

Formación de maestros de matemáticas para nivel medio superior: Un marco de referencia para programas escolarizados

Contenido

Introducción

El papel del maestro de matemáticas y los resultados esperados del programa de formación

El currículum del programa de formación de profesores de matemáticas

Instrucción en el programa de formación docente

Profesores del programa de formación

Recursos e instalaciones

Sección de estudiantes

Evaluación del programa de formación

Referencias

Introducción

El objetivo de este trabajo es proponer un marco que sirva como guía para aquellas instituciones de enseñanza superior que quieran modificar o establecer un programa de formación de maestros de matemáticas para el nivel medio superior. Aunque mucho de lo que aquí se dice puede aplicarse a un programa semi-escolarizado, o incluso a un programa abierto, el marco está pensado para un programa escolarizado, 4 a 5

años de estudio, donde los alumnos o son alumnos de tiempo completo, o por lo menos su principal actividad es la de ser estudiante.

El papel del maestro de matemáticas y los resultados esperados del programa de formación

¿Cuál es el papel del maestro de matemáticas? ¿Cuál es el propósito del maestro? ¿Cuáles son las expectativas que tenemos para los maestros de matemáticas?

El maestro de matemáticas del nivel medio superior debe impartir conocimientos de matemáticas y desarrollar la capacidad de aprendizaje de los alumnos, así como desarrollar en ellos actitudes positivas hacia las matemáticas. No debemos olvidar que el maestro de nivel medio superior trabaja con una población heterogénea en cuanto

Alfinio Flores

San Diego State University

a habilidades y disposición hacia las matemáticas.

¿Qué debe ser capaz de hacer un egresado del programa? ¿Qué habilidades, conocimientos, destrezas, actitudes debe tener el egresado para desempeñar su papel de maestro de matemáticas?

Las capacidades y conocimientos con las que debe contar un profesor de matemáticas las agruparemos en cuatro áreas:

- * Contenido matemático y relevancia de las matemáticas
- * Capacidad de enseñar matemáticas
- * Capacidad para mantenerse actualizado
- * El papel del maestro en el currículum de matemáticas

Contenido matemático y relevancia de las matemáticas

Los maestros de matemáticas deben dominar cierto contenido matemático:

En primer lugar, los maestros deben saber bien las matemáticas que van a enseñar. Deben dominar las matemáticas que se imparten en las diversas instituciones de nivel medio superior: aritmética, álgebra, geometría, probabilidad, estadística, geometría analítica, cálculo diferencial e integral, aplicaciones, temas selectos para nivel medio etc.

Además, los maestros deben tener un conocimiento más amplio y una comprensión más profunda de las matemáticas para poner el contenido que están enseñando en una perspectiva apropiada. El maestro debe saber matemáticas más avanzadas que las que va a enseñar y ser capaz de relacionar los conceptos y técnicas avanzadas con los conceptos y habilidades que está enseñando. Estos conocimientos matemáticos más avanzados y amplios deben ser seleccionados para que sean particularmente relevantes a la enseñanza de las matemáticas, para ayudar al maes-

tro a ganar mayor perspectiva, profundidad y madurez matemática.

Además de tener un dominio de las matemáticas como se indica antes, el maestro debe tener una comprensión del significado cultural de las matemáticas, de la naturaleza intelectual y filosófica de las matemáticas. Los maestros deben estar conscientes de la relevancia creciente de las matemáticas en la ciencia y la tecnología.

Capacidad para enseñar matemáticas

Los maestros deben de ser capaces de estimular a los alumnos a entender y usar las matemáticas, y a apreciar el significado de los conceptos matemáticos.

A los futuros maestros les conciernen no sólo las ideas matemáticas sino también la comunicación de esas ideas a los alumnos.

El maestro debe de ser capaz, por ejemplo, de

- Expresar una filosofía personal de la enseñanza de las matemáticas y relacionarla con la de educadores conocidos.
- Describir las etapas del desarrollo cognitivo en matemáticas.
- Describir diferentes teorías del aprendizaje de las matemáticas.
- Seleccionar estrategias de enseñanza y planear lecciones para una variedad de situaciones relacionadas con los alumnos, el contenido y el ambiente.
- Evaluar el progreso de cada alumno; seleccionar o desarrollar medios de evaluación del conocimiento matemático de los alumnos.
- Describir y usar métodos para diagnosticar y corregir deficiencias comunes en el aprendizaje de las matemáticas.
- Tener una comprensión de la naturaleza del aprendizaje de las matemáticas, de las condiciones que ayudan a los alumnos a aprender

y saber cómo mantener un ambiente de aprendizaje apropiado.

- Seleccionar, adaptar y usar estrategias y materiales para la enseñanza.
- Los maestros deben conocer la relación de la computadora con las matemáticas y su enseñanza.

Capacidad de mantenerse actualizado

Tanto en el aspecto matemático (seguir aprendiendo y utilizando las matemáticas), como en los aspectos pedagógicos, es importante que el maestro, una vez egresado del programa continúe desarrollándose profesionalmente.

Los problemas a los que se enfrenta un maestro en enseñanza de las matemáticas a nivel medio superior son ahora más variados, debido a los cambios que ha habido en las instituciones de nivel medio superior (cambios debidos a que una mayor población estudiantil tiene acceso ahora al nivel medio superior, una mayor heterogenidad en la preparación de los alumnos que llegan a ese nivel, cambios en los planes y programas de estudio, una gama más amplia del tipo de instituciones etc.).

En los próximos años los cambios continuarán debido a múltiples factores. Entre las tendencias y eventos que influirán en mayor medida están: el mayor énfasis en las aplicaciones de las matemáticas, en la solución de problemas, la evolución de los contenidos matemáticos en la universidad, la mayor disponibilidad de computadoras y calculadores con posibilidades de graficación y manipulación simbólica.

El maestro de matemáticas debe ser capaz de responder positivamente a estos cambios.

La mera repetición de una experiencia no basta para que un maestro de matemáticas mejore su práctica docente. El maestro debe contar con los elementos que le permitan aprovechar esa experiencia, aprender de ella para mejorar.

El egresado debe ser capaz de usar varias técnicas para evaluar y mejorar sus métodos de enseñanza; de realizar experimentos educativos sencillos para probar procedimientos que hayan sido desarrollados por él mismos o sugeridos por otros.

El futuro maestro debe tener experiencias en buscar y estudiar conceptos nuevos para él, y desarrollar habilidad para comunicar conceptos matemáticos nuevos.

Debe tener disposición y capacidad para continuar el aprendizaje tanto en matemáticas como en su enseñanza.

El futuro maestro debe aprender las matemáticas con suficiente profundidad y amplitud, para que le sea posible, si así lo desea, continuar el estudio de matemáticas a nivel posgrado en áreas apropiadas para los maestros.

El papel del maestro en el curriculum de matemáticas

El maestro no debe ser sólo un espectador pasivo de los cambios en los planes y programas de estudio. El maestro debe tener la capacidad de dar su aportación en los planes y programas de matemáticas.

Al finalizar su formación el maestro podrá:

- evaluar el curriculum de matemáticas y los nuevos desarrollos curriculares para los grados en los que va a enseñar, así como de los que preceden y siguen;
- modificar los objetivos como resultado de la evaluación;
- enunciar metas a largo plazo y objetivos específicos de situaciones de enseñanza; describir y evaluar medios alternativos para alcanzar esas metas y objetivos;
- participar en el desarrollar curricular y la selección de materiales; planear e implementar un programa para alcanzar los objetivos propuestos.

El currículum del programa de formación de profesores de matemáticas

El programa de formación de maestros de matemáticas para nivel medio superior consta de tres componentes:

1. Componente teórica que se divide en Matemáticas, Educación matemática, otros cursos.
2. Componente de entrenamiento
3. Práctica de campo

Componente teórica

La componente teórica se divide en los cursos de matemáticas, los aspectos teóricos de la educación matemática, y otros cursos.

Matemáticas.

Hay recomendaciones de asociaciones profesionales acerca del contenido matemático que se debe ofrecer a los futuros maestros del nivel medio superior. Por ejemplo Mathematical Association of America (1983) lista los siguientes cursos:

Matemáticas discretas, Cálculo de una y varias variables, Ecuaciones diferenciales, Introducción a la computación, Álgebra lineal, Probabilidad y Estadística, Teoría de números, Geometría, Álgebra abstracta, Apreciación matemática, Historia de las Matemáticas, Modelos matemáticos y aplicaciones, Análisis.

Las materias de tronco común de la mayor parte de las licenciaturas en matemáticas de nuestro país cubren casi todas las recomendaciones de MAA para la preparación matemática de los profesores de bachillerato.

Historia de las Matemáticas es una materia optativa en algunas instituciones.

Aunque no hay una materia explícita de Apreciación Matemática, ésta se puede desarrollar a lo largo de toda la carrera.

Los maestros deben tener experiencias en la formación de modelos matemáticos y aplicaciones, de modo que puedan reconocer y construir modelos que ilustren las aplicaciones de las matemáticas. Aunque la materia Modelos matemáticos y aplicaciones no es parte estándar de las carreras de matemáticas, se pueden ver algunos de estos aspectos en los cursos Ecuaciones Diferenciales, o en cursos tales como Mecánica.

En instituciones que cuentan con carreras como matemáticas, física, actuaría, los cursos de matemáticas pueden ser llevados en común con los alumnos de tales carreras. En otras instituciones, los futuros maestros pueden llevar las materias de matemáticas en el tronco básico de matemáticas para ingenieros. Estos cursos satisfacen en buena parte las necesidades matemáticas de los futuros maestros. Esta formación se debe complementar con cursos más avanzados de matemáticas tales como Álgebra Abstracta y Análisis Matemático. *Educación Matemática*

En esta parte de la componente teórica se propone ofrecer cursos específicamente dirigidos a la educación matemática, no cursos de didáctica, de pedagogía o de psicología educativa en general. Se estudian las teorías del aprendizaje y de la enseñanza en el contexto específico de las matemáticas, las aplicaciones de las teorías a la enseñanza de las matemáticas, así como estudios conductuales y humanísticos dirigidos a los problemas de la educación matemática.

Smith (1976) lista entre los conceptos pedagógicos que el maestro debe poseer los siguientes: jerarquía de aprendizaje, conocimiento requerido previo, patrones de inferencia, formas de conocimiento, operaciones lógicas, concepto de sí mismo, perseverancia, reforzamiento, aprendizajes difíciles, y varios más relacionados con lectura, manejo de clase y disciplina, conducción de la enseñanza y evaluación. Es-

tos conceptos deben ser desarrollados e ilustrados con ejemplos específicos de la enseñanza de las matemáticas. Se deben considerar aspectos particulares tales como la enseñanza del álgebra, la geometría, la estadística etc.

Contenidos

Es importante que el futuro maestro pueda relacionar las matemáticas avanzadas que aprende en el programa de formación con las matemáticas escolares. Es también importante que tenga una visión global de los conceptos matemáticos y de las habilidades más importantes a lo largo de todo el currículum.

Métodos

Las metas de un curso de métodos se pueden dividir en dos grandes categorías, orientación y proceso de enseñanza (Allen, 1977).

Hay que orientar al futuro maestro con respecto a:

- las actitudes corrientes con respecto a la ciencia y las matemáticas;
- las controversias con respecto a la naturaleza de las matemáticas;
- cuánto se debe enseñar de matemáticas;
- el objetivo de la enseñanza de las matemáticas;
- las teorías del aprendizaje y su relación con las matemáticas;
- la historia de las matemáticas y su significado para la clase;
- las condiciones de la enseñanza de las matemáticas en las escuelas;
- las oportunidades de desarrollo profesional para el profesor de matemáticas proporcionadas por las organizaciones profesionales y los estudios más avanzados.

En la segunda categoría, el proceso de enseñanza, el futuro maestro debe entender su papel para ayudar al alumno a aprender matemáticas:

- Como consejero y guía en situaciones de aprendizaje cuidadosamente planeadas;

- como alguien que motiva al alumno a estudiar matemáticas;
- como un practicante de la exposición pedagógica cuyo propósito es conducir al alumno a una comprensión de las matemáticas;
- como un evaluador del avance del alumno para alcanzar los objetivos.

En cuanto a la didáctica de la matemática se deben cubrir aspectos tales como planeación, evaluación, organización de la clase, uso de materiales.

Otros cursos

Llevar un paquete de materias en otra área, tal como química, ingeniería, economía etc. puede permitir a los futuros maestros ampliar su percepción sobre el impacto de las matemáticas en otras áreas del conocimiento. Estudios de tipo general, de interés y utilidad para un alumno de nivel superior, independientemente de su área de estudio se pueden incluir aquí. Se pueden incluir también estudios de tipo humanístico, o materias de didáctica, de pedagogía o de psicología educativa en general, recordando que estas últimas no son apropiadas para cubrir la parte de Educación Matemática.

Componente de entrenamiento

Además de comprender los aspectos teóricos, los futuros maestros necesitan desarrollar y practicar ciertas habilidades, tales como la habilidad para interactuar socialmente y desarrollar empatía; habilidad en la aplicación de las técnicas psicológicas: habilidad para comunicar y exponer; habilidad para seleccionar y usar materiales didácticos.

En la componente de entrenamiento de habilidades, los futuros maestros deben aprender el cómo hacer.

Ejemplos de las habilidades que deben desarrollar son:

- seleccionar un libro de texto de matemáticas

- evaluar un programa de estudios de matemáticas
- conducir una sesión de laboratorio de matemáticas
- usar la computadora para enseñar conceptos
- usar calculadoras para enseñar matemáticas
- usar juegos para practicar habilidades matemáticas
- conducir una sesión de resolución de problemas matemáticos

Estas habilidades se practican primero en un contexto controlado, es decir en la institución que ofrece el programa. El futuro maestro expone y practica ante sus compañeros y recibe sugerencias de ellos y del profesor sobre cómo mejorar.

Para que la práctica sea efectiva, el futuro maestro debe aprender no sólo a ver la conducta del alumno objetivamente, sino también a interpretarla en términos de conceptos y principios técnicos. Debe saber relacionar la conducta o respuestas del alumno con un marco de referencia teórico. El futuro maestro también debe recibir realimentación. Sin la realimentación, no es de esperarse el mejoramiento de la práctica. La realimentación debe ser específica y al punto en particular de la conducta del futuro maestro (Smith, 1976).

Práctica de campo

Una vez que se han practicado estas habilidades en un contexto controlado, los futuros maestros deben tener una experiencia de campo. Esta puede consistir de varias partes. En la primera, los alumnos pueden realizar una enseñanza de práctica, en una escuela real una vez por semana. Es conveniente que los futuros maestros tengan acceso a varias escuelas, que abarquen varios grados, incluyendo los grados que preceden al nivel medio superior.

Después, los futuros maestros se hacen cargo durante un tiempo de una

materia en un grupo de nivel medio superior bajo la supervisión del maestro en grupo y el profesor de la institución de enseñanza superior.

Instrucción en el programa de formación docente

¿Cuál es una variedad apropiada de procedimientos de enseñanza disponibles para el uso en la formación de maestros de matemáticas? ¿Cuáles de los procedimientos pueden ser de ayuda en dónde?

Instrucción en los cursos de matemáticas

Los cursos de matemáticas que lleven los futuros profesores deben ser estructurados y enseñados para desarrollar y mantener el interés y entusiasmo de los alumnos por las matemáticas. Así mismo, los alumnos de estos cursos deben aprender a comunicar sus conocimientos de matemáticas. Estos cursos deben propiciar la participación activa de los alumnos. Puede ser apropiado ofrecer uno o más de los cursos en un formato de seminario en el cual los alumnos presentan material escogido a la clase. Un seminario de problemas o una serie de coloquios de alumnos pueden ayudar a los alumnos a mejorar sus habilidades para descubrir y comunicar conceptos matemáticos.

La unidad de las matemáticas, tanto a nivel escolar como superior, debe ser enfatizada. Cada profesor debe enfatizar la forma en la cual las ideas de otras ramas de las matemáticas se relacionan con la materia que se estudia. Se recomienda hacer énfasis en la aplicación de herramientas matemáticas en varios tipos de situaciones.

Instrucción en Educación Matemática

El programa de formación debe promover el desarrollo continuo de las cua-

lidades humanas del maestro que mejoren el aprendizaje de los alumnos, tales como la sensibilidad, la autoestima y confianza en sí mismo.

Los cursos teóricos se deben dar en conexión cercana con la práctica de campo.

Profesores del programa de formación

Ningún programa de formación de maestros de matemáticas se puede complementar adecuadamente si no se cuenta con una planta de profesores capacitados.

Los profesores de las materias de matemáticas deben tener una preparación rica y variada en matemáticas, tener una capacidad académica demostrada y una especialización apropiada.

Para las materias de matemáticas, los profesores deben tener una preparación en matemáticas de nivel posgrado, y tener capacidad académica demostrada.

Para las materias del área de educación matemática, los profesores deben tener preparación de posgrado en matemáticas y en educación matemática, y tener capacidad académica demostrada.

El profesorado de la institución debe ser competente en los siguientes aspectos

Tener el conocimiento apropiado de los cursos

Mostrar estrategias de enseñanza que los futuros maestros pueden emular

Mostrar liderazgo profesional: escribir, publicar en revistas especializadas, dar conferencias, investigar, participar en organizaciones profesionales.

Los profesores de los cursos de Educación Matemática deberán tener además experiencia reciente en la enseñanza y contacto con las escuelas.

Recursos e instalaciones

Instalaciones

La institución que ofrezca el programa deberá contar con las instalaciones adecuadas para una institución de enseñanza superior, tales como salones adecuados (bien iluminados, con pizarra) etc. No se describirán en general las instalaciones y recursos, sino sólo aquellas partes que son específicas para el programa de formación.

Biblioteca

La biblioteca debe dar servicio tanto a los profesores del programa como a los alumnos. Debe contar con libros y revistas para estudiantes y profesores en las áreas de matemáticas, educación matemática, historia de las matemáticas, estudios humanísticos y conductuales, y teorías del aprendizaje y la enseñanza, y contar también con materiales educativos tales como libros de texto de matemáticas de varios niveles, exámenes de matemáticas.

Entre las revistas de educación matemática, algunas de las más importantes son:

Educación Matemática, Mathematics Teacher, School Science and Mathematics, Educational Studies in Mathematics, Journal for Research in Mathematics Education.

Libros

Dar una lista de libros exhaustiva está fuera del alcance de este artículo. Existen bibliografías de matemáticas, tales como *Basic Library List* (Mathematical Association of America) que pueden servir para formar una colección básica. Desafortunadamente no existe una lista semejante en Educación Matemática. A continuación se dan, como muestra, algunos ejemplos de libros que se sugieren para la biblioteca de una institución que cuente con un programa de formación de profesores (pa-

ra enfatizar que la lista está incompleta sólo se incluyen libros publicados después de 1980).

Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

- Activities for Junior High School and Middle School Mathematics.* NCTM, 1981.
- Antonovski, M. Ya, et al. *Sets of mathematics teaching aids.* Soviet Studies in Mathematics Education Vol. 1 NCTM, 1990.
- Brown, S.I., Walter, M.I. *The art of problem posing.* Lawrence Erlbaum, 1990.
- Davydov, V.V. *Types of generalization in instruction.* Soviet Studies in Mathematics Education Vol. 2 NCTM, 1990.
- Farrell, M.A. y Farmer, W.A. *Systematic Instruction in Mathematics.* Addison Wesley, 1980.
- Good, T.L., Grouws, D.A. Ebmeier, H. *Active mathematics teaching.* Longman, 1983.
- Maletsky, E.M.; Hirsch, C.R. *Activities from the Mathematics Teacher.* NCTM, 1981.
- Pólya, G. *Mathematical discovery,* Wiley, 1981.
- Post, T.R. (Ed.). *Teaching mathematics in grades K-8.* Allyn and Bacon, 1988.
- Reys, R., Sydam, M. Lindquist, M.M. *Helping children learn mathematics.* Prentice Hall, 1989.
- Schoen, H.L. *Estimation and Mental Computation 1986 Yearbook.* NCTM, 1986.
- Schoenfeld, A. *Problem solving in the mathematics curriculum.* Mathematical Association of America, 1983.
- Schoenfeld, A. (Ed.) *A source book for college mathematics teaching.* Mathematical Association of America, 1990.
- Sobel, M., Maletsky, E.M. *Teaching mathematics.* Prentice Hall, 1988.

Curriculum

- An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980's.* NCTM, 1980.
- Conference Board of the Mathematical Sciences. *The Mathematical Sciences Curriculum K-12: What is Still Fundamental and What Is Not.* National Science Foundation, 1983.
- Douglas, R. (Ed.) *Toward a learn and lively calculus.* Mathematical Association of America, 1987.
- Fey, J.T. *Computing and Mathematics.* NCTM, 1984.
- Hirsch, C.R. (Ed.) *The Secondary School Mathematics Curriculum 1985 Yearbook.* NCTM, 1985.
- Howson, G.; Keitel, C.; Kilpatrick, J. *Curriculum Development in Mathematics.* Cambridge Univ. Pr., 1981.
- Krulik, S. (Ed.) *Problems Solving in School Mathematics 1980 Yearbook,* NCTM, 1980.
- National Council of Teachers of Mathematics. *Curriculum and evaluation standards for school mathematics.* NCTM, 1989.
- Ralston, A. (Ed.) *Discrete mathematics in the first two years.* Mathematical Association of America, 1989.
- Ralston, A.; Young, G.S. *The Future of College Mathematics.* Springer, 1983.
- Secretaría de Educación Pública. *Programas Educación Secundaria.* Trillas, 1981.
- Shulte, A.P. (Ed.) *Teaching Statistics and Probability 1981 Yearbook.* NCTM, 1981.
- Silvey, L. (Ed.) *Mathematics for the Middle Grades (5-9) 1982 Yearbook.* NCTM, 1982.
- A Sourcebook of Applications of School Mathematics.* NCTM, 1980.
- Steen, L.A. (Ed.) *Calculus for a new century: A pump not a filter.* Mathematical Association of America, 1987.

ra enfatizar que la lista está incompleta sólo se incluyen libros publicados después de 1980).

Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

Activities for Junior High School and Middle School Mathematics. NCTM, 1981.

Antonovski, M. Ya, et al. *Sets of mathematics teaching aids.* Soviet Studies in Mathematics Education Vol. 1 NCTM, 1990.

Brown, S.I., Walter, M.I. *The art of problem posing.* Lawrence Erlbaum, 1990.

Davydov, V.V. *Types of generalization in instruction.* Soviet Studies in Mathematics Education Vol. 2 NCTM, 1990.

Farrell, M.A. y Farmer, W.A. *Systematic Instruction in Mathematics.* Addison Wesley, 1980.

Good, T.L., Grouws, D.A. Ebmeier, H. *Active mathematics teaching.* Longman, 1983.

Maletsky, E.M.; Hirsch, C.R. *Activities from the Mathematics Teacher.* NCTM, 1981.

Pólya, G. *Mathematical discovery,* Wiley, 1981.

Post, T.R. (Ed.). *Teaching mathematics in grades K-8.* Allyn and Bacon, 1988.

Reys, R., Sydam, M. Lindquist, M.M. *Helping children learn mathematics.* Prentice Hall, 1989.

Schoen, H.L. *Estimation and Mental Computation 1986 Yearbook.* NCTM, 1986.

Schoenfeld, A. *Problem solving in the mathematics curriculum.* Mathematical Association of America, 1983.

Schoenfeld, A. (Ed.) *A source book for college mathematics teaching.* Mathematical Association of America, 1990.

Sobel, M., Maletsky, E.M. *Teaching mathematics.* Prentice Hall, 1988.

Curriculum

An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980's. NCTM, 1980.

Conference Board of the Mathematical Sciences. *The Mathematical Sciences Curriculum K-12: What is Still Fundamental and What Is Not.* National Science Foundation, 1983.

Douglas, R. (Ed.) *Toward a learn and lively calculus.* Mathematical Association of America, 1987.

Fey, J.T. *Computing and Mathematics.* NCTM, 1984.

Hirsch, C.R. (Ed.) *The Secondary School Mathematics Curriculum 1985 Yearbook.* NCTM, 1985.

Howson, G.; Keitel, C.; Kilpatrick, J. *Curriculum Development in Mathematics.* Cambridge Univ. Pr., 1981.

Krulik, S. (Ed.) *Problems Solving in School Mathematics 1980 Yearbook,* NCTM, 1980.

National Council of Teachers of Mathematics. *Curriculum and evaluation standards for school mathematics.* NCTM, 1989.

Ralston, A. (Ed.) *Discrete mathematics in the first two years.* Mathematical Association of America, 1989.

Ralston, A.; Young, G.S. *The Future of College Mathematics.* Springer, 1983.

Secretaría de Educación Pública. *Programas Educación Secundaria.* Trillas, 1981.

Shulte, A.P. (Ed.) *Teaching Statistics and Probability 1981 Yearbook.* NCTM, 1981.

Silvey, L. (Ed.) *Mathematics for the Middle Grades (5-9) 1982 Yearbook.* NCTM, 1982.

A Sourcebook of Applications of School Mathematics. NCTM, 1980.

Steen, L.A. (Ed.) *Calculus for a new century: A pump not a filter.* Mathematical Association of America, 1987.

Steen, L.A. (Ed.) *Reshaping college mathematics*. Mathematical Association of America, 1989.

Sicología del aprendizaje de las matemáticas

Davies, R. *Learning mathematics: The cognitive science approach to mathematics education*. 1984.

Ginsberg, H.P. *The development of mathematical thinking*. 1983.

Hiebert, J. (Ed.) *Conceptual and procedural knowledge: The case for mathematics*. Lawrence Erlbaum, 1986.

Janvier, C. (Ed.). *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. Lawrence Erlbaum, 1987.

Lawson, A.E. (Ed.). *1980 AETS Yearbook The Psychology of Teaching for Thinking and Creativity*. ERIC, 1979.

Lesh, R., Landau, M. (Eds.) *Acquisition of mathematical concepts and processes*. 1983.

Resnick, L. Ford, W. *The psychology of mathematics for instruction*. 1981.

Schoenfeld, A.H. *Cognitive science and mathematics education*. 1987.

Silver, E. (Ed.) *Teaching and learning mathematical problem solving*. 1985.

Skemp, Richard R. *The Psychology of Learning Mathematics*. Lawrence Erlbaum, 1987.

Investigación

Bishop, A.J.; Nicholson, M.A. *A review of research in mathematical education Part B Research on the social context of mathematics education*. NFER-NELSON, 1985.

Charles, R.I., Silver, E. (Eds.) *The teaching and assessing of mathematical problem solving*. NCTM, 1988.

Dessart, D.J.; Suydam, M.N. *Classroom Ideas from Research on Secondary School Mathematics*. NCTM, 1983.

Driscoll, Mark J. *Research Within Reach: Secondary School Mathematics*. NCTM, 1982.

Fennema, Ed. (Ed.) *Mathematics Education Research: Implications for the 80's*. Association for Supervision and Curriculum Development, 1981.

Grouws, D.A., Cooney, T.J. *Perspectives on research on effective mathematics teaching*. NCTM, 1988.

Hiebert, J., Behr, M. *Number concepts and operations in the middle grades*. NCTM, 1988.

Shumway, R.J. (Ed.) *Research in mathematics education*. NCTM, 1980.

Sowder, J. (Ed.) *Setting a research agenda*. NCTM, 1989.

Wagner, S., Kieran, C. *Research issues in the teaching of algebra*. NCTM, 1989.

Evaluación

Heck, W.P. et al *Guidelines for evaluating computerized instructional materials*. NCTM, 1984.

Hopkins, K.D.; Stanley, J.C. *Educational and psychological measurements and evaluation*. Prentice Hall, 1981.

How to evaluate your mathematics program. National Council of Teachers of Mathematics, 1981.

Lindquist, M.M. *Results from the fourth mathematics assessment of the National Assessment of Educational Progress*, NCTM, 1989.

Mathematics assessment for the classroom teacher. Virginia Council of Teachers of Mathematics, 1983.

Suydam, Marilyn N. *Evaluation in the mathematics classroom: from what and why to how and where*. ERIC, 1986.

Laboratorio de matemáticas y equipo de laboratorio

Los futuros maestros deben tener la oportunidad de participar en actividades de laboratorio de matemáticas, para lo cual la institución que ofrece el programa de formación de-

berá facilitar un lugar adecuado. En un laboratorio de matemáticas el participante aprende haciendo y no sólo viendo u oyendo. El participante aprende a explorar e investigar conceptos e ideas matemáticas con la ayuda de objetos tangibles. En un laboratorio de matemáticas se utilizan materiales manipulativos, modelos físicos para representar conceptos matemáticos, figuras, dibujos, equipo y materiales audiovisuales y equipo tales como calculadoras.

Los participantes pueden trabajar de manera individual, o en grupos pequeños (2-5) alrededor de una mesa común, o realizar todos la misma actividad, o pueden observar la demostración del profesor. Los alumnos pueden estar realizando simultáneamente varias actividades diferentes. El participante debe tener la opción de proseguir su exploración de forma independiente.

El laboratorio debe ofrecer la posibilidad de que el asistente elabore su propio material didáctico, por lo que deberá contar en una sección adjunta con mesas de diseño y trabajo para trazar y recortar, con cizallas, escuadras, etc.

Por la forma de trabajo que se lleva a cabo en el laboratorio se necesita considerar aspectos como los siguientes:

1. Más espacio por persona que en salones convencionales.
2. Flexibilidad para el arreglo y uso del equipo. (Mesa de laboratorio para demostraciones del profesor, mesas individuales planas modulares para los participantes, que puedan acomodarse en equipos de 2 ó 5 personas, retroproyector y dónde proyectar, pizarrón, etc.)
3. Contrarrestar el ruido (plafones, cancelos, paredes, piso).
4. Iluminación conveniente, suficientes enchufes bien distribuidos.
5. El área de almacenamiento de ma-

teriales educativos y prácticas impresas (estantes, gabinetes, archiveros, libreros) de la biblioteca debe estar cerca del laboratorio.

Aunque no se cuente con un local específicamente destinado para el laboratorio de matemáticas, sí se debe contar un lugar con mesas planas para varios individuos, las paletas y los mesabancos inclinados no son apropiados. Se debe contar con algunos ejemplos de aparatos de laboratorio de matemáticas y una gama de guías de laboratorio y de actividades. Entre el equipo y aparatos que se sugieren para un laboratorio de matemáticas para maestros de nivel medio superior están:

calculadoras electrónicas de bolsillo de varios tipos: calculadoras científicas, gráficas, programables, con manejo simbólico de fracciones y expresiones algebraicas; juegos de geometría (escuadras, compás, transportador), tijeras, cintas métricas, juegos de cubos de madera de diferentes tamaños (en especial potencias de 10), tableros geométricos (geotablillas), juegos de engranes de diversos tamaños, juegos de sólidos geométricos (conos, cilindros, esfera), bolsas de dados, canicas, etc. Algunos aparatos que se pueden utilizar en el laboratorio de matemáticas se pueden encontrar comúnmente en el laboratorio de física o de química, tales como:

recipientes cilíndricos graduados, básculas de resorte, balanza, juegos de poleas para laboratorio, termómetros, cronómetros, brújulas, báscula de piso, micrometros, odómetros, etc.

Materiales manipulativos

La institución debe contar con algunos materiales manipulativos que puedan servir de ejemplo para que el profesor elabore sus propios materiales. Contar con una gama de li-

bros sobre el uso y diseño de materiales manipulativos, guías de actividades, además de los materiales manipulativos diseñados y adaptados en la propia institución.

Creative Publications y Dale Seymour Publications ofrecen una amplia gama de materiales manipulativos y juegos de matemáticas, y guías para usarlos. También hay materiales para que el maestro los pueda utilizar en el retroproyector.

Centro de cómputo

Contar con computadoras de tipo personal para el uso de los alumnos. En cuanto a software, contar con una gama de aplicaciones de uso general tales como paquetes gráficos, procesadores de textos, bases de datos, paquetes de estadística, álgebra lineal etc.

Con respecto a paquetes de software educativo, contar con una muestra seleccionada de los mejores paquetes comerciales y diseñados por instituciones académicas para la enseñanza de las matemáticas.

Equipo audiovisual

En cuanto a materiales y equipo audiovisual, contar el equipo que permita a los futuros maestros utilizarlo en sus prácticas, tal como retroproyector, videocasetera, proyector de transparencias.

Sección de estudiantes

Criterios de admisión

Además de los criterios de admisión de cada institución, se debe requerir de los alumnos que ingresen al programa de formación de maestros, un nivel apropiado de matemáticas, y tener interés en las matemáticas, y gusto por su enseñanza y gusto por la gente. Requisitos para las materias del área de educación matemá-

tica, los alumnos deberán tener una formación sólida de matemáticas, tal como haber acreditado las siguientes materias: Cálculo de una y varias variables, álgebra lineal, cálculo avanzado. Concurrentemente con los cursos de educación matemática deberán cursar cursos más avanzados de matemáticas tales como álgebra abstracta y análisis matemático.

Antes de realizar la práctica de campo, el alumno deberá haber completado los cursos de la componente teórica de educación matemática donde se cubrieron los contenidos y los métodos, y haber completado la componente de entrenamiento.

Criterios de permanencia en programa

Mantener un nivel apropiado no sólo en los cursos de educación matemática sino también en matemáticas.

Evaluación del programa de formación

El programa de formación de profesores de matemáticas debe ser evaluado periódicamente en cada uno de los seis aspectos mencionados antes. Es decir se deben evaluar y reconsiderar los objetivos del programa, el plan de estudios del programa de formación de profesores de matemáticas y los programas de las materias que se imparten, evaluar la instrucción, evaluar a los profesores del programa tanto en su desempeño enseñando como en su desarrollo profesional, evaluar las instalaciones y los recursos, y evaluar los criterios de selección y permanencia para los alumnos, y a los alumnos del programa, incluyendo los egresados.

Nota: Un programa basado en las recomendaciones anteriores fue imple-

mentado en la Escuela de Matemáticas de la Universidad de Guanajuato (ver Flores Peñafiel y Contreras

Francia, 1989 para las cartas descriptivas de los cursos que se ofrecieron).

Referencias

- A Collection of papers on pre-service teacher education.* Action Group 6. ICME 5, 1984.
- Committee on the Teaching of Undergraduate Mathematics. *College mathematics: Suggestions on how to teach it.* Mathematical Association of America, 1979.
- Committee on the Undergraduate Program in Mathematics. *Recommendations for a General Mathematical Sciences Program.* The Mathematical Association of America, 1981.
- Flores Peñafiel, A.; Contreras Francia, J.N. Teoría y práctica en la formación de profesores de matemáticas. Comunicaciones del CIMAT, 1989.
- Gray, James F. *Issues in mathematics education.* ERIC Information Analysis Center for Science, Mathematics, and Environmental Education, 1972.
- Guidelines and standards for the education of secondary school teachers of science and mathematics.* American Association for the Advancement of Science and National Association of State Directors of Teacher Education and Certification. 1971.
- Guidelines for the Preparation of Teachers of Mathematics.* NCTM, 1981.
- Higgins, Jon (ed.) *Papers from the forum on mathematics teacher education.* Center for Science and Mathematics Education, 1972.
- Johnson, D.A. *A Methods Course for Mathematics Teachers.* *American Mathematical Monthly*, 7 (1964) 1035-1038.
- Mancera Martínez, Eduardo. Formación de formadores de maestros. En *Memorias de la primera reunión centroamericana y del Caribe sobre formación de profesores e investigación en matemática educativa.* Mérida Yuc. 1987.
- Mitzel, Harold E. (ed). *Encyclopedia of Educational Research* 5a ed. Vols. 1-4. Free Press, 1982. En especial Teacher Education Programs.
- Pólya, G. *Mathematical Discovery: On Understanding, Learning and Teaching Problem Solving* 2a ed. Wiley, 1980.
- Pólya, G. *Collected Papers Volume 4: Probability; Combinatorics; Teaching and Learning in Mathematics.* The MIT Press, 1984.
- Recommendations on the Mathematical Preparation of Teachers.* Mathematical Association of America, 1983.
- Schumaker, John A.; Potter, Meredith W. *Designing courses for secondary school mathematics teachers.* ERIC Center for Science, Mathematics, and Environmental Education, 1977.
- Smith, B. Othanel. *Teacher education in mathematics.* ERIC, 1976.
- Standards for the Accreditation of Teacher Education.* National Council for Accreditation of Teacher Education, 1982.