reflexionar, de cómo se llevaba a cabo la discusión, a qué conclusiones se llegaba y qué compromisos de continuidad del trabajo en los liceos se hacían (Porlán y Martín, 1993) 2. En el seguimiento del CRAP, específicamente en las reuniones con los docentes para ir reportando las discusiones, los acuerdos y las propias reflexiones de la investigadora. El objetivo del diario fue reconstruir el conocimiento matemático y de las didácticas de la matemática de los docentes, tratando de categorizar las ideas según se relacionaran con la base conceptual de la matemática, con sus procedimientos, tanto algorítmicos como heurísticos, con su aprendizaje, o con los objetivos de la educación matemática. El análisis de las ideas presentadas permitió detectar construcciones conceptuales acerca de la matemática, su didáctica, su aprendizaje y sus objetivos, así como también problemas prácticos que para ser resueltos exigieron un plan de acción y un compromiso de continuidad de trabajo en los liceos.

Para elaborar un *perfil del docente* se diseñó un instrumento que indicara el tiempo de servicio, los grados y el número de estudiantes que atendía el docente; horas de clases semanales que dicta, otras actividades que desarrolla en el liceo, estudios, cursos de ampliación realizados y datos de ubicación (teléfonos y correo electrónico). Este instrumento se administró a los docentes participantes en el curso de didáctica de la matemática.

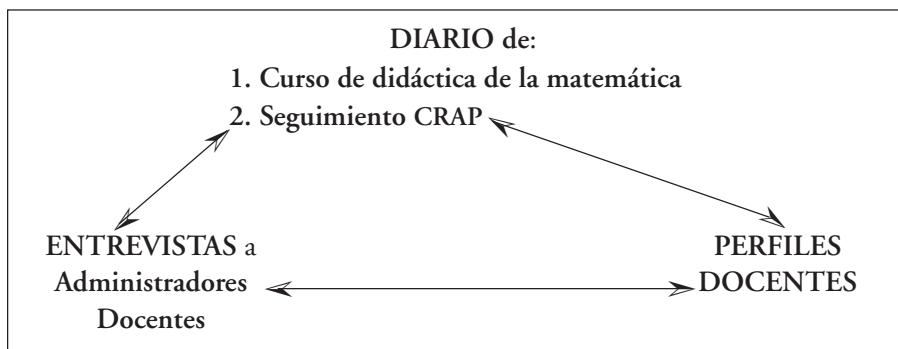
Las *grabaciones de audio de entrevistas* se hicieron al finalizar el curso de didáctica de la matemática, con el objetivo de comparar las reflexiones hechas

durante el programa, con la visión acerca de la educación matemática después del curso. Ello fue con el objetivo de explorar el compromiso de continuidad de trabajo en el liceo una vez terminado el programa. También se entrevistó a algunos docentes clave en los liceos (docentes líderes y quienes tienen a su cargo mayor cantidad de horas de clase, en diversos grados y que atienden a más estudiantes). Los docentes líderes son aquellos que una vez realizado el programa de actualización, al regresar a su liceo, motivan a sus demás colegas para participar en actividades de actualización y sirven de contacto con la universidad para solicitar y organizar las actividades. Dichas actividades son talleres, conferencias, charlas, entre otras.

Los *informes analíticos* se hicieron del trabajo en el CRAP y del trabajo individual con un docente en cuyo liceo no se consolidó el CRAP. Según Elliott (2000), un informe analítico recoge lo siguiente: a) conceptualizaciones de la situación sometida a investigación; b) hipótesis surgidas y que se deseen comprobar más adelante; c) menciones del tipo de pruebas que se tendrán que recoger para fundamentar los conceptos e hipótesis que surgen; d) formulaciones de los problemas y cuestiones que van apareciendo en el propio campo de acción. En el caso del trabajo en el CRAP los informes se hicieron a inicios del año escolar 2004-2005 (octubre), al finalizar el segundo lapso (abril) y al finalizar el año escolar (julio). Al inicio del año escolar los docentes plantearon sus inquietudes y necesidades acerca de la educación matemática y acerca de cómo podían mejorar el rendimiento de sus estudiantes. Al finalizar el segundo lapso se comparó la situación de ese momento con la del inicio del año, y al finalizar el año se evaluó el trabajo hecho y se plantearon las necesidades para el siguiente año escolar. Estos informes también recogieron aspectos generales del funcionamiento del liceo. Lo que se pretendió conceptualizar fue el seguimiento del CRAP. Con el docente con quien se trabajó individualmente se hizo un informe de cada una de las cuatro reuniones clave: cuando se inició el trabajo y se planteó el problema a abordar, dos de seguimiento durante el año escolar 2004-2005 y otro al inicio del año escolar 2005-2006 con el objetivo de redimensionar el problema planteado en el año escolar anterior.

La *triangulación de la información* se hizo para construir los informes analíticos y usando lo reportado en el diario, lo que aportaron las entrevistas y los perfiles de los docentes (ver gráfico N° 2).

GRÁFICO N° 2
TRIANGULACIÓN DE INFORMACIÓN DEL DIARIO DE CAMPO,
DE LAS ENTREVISTAS Y DE LOS PERFILES DOCENTES



3. ANÁLISIS DE CASOS ESTUDIADOS

Caso del curso de didáctica de la matemática, cohortes 2003 y 2004. El curso de didáctica de la matemática se trabajó con una metodología de investigación-acción, en concordancia con el diseño del programa, promoviendo un cambio de actitud a través de la reflexión de las acciones educativas, el desarrollo de habilidades para procesar información, en concreto el análisis de resultados de investigación y la relación con su práctica, así como la discusión colectiva que promoviera la reflexión y la explicación de las acciones educativas y donde se reflejaran las concepciones de educación matemática. Los docentes participaron tanto de forma escrita como oral, se promovieron las discusiones, se buscó comparar posturas sobre educación matemática y establecer ideas en común.

En la cohorte 2003, específicamente se discutieron los siguientes aspectos:
a) enseñanza del álgebra: paso de la aritmética al álgebra, procesos de

generalización y simbolización, planteamiento y resolución de ecuaciones; b) los procesos cognitivos involucrados en la Resolución de Problemas Algebraicos Literales Aplicados (PALA); c) el papel de la metacognición en la solución de problemas. Se utilizaron problemas de las Olimpiadas Matemáticas Venezolanas y de los Calendarios Matemáticos del Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC); d) los proyectos como metodología de trabajo en el área de Trigonometría; e) creencias y actitudes asociadas a la resolución de problemas y acciones del docente para trabajarlas.

Los trabajos desarrollados por los docentes durante este curso eran una continuación de los que se realizaron en el curso de investigación didáctica, donde se hicieron propuestas de intervención pedagógica. Esto representó una dificultad, pues estos trabajos desarrollados con el equipo líder de su liceo en la mayoría de los casos no eran sobre educación matemática (de siete participantes, cuatro trabajaron sobre comprensión de textos). La propuesta para estos participantes fue que adaptaran su problema a la comprensión de textos necesaria en los problemas de enunciado, literales o PALA. Tres trabajos específicos de educación matemática fueron: 1. conocimientos previos en números y operaciones básicas en matemática para la adquisición de aprendizaje significativo y mejorar el rendimiento académico de los alumnos de séptimo grado; 2. actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la matemática; 3. estrategias metodológicas y el aprendizaje de la matemática. Caso: alumnos cursantes de séptimo grado en la U.E.N. Teresa de Bolívar.

Para la cohorte 2004 se tomaron como contenidos específicos los mismos del 2003 y se agregó la discusión de un artículo sobre el método de proyectos, en el cual se fundamentan las nuevas políticas educativas emanadas del Ministerio de Educación y Deporte pues los docentes participantes plantearon como necesidad tener información sobre el tema. Para esta cohorte el grupo era de tres personas, de las cuales dos eran estudiantes de la Escuela de Matemáticas de la Universidad Central de Venezuela. La tercera docente tuvo una participación muy irregular. De su perfil se pudo saber que para el momento de cursar el programa estudiaba un postgrado, dictaba 65 horas de

clases semanales de cuatro grados distintos, atendía 314 estudiantes y, además, dirigía el Departamento de Evaluación del colegio privado donde trabaja adicionalmente al liceo público. Con esta cohorte sólo se logró discutir aspectos de la instrucción matemática centrada en solución de problemas y de los proyectos como metodología de trabajo en el área de Trigonometría. Los trabajos desarrollados por los docentes durante el curso fueron: 1) uso del pizarrón como estrategia efectiva en alumnos poco aplicados; 2) taller de solución de problemas de geometría; 3) bajo rendimiento estudiantil en los alumnos de séptimo grado sección K del Liceo Bolivariano U.E.N. Narciso Gonell. Para atender a las necesidades de los participantes de la cohorte 2003 (segunda fase de la IA) se continuó trabajando en el CRAP de la U.E.N. Teresa de Bolívar y con uno de los docentes individualmente, pues en su liceo no se consolidó el CRAP. Estos casos se analizan por separado más adelante, explicando los planes de acción desarrollados (tercera fase de la IA). En cuanto a la cohorte 2004, se visitó el aula del docente que hizo el trabajo sobre el uso del pizarrón, quien también pertenece a la U.E.N. Teresa de Bolívar.

Caso seguimiento del CRAP de la Unidad Educativa Nacional Teresa de Bolívar. Este liceo participó en el SRL desde la cohorte 2003, y entre mayo 2004 y septiembre del 2005 se hizo seguimiento al CRAP, cuyo proyecto planteó como problema la cantidad de reprobados en el área de matemáticas de séptimo grado de Educación Básica. En su trabajo los docentes afirman que «el índice de alumnos reprobados está asociado a diversos factores entre los que destacan: el interés de los alumnos, las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes, la carga horaria del plan de estudio, el contenido programático y los conocimientos previos, entre otros». Y en cuanto a las estrategias metodológicas, se dice que son tradicionales, por lo general el método expositivo y la resolución de problemas, por lo cual decidieron analizar las estrategias que utiliza el docente de séptimo grado en el área de matemáticas, argumentando que es el factor sobre el cual tienen mayor incidencia.

Otras necesidades que se extrajeron del diario de campo llevado durante varias reuniones fueron: a) revisar las estrategias de enseñanza: hay que manejar mayor número de estrategias porque si los estudiantes no entienden una, hay

que buscar otra, no repetir la misma, que es lo que generalmente se hace; se insistió en que se traigan muchas estrategias para trabajar; b) discutir distintos tipos de problemas para cada contenido. Se atendió a esa necesidad dictando un taller sobre enseñanza del álgebra de manera de discutir más en profundidad las estrategias utilizadas. Durante el taller se discutió no sólo sobre estrategias, sino también sobre dificultades de aprendizaje. A cada docente se le solicitó participar en ambos sentidos: describiendo las estrategias que utilizaba para comenzar el estudio del álgebra y mencionando las dificultades que presentaban los estudiantes. Luego, a cada uno se le entregó un material preparado por la investigadora, en el que se reportaban algunos resultados de investigación referentes a estrategias para enseñar álgebra y algunas dificultades de su aprendizaje. En las sesiones del taller se discutieron estrategias exitosas, dificultades de aprendizaje de los estudiantes, el desconocimiento de términos específicos, y la necesidad de hacer diagnósticos sobre conocimientos previos que dominan los estudiantes.

De la participación de los docentes se determinó la importancia de dominar los contenidos matemáticos y también muchas estrategias de enseñanza para usar inmediatamente en la clase. Se planteó que esto era muy ambicioso. Las estrategias que se discutieron fueron sobre resolución de ecuaciones y de problemas literales, lo cual evidencia que el estudio del álgebra se inicia con el planteamiento y la resolución de ecuaciones. La formación del concepto de incógnita y de variable y el proceso de generalización no aparecen en las discusiones, lo cual es esperado pues es así como está planteado en los programas oficiales. La primera discusión que surgió en cuanto a la resolución de ecuaciones fue acerca del lenguaje utilizado en las explicaciones; se mencionaron expresiones como «*hay que quitar lo que molesta*», «*se comienza por lo que está más lejos de la incógnita*», dando lugar a discutir la precisión de los términos y las distintas interpretaciones que podían darse a tales expresiones. Se discutieron varias técnicas de resolución de ecuaciones, con despeje, sin despeje y las fortalezas y debilidades de cada una.

Las dificultades reportadas con la resolución de ecuaciones fueron las siguientes: a) con el signo menos: ¿qué hacer si queda $-x=2$?; b) con las

expresiones racionales; c) con las unidades, casos de física, quieren incorporarse al trabajo algebraico; d) con los métodos de resolución, cuándo usar un algoritmo determinado o cuándo usar la «lógica». Un docente planteó que un sistema de ecuaciones del tipo: $x+y=9$ y $x.y=18$ se hacía por razonamiento lógico, no se hacía el algoritmo. Al indagar sobre qué entiende él por «razonamiento lógico» o «lógica», planteó que era evaluar rápidamente las ecuaciones para darse cuenta que con 6 y 3 se obtenía el resultado. Se discutió el uso de la técnica *ensayo y error*, y de las heurísticas en general. En cuanto a la resolución de problemas, casi toda la discusión se centró en las dificultades para interpretar los enunciados. Se discutieron ideas sobre cómo ayudar a los estudiantes en la comprensión de los problemas, tanto cualitativa como conceptualmente. La participación de los docentes fue significativa, se vinculó con otras áreas (física, química y biología).

Otra acción para atender la necesidad de revisar las estrategias de enseñanza fue discutir un artículo sobre estrategias de aprendizaje y enseñanza de la matemática, publicado en una revista especializada en el año 2003. De aquí surgió la necesidad de profundizar en el tema de la enseñanza por proyectos, lo cual ya se ha implementado en Primera y Segunda Etapa de Educación Básica. Luego, en julio de 2004, el autor del artículo de la revista asistió al liceo a dictar una charla sobre proyectos de matemáticas. Una maestra de Segunda Etapa explicó cómo ella desarrolló un proyecto con sus estudiantes sobre las compras en el mercado. Se planteó la posibilidad de comenzar a desarrollar proyectos de matemáticas con los estudiantes del segundo año de Educación Media, Diversificada y Profesional en el marco de sus demandas de graduación.

Del diario de campo llevado en las reuniones en el liceo se extrajo como necesidad la realización de talleres con las docentes de Primera y Segunda Etapa de Educación Básica, porque «en el caso de matemáticas tienen muchas dudas, se llevan sólo por lo que dicen los libros, los cuales a veces tienen errores, como en el caso del tema de fracciones». Surge la hipótesis de que una de las dificultades de la educación matemática que ofrece la escuela es la formación de las docentes de los primeros grados, situación que podría genera-

lizarse al resto de las instituciones pues las docentes que atienden estos grados, llamadas maestras integrales, no reciben formación en educación matemática en sus estudios universitarios. Debido a la influencia que este hecho tiene en el problema abordado por el CRAP, y promoviendo la participación de todas las personas involucradas con su investigación, luego de una entrevista con la subdirectora del liceo, se organizaron dos talleres para las maestras. Un taller de fracciones, utilizando el método gráfico, de todo y partes de un cuadrado dividido en partes iguales, dictado por un profesor invitado del Instituto Pedagógico de Caracas. Una maestra explicó cómo un docente de séptimo grado le había explicado el caso de las fracciones impropias, observándose colaboración entre las maestras y los docentes de bachillerato. Se realizó otro taller sobre Solución de Problemas, donde se discutió el análisis del enunciado, las inferencias que se hacen a partir del enunciado, lo que dice y lo que no dice el enunciado, las estrategias de resolución, la estimación de las soluciones a priori al leer el problema, y la verificación. También se planteó como necesidad el contar con bibliografía actualizada sobre didáctica de la matemática, por lo cual se facilitaron libros sobre temas específicos del área para fotocopiar, los cuales ahora forman parte de la biblioteca de los docentes.

Caso de docente asesorado de la cohorte 2003. Este docente de matemáticas participó en la cohorte 2003 y en su liceo no se consolidó el CRAP, pero él continuó investigando acerca del tema que se planteó en su trabajo final de didáctica de la matemática. Le interesó trabajar con resolución de problemas, particularmente se interesó por lo que Requena (2000) llama Problemas Algebraicos Literales Aplicados (PALA)³. Tiene especial interés por los problemas de la Prueba de Aptitud Académica. La discusión comenzó por cuál sería el objetivo de la investigación y se acordó que sería buscar que sus estudiantes mejoren en la resolución de los PALA. Él planteó que habría que hacerles una evaluación previa, algunas intermedias para ver cómo van mejorando y una al final. Se discutió qué se entendería por «mejorar en resolución de problemas». Él planteó que se entendería por mejorar el hecho

³ Para Requena (2000) un PALA es aquel problema que puede resolverse mediante la representación simbólica o algebraica de la información esencial contenida o inferida en su enunciado, es decir, mediante el diseño de ecuaciones.

de que los estudiantes comprendan el problema, que identificaran los datos y las estrategias. Luego de una discusión, se replanteó que sería «que analicen el problema, escojan una estrategia de solución, la ejecuten e identifiquen las dificultades que se les presenten y revisen para obtener seguridad en lo que hacen». La discusión continuó con qué estrategia utilizar, cuál es la más exitosa, si una meta del trabajo sería identificar la mejor estrategia. Aquí se argumentó que no existe la mejor estrategia, que depende del problema, de la persona, que en todo caso la estrategia debe ser enseñar al estudiante a discernir cuál es la mejor estrategia, a lo que el docente argumentó que él entiende que no se debe encasillar a los estudiantes, pero que siempre se planteaba esa pregunta (¿cuál es la mejor estrategia?). Se comentó lo que hacen los estudiantes del Curso Introductorio de Ingeniería de la UCV y cómo se ha observado que ellos usan una sola estrategia: la que les enseña el docente, y también que están acostumbrados a que estudian un tema y hacen problemas de ese tema, pero que si se les asigna un problema de otro tema se sienten perdidos, no saben cómo comenzar, cuál estrategia usar, y eso no los ayuda a desarrollar su pensamiento matemático. En este punto, el docente se preguntó si un problema PALA se puede resolver con una sola estrategia, se revisó el concepto que da Requena (2000) y se encontró que no está relacionado con las estrategias para resolverlo, sino con la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico, simbólico.

El docente se pregunta: ¿qué pasará en las otras áreas con los PALA?, porque en matemáticas lo hacen porque hay que hacerlo... no sabemos si les gusta, si lo aplican. Se comentó que en el liceo donde se hace seguimiento al CRAP, los docentes de otras áreas como física, biología y química manifestaron que los estudiantes tenían dificultades para interpretar los problemas literales, así que se quedó en que él averiguaría en su liceo las opiniones de los docentes de las otras áreas. También se acordó que se revisarían otros materiales sobre solución de problemas y que se buscarían otros problemas para desarrollar con los estudiantes, y los temas de los problemas serían ajustados a los programas de los grados que el docente enseña.

Otro punto de discusión sobre la resolución de problemas fue: ¿qué pasa si un estudiante coloca sólo la respuesta al problema y no la explica? El docente

en cuestión dice que en el liceo, si un estudiante hace eso y él no lo acepta puede venir el representante a reclamar, y agrega que en la universidad se trabaja muy distinto que en el liceo, que en la universidad se le pueden pedir explicaciones al estudiante, pero que en el liceo las normas y leyes no lo permiten. Respecto a este punto, se argumentó que los docentes tenemos que hacernos reconocer como profesionales, que hay que discutir con el equipo del liceo y con los representantes las formas de aprendizaje: ¿qué es lo que dice la teoría, la investigación?, ¿qué es lo que observamos con los estudiantes, realmente aprenden dando sólo el resultado, o hay que estimularlos a que se expliquen?

Finalmente, se logró que el docente investigara cómo sus estudiantes desarrollan procesos cognitivos resolviendo problemas de matemáticas, escogió veinte (20) problemas identificados como «Problemas de lógica y matemática recreativa, de Álgebra, de Aritmética, de Geometría y Trigonometría», todos problemas de enunciado, donde hay que pasar por un proceso de traducción del lenguaje natural –el castellano– al lenguaje matemático. También propuso una secuencia de actividades que denominó «Actividades a realizar con los alumnos», donde presentó una descripción de dichas actividades con referencia a algunos autores como Polya (1998). En la discusión sobre estas actividades, se estuvo analizando las propuestas de cada autor y cómo unas eran más generales que otras, sobre cuáles son los procesos cognitivos necesarios para desarrollar el pensamiento matemático, el razonamiento, pues como plantean Stacey y otras (2004), el razonamiento algebraico implica análisis de situaciones reales, formulación de relaciones críticas como ecuaciones, aplicación de técnicas para resolver las ecuaciones e interpretación de los resultados y, en cambio, lo que algunos estudiantes parcialmente aprenden es una colección de reglas a ser memorizadas y trucos a ser ejecutados, que no tienen coherencia lógica, muy poca conexión con aprendizajes aritméticos previos, y ninguna aplicación en otros asuntos escolares o en el mundo fuera de la escuela.

El docente reflexionó acerca de su trabajo y dudó sobre si lo que ha hecho con sus estudiantes los ha ayudado a desarrollar su pensamiento. Sobre el trabajo con los estudiantes planteó que a éstos les gustó resolver este tipo de problemas, la experiencia fue con los de primer año de Media, Diversificada y Profesional. Los de noveno grado de Educación Básica preguntaron por qué

ellos no participaban, así que él les dio los problemas y éstos trabajaron por su cuenta y después vinieron a presentarle los resultados. También preguntó acerca de qué hacer ahora con los reportes de los estudiantes, cómo los evaluaba. Se discutió acerca de ello, se revisaron algunos reportes y se recomendó tomar como indicador el argumento desarrollado, se discutió la importancia de la expresión escrita, de la argumentación matemática. Una reflexión importante fue acerca de por qué estas actividades no se hacían cotidianamente en la clase de matemáticas. Se planteó que la idea era buena –hacer actividades extras de resolución de problemas–, por lo cual se invitó a reflexionar sobre cómo hacer de esta práctica algo cotidiano, en las clases normales. La discusión se orientó hacia lo que se hace y lo que no se hace en una clase de matemáticas, acerca del uso de la matemática para resolver problemas reales. Como conclusión parcial, se tuvo que se resuelven pocos problemas en la clase de matemáticas y que además no son problemas reales, son problemas escolares, intramatemáticos.

Para el inicio del año escolar 2005-2006 el docente elaboró un ensayo sobre la importancia de la solución de problemas en la educación matemática, para el cual consultó varias fuentes bibliográficas, tanto en libros y revistas especializadas como en la Internet. Elaboró un plan de acción para el año escolar, en conjunto con la investigadora, para el cual se discutió sobre los objetivos educativos del curso de matemáticas del grado en que se trabajaría, qué contenidos matemáticos se desarrollarían, con qué estrategias se abordaría el curso, cómo se evaluarían los aprendizajes, cómo se reportaría el trabajo de aula y cómo se tomarían las decisiones para hacer cambios. Particularmente, para este año escolar hubo interés en el tema de cómo desarrollar proyectos por solicitud del liceo, de manera que se planteó como necesidad la búsqueda de situaciones reales que pudieran modelarse con sistemas de ecuaciones de dos incógnitas, ecuaciones de segundo grado, y que además estuvieran relacionadas con otras áreas, como física y química. El docente elaboró su plan de acción, se discutió, y una de sus reflexiones cuando se discutieron las estrategias con que se abordaría el curso fue que «él explicaba mucho», lo cual se observó como una limitación para permitirles a los estudiantes que desarrollaran sus ideas. En la última reunión que se tuvo con este docente se discutieron situaciones reales que pudieran modelarse matemáticamente.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Caso Curso de Didáctica de la matemática, cohortes 2003 y 2004. El SRL logra sensibilizar y capacitar a los docentes de matemática a través de la reflexión, análisis y discusión de sus prácticas docentes, y de que planteen intervenciones pedagógicas. Sin embargo, no logra que los docentes aborden en profundidad aspectos centrales de la didáctica de la matemáticas debido a que su diseño original promueve la conformación de equipos líderes por liceo y de proyectos grupales, donde participan docentes de todas las áreas, lo cual va en contra de una discusión en profundidad de aspectos epistemológicos de la matemática, su aprendizaje y su didáctica. Se recomienda integrar los proyectos del curso de investigación didáctica con los trabajos del curso de didáctica de la matemática, de manera de poder profundizar en los conocimientos y prácticas del docente de matemática.

Caso seguimiento del CRAP de la U.E.N. Teresa de Bolívar: El SRL logró dar seguimiento al trabajo propuesto por el CRAP y atender otras necesidades derivadas de dicho trabajo. Se logró discutir aspectos específicos de la didáctica de la matemática, aunque esto no se tradujo en mejoras en las prácticas de los docentes durante el tiempo que duró el seguimiento. Se recomienda que las sesiones de seguimiento se realicen, una al inicio del año escolar para hacer el plan de acción, dos de seguimiento de la ejecución del plan (al finalizar los dos primeros lapsos de trabajo y sus respectivas evaluaciones), y la última, de evaluación de los resultados finales al terminar el año escolar cuando ya los estudiantes estén de vacaciones, pues es difícil coordinar el tiempo disponible de todos los docentes del liceo para actividades de actualización durante el año escolar. Este seguimiento debe ser de por lo menos dos años escolares, de manera de observar las mejoras en las prácticas y poder hacer propuestas que influyan sobre la educación matemática que se imparte en el liceo, para lo cual es necesaria la coordinación del trabajo de los docentes de los distintos grados. Por otra parte, se recomienda *ir a los liceos (Samuel Robinson va al Liceo)*, para desarrollar el sistema de formación permanente para los liceos (objetivo 3 del SRL), pues es a través de una comprensión del contexto de la institución, de la dinámica del trabajo de sus directivos y su relación con los docentes de aula, que se pueden realizar actividades concretas de actualización

como talleres, seminarios y charlas donde se puedan profundizar las discusiones sobre aspectos específicos de la didáctica de la matemática.

Caso del docente asesorado de la cohorte 2003. Este docente logró cambios en sus prácticas a través de la discusión de contenidos específicos de la matemática, de la cual surgieron objetivos de la educación matemática, lo que significa aprenderla y, en consecuencia, cómo enseñarla. Estos cambios incluyeron construcción de conocimientos sobre educación matemática y clarificación de sus objetivos, pues las reflexiones y discusiones obligaron a explicar el porqué de lo que se hace y a incorporar la experiencia a dichas explicaciones. A pesar de no ser un objetivo del SRL asesorar a docentes de manera individual, este caso se atendió por la gran motivación que se percibió en el docente, pero es poco el impacto que esta asesoría tuvo en el liceo, por lo cual se recomienda analizar con los demás docentes y los directivos del liceo las causas por las cuales no logró consolidarse el CRAP y así mejorar las condiciones para un próximo año escolar.

REFERENCIAS

- Amaro, R. (2003a). Los Centros de Reflexión y Actualización del Profesorado. Serie Docencia. *Cuaderno 1*, Año 1. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Amaro, R. (2003b). *Samuel Robinson: De Proyecto a Programa*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Ball, D. y D. Cohen (1999). Developing Practice, Developing Practitioners. Toward a Practice-Based Theory of Professional Education. In: *Teaching as the Learning Profession. Handbook of Policy and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Carr, W. y S. Kemmis (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- Daniels, H. (1998). La colaboración y el apoyo entre profesores. En: *Creación y Desarrollo de Grupos de Apoyo entre Profesores*. Bilbao: Mensajero.
- Danielson, C. y L. Abrutyn (1999). *Una introducción al uso de portafolios en el aula*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Elliott, J. (2000). *El cambio desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.
- Eslava, M. y E. Valdez (2004). Detección de los modos de razonamiento propiciados por el docente de álgebra. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 17(1). México: CLAME.

- Fernández, M. (2000). *La profesionalización del docente. Perfeccionamiento. Investigación en el aula. Análisis de la práctica*. México: Siglo Veintiuno.
- Imbernón, F. (2001). La formación en los centros educativos: ¿tendencia o moda? En: F. López (Comp.) (15-22) *La formación del profesorado*. Barcelona: Grao.
- Liston, D. y K. Zeichner (1993). *Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización*. Madrid: Morata.
- López, F. (2001). *La formación del profesorado*. Barcelona: Grao.
- Mauri, T. y P. Vilarrubias (2001). Todo lo que se puede formar en la formación de centros. En F. López (Comp.) (23-34) *La formación del profesorado*. Barcelona: Grao.
- Mora, D. (2002). *Aplicación metodológica de la investigación-acción* (material mimeografiado).
- Polya, G. (1998). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Porlán, R. y J. Martín (1993). *El diario del profesor. Un recurso para la investigación*. Serie Práctica. Sevilla: Díada.
- Requena, M. (2000). Resolución de Problemas Algebraicos de las Olimpiadas Venezolanas de Matemáticas. Procesos Cognitivos. Segunda Parte. *Enseñanza de la Matemática*. 9(2).3-15.
- Schwan, M. (2001). *Practice-Based Professional Development for Teachers of Mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Secretaría UCV (2000). *¿Qué es el Programa Samuel Robinson?* Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Secretaría UCV (2003). *Samuel Robinson, de Proyecto a Programa*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Serres, Y. (2004). Programa Samuel Robinson va al Liceo: una experiencia de actualización de docentes. *Memorias II Simposio Venezolano de Investigación en Educación Matemática. 6ª Sesión del Seminario Nacional Permanente de Enseñanza de la Matemática*. Caracas: UNA.
- Serres, Y. (2005). Una propuesta para reconstruir el saber didáctico y matemático en un Curso de Actualización Docente. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 18. México: CLAME.
- Stacey, K., H. Chick and M. Kendal (2004). *The future of the Teaching and Learning of Algebra. The 12th ICMI Study*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Steinbring, H. (1998). Elements of epistemological knowledge for mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 1, 157-189.
- Valdez, E. (2001). Los Recursos Didácticos y la Formación Docente. Un punto de vista histórico-cultural. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 14, México: CLAME.